

# EU-doelen klimaat en energie 2030: Impact op Nederland

Bert Daniëls (**ECN**)

Robert Koelemeijer (**PBL**)

Francesco Dalla Longa (**ECN**)

Gerben Geilenkirchen (**PBL**)

Jamilja van der Meulen (**ECN**)

Koen Smekens (**ECN**)

Joost van Stralen (**ECN**)

September 2014

ECN-E--14-033

PBL-publicatienummer 1394

# Verantwoording

Dit rapport is geschreven in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Milieu en het ministerie van Economische Zaken. Het projectnummer bij ECN is 5.2980, ECN rapportnummer ECN-E--14-033, PBL publicatienummer 1394.

Contactpersonen voor dit project zijn de coördinerend auteurs:

ECN - Bert Daniëls (tel. +31-88-5154426, e-mail: [daniels@ecn.nl](mailto:daniels@ecn.nl)),

PBL - Robert Koelemeijer (tel. +31-6-11537156, e-mail [Robert.Koelemeijer@pbl.nl](mailto:Robert.Koelemeijer@pbl.nl)).

De auteurs danken Marian van Schijndel, Hans Elzenga en Corjan Brink (allen PBL), Kees Peek (RIVM), Casper Tigchelaar en Ton van Dril (beiden ECN) voor hun bijdrage aan dit rapport. De opmaak is verzorgd door Kim Stutvoet-Mulder en Manuela Loos (ECN). De verantwoordelijkheid voor de inhoud berust volledig bij de coördinerend auteurs.

## Abstract

This report investigates the possible impact of European 2030 climate and energy targets on the Netherlands. The analyses start with defining and quantifying the possible targets with regard to GHG-emissions, renewable energy and energy consumption. The calculation of the impacts include several targets and combinations of targets, and results in indicative societal costs. Other impact investigated include employment and dependency on foreign energy resources. The report concludes with a qualitative assessment of the 2030 targets, specifically addressing the pros and cons of combined targets within the broader context of the European long-term 2050 ambitions.



# Inhoudsopgave

	<b>Samenvatting</b>	<b>4</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>Doelen en beleidsopgave</b>	<b>11</b>
2.1	Inleiding	11
2.2	Niet-ETS doel	12
2.3	Mogelijke doelen hernieuwbaar en besparing	17
<b>3</b>	<b>Impact op Nederland tot 2030</b>	<b>19</b>
3.1	Inleiding	19
3.2	Beeld op hoofdlijnen	19
3.3	Maatregelen en kosten	24
3.4	Een of meer doelen	26
3.5	Directe werkgelegenheidseffecten	30
3.6	Voorzieningszekerheid en importafhankelijkheid	31
3.7	Potentiëlen en beleid	33
3.8	Onzekerheden en impact van andere aannames	34
<b>4</b>	<b>Kosteneffectiviteit vanuit dynamisch perspectief</b>	<b>36</b>
	<b>Referenties</b>	<b>40</b>
<b>Bijlagen</b>		
A.	Basispad en rekenvarianten	43
B.	OPERA	45
C.	Energie- en CO <sub>2</sub> -prijzen	48
D.	Effort sharing	50
E.	Hernieuwbaar	51
F.	Besparing	53
G.	Potentiëlen en kosten	54
H.	Werkgelegenheidseffecten	64
I.	Overzicht resultaten scenario's en varianten	66
J.	Voorbeelden van beleidsinstrumenten	72

# Samenvatting

Europese klimaat- en energiedoelen voor 2030 voorgesteld

## Nieuwe doelen voor klimaat- en energie voor 2030

De Europese Commissie heeft in 2014 voorstellen gedaan voor het Europese beleidskader voor klimaat en energie tot 2030. Onderdeel van deze voorstellen is het vaststellen van doelen voor het verminderen van de broeikasgasemissies met 40% ten opzichte van 1990, het verhogen van het aandeel hernieuwbare energie naar 27% en het realiseren van 30% energiebesparing. Het gaat daarbij om doelen voor de EU als geheel voor het jaar 2030.

Voorstel voor een bindend doel voor lidstaten voor niet-ETS emissies

Het emissiedoel is uitgesplitst in een doel voor verminderen van emissies binnen het ETS<sup>1</sup> (43% ten opzichte van 2005) en de niet-ETS (30% ten opzichte van 2005). Het niet-ETS doel zal worden doorvertaald naar een bindend doel voor lidstaten (effort sharing). Voor de doelen voor hernieuwbaar en besparing is dat niet het geval, maar ook hier zullen lidstaten mogelijk aanvullend beleid moeten formuleren om het EU-brede doel te halen.

Doorgerekende doelen voor niet-ETS emissies, hernieuwbaar en finaal energiegebruik

Dit rapport beschrijft met welke maatregelen de mogelijke doelstellingen voor 2030 te halen zouden zijn, en met welke nationale (meer)kosten<sup>2</sup> dat gepaard zou gaan. Kosten en effecten zijn berekend ten opzichte van een referentieontwikkeling tot 2030, die ontleend is aan de nieuwe Nationale Energieverkenning<sup>3</sup>. Hiermee sluiten de berekeningen aan bij meeste recente inzichten ten aanzien van de toekomstige ontwikkeling van energiegebruik en broeikasgasemissies in Nederland. De doorgerekende doelen omvatten naast doelen voor broeikasgasemissiereductie ook eventuele doelen voor het aandeel hernieuwbare energie en het finale energiegebruik voor Nederland.

Politieke besluitvorming over hoe de EU-brede doelstelling voor emissiereductie in het niet-ETS naar lidstaten wordt doorvertaald moet nog plaats vinden. Afhankelijk van de verdeling van de last over de lidstaten, resulteert voor Nederland een doel om emissies in de niet-ETS te verminderen in de range tussen 28% tot 48% (ten opzichte van 2005). De berekeningen omvatten ook consequenties van aanvullende doelen voor hernieuwbare energie (range van 22% tot 26%) in 2030 en voor het verminderen van de

<sup>1</sup> Het ETS is het Europese handelssysteem voor broeikasgasemissies. Vooral elektriciteitscentrales en de grote industriële bedrijven vallen hieronder. Overige sectoren, zoals landbouw, verkeer en de gebouwde omgeving vallen niet onder het ETS.

<sup>2</sup> Waar in dit rapport wordt gesproken over kosten gaat het om de nationale kosten volgens de Milieukostenmethodiek (VROM 1998), tenzij anders vermeld. De nationale kosten zijn netto kosten vanuit maatschappelijk perspectief, en omvatten naast kosten ook baten, waaronder uitgespaarde energiekosten en vermeden investeringen. Ook de waarde van de netto verhandelde emissierechten met het buitenland zijn in de nationale kosten opgenomen. Overige baten, zoals die door vermeden luchtverontreiniging, mogelijke werkgelegenheidsbaten, of verminderde importafhankelijkheid zijn geen onderdeel van de nationale kosten. Effecten op (bruto) werkgelegenheid en importafhankelijkheid zijn in dit rapport wel gekwantificeerd. De kosten betreffen meerkosten ten opzichte van een ontwikkeling volgens een referentieontwikkeling tot 2030 (conform NEV).

<sup>3</sup> De Nationale Energieverkenning (NEV) zal in oktober 2014 verschijnen (ECN/PBL, 2014). De kosten en effecten zijn berekend ten opzichte van het scenario met vastgesteld beleid (aangeduid als NEV-V).

finale energievraag (15%, 17%, 19% en 21% afname ten opzichte van een referentieniveau in 2030<sup>4</sup>).

### Consequenties voor Nederland van klimaat- en energiedoelen voor 2030

**Tabel 1** geeft een indicatie van de nationale kosten om verschillende doelen te halen<sup>5</sup>. De kosten zijn met grote onzekerheden omgeven: de bandbreedte van het emissieniveau in de referentiesituatie is bijvoorbeeld al +/- 9 Mton, en de onzekerheid in de gegevens voor de berekeningen komen daar nog bovenop.

Grote onzekerheden in kostencijfers

**Tabel 1:** Nationale kosten (mln €/jaar) bij verschillende doelstelling voor emissiereductie in de niet-ETS, voor hernieuwbare energie (HE) en energiebesparing (EE), inclusief maatregelen met negatieve kosten

M€/jaar	Emissiereductiedoelstelling niet-ETS			
	28-33%	38%	43%	48%
Alleen niet-ETS doel	-70	30	1130	8230
Hernieuwbaar 22%	30	30	930	7830
Hernieuwbaar 24%	230	230	930	7630
Hernieuwbaar 26%	630	630	1030	7630
Energieverbruik -15%	4330	4830	6930	16230
Energieverbruik -17%	18630	19230	21130	Buiten bereik
Energieverbruik -19% of -21%	Buiten bereik	Buiten bereik	Buiten bereik	Buiten bereik

Bij de minder vergaande doelstellingen kunnen – relatief geringe – nationale baten optreden. Ten opzichte van het referentiebeeld in 2030 zijn namelijk nog beperkt kostenbesparende maatregelen mogelijk.

Er zijn in beperkte mate maatregelen met negatieve kosten

Er zijn geen meerkosten voor het realiseren van alleen een niet-ETS reductiedoel van 28% tot 33%<sup>6</sup>. De emissiereductie in de referentie is namelijk al vrijwel afdoende om te voldoen aan een reductiedoel van 33%. Bij verdergaande emissiereductiedoelen lopen de netto kosten op, tot 30 mln euro/jaar in 2030 bij een doel van 38% en tot 1130 mln euro/jaar bij 43% emissiereductie. Bij zo'n doel zijn dus ook erg dure maatregelen nodig. Het doel voor 48% reductie is alleen haalbaar tegen zeer hoge kosten van meer dan 8 mld euro/jaar.

Tot 33% emissiereductie kan zonder meerkosten

De doorrekening gaat uit van een cumulatieve emissiereductiedoelstelling, conform de systematiek van het huidige beleid. Het resultaat betreft dus kosten van maatregelen waarvan de emissie-effecten over de periode 2021-2030 toereikend zijn om onder de cumulatieve doelstelling in die periode te blijven. Een overschot aan rechten vlak na 2020 kan daarbij een tekort aan rechten compenseren in de periode rond 2030. Wordt hier geen rekening mee gehouden, en moeten de fysieke emissies in 2030 gelijk zijn aan

De emissiereductiedoelstelling is cumulatief over de periode 2020-2030. Voldoen aan momentaan plafond in 2030 leidt tot hogere kosten

<sup>4</sup> De vermindering van de energievraag is afgezet tegen referentieniveau voor het finaal energetisch eindverbruik in Nederland van 2500 PJ in 2030. Dit getal komt uit het door de Europese Commissie gehanteerde referentiescenario om de EU-brede besparingsdoelstelling tegen af te zetten.

<sup>5</sup> Het gaat hier om meerkosten ten opzichte van de referentieontwikkeling volgens het NEV-scenario met vastgesteld beleid.

<sup>6</sup> De emissiereductiedoelstelling voor niet-ETS betreft een cumulatieve doelstelling voor de periode 2021-2030, waarbij overschotten uit eerdere jaren tekorten kunnen compenseren in latere jaren. Tenzij anders vermeld wordt het bereiken van doelen beoordeeld door rekening te houden met het cumulatieve karakter van de emissiereductiedoelstelling.

het momentane plafond in 2030, dan zijn de kosten hoger: circa 100 mln (33% doel), 600 mln (38% doel) tot 3 miljard extra (43% doel). Het doel van 48% emissiereductie is dan niet meer haalbaar.

Inzet emissierechten van voor 2020 is wellicht mogelijk, en leidt tot lagere kosten, maar leidt tot grotere beleidsopgave na 2030

De kostenberekening gaat ervan uit dat er geen emissierechten worden ingezet uit de periode van voor 2021. In totaal zijn vanuit de periode 2013-2020 echter circa 86 Mton aan rechten beschikbaar<sup>7</sup>. Dit overschot resulteert uit onder meer de economische recessie en het boekhoudkundig verschuiven van emissies van niet-ETS naar de ETS, waardoor de niet-ETS emissies lager uitvallen. Maar er is ook een beleidsbijdrage, zoals de afspraken uit het Energieakkoord<sup>8</sup>. Als de maatregelen uit het Energieakkoord 10 Mton cumulatieve emissiereductie zouden opleveren tot 2021, en deze rechten zouden worden ingezet in de periode 2021-2030, dan zouden de kosten lager uitvallen. De kostenafname is circa 100 mln (38% doel), 600 mln (43% doel) tot zo'n 5 miljard (48% doel). Inzetten van rechten uit de periode t/m 2020 in de periode tot 2030 leidt echter wel tot een groter momentaan verschil tussen gerealiseerde emissie in 2030 en het emissieplafond, en dus tot een grotere beleidsopgave voor eventuele verdere emissiereductie in periode na 2030.

Verondersteld is dat 50% van het technisch potentieel kan worden ontsloten door de inzet van beleidsinstrumenten

De kosten komen voort uit een scala aan emissiereductiemaatregelen, zoals energiebesparing, inzet van hernieuwbare energie, meer elektrificatie (verschuiving van gas/olie naar elektriciteit)<sup>9</sup>, of volumemaatregelen zoals rekeningrijden. Voor ieder van deze maatregelen is verondersteld dat het potentieel voor de helft ontsloten kan worden via de inzet van beleidsinstrumenten<sup>10</sup>.

Als goedkope maatregelen niet inzetbaar zijn, leidt dit tot hogere kosten

Als een maatregel met lage kosten wegvalt, bijvoorbeeld vanwege gebrek aan politiek/maatschappelijk draagvlak, moet een alternatieve emissiereductie daar voor in de plaats komen. Dat kan door een nieuwe, duurdere maatregel in te zetten, of door beleid gericht op andere maatregelen – meestal ook duurdere – te intensiveren, waardoor meer potentieel kan worden aangeboord dan de hier veronderstelde 50%. In beide gevallen leidt dit tot een toename van de kosten. Ter illustratie, als rekeningrijden in de periode 2021-2030 niet zou worden ingevoerd, nemen de kosten van het halen van het doel van 38% emissiereductie toe met zo'n 40 miljoen euro. In geval van een doel van 43% nemen de kosten dan toe met zo'n 200 miljoen euro.

Kostenoptimale bijdrage van hernieuwbaar en vermindering van het energiegebruik is hier berekend

Zonder aanvullende doelen voor hernieuwbare energie en vermindering van het energiegebruik kan de inzet van maatregelen volledig geoptimaliseerd worden op het halen van het emissiedoel. Het resulterende percentage hernieuwbaar en het verbruik weerspiegelt dan de kostenoptimale bijdrage van deze oplossingsrichtingen (**Tabel 2**).

Aanvullende doelen: duurdere maatregelen

Aanvullende doelen voor hernieuwbare energie en energieverbruik die verder gaan dan deze niveaus, beperken de mogelijkheid om op de goedkoopste manier het emissiedoel te halen, en/of maken de inzet van extra maatregelen nodig die niet bijdragen aan het

<sup>7</sup> Dit is nog exclusief het overschot van rechten dat vanuit de periode 2008-2012 kan worden meegenomen.

<sup>8</sup> Daarnaast kan het Energieakkoord er voor zorgen dat de periode 2021-2030 zelf ook al begint met een groter overschot aan rechten.

<sup>9</sup> Bij het vervangen van gas door elektriciteit, zoals bij verwarming met elektrische warmtepompen, nemen de emissies in de niet-ETS sectoren af, maar die in de ETS sectoren (voor elektriciteitsproductie) toe. Omdat de ETS-emissies zijn begrensd, leidt dit niet tot een fysieke toename van de emissies in het ETS maar tot een stijging van de CO<sub>2</sub>-prijs in het ETS.

<sup>10</sup> Zie bijlage J voor enkele illustraties van het type beleid dat nodig zou zijn om een bepaald percentage van het potentieel te ontsluiten. Een gevoeligheidsstudie is uitgevoerd voor 75% potentieelontsluiting van beleid.

emissiedoel voor de niet-ETS. De kosten van het maatregelpakket om de gecombineerde doelen te halen zullen dus hoger liggen.

**Tabel 2:** Kostenoptimale invulling van het aandeel hernieuwbaar en het bruto finale verbruik, gegeven verschillende niet-ETS emissieplafonds

Emisiereductiedoel niet-ETS (%)	28/33%	38%	43%	48%
Aandeel hernieuwbaar	20%	21%	22%	23%
Bruto finaal energetisch verbruik en procentuele afname t.o.v. EU-referentie	2225 PJ (11%)	2225 PJ (11%)	2225 PJ (11%)	2200 PJ (12%)

Wel kan tegenover deze extra kosten voor Nederland een extra financiële baat staan. De doelen komen namelijk voort uit doelen op Europees niveau, en deze leiden tot een lagere CO<sub>2</sub>-prijs. Voor Nederland – als netto aankoper van emissierechten – betekent dit afname van de kapitaalstroom naar het buitenland.

De optelsom van deze twee effecten is voor Nederland in de meeste gevallen negatief, en leidt dus tot hogere nationale kosten bij meer doelstellingen. Alleen wanneer een specifiek doel voor hernieuwbare energie al (vrijwel) gehaald wordt als onderdeel van de kostenoptimale manier om het emissiedoel te halen, valt de balans positief uit. In dat geval zijn de extra kosten om het doel voor hernieuwbaar te halen nihil of gering, terwijl de lagere CO<sub>2</sub>-prijs wel substantieel doorwerkt in de baten. Dit verklaart bijvoorbeeld dat in geval van 43% emissiereductie het per saldo goedkoper uitpakt om een verplicht aandeel hernieuwbaar te realiseren van 22% tot 24%, dan wanneer er geen verplichting zou zijn voor het aandeel hernieuwbaar.

Bij doelen voor het verminderen van het finaal energiegebruik nemen de kosten voor Nederland in alle hier beschouwde varianten sterk toe. Dit komt doordat Nederland in de referentiesituatie al het grootste deel van het kosteneffectieve besparingspotentieel benut heeft. Mogelijkheden om het verbruik nog verder terug te dringen tegen geringe kosten zijn daardoor dun gezaaid.

De extra investeringen die nodig zijn om de doelen te halen, kunnen leiden tot een bruto impuls voor de werkgelegenheid. Het effect varieert sterk, van vrijwel 0 fte/jaar bij minder vergaande doelen tot boven de 100.000 fte/jaar bij zeer vergaande doelen. Dit effect hangt niet alleen af van hoogte van de benodigde investeringen, maar ook van de mix van maatregelen, omdat het werkgelegenheidseffect varieert per soort investering. Dit zijn bruto effecten; de netto effecten – waarbij ook rekening is gehouden met de hogere lasten voor de gehele economie – zullen veel lager liggen.

De doelen kunnen ook leiden tot een – vrij geringe – verminderde importafhankelijkheid bij energie. Belangrijk daarbij is dat niet bij alle soorten energie de importafhankelijkheid even zwaar weegt. Dit hangt af van de diversiteit van de gebieden van herkomst en de geopolitieke situatie. Voor gas en olie telt een grote mate van importafhankelijkheid daarom zwaarder dan voor kolen en biomassa. Een hogere ETS-prijs kan leiden tot meer inzet van gas in plaats van kolen, en kan daarmee in dit opzicht ongunstig werken.

.. tegenover baten door lagere CO<sub>2</sub>-prijs

Per saldo meestal extra kosten, behalve als het doel voor hernieuwbaar op of iets boven het kostenoptimale niveau ligt

Doelen voor vermindering finaal energiegebruik leiden tot forse extra kosten

Effecten op bruto werkgelegenheid

Geringe vermindering van importafhankelijkheid

2030 als tussendoel: wat betekent dat voor de optimale invulling van de doelen?

### **Efficiënt beleid op de lange termijn vraagt extra aandacht voor energie-innovatie**

Bij een langetermijndoel om te komen tot een koolstofarme economie, met 80-95% minder broeikasgasemissies dan in 1990, is het emissiedoel voor 2030 eigenlijk een tussenstation. Beleid gericht op het tegen de laagste kosten halen van het emissiedoel voor 2030 (typisch via prijsinstrumenten zoals het ETS) hoeft niet op voorhand het beste te zijn om ook die ontwikkelingen in gang te zetten die na 2030 verdere emissiereducties tegen acceptabele kosten mogelijk maken.

Beleid moet ook de toekomst voorbereiden

Een efficiënte aanpak voor de lange termijn vereist, naast beleid gericht op verminderen van emissies in de periode tot 2030, ook aanvullend beleid gericht op het wegnemen van barrières voor energiebesparing en gericht op het stimuleren van koolstofarme innovatieve technologieën. De Europese Commissie onderkent in de Impact Assessment bij het klimaat- en energiepakket dat voor het faciliteren van een energietransitie op lange termijn reeds nu aandacht voor innovatieve technieken nodig is. Het gaat daarbij onder andere om investeringen in intelligente netten, in elektriciteitsinfrastructuur, in snellere ontwikkeling van afvang en opslag van CO<sub>2</sub> (CCS), in de ontwikkeling van batterij-technologie voor elektrische auto's en in de productie van innovatieve biobrandstoffen.

Stimulering van innovatieve technieken via de CO<sub>2</sub>-prijs alleen, kan leiden tot inefficiënties

Vaak wordt gesteld dat innovaties idealiter zouden moeten worden uitgelokt via het beprijzen van emissies, zoals via het ETS. Een veel gehoorde klacht is dat het huidige ETS wordt 'uitgehouden' door de doelen voor hernieuwbaar en besparing. De CO<sub>2</sub>-prijs blijft op een te laag niveau steken om innovatie voldoende te prikkelen. Toch moet daarbij bedacht worden dat het wel erg duur is om echt innovatieve technieken te stimuleren via beprijzen van emissies alleen. Ter illustratie: de benodigde CO<sub>2</sub>-prijs om innovatieve technieken zoals CCS of wind op zee in hun huidige ontwikkelingsstadium rendabel te maken zonder een subsidie-instrument, bedraagt meer dan 100 euro/ton. Maar als de CO<sub>2</sub>-prijs op korte termijn op dit niveau zou komen, zouden vele investeringen in fossiele technologie direct onrendabel worden, met vervroegde afschrijving ook van nieuwe elektriciteitscentrales tot gevolg.

Specifieke instrumenten nodig voor het stimuleren van innovaties, afhankelijk van hun ontwikkelingsstadium

Daarom is het inzetten van specifieke beleidsinstrumenten voor het stimuleren van innovatie (zowel RD&D als grootschaligere implementatie ('uitrol')), zoals de SDE+ of fiscale stimulering in aanvulling op beprijzing van emissies, efficiënter dan het beprijzen van emissies alleen. Het ETS helpt natuurlijk wel om innovatieve technieken concurrerend te krijgen, maar vooral door al bijna marktrijpe technieken een laatste steun in de rug te geven, en minder geschikt om innovaties die zich nog in een vroeger ontwikkelingsstadium bevinden te ondersteunen.



# 1

## Inleiding

### **Nieuwe doelstellingen voor klimaat en energie voor het jaar 2030**

De Europese Commissie heeft op 22 januari 2014 een mededeling gepubliceerd waarin een voorstel wordt gedaan voor het Europese beleidskader voor klimaat en energie voor 2030 (EC, 2014a). Parallel daaraan heeft de Commissie een wetgevend voorstel uitgebracht over de hervorming van de ETS-richtlijn, hetgeen voorziet in het introduceren van een stabiliteitsmechanisme om het aantal rechten dat op de markt wordt gebracht in de tijd te kunnen reguleren (EC, 2014b). In het vervolg van dit rapport wordt dit gezamenlijk aangeduid als het klimaat- en energiepakket 2014. Op 23 juli 2014 heeft de Commissie ook een mededeling uitgebracht over energiebesparing (EC, 2014c), waarin een voorstel wordt gedaan voor een EU-brede doelstelling om het (primaire) energiegebruik in 2030 met 30% te verminderen.

Naast deze doelstellingen voor het jaar 2020 hebben Europese regeringsleiders zich al eerder uitgesproken voor een vermindering van broeikasgasemissies met 80-95% in 2050, en heeft de Commissie verkend hoe dit zou kunnen worden gerealiseerd (EC, 2011a; EC, 2011b).

Het voorstel voor nieuwe doelen voor 2030 geeft een vervolg aan het huidige drietal klimaat- en energiedoelen voor het jaar 2020: 20% minder uitstoot van broeikasgassen (ten opzichte van 1990), 20% aandeel hernieuwbare energie en 20% energiebesparing. Deze doelen voor 2020 zijn uitgewerkt in verschillende (bindende) doelstellingen op het niveau van lidstaten (emissies van niet-ETS sectoren en het aandeel hernieuwbare energie) of EU-breed (emissies binnen het ETS). De overkoepelende doelstelling voor energiebesparing in 2020 is een EU-brede niet-bindende doelstelling. Op grond van Artikel 7 van de Energy Efficiency Directive (EED) zijn lidstaten verplicht om een nationaal doel voor energiebesparing te formuleren en dat in 2020 te bereiken.

### **Doel van dit rapport**

In dit rapport is geanalyseerd met welke maatregelen de (mogelijke) doelstellingen voor 2030 te halen zouden zijn, en met welke kosten dat gepaard zou gaan. De notitie heeft een dubbele doelstelling: het ondersteunen van de Nederlandse delegatie in het Europese onderhandelingsproces, en het informeren van de Tweede Kamer over de consequenties van de voorstellen van de Europese Commissie voor Nederland. De

Europese Commissie heeft voorstellen uitgebracht met doelen voor het jaar 2030

Ook is er een ambitie voor de lange termijn (2050)

2030 doelen bouwen voort op bestaande doelen en ambities voor het jaar 2020

Dubbel doel rapport: ondersteunen Nederlandse onderhandelingen en informeren Tweede Kamer

Tweede Kamer heeft over dit onderwerp diverse vragen gesteld en heeft een drietal moties aangenomen waarop in dit rapport wordt ingegaan. Het gaat om de moties in onderstaande tekstbox.

**Motie Vos 31793-89**

verzoekt de regering, te bezien of het hanteren van een aparte Europese doelstelling voor duurzame energie en energie-efficiency richting 2030 van meerwaarde kan zijn en, zo ja, of die zodanig vormgegeven kan worden dat deze de CO<sub>2</sub>-doelstelling zo min mogelijk tegenwerkt.

**Motie Van Tongeren c.s. 33858-8**

verzoekt de regering, na te gaan of er betrouwbare onderzoeken zijn uitgevoerd naar de invloed van een toename van het aandeel hernieuwbare energie en energiebesparing op de effectiviteit van het ETS-systeem en zo ja, deze met een begeleidende kabinetsbrief te sturen naar de Kamer; verzoekt de regering tevens, als dergelijke onderzoeken er niet zijn, zelf een onafhankelijk onderzoek te laten uitvoeren naar de invloed van een toename van hernieuwbare energie en energiebesparing op de effectiviteit van het ETS-systeem; en de Kamer daarover te informeren voor Prinsjesdag.

**Motie Vos 33858-10**

verzoekt de regering, in het onderzoek naar de gevolgen voor een bindende doelstelling zowel naar de voordelen als naar de nadelen te kijken en de Kamer daarover te rapporteren; verzoekt de regering tevens om, totdat de uitkomsten van de onderzoeken met de Kamer zijn besproken, zich in EU-verband niet actief te verzetten tegen een bindende doelstelling voor duurzame energie, of zich in te zetten voor een enkelvoudige doelstelling en te handelen in de geest van het Nederlandse energieakkoord, waarin duurzame energie een belangrijke separate bindende doelstelling is.

**Leeswijzer**

In Hoofdstuk 2 is een overzicht gegeven van bestaande klimaat- en energiedoelen voor 2020 en de voorgestelde doelen voor 2030. Ook is een schets gegeven van de beleidsopgave die hieruit voortvloeit. In Hoofdstuk 3 is verkend met welke technische maatregelen kan worden voldaan aan de doelstellingen en met welke kosten dat gepaard gaat. Naast technische maatregelen is ook een inschatting gemaakt met welk type beleid dit technische potentieel realiseerbaar zou zijn. Verder is in dit hoofdstuk aandacht gegeven aan bredere gevolgen waaronder werkgelegenheidseffecten en effecten op de importafhankelijkheid van energie. Hoofdstuk 4 richt zich op de betekenis van het beleidspakket voor 2030 in het licht van de transitie naar een schoon energiesysteem op langere termijn, en besteedt aandacht aan de rol van innovatie hierin. Bovenstaande Kamermoties vragen onder andere naar interactie-effecten tussen doelstellingen en het effect op het ETS in het bijzonder, de mate waarin inefficiënties kunnen voortvloeien uit een meer-doelen aanpak, en voor- en nadelen van zo'n meer-doelen aanpak in bredere zin. In hoofdstukken 3 en 4 wordt hierop ingegaan.

Leeswijzer

# 2

## Doelen en beleidsopgave

### 2.1 Inleiding

De voorgestelde doelen uit het klimaat- en energiepakket 2014 betreffen een EU-brede emissiereductie van 40% (ten opzichte van 1990) en een EU-brede doelstelling om te komen tot 27% aandeel hernieuwbare energie in 2030. Het broeikasgasreductiedoel is uitgesplitst naar een reductie in de ETS-sector (43% reductie ten opzichte van 2005) en een reductie in de niet-ETS sectoren (30% reductie ten opzichte van 2005).

Het klimaat- en energiepakket 2014 bevat geen doelstellingen voor individuele lidstaten. Het voorstel is echter om de EU-brede doelstelling voor de niet-ETS-sectoren door te vertalen naar lidstaten ('effort sharing'). De manier waarop is momenteel onderwerp van discussie (zie paragraaf 2.2).

De EU-brede doelstelling voor het aandeel hernieuwbare energie voor 2030 wordt volgens het voorstel van de Europese Commissie niet doorvertaald naar individuele lidstaten, in tegenstelling tot het huidige doel voor 2020. In plaats daarvan stelt de Commissie nu een 'governance regime' voor dat moet borgen dat de EU als geheel de doelstelling voor hernieuwbaar haalt, uitgaande van de plannen van individuele lidstaten. Voor energiebesparing is in het klimaat- en energiepakket 2014 geen doel opgenomen. Op 23 juli 2014 heeft de Commissie echter wel een mededeling uitgebracht over energiebesparing (EC, 2014c), waarin een voorstel wordt gedaan voor een EU-brede doelstelling om het (primaire) energiegebruik in 2030 met 30% te verminderen.

In **Tabel 3** staan de huidige klimaat- energiedoelen voor 2020 en de voorgestelde doelen voor 2030 conform het klimaat- en energiepakket 2014.

Voorgestelde Europese doelen 2030

Nog geen doelen per lidstaat, maar voor niet-ETS komen die er wel

Geen directe doelen per lidstaat voor hernieuwbaar en besparing

**Tabel 3:** Doelstellingen voor 2020 en 2030 (conform het klimaat- en energiepakket 2014 van januari 2014 en de communicatie over energiebesparing van juli 2014)

	Doelstelling 2020	Doelstelling 2030
<b>Doelen voor EU als geheel</b>		
Emissiereductie	20% t.o.v. 1990	40% t.o.v. 1990
Emissiereductie, ETS <sup>1</sup>	21% t.o.v. 2005	43% t.o.v. 2005
Emissiereductie, niet ETS <sup>2</sup>	ca. 10% t.o.v. 2005	30% t.o.v. 2005
Hernieuwbare energie	20%	27%
Energiebesparing <sup>3</sup>	20%	30% (voorstel EC juli 2014)
<b>EU-doelen voor Nederland</b>		
Emissiereductie		
Emissiereductie, ETS		
Emissiereductie, niet ETS	16% t.o.v. 2005	mogelijk 28% tot 48% t.o.v. 2005
Hernieuwbare energie	14%	mogelijk 19%-26% <sup>4</sup>
Energiebesparing	zie Daniëls et al., 2013	onbekend

<sup>1</sup> De doelstelling voor het ETS betreft hier emissies exclusief luchtvaart (dus alleen stationaire bronnen). Het ETS-plafond neemt in de periode 2013-2020 af met 1,74% van de gemiddelde emissies in de periode 2008-2012. Volgens het klimaat- en energiepakket 2014 neemt het plafond in de periode 2021-2030 af met 2,2% per jaar.

<sup>2</sup> Deze doelstellingen zijn doorvertaald naar lidstaten, en liggen tussen de -20% voor de meest welvarende lidstaten tot +20% voor de minst welvarende lidstaten. EU28-breed betekent dit een afname van 10% ten opzichte van 2005.

<sup>3</sup> Het gaat hierbij om besparing ten opzichte van het (in 2007) geraamde energiegebruik voor de jaren 2020 en 2030.

<sup>4</sup> 19-24% hoort volgens de Impact Assessment bij een Europees doel voor niet-ETS van 40% (met daarbij 27 hernieuwbaar EU-breed), de 26% hoort bij een Europees doel voor hernieuwbaar van 35%.

## 2.2 Niet-ETS doel

### Mogelijk niet-ETS doel voor Nederland

Het klimaat- en energiepakket 2014 bevat geen niet-ETS doelstellingen voor lidstaten. Een doorvertaling van het EU-brede doel voor emissiereductie in de niet-ETS naar lidstaten ('effort sharing') is echter wel de beoogde aanpak. Hoe dit doel wordt doorvertaald naar lidstaten staat nog ter discussie.

De hoogte van het niet-ETS doel voor Nederland hangt af van:

- Het EU-brede reductiepercentage voor de niet-ETS. We gaan uit van 30% reductie EU-breed ten opzichte van 2005 voor de niet-ETS en 43% reductie voor de ETS sectoren (conform het voorstel uit het klimaat- en energiepakket 2014), zodanig dat EU-breed 40% reductie wordt bereikt t.o.v. 1990.
- De gekozen verdeelsleutel voor 'effort sharing'. Verschillende verdeelsleutels zijn voor te stellen, zoals op basis van kosteneffectiviteit (Impact Assessment van de

Hoogte niet-ETS doel voor Nederland nog onderwerp van discussie

Belangrijke factoren: EU-breed reductiepercentage en verdeelsleutel

Europese Commissie), inkomen per hoofd van bevolking (PBL, 2013), alle landen relatief evenveel terug ten opzichte van 2020-plafond, enzovoorts.

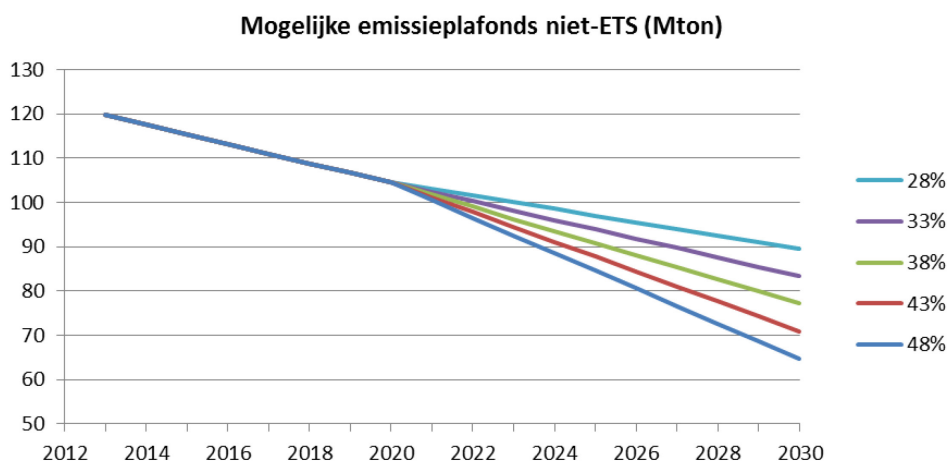
In bijlage D is een overzicht gegeven van een aantal mogelijke reductiepercentages voor de niet-ETS-sectoren in Nederland, op basis van verschillende verdeelsleutels. De range in mogelijke reductiepercentages ligt daarbij tussen de 28% en 48% ten opzichte van 2005. Deze range is in dit rapport gebruikt.

De emissiereductie wordt betrokken op het niet-ETS-plafond voor 2005 (de basisemissie). Deze basisemissie bedraagt 124,4 Mton, volgens fase-3 scope en emissies volgens IPCC-methodiek<sup>11</sup>. De bijbehorende niet-ETS plafonds liggen dan tussen de 65 en 90 Mton in 2030 (**Tabel 4**). De plafonds per jaar lopen lineair af tussen 2021 en 2030 (**Figuur 1**).

**Tabel 4:** Mogelijke niet-ETS plafonds voor Nederland voor 2030

Reductie niet-ETS voor NL [%]	Basisemissie 2005 [Mton]	Momenteaan 2030 Plafond [Mton]
28	124.4	90
33	124.4	83
38	124.4	77
43	124.4	71
48	124.4	65

**Figuur 1:** Mogelijke niet-ETS plafonds voor Nederland na 2020



Mogelijke emissieplafonds voor de niet-ETS voor de periode 2021-2030 voor Nederland

#### Indicatie van beleidsopgaven niet-ETS

De benodigde emissiereductie die nodig zal zijn om te voldoen aan het niet-ETS plafond (de beleidsopgave) hangt af van:

- De emissieplafonds voor de verschillende jaren (zie boven).
- De verwachte emissieontwikkeling in de tijd (onder andere afhankelijk van beleid).
- De mate waarin overschotten uit eerdere jaren mogen meetellen (banking).

Beleidsopgave voor Nederland in de niet-ETS.

<sup>11</sup> De basisemissie voor 2005 is zodanig dat het 2020-plafond voor de niet-ETS (104,487906 Mton) 16% onder de basisemissie ligt.

Voor de emissieontwikkeling in de tijd is aangesloten bij emissiescenario's die zijn opgesteld in het kader van de Nationale Energieverkenning (NEV), die in oktober 2014 zal verschijnen (ECN/PBL, 2014).

Opbouw overschot aan rechten in de baseline

De geraamde emissies voor de niet-ETS-sectoren volgens het NEV-scenario met vastgesteld beleid (aangeduid als NEV-V) en de emissieplafonds zijn weergegeven in **Figuur 2**. In de periode tot en met 2020 ligt de geraamde emissie onder het emissieplafond. Hierdoor bouwt zich een overschot aan niet-gebruikte emissierechten op (rode gearceerde vlak). Volgens de huidige EU-regelgeving (effort sharing decision) mag een overschot in een bepaald jaar worden meegenomen naar daaropvolgende jaren binnen de periode 2013-2020. In totaal ontstaat een overschot van zo'n 86 Mton aan niet-ETS rechten. In het onderhandelingsproces zal duidelijk moeten worden of lidstaten overschotten die tot en met 2020 zijn opgebouwd wel of niet mogen meenemen naar de periode tussen 2021 en 2030.

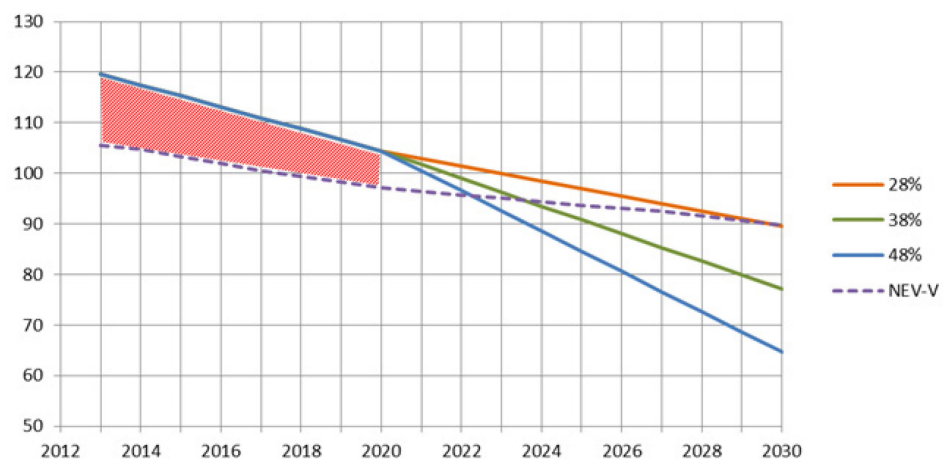
Mate waarin rechten worden meegenomen – mits toegestaan – vergt beleidskeuze

Indien de EU-regelgeving de mogelijkheid geeft om opgespaarde rechten t/m 2020 mee te nemen naar de periode na 2020, is het een keuze voor het beleid om dit overschot wel /niet/deels mee te nemen en vervolgens wel/niet/deels daadwerkelijk in te zetten in de periode tot 2030. Dit wordt verder besproken in paragraaf 2.3.

Ook nog opbouw rechten vanaf 2021

Ook zal in de periode na 2020 nog een of meerdere jaren de geraamde emissie met vastgesteld beleid zich onder het plafond bevinden; de mate waarin dit het geval is hangt af van het emissieplafond en de raming (**Figuur 2**). Bij een reductiedoelstelling van 28% kruist de raming het plafond pas in 2029 (en worden dus tot 2029 rechten opgebouwd), terwijl bij een reductiedoel van 48% er na 2022 al geen rechten meer worden opgebouwd. Ook indien het overschot t/m 2020 niet meegenomen mag worden, zal er dus in de periode vlak na 2020 een nieuw overschot gaan ontstaan dat, uitgaande van de systematiek van de huidige richtlijn, meegenomen mag worden naar volgende jaren om te voldoen aan het dan geldende plafond.

**Figuur 2: Mogelijke niet-ETS plafonds en geraamde emissie NEV-V**



In **Tabel 5** staat het cumulatieve verschil dat ontstaat in geval wordt uitgegaan van het NEV-V en emissieplafonds uitgaande van 28%, 38% en 48% emissiereductie. Het cumulatieve verschil is het verschil tussen raming en plafond, opgeteld over de jaren tussen 2013 en 2030. Het cumulatieve verschil is gegeven in geval banking tussen de

periode t/m 2020 en de periode daarna wel/niet is toegestaan. Als het cumulatieve verschil negatief is, betekent dit dat er aanvullend beleid nodig is om te voldoen aan het niet-ETS plafond.

Uitgaande van een reductiedoel van 28%, zijn de fysieke emissies in 2030 nagenoeg gelijk aan het plafond. Er ontstaat dan een overschot van 115 Mton emissierechten in geval rechten volledig mogen worden meegenomen van de periode 2013 t/m 2020 (3<sup>e</sup> periode) naar de periode 2021 t/m 2030 (4<sup>e</sup> periode), en van 30 Mton als dit niet is toegestaan. Het verschil tussen deze twee is uiteraard de opgebouwde emissierechten in de periode 2013 en 2020 van afgerond 86 Mton. Uitgaande van een reductiedoel van 38%, is er in 2030 een verschil van zo'n 13 Mton tussen fysieke emissie en het plafond. Er resteert een overschot van 47 Mton emissierechten in geval het meenemen van rechten van de 3<sup>e</sup> naar de 4<sup>e</sup> periode volledig is toegestaan, en een tekort van 39 Mton als dat niet is toegestaan. Uitgaande van een reductiedoel van 48%, is er in 2030 een verschil van zo'n 25 Mton tussen fysieke emissie en het plafond. Er ontstaat dan een tekort van 21 Mton emissierechten in geval het meenemen van rechten is toegestaan, en van 107 Mton als dat niet is toegestaan.

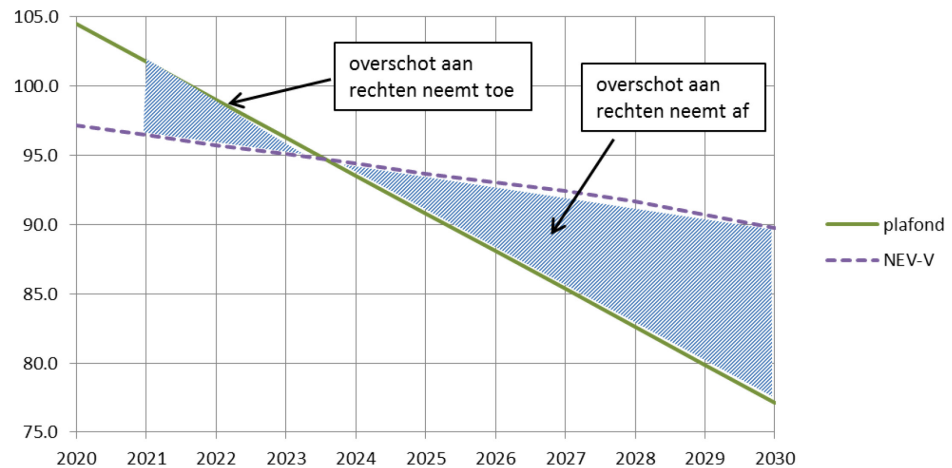
**Tabel 5:** Cumulatief (2021-2030) en momentaan (in 2030) verschil tussen het plafond en de geraamde emissie (NEV-V), in Mton CO<sub>2</sub>-eq.

	28%	38%	48%
Met volledig meenemen rechten van 3 <sup>e</sup> naar 4 <sup>e</sup> periode	115	47	-21
Zonder meenemen van rechten van 3 <sup>e</sup> naar 4 <sup>e</sup> periode	30	-39	-107
Momentane verschil in 2030	0	-13	-25

### Cumulatieve versus momentane effecten

In Hoofdstuk 3 worden de potentiële en kosten geanalyseerd van maatregelen om doelstellingen te halen in het jaar 2030. Daarbij wordt dus gekeken naar het jaar 2030 en effecten van maatregelen in dat jaar ('momentane effecten'); er wordt in Hoofdstuk 3 dus niet gekeken naar cumulatieve emissie-effecten in de periode 2021-2030. Zoals hierboven geschetst heeft de emissiedoelstelling voor de niet-ETS echter een cumulatief karakter. Het is daarom nuttig om te beschouwen hoe momentane effecten van maatregelen in 2030 zich verhouden tot de cumulatieve beleidsopgave.

**Figuur 3: Illustratie van ontwikkeling overschot aan rechten**



Beschouw daartoe **Figuur 3**. **Figuur 3** illustreert de afname van het plafond (in geval van 38% reductie) en de geraamde emissie volgens NEV-V. In de periode 2021-2023 ligt de raming onder het plafond, en ontstaat een overschot aan rechten (indien er niets via banking was meegenomen uit de periode t/m 2020), of neemt het overschot aan rechten verder toe (indien er wel rechten waren meegenomen uit de periode voor 2021). In de periode 2024-2030 ligt de raming boven het plafond, en zal het overschot aan rechten dus afnemen of zal er een tekort gaan ontstaan. In dit geval ontstaat een netto tekort van 39 Mton aan rechten in geval het meenemen van rechten van de 3<sup>e</sup> naar de 4<sup>e</sup> periode niet is toegestaan, of resteert een overschot van 47 Mton in geval dat wel is toegestaan (zie ook **Tabel 5**).

**Figuur 4** illustreert vervolgens het effect van een denkbaar maatregelen pakket, dat in 2030 leidt tot een momentaan effect van 7 Mton emissiereductie. We veronderstellen dat dit maatregelenpakket in 2021 wordt ingevoerd, en qua effect ingroeit tot 2030. Een dergelijke lineaire ingroei van het effect treedt bij veel maatregelen op (bijvoorbeeld normstelling aan nieuwe apparaten, installaties of gebouwen, die geleidelijk worden vervangen), hoewel er ook maatregelen zijn die direct al een bijna maximaal effect bereiken, zoals bijvoorbeeld het verhogen van het bijmengpercentage van biobrandstoffen (gesteld dat er voldoende productiecapaciteit is). Bij een momentaan effect van 7 Mton in 2030 en lineaire toename in de tijd van het effect vanaf 2021, is het cumulatieve effect in de periode 2021-2030 35 Mton (10 jaar lang gemiddeld 3,5 Mton per jaar effect). In zijn algemeenheid geldt dat bij een lineaire toename in de tijd vanaf 2021, het cumulatieve effect van een maatregelenpakket 5 maal het momentane effect is in 2030.

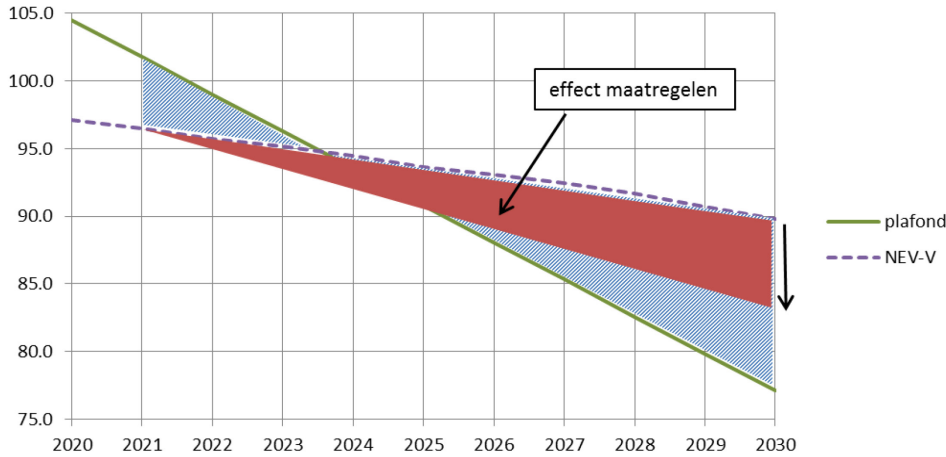
Inzetten eerder opgebouwde rechten vergt extra maatregelen na 2030 bij verdergaand klimaatbeleid

In dit voorbeeld is het maatregelenpakket nog net niet voldoende om aan de cumulatieve emissiedoelstelling te voldoen in geval geen rechten worden meegenomen van voor 2021. De cumulatieve beleidsopgave is immers 39 Mton, en het cumulatieve effect van het pakket is 35 Mton. Indien het momentane effect van het beleidspakket in 2030 8 Mton zou zijn geweest zou het voldoende zijn om te voldoen aan de cumulatieve beleidsopgave. Duidelijk is echter ook dat in dat geval er nog wel een momentaan verschil is tussen het plafond en de emissie in het jaar 2030, waardoor er in de periode na 2030 een tekort aan emissierechten zal ontstaan bij verdergaand klimaatbeleid. Hoe



groter het momentane verschil tussen plafond en raming in 2030 is, hoe sneller dit tekort zal oplopen na 2030. In die zin vormt het inzetten van eerder opgebouwde rechten in de periode tot 2030 een risico voor de periode na 2030 omdat dan alsnog extra maatregelen genomen moeten worden.

**Figuur 4:** Illustratie effect van beleid



## 2.3 Mogelijke doelen hernieuwbaar en besparing

### Hernieuwbare energie

Het klimaat- en energiepakket 2014 stelt een juridisch bindend doel voor van 27% aandeel hernieuwbare energie in 2030 voor de EU als geheel. Het gaat daarbij om het aandeel in het bruto finaal energiegebruik. In het voorstel van de Europese Commissie wordt de doelstelling voor het aandeel hernieuwbaar voor 2030 niet doorvertaald naar bindende doelstellingen voor individuele lidstaten, in tegenstelling tot het huidige doel voor 2020. In plaats daarvan stelt de Commissie nu een ‘governance regime’ voor dat moet borgen dat de EU als geheel de doelstelling voor hernieuwbaar haalt, uitgaande van de plannen van individuele lidstaten.

In deze studie is gekeken naar gevolgen voor Nederland om een zeker aandeel hernieuwbare energie te realiseren, dat hoger ligt dan het aandeel dat wordt bereikt in het referentiescenario (20% in 2030 volgens het NEV-V scenario). Volgens de Impact Assessment van de EU bij het klimaat- en energiepakket 2014, zou het aandeel hernieuwbare energie in Nederland uitkomen op 19% tot 24% in de verschillende daar beschouwde scenario’s die leiden tot 40% broeikasgasemissiereductie (EC, 2014d). Een 35% EU-breed doel voor het aandeel hernieuwbaar zou overeenkomen met een aandeel van circa 26% in Nederland. In dit rapport zijn daarom aanvullende berekeningen gedaan indien voor Nederland een aanvullend doel zou gelden voor het aandeel hernieuwbare energie van tussen de 22% en 26%.

### Energiebesparing

Voor energiebesparing is in het klimaat- en energiepakket 2014 geen doel opgenomen. Echter, vooruitlopend op de herziening van de Energy Efficiency Directive (EED) heeft de

Hernieuwbare energie: geen bindend doel voor lidstaten

Doorrekening op basis van veronderstelde nationale doelstelling conform governance regime

Energiebesparing: geen bindend doel voor lidstaten

Europese Commissie op 23 juli 2014 een mededeling uitgebracht over energiebesparing (EC, 2014c). Daarin doet de Commissie een voorstel voor een EU-brede doelstelling om het primair energiegebruik (bruto binnenlands primair verbruik minus niet-energetisch gebruik) met 30% te verminderen in 2030. Het gaat daarbij om een reductie ten opzichte van een raming uit 2007 voor het zichtjaar 2030 (EC, 2008)<sup>12</sup>. In deze mededeling stelt de Commissie ook dat de huidige aanpak die zich richt op het jaar 2020 zou moeten worden voortgezet. Die aanpak tot 2020 wordt gekenmerkt door een indicatief EU-breed besparingsdoel en een mix van zowel bindende EU-wetgeving als nationale maatregelen gericht op het halen van dit doel, maar zonder bindende nationale doelstellingen. Energiebesparing zou onderdeel moeten worden van het 'governance regime' zoals is voorgesteld in het klimaat- en energiepakket. Dit houdt in dat de Commissie, op basis van beleidsplannen die lidstaten aan de Commissie aanleveren, beoordeelt of deze plannen bij elkaar genomen voldoende afkoersen op het halen van de EU-brede doelstellingen voor hernieuwbaar en energiebesparing. Het is daarmee voor energiebesparing echter niet duidelijk wat een EU-breed besparingsdoel zou betekenen voor de inspanning die Nederland op zich zou moeten nemen.

Doorrekening op basis van veronderstelde nationale doelstelling conform artikel 3 EED

De huidige EED kent twee artikelen waarin doelstellingen worden geformuleerd: Artikel 3 (een EU-breed doel voor het totale primaire en finale energiegebruik) en Artikel 7 (dit artikel verplicht individuele lidstaten tot het formuleren van een nationaal energiebesparingsdoel en tot het realiseren van 1.5% energiebesparing tussen 2013 en 2020). De besparingsdoelstelling van Artikel 7 van de EED is complex geformuleerd, en laat veel ruimte aan lidstaten omtrent de definitie en invulling van de doelstelling (welk beleid en sectoren tellen wel/niet mee; zie Daniëls et al., 2013). Gezien de complexiteit van de doelstelling conform Artikel 7, zijn we in dit rapport uitgegaan van een doelstelling die vergelijkbaar is met Artikel 3 van de EED.

Verondersteld doel in finale termen

Verder is in het Energieakkoord een doelstelling geformuleerd voor energiebesparing in termen van het bruto finaal verbruik. In dit rapport is hierbij aangesloten, en is ervoor gekozen om te kijken naar de gevolgen voor Nederland indien de Commissie een doel zou formuleren voor het totale bruto finale energieverbruik in Nederland. In die referentie die door de Commissie wordt gehanteerd, bedraagt het bruto finaal energieverbruik voor Nederland 2500 PJ in 2030 (exclusief non-energetisch verbruik). Een vermindering daarvan met 25%-30% zou neerkomen op een doel van 1875-1750 PJ finaal verbruik (exclusief niet-energetisch verbruik). Deze doelstellingen blijken echter buiten bereik te zijn (zie Hoofdstuk 3). Het bruto finaal energetisch eindverbruik in het NEV-V scenario komt uit op 2192 PJ. Dit komt overeen met ruim 12% vermindering ten opzichte van het Europese scenario voor Nederland. In dit rapport is gerekend met een stapsgewijze vermindering van dit finale energieverbruik, naar 2125 PJ, 2075 PJ, 2025 PJ en 1975 PJ, overeenkomend met respectievelijk 15%, 17%, 19% en 21% besparing ten opzichte van het Europese scenario voor Nederland.

<sup>12</sup> Referentie voor de verbruiksdoelstelling is het verbruik in 2030 volgens de Primes baseline van 2007. Ten opzichte van dit verbruik is een EU-breed doel van 25% of 30% vermindering in discussie.

# 3

## Impact op Nederland tot 2030

### 3.1 Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft de impact op Nederland van verschillende Europese doelen in 2030 voor klimaat en energie. De berekende impact omvat niet alleen de (maatschappelijke) additionele kosten die Nederland moet maken om de doelen te halen, maar ook een grove indicatie van de werkgelegenheidseffecten, van de effecten op de voorzieningszekerheid en dan vooral de importafhankelijkheid. Daarnaast is er aandacht voor het vereiste beleid om de doelen te halen. Dit geeft ook een beeld van de maatschappelijke en politieke impact van de benodigde maatregelen.

De doorgerekende doelen omvatten verschillende emissieplafonds voor de niet-ETS broeikasgasemissies, al dan niet aangevuld met aanvullende doelen voor hernieuwbare energie en energiebesparing. De berekeningen sluiten zoveel mogelijk aan bij de uitgangspunten die de Europese impactassessment biedt, zoals CO<sub>2</sub>-prijzen.

In alle gevallen gaat het om grove indicatieve berekeningen. De onzekerheden zijn zeer groot, en dat betekent dat de getoonde resultaten niet meer dan een indicatie van de kosten en effecten kunnen zijn.

Welke impacts? Kosten en andere effecten

Welke doelen? Emissies niet-ETS en aanvullende doelen (hernieuwbaar en besparing)

### 3.2 Beeld op hoofdlijnen

Zoals hoofdstuk 2 beschrijft, is het voor de niet-ETS emissies zeker dat er een bindend plafond voor Nederland komt, alleen is nog niet bekend hoe hoog. Het niet-ETS doel heeft daarom een centrale rol in de berekeningen, en is altijd onderdeel van de berekeningen. **Figuur 5** geeft weer wat, gegeven de hier gekozen uitgangspunten (waaronder de te ontsluiten potentiële en kosten van aanvullend beleid), de *minimale* nationale kosten voor Nederland zijn bij het realiseren van verschillende momentane niveaus voor de niet-ETS emissies in 2030, als er geen specifieke doelen voor hernieuwbaar of energiebesparing gelden.

Rond deze resultaten gelden grote onzekerheden. Alleen al in de achterliggende baseline is de bandbreedte van de niet-ETS broeikasgasemissies circa +/-9 Mton. Die

Centrale rol voor niet-ETS doel

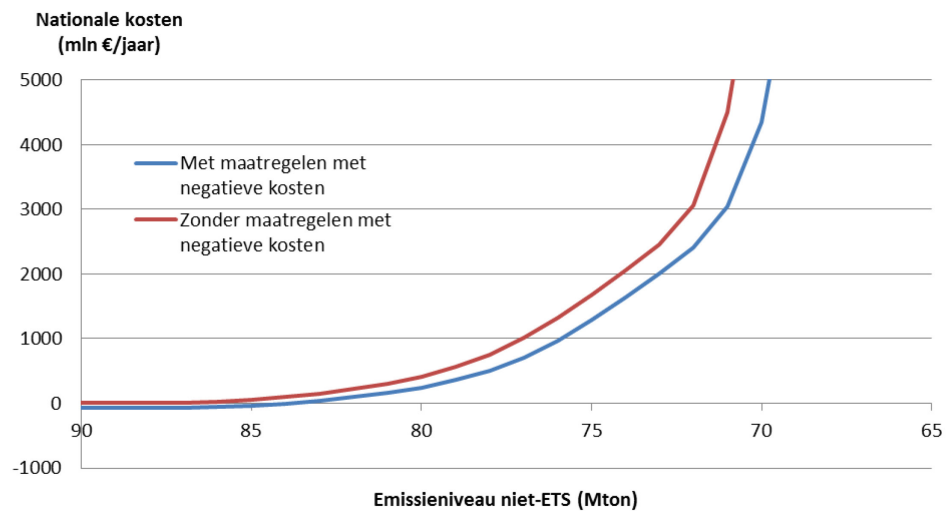
Grote onzekerheden in kosten

bandbreedte omspannt dus al bijna de hele curve. De onzekerheden van de berekeningen zelf komen daar nog bovenop.

Wel of niet maatregelen met negatieve kosten (die kennelijk forse barrières kennen)?

Een klein deel van de maatregelen heeft negatieve kosten. Dit zijn vaak maatregelen waarvan de invoering vaak stuit op andere dan kostenbarrières. Een voorbeeld is rekeningrijden. Om die reden toont **Figuur 5** ook de kosten als maatregelen met negatieve kosten niet toegepast worden. Overigens kunnen bij veel maatregelen met positieve kosten dergelijke barrières ook een probleem vormen. Alle berekeningen hanteren – tenzij anders vermeld – een ontsluiting van het technische potentieel bij de niet-ETS potentiëlen van 50%<sup>13</sup>.

**Figuur 5:** Emissieniveaus en additionele kosten met en zonder maatregelen met negatieve kosten



Emissieniveaus en inzet van banking

**Tabel 6** toont de emissieniveaus en kosten die corresponderen met verschillende doelen, met daarbij verschillende mogelijkheden voor de inzet van gebankte emissierechten. Ook inzet van rechten uit de 3<sup>e</sup> periode (tot 2020) kan daarbij een rol spelen. Als het Energieakkoord haar volledige ambities realiseert, zou dit mogelijk een vergelijkbaar effect kunnen hebben als de hier veronderstelde inzet van rechten uit de 3<sup>e</sup> periode (tot 10 Mton cumulatief).

<sup>13</sup> Het gaat om 50% benutting van het potentieel dat nog niet door het bestaande beleid ontsloten wordt, dus bovenop bestaande beleidsinspanningen.

**Tabel 6:** Reductiedoelen en inzet gebankte rechten in relatie tot kosten van maatregelen

Reductiedoel/banking	Omvang beleidspakket in 2030	Momentane emissie 2030	Netto opbouw (+) of netto inzet (-) van rechten in 4e periode	Momenteaan overschot (+) of tekort (-) in 2030	Kosten (Meuro/jaar ) voldoen aan alleen niet-ETS doel	Kosten voldoen aan alleen niet- ETS doel zonder opties met negatieve kosten
	Mton	Mton	Mton cumulatief	Mton	Met negatieve kosten	Zonder negatieve kosten
<b>Reductiedoel 28%</b>						
beperkte inzet rechten 4e periode	0	90	28	-1	-	-
<b>Reductiedoel 33%</b>						
geen inzet banking	7	83	29	0	25	135
volledige inzet rechten 4e periode	1	89	0	-6	-70	0
plus 6 Mton inzet rechten 3e periode	0	90	-6	-7	-	-
<b>Reductiedoel 38%</b>						
geen inzet banking	13	77	26	0	680	980
volledige inzet rechten 4e periode	8	82	0	-5	30	200
plus 10 Mton inzet rechten 3e periode	6	84	-10	-7	-10	80
<b>Reductiedoel 43%</b>						
geen inzet banking	19	71	23	0	3170	4810
volledige inzet rechten 4e periode	15	76	0	-5	1130	1490
plus 10 Mton inzet rechten 3e periode	13	78	-10	-7	600	870
<b>Reductiedoel 48%</b>						
geen inzet banking	26	65	20	0	buiten bereik	buiten bereik
volledige inzet rechten 4e periode	22	69	0	-4	8230	14550
plus 10 Mton inzet rechten 3e periode	20	71	-10	-6	3450	5480

### Cumulatieve emissieruimte versus jaarlijkse reductie in 2030

Het reductiedoel voor de niet-ETS emissies in 2030 wordt gemakshalve uitgedrukt als het percentage waarmee de jaarlijkse emissies in 2030 omlaag moeten ten opzichte van 2005. Zoals in hoofdstuk 2 is beschreven, is de werkelijke formulering van de doelstelling complexer. Nederland heeft een cumulatief emissiedoel: de totale hoeveelheid niet-ETS emissies die Nederland in de periode 2021-2030 mag uitstoten. Nederland zal die budgetperiode starten op een lager niveau dan het jaarlijkse plafond. Een gevolg daarvan is dat als Nederland precies haar cumulatieve doel haalt, de jaarlijkse emissies in 2030 boven het niveau kunnen liggen dat correspondeert met het momentane emissieplafond in 2030.

### Doorgerekende niveaus

De doorgerekende emissieniveaus zijn in momentane termen, dus de uitstoot in 2030 zelf. Ze zijn afgeleid van de cumulatieve doelstellingen van de doelen van 28%, 33%, 38%, 43% en 48%: het zijn dus die jaarlijkse emissies in 2030 waarbij Nederland het corresponderende cumulatieve doel haalt.

**Tabel 7:** Doelstelling en 2030 emissie niveaus waarbij de cumulatieve beleidsopgave gehaald wordt

Niet-ETS plafond 2030	28%	33%	38%	43%	48%
Corresponderende emissies in 2030 bij halen cumulatieve doel	96	89	82	76	69

### Van jaarlijkse emissies naar cumulatieve bijdrage

Voor de vertaalslag van de jaarlijkse emissiereductie in 2030 naar de cumulatieve emissiereductie in de periode 2021-2030, geldt als vuistregel dat de cumulatieve emissiereductie tussen 2021 en 2030 gelijk is aan vijf keer de momentane emissiereductie in 2030. Dit gaat ervan uit dat het effect van maatregelen van af 2021 elk jaar met een constante hoeveelheid groeit naar het niveau van 2030. Dit kan in werkelijkheid – zeker voor individuele maatregelen – anders uitvallen.

### Bij doelstelling 2030 28% en 33%: geen tekort

Bij een cumulatief doel van 28% en 33% emissiereductie zijn ten opzichte van de baseline geen of nauwelijks aanvullende maatregelen nodig om aan het emissiedoel te voldoen; de cumulatieve geraamde emissies (933 Mton) in de baseline liggen al onder of zijn nagenoeg gelijk aan het cumulatieve doel. Om deze reden staan in het vervolg van dit hoofdstuk de resultaten voor de doelen van 28% en 33% bij elkaar, met het momentane emissieniveau dat hoort bij een doel van 33%.

Kostenoptimale bijdrage van hernieuwbaar en energiebesparing berekend

Voor hernieuwbare energie en energiebesparing is alleen sprake van (voorstellen voor) overkoepelende Europese doelen. Wel zijn er Impact Assessments (zie hoofdstuk 2) die aangeven hoe volgens de Europese Commissie de bijbehorende realisaties voor de lidstaten ten aanzien van hernieuwbaar en energiebesparing er uit zouden kunnen zien bij een gegeven emissiereductie. Doelen voor hernieuwbare energie en energiebesparing hebben daarom een complementaire rol. Een deel van de berekeningen gaat uit van aanvullende doelen voor hernieuwbare energie en/of

besparing, en laat daarmee zien tot welke extra kosten dit leidt. **Tabel 8** laat zien welk aandeel hernieuwbaar en welk bruto finaal verbruik kostenoptimaal zijn gegeven verschillende momentane niet-ETS emissieniveaus in 2030.

**Tabel 8:** Kostenoptimale aandeel hernieuwbaar en bruto finaal verbruik gegeven verschillende niet-ETS emissieplafonds<sup>14</sup>

Niet-ETS plafond 2030	28/33%	38%	43%	48%
Momentane emissie in 2030 (Mton)	89	82	76	69
Aandeel hernieuwbaar	20%	21%	22%	23%
Bruto finaal verbruik (PJ)	2225 <sup>15</sup>	2225	2225	2200
Meerkosten t.o.v. baseline (miljoen €/jaar)	-70	30	1130	8230

### De doelen: welke definities

Een doel vraagt om een eenduidige en waterdichte definiëring. Dat is meestal niet hetzelfde als een transparante definiëring: juist omdat het waterdicht moet zijn, zijn de definities en bijbehorende rekenregels vaak complex.

### Aansluiting bij huidige doelen en definities

De verschillende doelstellingen (niet-ETS, hernieuwbaar, energieverbruik) zijn in de berekeningen qua definitie gelijk aan de gelijksoortige bestaande doelen voor 2020. In het verleden zijn bij de verdere uitwerking en invulling van doelen vaak nog wel aanpassingen aangebracht. Het is dan ook niet uit te sluiten dat dit voor 2030 ook op onderdelen zo zal zijn; in dat geval zullen ook de uitkomsten voor Nederland wijzigen.

### Niet-ETS

Voor het niet-ETS doel is gerekend met de momentane emissies in 2030 die corresponderen met het halen van het cumulatieve doel. Van elke sector en elk proces is een inschatting gemaakt welk deel van de broeikasgasemissies onder het niet-ETS plafond valt (in verreweg het grootste deel van de gevallen is dit 0% of 100%) op basis van de verdeling per 2013 (ETS fase 3). Alle processen samen moeten met hun niet-ETS emissies onder het plafond blijven.

### Hernieuwbare energie

De doelstellingen voor hernieuwbare energie in de berekening zijn qua definitie conform de doelstelling in 2020 (richtlijn 2009/28/EC). Hierbij gelden specifieke voorschriften hoe voor elke soort techniek de geproduceerde hernieuwbare energie moet worden berekend. De zo berekende hoeveelheid hernieuwbare energie moet een bepaald percentage zijn van het *bruto finaal verbruik*.

<sup>14</sup> De corresponderende emissieniveaus in 2030 zijn gebaseerd op het halen van de cumulatieve doelstelling 2021-2030, waarbij dus tijdelijke overschotten aan rechten ook binnen deze periode weer gebruikt worden.

<sup>15</sup> De berekende waarden wijken circa 50 PJ af van die in de baseline (NEV-V scenario). Dat betekent dat het berekende verbruik zoals hier vertoond wat te hoog is, en er ook een geringe bias naar boven kan zijn bij de kosten van een verbruiksplafond.

### Energieverbruiksdoelstelling

Dit bruto finaal verbruik<sup>16</sup> is dus de noemer in de doelstelling van hernieuwbare energie, maar kan ook als zelfstandige energieverbruiksdoelstelling fungeren. Dit is analoog aan artikel 3 van de Energie-efficiëntierichtlijn. Die richtlijn biedt lidstaten de keuze om het verbruik zowel in finale als primaire termen op te geven. Omdat Nederland voor 2020 gekozen heeft voor een opgave in finale termen, is dat ook het uitgangspunt voor de berekeningen voor 2030. Een – veel grovere – berekening van de consequenties van een plafond op het *primaire verbruik*<sup>17</sup> is overigens wel onderdeel van de gevoeligheidsanalyse; deze brengt in beeld welke andere technieken in dat geval een (grotere) rol kunnen spelen.

## 3.3 Maatregelen en kosten

Nationale kosten: saldo van directe kosten en baten

De kosten zoals berekend zijn de Nationale Kosten volgens de Milieukostenmethodiek (VROM 1998). Dit is het saldo van *directe* kosten én (energie)baten vanuit maatschappelijk kostenperspectief. De kosten omvatten standaard de investeringen, die tegen een maatschappelijke disconteringsvoet (4%) vertaald worden naar jaarlijkse kosten, de bedienings- en onderhoudskosten, en de baten van vermeden energiegebruik tegen wereldmarktprijzen. Ook de netto aankoop of verkoop van CO<sub>2</sub>-rechten in het Europese emissiehandelssysteem is hier onderdeel van de kosten of baten. In een aantal specifieke gevallen zijn andere kosten of baten onderdeel van de nationale kosten, zie voor een nadere toelichting bijlage G.

### Kostenbegrip: verschil tussen nationale kosten en doelgroepskosten

De hier getoonde kosten zijn de nationale kosten uit de Milieukostenmethodiek (VROM, 1998). Dit is een maat voor kosten voor Nederland als geheel, en deze kosten niet overeen met de kosten waarmee burgers, bedrijven de overheid zich geconfronteerd zien.

### Voorbeeld spouwmuurisolatie

Voor een woningeigenaar is het laten isoleren van de spouwmuur meestal een van de meest rendabele energiebesparingsmaatregelen, die zich vaak in 3 tot 5 jaar terugverdient. Op nationaal niveau is de terugverdientijd echter veel langer. Hier is het verschil gelegen in de energieprijzen: de woningeigenaar betaalt een veel hogere prijs voor aardgas dan de wereldmarktprijs waarmee op nationaal niveau wordt gerekend. Het verschil zit in de energiebelasting, de SDE-opslag en allerlei leveringstarieven. Tegenover de baten van de woningeigenaar staan dus verliezen voor de overheid en de gasleverancier.

16 Het bruto finaal verbruik omvat de directe levering van elektriciteit en warmte aan eindgebruikers, en de levering van brandstoffen voor verwarming (in ketels) en voor transport. Het brandstofverbruik door warmtekrachtkoppeling (WKK) is geen onderdeel van het bruto finaal verbruik, de productie van warmte en elektriciteit door WKK voor eigen gebruik weer wel. Zie voor een uitgebreide toelichting bijlage E.

17 Het primaire verbruik omvat het bruto finale verbruik plus de omzettingsverliezen bij aanbodsectoren (raffinaderijen, elektriciteitscentrales) en WKK.



Een belangrijke factor die – gegeven een doelstelling – de kosten beïnvloedt, is in de eerste plaats de beschikbaarheid en inzetbaarheid van maatregelen die emissies reduceren. Naast het technische potentieel gaat het hierbij om de bereidheid en mogelijkheid om beleid in te zetten dat deze potentiële daadwerkelijk ontsluit. Verder is van belang dat voor potentiële die alleen in Europees verband goed te ontsluiten zijn, er ook passend Europees beleid komt.

Impact van aannames op de kosten.

Emissies in de niet-ETS sectoren komen vooral voort uit de verbranding van aardgas voor de opwekking van warmte bij kleinschalige bronnen (huishoudens, diensten, landbouw), de inzet van fossiele brandstoffen in de transportsector en uit activiteiten die leiden tot de uitstoot van overige broeikasgassen (zoals CH<sub>4</sub> uit herkauwers als melkkoeien en uit mest van landbouwdieren en N<sub>2</sub>O uit bemesting van grond).

Bronnen van niet-ETS emissies

De verbrandingsemissies in de niet-ETS sectoren zijn te verminderen door:

- vermindering van het verbruik (efficiency);
- vervanging van olie door aardgas in de transportsector;
- substitutie van fossiele energie door hernieuwbare energie (geothermie, warmtepompen, groen gas en biobrandstoffen);
- verplaatsing van emissies naar het ETS, zoals elektrificatie (vervanging van brandstoffen door elektriciteit, bijv. elektrische auto's) en restwarmtelevering;
- verplaatsing van bestaande emissiereductie van ETS naar niet-ETS (bijvoorbeeld groen gas zo veel mogelijk inzetten in niet-ETS sectoren).

Manieren om de niet-ETS CO<sub>2</sub>-emissies te verminderen

Zolang de CO<sub>2</sub>-prijs in het ETS relatief laag is, en kosten voor verdere emissiereductie in het niet-ETS relatief hoog, loont het om emissies te verplaatsen naar het ETS. Bij de verwachte CO<sub>2</sub>-prijzen in het ETS (zie bijlage C) is dat voor Nederland zeer waarschijnlijk het geval. Verplaatsing van emissies naar het ETS is dan ook een belangrijke component van de niet-ETS emissiereductie. Elektrificatie en restwarmtelevering verplaatsen de emissies van kleine bronnen onder het niet-ETS naar grote bronnen die onder het ETS vallen (bijvoorbeeld elektriciteitscentrales). Veel opties – vooral bij hernieuwbare warmte – hebben een gecombineerd effect: elektrische warmtepompen benutten hernieuwbare warmte én de overige energie die ze verbruiken is elektriciteit, waarmee de overblijvende emissies alleen in het ETS optreden.

Verplaatsing van emissies naar het ETS is een belangrijke richting bij een kostenoptimale reductie van niet-ETS-emissies

Soms kan ook verplaatsing van bestaande emissiereducties een rol spelen: gegeven een bepaalde productie van groen gas betekent een relatief hogere inzet daarvan bij kleinschalige gebruikers ook een verschuiving van emissies van niet-ETS naar het ETS.

### **Verplaatsing van emissies naar het ETS: goed of slecht?**

Verplaatsing van emissies van niet-ETS naar het ETS zorgt voor een relatief groot deel van de niet-ETS emissiereductie. Dit roept de vraag op of dit niet een puur boekhoudkundige emissiereductie is, of dat er daadwerkelijk een netto emissiereductie optreedt. Ook is de vraag of dit wel past bij de doelstellingen op langere termijn van 80% of meer emissiereductie in 2050.

### **Netto emissiereductie?**

De verschuiving van emissies naar het ETS leidt wel degelijk tot een netto emissiereductie. In het niet-ETS gaan emissies omlaag, en in eerste aanleg gaan de ETS-emissies daardoor omhoog – maar vaak minder. Maar in het gezamenlijke ETS kunnen de emissies niet omhoog. Daar is immers een beperkt, vast aantal emissierechten in omloop. Een grotere vraag naar emissierechten zal daarom leiden tot een hogere CO<sub>2</sub>-prijs, en die zal leiden tot een grotere inzet van reductiemaatregelen in het ETS.

### Past dit bij de langere termijn doelstellingen?

De betreffende technieken – elektrificatie, hernieuwbare warmte - passen goed bij de langere termijn doelstellingen. Eerdere analyses (PBL/ECN, 2011) laten zien dat vergaande emissiereductie veel goedkoper en makkelijker bij de elektriciteitsopwekking en ander grootschalige activiteiten te realiseren is dan bij kleinschalige bronnen. Door bij kleinschalige bronnen over te gaan van fossiele brandstoffen naar elektriciteit of andere CO<sub>2</sub>-vrije energiedragers zoals waterstof, wordt ter plekke de emissie vermeden. Voor de potentiële extra emissie bij de elektriciteitsopwekking of andere grote puntbronnen zijn relatief goedkope maatregelen beschikbaar.

Betrekkelijk geringe bijdrage extra energiebesparing

De kostenoptimale bijdrage van energiebesparingsmaatregelen aan het halen van de niet-ETS doelstelling is relatief gering. De al relatief hoge beleidsdruk – in de vorm van normen, energiebelastingen en accijnzen – zorgt ervoor dat er in de niet-ETS sectoren in Nederland niet veel onbenut rendabel potentieel meer over is. Sectoren waar nog wel relatief goedkoop besparingspotentieel beschikbaar is, zoals de energie-intensieve industrie vallen daarentegen weer onder het ETS. Overigens blijkt dit in Europa als geheel anders te liggen, en blijkt er nog wel een aanzienlijk besparingspotentieel te zijn tegen relatief lage kosten (EC, 2014e).

Tussen wal en schip: kleinschalige WKK

Kleinschalige WKK in niet-ETS sectoren werkt voor het halen van de niet-ETS doelen averechts: de emissiereductie vindt plaats in het ETS (door minder grootschalige elektriciteitsproductie), terwijl er in het niet-ETS een toename van de emissies is. Vermindering van kleinschalige WKK is dan ook een voor de hand liggende manier om niet-ETS emissies te reduceren, ondanks dat dit ten koste gaat van de efficiency. Om dit soort effecten te voorkomen is het wellicht meer voor de hand liggend om kleinschalige WKK onder te brengen bij het ETS.

Effecten en kosten in het ETS beperkt

Bij de verwachte CO<sub>2</sub>-prijzen zijn nog niet veel emissiereducties in het ETS zelf kosteneffectief: een beperkt aantal efficiëncymaatregelen in de industrie, de goedkoopste hernieuwbare elektriciteitsopwekking. De relatief lage CO<sub>2</sub>-prijs betekent ook dat er voor Nederland vooralsnog niet veel kosten verbonden zijn aan de ontwikkelingen in het ETS. Een andere consequentie is dat in het ETS bestaande specifieke beleidsmaatregelen, zoals de SDE, de grootste bijdrage blijven leveren aan emissiereductie, meer dan de CO<sub>2</sub>-prijs.

## 3.4 Een of meer doelen

Kosteneffectieve mix

Als er alleen een nationale emissiedoelstelling is voor het niet-ETS, kan Nederland met een daarop geoptimaliseerde kosteneffectieve mix van maatregelen die doelstelling halen. Hernieuwbare energie en energie-efficiëntie maatregelen vormen dan een bepaald – per definitie kosteneffectief – onderdeel van zo'n mix (zie **Tabel 9**). Als aanvullende doelstellingen voor hernieuwbare energie en energie-efficiëntie een hogere inzet van deze opties vereisen, ontstaat er een nieuwe kosteneffectieve manier om die combinatie van doelen te halen. De kosten van het pakket aan maatregelen zelf zijn hoger dan bij een enkel doel – tenzij het doel al gehaald wordt als onderdeel van de kostenoptimale mix – tenminste op de termijn tot 2030. Hiertegenover staat echter wel een daling van de kosten in het ETS: de aanvullende doelen op Europees niveau zorgen voor een lagere vraag naar CO<sub>2</sub>-emissierechten in het emissiehandelssysteem, waardoor de CO<sub>2</sub>-prijs daalt. Voor Nederland zijn deze effecten afgeleid uit de Impact

assessment (zie bijlage C)<sup>18</sup>. Omdat Nederland naar verwachting een netto tekort aan emissierechten heeft, zal dit laatste ook tot baten leiden: voor Nederland is de kapitaalstroom naar het buitenland voor de aankoop van emissie rechten dan kleiner.

**Tabel 9** geeft weer hoe aanvullende doelen, gegeven een verondersteld effect op de CO<sub>2</sub>-prijs, leiden tot een verandering van de netto kosten voor Nederland, ervan uitgaande dat Nederland 45 Mton gratis aan emissierechten krijgt<sup>19</sup>. Als een aanvullend doel voor hernieuwbaar al (bijna) gehaald wordt als onderdeel van de kostenoptimale manier om het doel voor niet-ETS te halen, domineren de baten ten gevolge van de lagere CO<sub>2</sub>-prijs, maar in de meeste andere gevallen leidt een aanvullend doel voor hernieuwbaar per saldo wel tot extra kosten voor Nederland.

Aanvullende doelen? Mogelijk extra kosten tot 2030

**Tabel 9:** Mutatie kosten ten opzichte van alleen niet-ETS doel bij aanvullende doelen voor hernieuwbaar<sup>20</sup>

Meerkosten in miljoen €/jaar t.o.v. alleen niet-ETS doel	Veronderstelde CO <sub>2</sub> -prijs <sup>21</sup>	Niet-ETS doel 2030			
		28/33%	38%	43%	48%
Doel hernieuwbaar					
22%	32,5 €/ton	100	0	-200	-400
24%	25 €/ton	300	200	-200	-600
26%	17,6 €/ton	700	600	-100	-600
Gerealiseerd % hernieuwbaar bij alleen een niet-ETS doel	40 €/ton	20%	21%	22%	23%

Bij de doelen voor energiegebruik is niet gerekend met een effect op de CO<sub>2</sub>-prijs<sup>22</sup>. De berekeningen omvatten dus geen baten ten gevolge van lagere CO<sub>2</sub>-prijzen, maar dit effect zou ook verwaarloosbaar zijn vergeleken met het berekende kostenopdrijvende effect van een aanvullend energieverbruiksdoel (**Tabel 10**). De voornaamste reden voor het sterke kostenopdrijvende effect is dat veel energiebesparingspotentieel in Nederland al benut is – vooral in de niet-ETS sectoren. Zie voor toelichting onderstaande tekstbox.

- 18 De Impact Assessment bij het klimaat en energiepakket (EC, 2014d) geeft zowel CO<sub>2</sub>-prijs effecten als indicaties voor de hoeveelheid hernieuwbaar voor lidstaten gegeven een bepaald Europees doel, en maakt het daarmee mogelijk om beide effecten voor Nederland in te schatten.
- 19 Lidstaten mogen een bepaalde hoeveelheid emissierechten veilen en bedrijven die concurreren op de wereldmarkt krijgen een groot deel van hun behoefte aan emissierechten gratis gealloceerd. De berekeningen gaan ervan uit dat in totaal via beide routes 45 Mton aan rechten in Nederland terechtkomt in 2030. Bij een CO<sub>2</sub>-prijs van 40€/ton CO<sub>2</sub>-eq vertegenwoordigt dit een waarde van circa €1,8 miljard.
- 20 De corresponderende emissieniveaus in 2030 zijn gebaseerd op het halen van de cumulatieve doelstelling 2021-2030, waarbij dus tijdelijke overschotten aan rechten ook binnen deze periode weer gebruikt worden.
- 21 Het Nederlandse doel voor hernieuwbaar komt voort uit een corresponderend doel, zoals afgeleid uit de Impact Assessment. Dat Europese doel heeft een drukkend effect op de CO<sub>2</sub>-prijs in het ETS.
- 22 Er is wel informatie over het effect van een Europees doel voor energieverbruik op de CO<sub>2</sub>-prijs, maar geen indicatie voor het verbruik per lidstaat. Daarom is het niet mogelijk om beide effecten voor Nederland in te schatten. Bovendien lijken de Europese reducties van het energieverbruik niet een-op-een haalbaar voor Nederland – althans wanneer gerekend wordt in finale termen. Daarom houdt de doorrekening bij het doel voor energieverbruik geen rekening met een effect op de CO<sub>2</sub>-prijs, hoewel dit wel zal optreden als een doel voor Nederland voortkomt uit een corresponderend Europees doel.

**Tabel 10:** Mutatie kosten ten opzichte van alleen niet-ETS doel bij aanvullende doelen voor energiebesparing<sup>23</sup>

Meerkosten in miljoen €/jaar t.o.v. alleen niet-ETS doel		Niet-ETS doel 2030			
		28/33%	38%	43%	48%
Doel finaal verbruik	Veronderstelde CO <sub>2</sub> -prijs <sup>24</sup>				
2125 PJ	40 €/ton	4400	4800	5800	8000
2075 PJ	40€/ton	18700	19200	20000	25300
Gerealiseerd finaal verbruik bij alleen een niet-ETS doel	40€/ton	2225 PJ	2225 PJ	2225 PJ	2200 PJ

### Waardoor is de bijdrage van extra energiebesparing aan een kostenoptimaal pakket zo laag?

De bijdrage van extra energiebesparing – een vermindering van het bruto finale verbruik – aan een kostenoptimaal pakket om het niet-ETS plafond te halen is relatief laag, zeker vergeleken met de bijdrage van extra hernieuwbare energie.

### Bestaand beleid doet al veel

Bestaand beleid is grotendeels bepalend voor de mate waarin bepaalde potentiële al benut worden, en dus voor de hoeveelheid die nog overblijft als additioneel potentieel. De druk van bestaand beleid op energiebesparing is, tenminste bij kleingebruikers, al behoorlijk hoog. Dit is bijvoorbeeld goed te zien aan de tarieven van de energiebelasting voor kleinverbruikers. Als gevolg hiervan heeft een maatregel die vanuit het perspectief van een huishouden rendabel is, al gauw maatschappelijke kosten van meer dan 200€/ton CO<sub>2</sub>. Ander beleid, zoals nieuwbouwnormen, zorgt voor nog verdergaande afname van het resterende potentieel.

### Maar is dit dan niet zo bij hernieuwbare energie?

Ook bij hernieuwbare energie doet bestaand beleid al heel veel, maar dit is – in de vorm van de SDE-regeling – vooral gericht op grootschalige aanbodopties, waarvan de effecten meestal in het emissiehandelssysteem optreden. Het effect van bestaand beleid op kleinschaliger opties voor hernieuwbare warmte, waarvan de effecten wel in het niet-ETS optreden, is tweeledig. Hernieuwbare warmteopties tellen mee voor nieuwbouwnormen en voor het energielabel van gebouwen; dat is te zien als een vorm van stimulering. Maar het huidige beleid heeft ook een negatief effect. Veel hernieuwbare warmteopties, zoals elektrische warmtepompen, leiden tot een daling van de gasvraag en een (kleinere) stijging van de elektriciteitsvraag. De kleinverbruikerstarieven van de energiebelasting voor elektriciteit zijn echter hoger dan die voor gas. De bestaande tarieven ontmoedigen dus in zekere zin het toepassen van dit soort opties, waardoor er meer – relatief goedkoop – potentieel overblijft.

<sup>23</sup> De benodigde emissiereductie voor het niet-ETS doel is gebaseerd op het halen van de cumulatieve doelstelling 2021-2030, waarbij dus tijdelijke overschotten aan rechten ook binnen deze periode weer gebruikt worden.

<sup>24</sup> Zie bijlage C.

### Overige factoren

Verder speelt een rol dat veel hernieuwbare warmteopties nog relatief nieuw zijn, en dus nog aan het begin van hun ingroei-traject staan. Ook bij besparingsopties zijn er wel nieuwe technieken: nog betere isolatie, beter isolerend glas. Vervanging van bijvoorbeeld bestaand dubbel glas door HR++ glas levert echter niet zo veel extra besparing meer op, terwijl de kosten wel aanzienlijk zijn.

Aanvullende doelen leiden ook tot een andere mix van maatregelen. **Tabel 11** geeft voor een aantal maatregelen aan, aan welke doelen ze een bijdrage leveren. Voor energieverbruik is dit uitgesplitst naar een verbruiksplafond in finale termen en in primaire termen. In het laatste geval levert ook een aantal hernieuwbare energiemaatregelen een bijdrage. Bij relatief scherpere doelen voor hernieuwbaar en energiegebruik horen minder maatregelen die alleen maar bijdrage aan een reductie van de niet-ETS emissies, en geen - directe of indirecte - bijdrage leveren aan de andere doelen. Ook als die maatregelen relatief goedkoop zijn. Voorbeelden zijn vervanging van olie door aardgas bij auto's en elektrificatie. Doelen voor hernieuwbaar en besparing betekenen ook dat het kosteneffectief is om meer maatregelen – met reductie van emissies – binnen het ETS te nemen. Als dit laatste in breder Europees verband optreedt zal dat een drukkend effect op de CO<sub>2</sub>-prijs hebben.

Effect op maatregelenmix

**Tabel 11:** Effect van maatregelen op verschillende doelen (+of ++ = gunstig, - = ongunstig, i = indirect via noemereffect)

	Emissie niet-ETS	Emissie ETS	Hernieuwbare energie	Vermindering energiegebruik	
				Finaal	Primair
Besparing op warmte bij huishoudens, diensten, landbouw en kleine industrie	+		i	+	+
Besparing op warmte bij energie-intensieve industrie		+	i	+	+
Besparing op elektriciteit, alle sectoren		+	i	+	+
Kleinschalige elektrische warmtepompen huishoudens, diensten	+	-	+		
Kleinschalige gaswarmtepompen huishoudens, diensten	+		+		
Geothermie bij niet-ETS	+	-	+		
Kleinschalige WKK en micro-WKK	-	+			+
Grootschalige WKK		+			+
Windenergie		+	+		+
Zon-PV		+	+		+
Elektrische auto's	+	-	i	++	+
Biobrandstoffen	+		+		
Auto's op aardgas	+				
Reductie overige broeikasgassen	+				
Carbon capture and storage (CCS)		+			-
Restwarmtelevering aan bijvoorbeeld huishoudens	+	-			+

Het kosteneffectieve aandeel van hernieuwbare energie en vermindering van energiegebruik is geen onveranderlijk gegeven, maar hangt af van omstandigheden als energieprijzen, beschikbaarheid van potentiëlen, kostenontwikkeling enzovoort. Dit betekent dat een bepaalde combinatie van doelen die onder bepaalde omstandigheden tot een zeker kostenniveau leidt, onder andere omstandigheden aanzienlijk hogere of lagere kosten tot gevolg kan hebben. Het onderling afstemmen van doelen is daardoor met veel onzekerheden omgeven.

### 3.5 Directe werkgelegenheidseffecten

Het halen van de doelen kan forse additionele investeringen vergen. Deze investeringen zullen een bruto werkgelegenheidseffect hebben. De berekeningen geven een ruwe indicatie van dit directe werkgelegenheidseffect, door de investeringen in een maatregel te vermenigvuldigen met een maatregel-specifieke multiplier (Bijlage H) die aangeeft hoeveel arbeidsplaatsen er per miljoen euro investering gegenereerd worden (Tabel 12).

**Tabel 12:** Directe werkgelegenheidseffecten van extra investeringen, in 1000 fte/jaar 2020-2030<sup>25</sup>

Theoretisch bruto werkgelegenheidseffect (fte/jaar, 2020-2030)		Niet-ETS doel 2030				
		Doel hernieuwbaar	28/33%	38%	43%	48%
Doel finaal verbruik (PJ)						
Momentane emissie 2030 (Mton)			89	82	76	69
-	-		0	0	3	96
-	22%		3	3	3	96
-	24%		7	7	6	97
-	26%		11	11	10	93
2125	-		37	57	82	216
2075	-		203	209	221	425

De berekeningen omvatten *niet* de netto werkgelegenheidseffecten. Deze zullen kleiner zijn, doordat de extra investeringen geheel of gedeeltelijk ten koste gaan van andere bestedingen. Ter illustratie: de beoordeling van het Energieakkoord kwam tot een schatting van het bruto werkgelegenheidseffect van circa 25000 arbeidsplaatsen en een netto effect van 10000-15000 arbeidsplaatsen (ECN/PBL, 2013).

Tegenover additionele investeringen staan ook investeringen die juist minder nodig zijn, in allerlei conventionele technieken. Het effect per saldo hangt af van de investeringsmix en de veronderstelde multipliers per soort investering. Er is daardoor niet altijd een additioneel bruto werkgelegenheidseffect.

<sup>25</sup> De corresponderende emissieniveaus in 2030 zijn gebaseerd op het halen van de cumulatieve doelstelling 2021-2030, waarbij dus tijdelijke overschotten aan rechten ook binnen deze periode weer gebruikt worden.

## 3.6 Voorzieningszekerheid en importafhankelijkheid

De maatregelpakketten die nodig zijn om de doelen te halen kunnen een forse impact hebben op de energiemix van Nederland, en daarmee op de afhankelijkheid van energie uit het buitenland. Afhankelijk van de combinatie van doelstellingen en aannames treden verschillende verschuivingen op, met gunstige en ongunstige effecten op de importafhankelijkheid.

Effecten op voorzieningszekerheid en importafhankelijkheid

**Tabel 13** laat zien hoe de consumptie van verschillende soorten energie verandert bij aanscherping van het niet-ETS doel. Tot een niveau van 43% emissiereductie is er een netto afname van het fossiele verbruik (gas en olie, met een kleinere toename van kolen). De toename van kolen is een gevolg van de toename van elektriciteitsgebruik in het niet-ETS, met een hogere benodigde productie van elektriciteit tot gevolg. Bij de gehanteerde CO<sub>2</sub>-prijs en energieprijzen zal dat voornamelijk met extra kolencentrales gebeuren. Bij een hogere CO<sub>2</sub>-prijs is het waarschijnlijker dat een groter deel met aardgas en/of hernieuwbare elektriciteit wordt opgewekt. De nog veel grotere toename van de kolenconsumptie bij een doel van 48% is een gevolg van het feit dat verdere reductie in het niet-ETS vrijwel volledig wordt afgewenteld op het ETS. Het gebruik van biomassa en stromingsbronnen (zon, aardwarmte, omgevingswarmte, wind) nemen in alle gevallen toe.

Afname fossiel, vooral aardgas en olie

**Tabel 13:** Mutatie consumptie energiedragers bij verschillende niet-ETS-doelen<sup>26, 27</sup>

Verandering van verbruik van energie naar soort in 2030 (PJ)	28/33%	38%	43%	48% <sup>28</sup>
Momentane emissie 2030 (Mton)	89	82	76	69
Kolen	0	-8	28	368
Aardgas	0	-4	-51	-169
Olie	0	0	2	-38
Biomassa	0	1	20	21
Stromingsbronnen	0	15	40	43

Een lagere importafhankelijkheid heeft niet bij elk energiedrager dezelfde betekenis voor de voorzieningszekerheid. Het belang voor de voorzieningszekerheid is groter naarmate Nederland voor een energiedrager afhankelijk is van minder verschillende landen, en de aanvoer uit de landen van herkomst minder betrouwbaar is. Politieke stabiliteit in de landen van herkomst en de mogelijkheid dat levering van energie als politiek pressiemiddel wordt gebruikt, spelen een rol bij de weging van de betrouwbaarheid. Importafhankelijkheid van olie en aardgas weegt daarom veel zwaarder voor de voorzieningszekerheid dan die van kolen en biomassa, die immers door veel verschillende landen te leveren zijn. Dat betekent dat het verhogen van het

Energiedragers verschillen sterk in hun belang voor de voorzieningszekerheid

<sup>26</sup> Als de Nederlandse eigen productie of winning niet verandert is dit gelijk aan het effect op de import.

<sup>27</sup> De corresponderende emissieniveaus in 2030 zijn gebaseerd op het halen van de cumulatieve doelstelling 2021-2030, waarbij dus tijdelijke overschotten aan rechten ook binnen deze periode weer gebruikt worden.

<sup>28</sup> Dit doel ligt op de grens van wat in theorie nog te halen is. Zo worden technieken ingezet die alleen maar emissies naar het ETS verplaatsen, zonder dat dat gepaard gaat met efficiencyverbetering of hernieuwbaar. De toename van energiegebruik in het ETS is dan groter dan de afname in het niet-ETS. Dit is een extreem resultaat, en een indicatie dat dit emissiedoel buiten het realistisch haalbare ligt.

niet-ETS doel tot een niveau van 43% een gunstig effect heeft op de importafhankelijkheid van fossiele energie. Dit wel met de kanttekening dat bij hogere CO<sub>2</sub>-prijzen dan hier verondersteld, het waarschijnlijk juist in een hogere aardgasinzet en lagere koleninzet zou resulteren.

Doelen hernieuwbaar leiden tot een beperkte vermindering importafhankelijkheid

Aanvullende doelen voor hernieuwbare energie leiden in de meeste gevallen tot een beperkte vermindering van de importafhankelijkheid vergeleken met alleen een doel voor het verminderen van de niet-ETS emissies. Opwekking van elektriciteit en warmte uit fossiele brandstoffen wordt vervangen door opwekking uit stromingsbronnen zoals wind, zon en omgevingswarmte, en door biomassa.

Vergaand doel voor finaal verbruik leidt niet tot lagere importafhankelijkheid

Een vergaand doel voor het finaal energieverbruik lijkt niet te leiden tot een verdere vermindering van de importafhankelijkheid. De oorzaak hiervan is een verschuiving van brandstofgebruik naar elektriciteitsgebruik. Dat draagt bij aan de vereiste daling van de finale vraag, maar de opwekking van de extra benodigde elektriciteit kan juist tot een toename van de brandstofvraag leiden, en deze laatste telt niet mee voor deze doelstelling. Bij een doel voor het primaire verbruik zou dit niet het geval zijn: in dat geval telt inzet van energie bij de vraagsectoren en de aanbodsectoren even zwaar, en zou de totale importafhankelijkheid wel dalen. Ook hier geldt weer een kanttekening ten aanzien van aardgas versus kolen: elektriciteitsopwekking met aardgas scoort qua primair gebruik beter dan opwekking met kolen. Een doelstelling in termen van primair verbruik kan daardoor leiden tot meer aardgasinzet en minder koleninzet, iets wat voor de voorzieningszekerheid niet per se gunstig is.

**Tabel 14** laat zien hoe de kosten van aankoop van energie veranderen bij de verschillende (combinaties van) doelen: de impact op de ‘energierekening’ van Nederland. In vrijwel alle gevallen leidt een aanvullend doel voor hernieuwbaar tot een extra daling van de energiekosten. Dit in tegenstelling tot een doel voor het verminderen van het energiegebruik; ook hier is dat terug te voeren op de vervanging van brandstoffen door elektriciteit.

**Tabel 14:** Mutatie kosten aankoop energie door Nederland (fossiel, biomassa, nucleair)<sup>29</sup>

Verandering kosten Energiedragers miljard €/jaar)	Doel hernieuwbaar (%)	Niet-ETS doel 2030			
		28/33%	38%	43%	48%
Doel finaal verbruik (PJ)					
-	-	0,0	0,0	-0,1	-0,6
	22%	-0,4	-0,4	-0,4	-0,6
	24%	-0,8	-0,8	-0,6	-0,7
	26%	-1,1	-1,1	-0,8	-0,7
-15%	-	0,3	0,4	0,4	-0,4
-17%	-	0,2	-0,1	-0,2	-0,6

Leveringszekerheid verandert niet, maar borging ervan leidt wel tot extra kosten

Leveringszekerheid – het vermogen van het energiesysteem om op elk moment in de vraag te voorzien – is in de onderliggende berekeningen een randvoorwaarde. Als meer wind- en zonne-energie aanvullende maatregelen vergt, zijn de kosten daarvan onderdeel van de totale berekende kosten. De leveringszekerheid verslechtert dus niet als er meer elektriciteit uit zon en wind komt, maar er zijn wel extra kosten. Deze kosten zijn meegenomen in de hier gepresenteerde cijfers.

<sup>29</sup> De corresponderende emissieniveaus in 2030 zijn gebaseerd op het halen van de cumulatieve doelstelling 2021-2030, waarbij dus tijdelijke overschotten aan rechten ook binnen deze periode weer gebruikt worden.



## 3.7 Potentiëlen en beleid

Voor het bepalen van de impact van de Europese doelen zijn niet alleen de kosten en potentiëlen van reductiemaatregelen van belang, maar ook het beleid dat nodig is om deze potentiëlen te realiseren. Per definitie gaat het om maatregelen die niet vanzelf gebeuren, en waarvoor bestaand beleid niet voldoende is: in dat geval waren ze wel onderdeel van de baseline. Het zijn dus altijd maatregelen die burgers en bedrijven om een of andere reden – kosten, draagvlak, barrières – niet uit eigener beweging nemen, en er is dus altijd extra beleid nodig om het potentieel van deze maatregelen te realiseren.

Reductie gaan niet vanzelf, maar vereisen extra beleid

Vaak is het daarbij zo dat naarmate beleid beter in staat is om snel een groot deel van het potentieel te ontsluiten, het ook meer draagvlakproblemen met zich meebrengt of op andere obstakels – juridisch of politiek – stuit. De berekeningen hanteren een standaard aanname voor de ontsluiting van potentieel door beleid van 50%.

Effectiever beleid, meer obstakels

Bij beleidspakketten die maar een klein deel van het potentieel ontsluiten zijn minder vergaande doelen haalbaar, en moeten voor het halen van hetzelfde doel duurdere maatregelen aangesproken worden. Er is dus een afruil tussen kosten aan de ene kant en draagvlak en andere barrières aan de andere kant: naarmate de bereidheid groter is om vergaand beleid te introduceren en draagvlakproblemen te troosten, zijn tot 2030 de kosten van het halen van een bepaald doel lager.

Afruil tussen hogere kosten tot 2030 en draagvlakproblemen

Wel laten deze beleidspakketten tot 2030 een groter deel van de goedkope potentiëlen liggen voor toekomstige verdergaande emissiereductie. Dat betekent dat na 2030 bij voortgaande emissiereductie de kosten minder snel hoeven op te lopen: verregaande emissiereductie kan dan deels tot stand komen door verder te gaan met het beleid. Als beleid heel effectief is geweest in het benutten van potentieel, kan verdergaande reductie alleen bereikt worden door met nieuw beleid nog niet ontgonnen en meestal duurdere potentiëlen aan te spreken.

Afruil tussen kosten op korte en lange termijn

Bepaalde potentiëlen zijn niet of nauwelijks met nationaal beleid te ontsluiten. Bij bijvoorbeeld auto's (CO<sub>2</sub>-normen) en (elektrische) apparaten (Eco-design richtlijn) is het verreweg het makkelijkst en goedkoopst om met Europese normen bij de fabrikant de efficiencyverbetering af te dwingen. Nationaal beleid zou hierbij bovendien op grond van verstoring van de interne markt op een Brussels veto kunnen stuiten.

Het is niet altijd mogelijk om potentieel met Nederlands beleid te ontsluiten

Het wordt lastiger – en daardoor duurder – als er geen ruimte voor nationaal beleid is, en er ook geen Europees beleid is, terwijl een bepaald potentieel wel nodig is om doelen op een kosteneffectieve manier te halen. Bij bijvoorbeeld de energie-intensieve industrie is er ten opzichte van andere sectoren nog relatief goedkoop besparingspotentieel, hoewel dit grotendeels niet rendabel is voor de betrokken bedrijven zelf. Er is dus beleid nodig om dit potentieel te ontsluiten. Verplichtingen of heffingen kunnen bij de betrokken bedrijven grote economische schade veroorzaken, en tot afbouw van hun activiteiten binnen Europa leiden, terwijl ondersteuning van maatregelen met subsidies stuit op problemen met de Europese regelgeving over staatssteun.

Zonder bijpassende beleidsruimte voor lidstaten om doelen te realiseren lopen de kosten op

Voor hernieuwbare energie hebben lidstaten wel de benodigde beleidsruimte, maar bij energiebesparing zijn de mogelijkheden veel beperkter. Als er een plafond op het energieverbruik komt, is het van belang dat lidstaten de benodigde beleidsruimte krijgen of dat Europa zelf het beleidshiaat invult. Alternatief is dat bij de vaststelling van de hoogte van de doelstelling rekening gehouden wordt met het feit dat bepaalde

Belang van voldoende beleidsruimte voor de lidstaten, of afdoende Europees beleid

potentiëlen niet of niet goed te ontsluiten zijn zonder een passend Europees beleidskader.

Mogelijkheden om het huidige beleid te optimaliseren voor het halen van de (niet-ETS) doelen

Het is niet zo dat altijd een beleidsintensivering nodig is om het halen van de niet-ETS doelen dichterbij te brengen; er zijn soms ook mogelijkheden door het aanbrengen van (soms kostenneutrale) accentverschuivingen binnen bestaand beleid.

- Voor de Energieprestatienorm van nieuwbouwwoningen en het energielabel van bestaande woningen tellen zowel isolatie en elektrische warmtepompen, als zon PV en micro-WKK mee. Zon PV levert geen bijdrage aan het niet-ETS doel, en micro-WKK leidt zelf tot een toename van de niet-ETS emissies.
- Voor kleinverbruikers is het energiebelastingtarief op aardgas (stimuleert daling van niet-ETS emissies) relatief veel lager dan op elektriciteit (stimuleert reductie van niet-ETS emissies niet). Voor bijvoorbeeld de toepassing van elektrische warmtepompen is deze tariefstelling erg ongunstig.
- De brandstofconsumptie van WKK is vrijgesteld van energiebelasting. Vanuit emissieoptiek vormt dit voor grootschalige WKK geen probleem omdat die onder het ETS valt. Maar de vrijstelling is ook een stimulans voor kleinschalige WKK (met een relatief hoge energiebelasting), waarvan de emissies onder het niet-ETS vallen. Voor bijvoorbeeld warmtepompen of andere technieken die niet-ETS emissies verminderen, vormt dit juist een nadeel.
- Een andere mogelijkheid om met bestaand beleid meer te anticiperen op de niet-ETS doelen in 2030 is door het beleid voor hernieuwbare energie meer te richten op die maatregelen die ook emissies reduceren binnen de niet-ETS.

Beleed is vaak niet in staat om potentieel kostenoptimaal te ontsluiten, dit leidt tot hogere kosten

In werkelijkheid zullen de kosten hoger zijn dan hier berekend doordat beleid vaak niet in staat is om selectief de goedkoopste potentiëlen te ontsluiten. Bij bijvoorbeeld huishoudens kan de kosteneffectiviteit van één en dezelfde maatregel zeer sterk variëren tussen huishoudens (Tigchelaar et al, 2011). In een huis waarin de bewoners veel aanwezig zijn en alle ruimtes verwarmd worden, rendeert een bepaalde maatregel – financieel en qua energiebesparing – veel beter dan in een huis waarvan de bewoners veel afwezig zijn en/of minder ruimtes verwarmen. Beleid kan in dit soort gevallen vaak niet effectief discrimineren tussen goedkopere en duurdere situaties. Bijvoorbeeld een verplichting om bestaande woningen te renoveren zodanig dat ze een bepaald energielabel halen – zeer effectief qua ontsluiting van het potentieel – maakt geen onderscheid naar de situatie-specifieke kosten.

## 3.8 Onzekerheden en impact van andere aannames

Allerlei factoren hebben invloed op de kosten van het bereiken van de doelstellingen. Variaties in potentiëlen, CO<sub>2</sub>-prijzen en beleidsveronderstellingen zijn al onderdeel van de getoonde berekeningsresultaten. Een aantal andere factoren kan ook nog een forse impact hebben.

Impact van energieprijzen

Hogere fossiele energieprijzen maken het per saldo meestal goedkoper om de doelen te halen: de vermeden energiekosten bij besparing en hernieuwbare energie worden immers hoger. Het ligt wel voor de hand dat ook biomassa – als substituuat voor fossiele energie – dan duurder wordt. CO<sub>2</sub>-opvang en opslag, dat tot extra brandstofverbruik leidt, wordt juist duurder bij hogere energieprijzen. Als aardgas meer in prijs stijgt dan kolen of olie, kan het ook duurder worden om emissies te

reduceren: de vervanging van kolen (elektriciteitscentrales) of olie (transport) door aardgas is een van de manieren om emissies te reduceren.

De berekeningen gaan er steeds vanuit dat Nederland in zijn eigen elektriciteitsbehoefte voorziet. In werkelijkheid kan de elektriciteitsimport of -export fors variëren, mede onder invloed van de te halen doelen en veranderende CO<sub>2</sub>-prijzen. Om dit effect vast te stellen is echter ook een uitgebreide analyse van de ontwikkelingen in naburige landen – hoe gaan deze landen om met de 2030 doelen – nodig. De netto impact van verschuivingen in de import op de totale kosten voor Nederland is naar verwachting relatief beperkt: bij een hogere import betaalt Nederland meer voor zijn elektriciteit, maar neemt de Nederlandse vraag naar CO<sub>2</sub>-emissierechten af.

Import van elektriciteit

De berekeningen gaan uit van het invullen van de doelstellingen met binnenlands potentieel. Bij niet-ETS emissiereducties zijn er evenals nu ook (beperkte) mogelijkheden om met andere landen te handelen in emissierechten. Nederland zou hiermee wellicht de duurste binnenlandse maatregelen kunnen vermijden. Er is momenteel geen informatie over de te verwachten prijs van niet-ETS emissierechten. Ook bij hernieuwbare energie zijn er mogelijkheden om te handelen met het buitenland, en ook hier ontbreekt prijsinformatie. Wel zijn naar verwachting in Nederland bepaalde doelen moeilijker en duurder om te halen dan in sommige andere lidstaten, en dat betekent dat handel wel de mogelijkheid biedt voor kostenreductie.

Verhandelbaarheid  
doelstellingen

Zoals gemeld gaan de berekeningen voor de doelstellingen in 2030 zoveel mogelijk uit van de definities en bepalingen die gelden voor de doelen in 2020. Bij de verdere uitwerking van de doelen voor 2030 zullen deze zeer waarschijnlijk op onderdelen anders uitvallen, waardoor kosten hoger of lager kunnen uitpakken.

Onzekerheid in definities

# 4

## Kosteneffectiviteit vanuit dynamisch perspectief

In hoofdstuk 3 is geanalyseerd met welke maatregelen doelstellingen kunnen worden gehaald tegen de laagste kosten op de termijn tot 2030. In de gekozen opzet van die analyse, leidt het stellen van aanvullende doelen naast alleen een emissiedoel in principe altijd tot meerkosten van het beleid<sup>30</sup>. Aanvullende doelen (voor energiebesparing en/of hernieuwbaar) leiden in deze aanpak namelijk ofwel tot het zelfde maatregelenpakket (als aanvullende doelen dusdanig laag liggen dat de maatregelen die nodig zijn om ze te halen ook onderdeel uitmaken van het kostenoptimale maatregelenpakket) of wel tot een duurder maatregelenpakket (als er andere maatregelen nodig zijn om de aanvullende doelen ook te halen en niet alleen het emissiedoel). Dat, en het feit dat doelen voor hernieuwbaar en energiebesparing deels overlappen met een emissiedoel alleen - al deze doelen dragen immers bij aan het reduceren van emissies, heeft velen ertoe gebracht te pleiten voor alleen een emissiedoel.

Kostenoptimale route naar 2030 is niet per se kostenoptimale tussenstap op een kostenoptimale route naar 2050.

Toch zijn hierbij enkele kanttekeningen te maken.

- Er is een verschil tussen korte termijn efficiëntie en efficiëntie op langere termijn.
- Het energiebeleid heeft meer doelen dan alleen de broeikasgasemissies van het energiesysteem te verminderen. Vergroten van de energiezekerheid en de betaalbaarheid van energie, en het scheppen van marktkansen zijn ook belangrijke doelen van het energiebeleid.

<sup>30</sup> Indien verschillende doelstellingen zijn geformuleerd op verschillende ruimtelijke schaalniveaus, kunnen 'grenseffecten' optreden, en kan het voor individuele regio's anders uitpakken. Dit is nader toegelicht in de tekstbox.

### **‘Grenseffecten’ als gevolg van doelen op verschillende ruimtelijke schalen**

Vanuit een statisch kostenbegrip leidt het stellen van aanvullende doelen naast alleen een emissiedoel in principe altijd tot meerkosten van het beleid. Aanvullende doelen (voor energiebesparing en/of hernieuwbaar) leiden namelijk ofwel tot hetzelfde maatregelenpakket (als aanvullende doelen dusdanig laag liggen dat de maatregelen die nodig zijn om ze te halen ook onderdeel uitmaken van het kostenoptimale maatregelenpakket) of wel tot een duurder maatregelenpakket (als er andere maatregelen nodig zijn om de aanvullende doelen ook te halen en niet alleen het emissiedoel). Een bijzonderheid treedt op als doelen echter niet op het zelfde ruimtelijke schaalniveau zijn gedefinieerd. Dit is bijvoorbeeld het geval bij het emissiedoel voor de ETS (EU-breed) en doelstellingen voor hernieuwbare energie en/of besparing die op nationaal niveau zijn gedefinieerd. Het stellen van een doel voor hernieuwbare energie en/of besparing zal leiden tot een daling van de CO<sub>2</sub>-prijs in het ETS. Landen die netto rechten aan moeten kopen (zoals Nederland) hebben daarvan profijt. In dat geval kan het zo zijn dat de meerkosten voor het realiseren van het doel voor hernieuwbare energie lager is dan de baten als gevolg van een dalende CO<sub>2</sub>-prijs.

### **Verschil tussen korte- en lange termijn efficiëntie**

Als het lange-termijn doel is om te komen tot een koolstofarme economie, met 80-95% minder broeikasgasemissies dan in 1990, dan kan het emissiedoel voor 2030 gezien worden als tussendoel op weg daar naar toe. De vraag is dan of beleid dat gericht is op het tegen de laagste kosten halen van het emissiedoel voor 2030 (typisch via prijsinstrumenten zoals het ETS) ook die ontwikkelingen in gang zet die het mogelijk maken om na 2030 nog verder emissies te reduceren tegen acceptabele kosten. Dit is niet noodzakelijkerwijs het geval. De in hoofdstuk 3 geschetste maatregelen passen bij een ontwikkeling naar een koolstofarm energiesysteem. Maar om na 2030 over voldoende mogelijkheden te beschikken om emissies verder te reduceren, moet nu al daarop voldoende worden geanticipeerd middels het stimuleren van innovatieve technologieën, terwijl dat niet nodig is om de 2030-doelstellingen an sich te halen.

In Koelemeijer et al. (2013) is daarom beargumenteerd dat een efficiënte aanpak voor de lange termijn, naast beleid gericht op verminderen van emissies, ook vraagt om aanvullend beleid gericht op het wegnemen van barrières voor energiebesparing en gericht op het stimuleren van koolstofarme innovatieve technologieën. Vanuit de economische theorie kunnen aanvullende instrumenten gerechtvaardigd worden, omdat die andere vormen van marktfalen adresseren dan die van negatieve externe effecten van broeikasgasemissies waarvoor het beprijzen van emissies een geëigend instrument is. Vormen van marktfalen rond energiebesparing betreffen met name zogenoemde *split incentives* (waarbij degenen die kosten moeten maken niet degenen zijn die kunnen profiteren van de baten) en informatiegebrek over de baten van energiebesparing. Vormen van marktfalen rond innovatie betreffen met name kennis spillovers, waardoor degene die innoveert niet de volledige baten kan benutten van de innovatie (zie bijvoorbeeld Jaffe et al., 2005). Het formuleren van aanvullende doelstellingen kan een stimulant vormen om aanvullend beleid, gericht op het wegnemen van deze vormen van marktfalen, daadwerkelijk van de grond te krijgen.

Nu al werken aan opties die na 2030 van belang kunnen zijn

Efficiënte aanpak voor de lange termijn vergt aanvullend beleid voor wegnemen barrières voor besparing en voor stimuleren innovaties

Maar het gaat natuurlijk om het formuleren van concreet beleid en niet om de doelen op zich.

Europese Commissie onderkent belang van energie-innovatie voor lange-termijn emissiereductie

Ook de Europese Commissie onderkent in haar Impact Assessment dat voor het faciliteren van een energietransitie op lange termijn reeds nu aandacht voor innovatieve technieken nodig is. In het EU-scenario waarin alleen tegen de laagste kosten de 2030-doelen worden gehaald, worden innovatieve technologieën die voor emissiereductie op lange termijn nodig zijn, onvoldoende ontwikkeld, waardoor het volgens de Europese Commissie niet mogelijk is om in 2050 te komen tot een 80% emissiereductie. Alleen in scenario's waarin ook tot 2030 geïnvesteerd wordt in zogenaamde 'enabling technologies' kan in 2050 een 80% emissiereductie behaald worden. Tot deze 'enabling technologies' behoren onder andere intelligente netten, versterkte investeringen in elektriciteitsinfrastructuur om een verdere doorgroei van hernieuwbare elektriciteit te faciliteren, snellere ontwikkeling van CCS, ontwikkeling van batterij-technologie voor elektrische auto's, innovatieve biobrandstoffen, enzovoort.

Efficiënt innovatiebeleid vraagt meer dan alleen CO<sub>2</sub>-beprijzing

Vaak wordt gesteld dat innovaties idealiter zouden moeten worden uitgelokt door het beprizen van emissies, zoals via het ETS. Een veel gehoorde klacht is dat het huidige ETS wordt 'uitgehouden' door de doelen voor hernieuwbaar en besparing; de CO<sub>2</sub>-prijs blijft op een te laag niveau steken waardoor innovatie onvoldoende wordt geprikkeld. Uit berekeningen van de Europese Commissie blijkt inderdaad dat de CO<sub>2</sub>-prijs in 2030 in het ETS 40 euro/ton is bij een kostenoptimaal pakket, en dat de CO<sub>2</sub>-prijs bij een extra doel voor energiebesparing (30% besparing in plaats van 25% in het kostenoptimale pakket) afneemt naar 22 euro/ton en bij extra doelen voor energiebesparing en hernieuwbaar (30% aandeel in plaats van 27% in het kostenoptimaal pakket) verder daalt naar 11 euro/ton.

Innovatiebeleid moet innovaties in alle ontwikkelingsfasen adresseren

Toch dient hierbij te worden bedacht dat het doorgaan erg kostbaar is om echt innovatieve technieken te stimuleren via een ETS alleen. Ter illustratie: de CO<sub>2</sub>-prijs die nodig is om innovatieve technieken zoals CCS of wind op zee in hun huidige ontwikkelingsstadium te stimuleren zonder een subsidie-instrument naast het ETS, bedraagt meer dan 100 euro/ton. De consequentie van een dergelijke CO<sub>2</sub>-prijs op korte termijn zou zijn dat vele investeringen in fossiele technologie direct onrendabel zouden worden en vervroegd afgeschreven zouden moeten worden (zoals betrekkelijk nieuwe elektriciteitscentrales). Ook zouden vele minder innovatieve koolstofarme technologieën hierdoor sterk gestimuleerd worden. Daarom is aanvullend beleid voor innovatie (RD&D en uitrol), zoals SDE+ of fiscale stimulering efficiënter voor het stimuleren van innovatie dan een CO<sub>2</sub>-beprijzingsaanpak alleen. Zo helpt het ETS natuurlijk wel om innovatieve technieken concurrerend te krijgen, maar het is vooral geschikt om al bijna marktrijpe technieken een laatste steun in de rug te geven, en minder geschikt om innovaties die zich nog in een vroeger ontwikkelingsstadium bevinden te ondersteunen.

Meerwaarde van meerdere doelstellingen versus inefficiënties in beleid

### **Bredere analyse van doelstellingen**

Naast de bovenstaande verschillen tussen efficiëntie op korte en lange termijn zijn er ook andere argumenten voor een aanpak met meer doelen. Energiebeleid is breder dan alleen klimaatbeleid. Energiebeleid beoogt een schoon, zeker, betaalbaar en kansrijk energiesysteem. Het versterkt inzetten op energiebesparing en hernieuwbare energie

vermindert de geopolitieke afhankelijkheid van met name olie- en gas-exporterende landen. De crisis in de Oekraïne heeft het belang hiervan onderstreept.

Volgens berekeningen van de Europese Commissie leidt een kostenoptimale emissiereductie van 40% tot 25% energiebesparing en een aandeel van 27% hernieuwbare energie. De Commissie stelt dat de kosten van het energiesysteem tot 2030 met circa 1% toenemen indien 30% besparing bereikt moet worden in plaats van 25%<sup>31</sup>. Tegen deze relatief geringe meerkosten staan baten in de vorm van verminderde afhankelijkheid van energie-importen (en verbetering van de handelsbalans met energie-exporterende landen), een (tijdelijke) toename van het aantal banen met name in de bouwsector, hogere emissiereductie van broeikasgassen (indien de besparing niet binnen de ETS-sectoren valt) en andere luchtverontreinigende stoffen. Ook meer hernieuwbare energie brengt dergelijke baten met zich mee. Zo kan inzet op meer hernieuwbaar bijdragen aan de internationale marktkansen van bijvoorbeeld de offshore windsector.

Gezien het bovenstaande is de vraag of aanvullende doelstellingen leiden tot inefficiënties, en in welke mate dan, derhalve niet zo eenduidig in zijn algemeenheid te beantwoorden. Het hangt in elk geval af van de onderlinge verhouding van de hoogte van de doelstellingen, en het type doelstellingen dat wordt geformuleerd.

Meer aandacht voor het wegnemen van barrières voor energiebesparing, onder invloed van een doel voor besparing, kan de kosteneffectiviteit van het beleid vergroten, terwijl een te ambitieuze doelstelling het beleid juist duurder kan maken doordat daardoor ook relatief dure besparingsmaatregelen op grote schaal moeten worden toegepast. Dit laatste wordt in deze studie duidelijk zichtbaar.

Het stimuleren van energie-innovaties is niet hetzelfde als het stimuleren van hernieuwbare energie in het algemeen via een algemene doelstelling daarvoor. Niet alle hernieuwbare energie is innovatief of duurzaam (zoals sommige soorten biobrandstoffen of het meestoken van hout in kolencentrales). De doelstelling voor hernieuwbare energie biedt nauwelijks een stimulans voor meer innovatieve biomassa-toepassing, zoals de verwerking van houtachtige gewassen en reststromen tot biobrandstoffen en groen gas – een technologie die voor vergaande emissiereductie op de langere termijn cruciaal is. De doelstelling kan immers met goedkopere opties worden gehaald, zoals door het bij- en meestoken van biomassa in kolencentrales. Op energiegebied zou innovatie beter kunnen worden gestimuleerd door het stellen van specifiekere doelen voor het inzetten van innovatieve CO<sub>2</sub>-arme technologieën zoals innovatieve biomassa-conversie (anders dan directe verbranding) en afvang en opslag van CO<sub>2</sub>.

In het algemeen kan gesteld worden dat indien gekozen wordt voor een meer-doelen aanpak, deze doelen goed op elkaar afgestemd moeten worden en dat deze onderlinge afstemming regelmatig moet worden herijkt, bijvoorbeeld als economische en/of technologische ontwikkelingen anders verlopen dan aanvankelijk was voorzien. Dit wordt gemakkelijker wanneer beleidsinstrumenten flexibel zijn ontworpen en kunnen worden bijgesteld als daartoe aanleiding is.

Europees breed zijn meerkosten van besparingsdoel volgens de Europese Commissie relatief gering.

Wel of geen inefficiënties bij meer doelen niet eenduidig te beantwoorden.

Extra doel voor energiebesparing op nationaal niveau kan tot forse toename nationale kosten leiden

Stimuleren energie-innovatie is niet hetzelfde als het stimuleren van hernieuwbare energie in het algemeen

Flexibele beleidsinstrumenten maakt onderlinge afstemming doelen eenvoudiger

31 Voor Nederland komt deze analyse op veel hogere kosten.

# Referenties

CE Delft, 2009. Milieudifferentiatie van de kilometerprijs. Effecten van verschillende milieudifferentiaties van de kilometerprijs voor vrachtauto's, bestelauto's en autobussen.

CE Delft, 2010. Opties voor schoon en zuinig verkeer.

CPB/PBL, 2012. Keuzes in kaart 2013-2017. Een analyse van tien verkiezingsprogramma's, CPB/PBL, Den Haag.

Daniëls B et al., 2013. Energie efficiency Directive Artikel 7, Nederlandse Invulling, ECN--E-13-061, ECN, Petten.

Departe A and Ollivier T, 2011. A prospective study of second-generation biofuels: an analysis of their economic and environmental efficiency.

EC, 2008. European energy and transport, Trends to 2030 - update 2007, Brussels.

EC, 2011a. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050, Brussels, 8.3.2011, COM(2011) 112 final.

EC, 2011b. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, Energy Roadmap 2050, Brussels, 15.12.2011, COM(2011) 885 final.

EC, 2014a. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, A policy framework for climate and energy in the period from 2020 to 2030, Brussels, 22.1.2014, COM(2014) 15 final.

EC, 2014b. Proposal for a Decision of the European Parliament and of the Council concerning the establishment and operation of a market stability reserve for the Union greenhouse gas emission trading scheme and amending Directive 2003/87/EC, Brussels, 22.1.2014, COM(2014) 20/2.

EC, 2014c. Communication from the commission to the European Parliament and the Council, Energy Efficiency and its contribution to energy security and the 2030 framework for climate and energy policy, Brussels, 23.7.2014, COM(2014) 520 final.

EC, 2014d. Impact assessment accompanying the document Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, A policy framework for climate and energy in the period from 2020 up to 2030, Brussels, 22.1.2014, SWD(2014) 15 final.

EC, 2014e. Impact assessment accompanying the document Communication from the Commission to the European Parliament and the Council, Energy Efficiency and its



contribution to energy security and the 2030 Framework for climate and energy policy, Brussels, 23.7.2014, SWD(2014) 255 final.

ECN/PBL, 2013. Het Energieakkoord: wat gaat het betekenen? Inschatting van de gemaakte afspraken, Petten/Den Haag.

ECN/PBL, 2014. Nationale Energieverkenning. (in voorbereiding)

ICCT, 2012. Summary of the EU cost curve development methodology.

IEA, 2013. Global EV Outlook - Understanding the Electric Vehicle Landscape to 2020, April 2013.

Jaffe AB, Newell RG and Stavins RN, 2005. A tale of two market failures: Technology and environmental policy, Ecological economics 54, 164–174.

Koelmeijer RBA et al., 2013. EU policy options for climate and energy beyond 2020, PBL publication number 1082, PBL, The Hague.

Nijland H et al., 2012. Elektrisch rijden in 2050: gevolgen voor de Leefomgeving, PBL, Den Haag.

OEKO-Institut, 2014. Options for non-ETS target setting in 2030, OEKO-Institut working paper 1/2014.

PBL/ECN, 2011. Naar een schone economie in 2050: routes verkend, PBL-publicatienummer: 500083014, ECN-rapportnummer: ECN-O- -11-076, PBL, Bilthoven/Den Haag.

PBL, 2013. Non-ETS emission targets for 2030, Indication of emission targets for the Netherlands and other EU Member States under the European Effort Sharing Decision, PBL Publication number 1192, PBL, Bilthoven.

Ricardo-AEA, 2012. Exploring possible car and van CO<sub>2</sub> emission targets for 2025 in Europe

Smeets W en Ros J, 2014. Houtige biomassa voor bio-energie - CO<sub>2</sub>-effecten en technische ontwikkelingen, PBL-publicatienummer 1278, Bilthoven/Den Haag.

Tigchelaar C, Daniëls BW en Menkveld M, 2011. Obligations in the existing housing stock: who pays the bill? ECN-L--11-073

VROM, 1998. Kosten en baten in het milieubeleid - definities en berekeningsmethoden. Publicatiereeks milieustrategie 1998/6. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu (VROM), Den Haag.



# Bijlage A. Basispad en rekenvarianten

## NEV

De baseline voor de berekeningen aan de 2030 doelen is ontleend aan de nieuwe Nationale Energieverkenning, die in oktober 2014 uitkomt. Hiermee zijn de berekeningen gebaseerd op de meeste recente inzichten ten aanzien van de toekomstige ontwikkeling van energiegebruik en broeikasgasemissies voor Nederland. De berekeningen met OPERA starten op basis van de situatie in 2030 zoals die ontleend is aan de NEV-variant met vastgesteld beleid. Voor 2030 zijn overigens de verschillen tussen de varianten met vastgesteld en voorgenomen beleid verwaarloosbaar in het licht van alle onzekerheden. Het percentage hernieuwbaar is nagenoeg gelijk, en de niet-ETS emissies liggen circa een halve Mton uit elkaar.

Het gebruik van de variant met vastgesteld beleid in plaats van voorgenomen beleid heeft twee tegengestelde effecten. Doordat er een halve Mton extra emissie vermeden moet worden, kunnen de kosten iets hoger liggen. Maar daar staat tegenover dat er meer ruimte is om die emissiereductie op een kostenoptimale manier te realiseren. In het licht van de geldende onzekerheden is de impact daarom verwaarloosbaar.

## Energieakkoord en ambities

De realisatie van de ambities van het Energieakkoord is geen onderdeel van het basispad zoals dat in de berekeningen opgenomen is. Wel is apart een inschatting gemaakt van de impact op de cumulatieve emissie t/m 2020.

## Aannames en scenario's

**Tabel 15** geeft een overzicht van de verschillende varianten waarmee OPERA gerekend heeft. Het leeuwendeel van de berekeningen gaat uit van 50% ontsluiting van het potentieel in de niet-ETS sectoren, inclusief de opties met negatieve kosten. Op basis van deze aanname zijn de verschillende (combinaties van) doelen voor niet-ETS, hernieuwbaar en finaal verbruik doorgerekend, zoals de tabel die specificiert.

Voor alleen het niet-ETS doel is ook het effect van een aantal andere aannames en doelen verkend:

- Een hoger ontsluitingspercentage, namelijk 75%.
- Uitsluiting van opties met negatieve kosten.
- Tussenliggende niveaus voor de 2030 niet-ETS emissies: van 90-65 Mton in stappen van 1 Mton.

De combinaties van doelen zijn alleen doorgerekend voor de waarden zoals de tabel die specificceert.

**Tabel 15:** Overzicht van doorgerekende varianten

Factor	Mogelijke varianten/toelichting	Impact op ETS	Impact op niet-ETS
CO <sub>2</sub> -doelen EU-breed	40%	X	X
EU-doel hernieuwbaar 27% in 2030	20, 22, 24,26% voor Nederland	X	X
Besparingsdoel	Als plafond op bruto finaal verbruik: geen, 15, 17, 19, 21, 23, 25%		
CO <sub>2</sub> -prijzen	40€/ton op basis van impact assessment, lagere prijzen bij aanvullende doelen hernieuwbaar	X	x (indirect)
Effort sharing	28, 33, 38, 43, 48% compleet en inclusief combinatie met doelen hernieuwbaar en energiegebruik		X
Inzet banking	Niet, volledig voor periode 2020-2030, deel van periode voor 2020. Emissieniveaus kunnen ook corresponderen met andere combinaties van doelen en bankingstrategie		X
Inzet politiek/maatschappelijk gevoelige of moeilijk instrumenteerbare maatregelen	50% instrumentatie van niet-ETS potentieel voor alle varianten, 75% gevoeligheidsanalyse, uitsluiting van opties met negatieve kosten gevoeligheidsanalyse		X
Importsaldo elektriciteit	Zelfvoorzienendheid verondersteld	X	

# Bijlage B. OPERA

## Algemene beschrijving

De verschillende doelen voor 2030, al dan niet in combinatie, zijn doorgerekend met het OPERA-model (Option Portfolio for Emissions Reduction Assessment). Het model beschikt over een uitgebreide database van technieken en kan daarmee vaststellen welke configuratie van het energiesysteem onder alle randvoorwaarden tegen de laagst mogelijke kosten aan alle opgelegde doelen voldoet.

In werkelijkheid wijken ontwikkelingen vaak af van dit kostenoptimale beeld. Zon-PV is vanuit maatschappelijk oogpunt tot 2030 bijvoorbeeld niet kostenoptimaal, maar groeit wel sterk in doordat het beleid (energiebelasting + salderingsregeling) zon-PV voor de eindgebruiker erg aantrekkelijk maakt. Daarom biedt OPERA ook uitgebreider mogelijkheden om heel specifiek bepaalde ontwikkelingen in te voeren. De berekeningen gaan er bijvoorbeeld van uit dat alle opties die in de baseline voorkomen door het effect van beleid, op minimaal dat niveau moeten blijven.

## Integraal systeemmodel

OPERA heeft als bouwstenen de belangrijkste processen die in het energiesysteem een rol spelen voor zowel de invulling van de vraag, als de productie van energie en de omzetting van energie in een vorm die aansluit bij de vraag en transport van energie (netwerken). De verschillende processen in het modellen hebben alle hun specifieke inputs en outputs. Processen kunnen – al dan niet via netwerken – aan elkaar leveren.

Het model wordt gedwongen processen in te zetten doordat de vraag naar energiediensten moet worden vervuld. In het grootste deel van de sectoren is die vraag weergegeven als de finale elektriciteitsvraag (apparaten, verlichting) of de finale warmtevraag (ruimteverwarming, procesondervuring). In een beperkt aantal gevallen is de in te vullen activiteit specifiek opgenomen (bijvoorbeeld personenkilometers of tonkilometers in de transportsector, ammoniakproductie in de chemie, enzovoort). Het model kan processen inzetten om deze vraag in te vullen, maar beschikt ook over opties om de vraag te verminderen. Vergelijk warmtepompen (invulling) met isolatie (vermindering).

OPERA maakt voor zijn invoergegevens onder meer gebruik van de uitkomsten van het NEV-rekensysteem, met name voor de invulling van de baseline die de vraag naar energiediensten dicteert. Het NEV rekensysteem is veel gedetailleerder in zijn weergave van het energiesysteem, maar OPERA kan veel beter en sneller verschillende doelen en varianten verkennen.

Het model biedt de gebruiker verder uitgebreide mogelijkheden om afzonderlijke aannames – beschikbaarheid van potentiëlen, verplichtingen of verboden - handmatig in te stellen.

## Potentiëlen

OPERA omvat technische potentiëlen van allerlei maatregelen – zoals besparingen, hernieuwbare energie, CCS. De potentieelinschattingen voor zover van belang voor de Europese doelen in 2030 zijn recent (in 2013 en 2014) opnieuw ingeschat.

Technische potentiëlen hebben vaak een beperkte waarde voor de praktische haalbaarheid. De berekeningen gaan daarom voor de belangrijkste technieken uit van aanvullende beperkingen ten aanzien van instrumenteerbaarheid (zie bijlage J).

## Doelen en heffingen

Voor de berekeningen van de Europese doelen in 2030 maakt OPERA gebruik van de rekenregels en definities die gelden voor de soortgelijke doelen in 2020 (zie bijlagen E en F). Voor het ETS rekent OPERA met de CO<sub>2</sub>-prijs, niet met een afzonderlijk emissieplafond (zie bijlage C). Dat laatste geldt immers niet voor afzonderlijke lidstaten.

Voor de niet-ETS geldt wel een plafond. OPERA berekent hoe de emissies van processen in het niet-ETS onder dit plafond kunnen blijven. De afweging met verplaatsing van emissies naar het ETS is hierbij onderdeel van de berekeningen. Als er doelen gelden voor hernieuwbare energie is dit als percentage van het bruto finaal verbruik; ditzelfde bruto finaal verbruik kan ook gelden als doel (plafond) op het energiegebruik.

OPERA houdt bij het halen van de doelstelling van hernieuwbare energie zowel rekening met het tellereffect (meer hernieuwbare energieproductie) als met het noemereffect (minder bruto finaal verbruik). Energiebesparing kan dus ook een (veelal beperkt) onderdeel zijn van een kostenoptimale strategie om het doel voor hernieuwbare energie te halen.

## Intermittency en flexibiliteit

Een groter aanbod van intermitterend wind- en zonne-energie kan grote consequenties voor de rest van het energiesysteem hebben. De bedrijfstijd van andere elektriciteitsopwekking kan bijvoorbeeld sterk afnemen, terwijl wel een bepaalde hoeveelheid vermogen nodig is om op momenten met weinig zon en wind in de behoefte te voorzien.

Door gebruik te maken van vraag- en aanbodpatronen houdt OPERA rekening met fluctuaties in vraag (warmte, elektriciteit) en aanbod (wind, zon). Voor elk uur van het jaar zijn vraag en potentieel aanbod bekend. Omwille van de rekensnelheid worden de uurpatronen samengevoegd in *timeslices*, waarbij elk *timeslices* uren omvat met een soortgelijke situatie qua vraag en aanbod. De gebruiker van het model kan de tijdsresolutie – het aantal *timeslices* – in stellen. Een hoge tijdsresolutie betekent een grotere precisie, maar ook meer rekentijd.

Leveringszekerheid – het mogen van het energiesysteem om op elk afzonderlijk moment in de vraag te voorzien – is onderdeel van de randvoorwaarden waar de resultaten aan moeten voldoen. Door te rekenen met *timeslices*, en per *timeslice* vraag en aanbod op elkaar af te stemmen, houdt OPERA rekening met de impact van meer zon en wind, zonder dat de leveringszekerheid in gevaar komt. De extra kosten van inpassing van zon- en wind, waaronder kosten voor reservevermogen, eventuele behoefte aan energieopslag en vraagsturing, zijn daarmee onderdeel van de gerapporteerde kosten.

## Systeemgrenzen

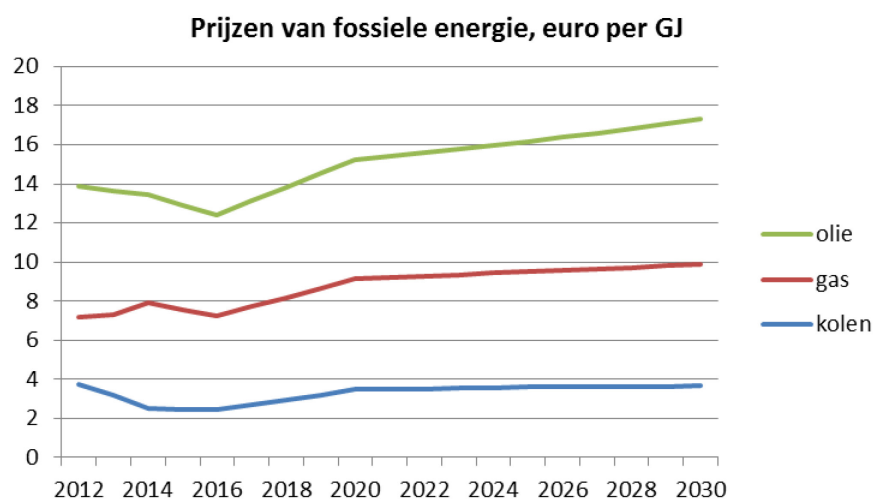
De scope van OPERA is beperkt tot Nederland. Ontwikkelingen in het buitenland zijn exogeen, maar de gebruiker van OPERA kan eventueel de veronderstelde ontwikkelingen wel aanpassen. De import en export van elektriciteit is in de berekeningen constant verondersteld: een verandering van het import-exportsaldo en van de elektriciteitsprijs kunnen alleen maar verantwoord berekend worden, als er informatie is over de manier waarop andere lidstaten omgaan met de doelen in 2030.

# Bijlage C. Energie- en CO<sub>2</sub>-prijzen

## Energieprijzen

De prijzen van fossiele energiedragers en rechten van CO<sub>2</sub>-emissie in het EU-ETS zijn overgenomen uit de NEV (vastgesteld beleidsscenario; ECN/PBL, 2014). In de NEV is voor de prijsontwikkeling van fossiele energie aangesloten bij huidige marktprijzen en forwardprijzen voor de korte termijn en IEA-scenario's voor de langere termijn (**Figuur 6**).

**Figuur 6:** Veronderstelde ontwikkeling van de prijs van kolen, olie en gas (€/GJ, prijspeil 2012)



## CO<sub>2</sub>-prijs in het ETS

Voor wat betreft de CO<sub>2</sub>-prijsontwikkeling in het ETS is in deze studie aangesloten bij de prijzen uit de verschillende Impact Assessments van de Europese Commissie (EC, 2014d en e). De Europese Commissie rekent daarin met een prijs van 40 €/ton bij een aanscherping van het ETS plafond zodanig dat er een 43% emissiereductie wordt gerealiseerd in het ETS ten opzichte van 2005 – hetgeen consistent is met een EU-brede reductie van 40% ten opzichte van 1990 (zie hoofdstuk 2). Deze prijs hanteert de Commissie in geval er geen aanvullende doelstellingen gelden voor hernieuwbaar en energiebesparing.

Het formuleren van een doelstelling voor energiebesparing en/of het aandeel hernieuwbare energie zal leiden tot het forceren van maatregelen die bijdragen aan het realiseren van deze doelstellingen. De afname van de CO<sub>2</sub>-emissie als gevolg hiervan zal



deels neerslaan in de ETS, waardoor de vraag naar ETS-rechten afneemt en de prijs van CO<sub>2</sub>-rechten daalt<sup>32</sup>. Uit de impact assessments blijkt dat de CO<sub>2</sub>-prijs in het ETS met bijna 3 €/ton daalt per procentpunt hogere EU-brede doelstelling voor hernieuwbaar (hogere dan de 27% die hoort bij een kostenoptimale invulling van de 40% reductiedoelstelling). Een procentpunt toename EU-breed leidt in Nederland tot een minder grote toename van het percentage hernieuwbaar (omdat het aandeel hernieuwbaar in Nederland onder het EU-gemiddelde ligt). Wanneer het prijseffect wordt vertaald naar procentpunten hernieuwbaar in Nederland, gaat het om een effect van circa 5,5 €/ton daling van de CO<sub>2</sub>-prijs per procentpunt hogere hernieuwbare doelstelling voor Nederland. Met dit prijseffect is rekening gehouden in de berekening van de nationale kosten (zie **Tabel 16**).

**Tabel 16:** Verondersteld effect van doel hernieuwbaar op de CO<sub>2</sub>-prijs in het ETS

Hernieuwbaar doel		CO <sub>2</sub> -prijs
EU-breed [%]	Nederland [%]	[€/ton]
27	20	40
30	22	32,5
32	24	25
35	26	17,6

Ook bij een doelstelling voor energiebesparing is een dergelijk effect te verwachten. Omdat geen informatie beschikbaar is hoe een EU-brede doelstelling zich verhoudt tot een doelstelling voor Nederland is dit prijseffect voor energiebesparing niet meegenomen. In de varianten waarin is gerekend aan plafonds op het finaal energiegebruik is daarom steeds gerekend met een CO<sub>2</sub>-prijs in het ETS van 40 €/ton. Voor de resultaten ten aanzien van de meerkosten voor besparing is dit prijseffect overigens gering; de kosten die gemoeid zijn met het realiseren van het doel voor energiebesparing liggen in Nederland veel hoger dan de baten in de vorm van daling van de prijs van CO<sub>2</sub>-rechten.

<sup>32</sup> Verondersteld is dat aanvullende doelen voor hernieuwbaar en/of energiebesparing voor Nederland alleen aan de orde zijn als daartoe EU-breed wordt besloten, en dus andere landen vergelijkbare doelen krijgen opgelegd. Hierdoor zal er een daling optreden van de CO<sub>2</sub>-prijs in het ETS.

# Bijlage D. Effort sharing

**Tabel 17** geeft een overzicht van hoe verschillende verdeelsleutels voor effort sharing leiden tot verschillende reductiedoelen voor Nederland. Bij een kosteneffectieve verdeling van de inspanning over Europa, hoeft Nederland iets minder te doen dan Europees gemiddelde reductie (bijvoorbeeld 28% reductie voor NL tegen 30% EU gemiddeld; berekeningen op basis van het Primes-model). Indien wordt uitgegaan van het verdelen van de beleidsinspanning naar inkomen per hoofd van de bevolking (GDP per capita), zou Nederland 40%-43% moeten reduceren bij een EU-gemiddelde reductie van 30%. Indien zou worden uitgegaan van gelijke emissieruimte per capita in 2030, zou Nederland 48% moeten reduceren bij een EU gemiddelde reductie van 30%.

**Tabel 17:** Mogelijke doelstellingen voor de niet-ETS voor Nederland in 2030

	niet-ETS reductie EU-breed t.o.v. 2005	Verdeelsleutel	niet-ETS reductie NL	Bron/opmerking
a	30%	Kosteneffectief Primes GHG(R)	28%	EC, 2014d, p. 119-120. Bijbehorend RES-realiserie in NL: 19% (25% EU-breed)
b	34%	Kosteneffectief Primes GHG40/EE/RES30	32%	EC, 2014d, p. 119-120. Bijbehorend RES-realiserie in NL: 24% (30% EU-breed)
c	30%	GDP per capita	40%	Verdonk en Hof, 2013. Verdeling o.b.v. inkomen per capita, scenario A (minst welvarende MS gaat naar 0% reductie t.o.v. 2005)
d	30%	GDP per capita	43%	Verdonk en Hof, 2013. Verdeling o.b.v. inkomen per capita, scenario B (minst welvarende MS gaat naar 0% reductie t.o.v. 2020, en dus 20% toename t.o.v. 2005)
e	30%	Alle landen 21% extra reductie t.o.v. 2020 target	37%	OEKO, 2014.
f	30%	Per capita	47%	OEKO, 2014.
g	30%	GDP per capita	42%	OEKO, 2014. Zodanig dat EU13 zelfde reductie-inspanning heeft als bij per capita
h	30%	Long term convergence	38%	OEKO, 2014. Combinatie equal per capita and GDP per capita

# Bijlage E. Hernieuwbaar

De huidige Europese doelstelling voor hernieuwbare energie is uitgedrukt als aandeel in het finale energiegebruik: welk deel van de *bruto finale energievraag* wordt ingevuld door hernieuwbare energie. De hier uitgevoerde berekeningen voor 2030 gaan er van uit dat een eventuele Europese doelstelling voor hernieuwbaar net als nu uitgedrukt wordt als aandeel in het bruto finale energiegebruik.

## Europese berekening (finale methode)

De Europese methode<sup>33</sup> hanteert voor verschillende technieken verschillende “recepten” om de bijdrage aan de doelstelling te berekenen. Het Protocol Duurzame Energie beschrijft in detail de manier om de productie van duurzame energie van specifieke installaties te berekenen. Hierbij zijn vaak gegevens tot op bedrijfsniveau nodig. De 2030 berekeningen in OPERA maken gebruik van 5 ‘standaardrecepten’. Deze standaardrecepten maken wel in een aantal gevallen gebruik van techniek-specifieke factoren. Het gaat daarbij om de volgende vijf.

### Biomassa input

Bij het standaardrecept biomassa input telt de consumptie van biomassa mee als duurzame productie. Voorbeelden van technieken waarvoor dit geldt zijn biomassa ketels, de consumptie van biobrandstoffen in auto’s en de consumptie van biomassa voor feedstock.

### Brutoproductie

Bij het standaardrecept brutoproductie telt de totale productie van elektriciteit en/of warmte, inclusief de productie voor eigen consumptie van warmte en elektriciteit van de installatie. Bij technieken die geen eigen gebruik hebben, is de brutoproductie gelijk aan de nettoproductie. OPERA kent alleen nettoconsumptie en -productie in processen, en hanteert daarom voor de relevante processen een bruto/netto factor voor warmte en/of elektriciteit.

Voorbeelden van processen waarvoor het brutoproductie recept geldt, zijn windenergie, zon-PV, geothermie en zonneboiler (bruto=netto), biomassa WKK, en mest(co)vergisting met productie van elektriciteit en warmte.

### Meestook biomassa

De berekening voor biomassameestook is identiek aan die bij brutoproductie, maar met een correctie op basis van het meestookpercentage.

33 In het verleden rekende Nederland met vermeden primaire energie: tot welke vermeden inzet van fossiele energie leidt de inzet van hernieuwbare energie. Een belangrijk verschil tussen beide methodes is dat bij de Europese finale energiemethode niet relevant is hoe de energievraag anders ingevuld zou worden; bij de Nederlandse vermeden primair methode is dat wel relevant. Een belangrijk gevolg is dat bij de Europese methode hernieuwbare elektriciteit een relatief kleiner gewicht in de schaal legt dan bij de Nederlandse methode.

## Groen gas

Bij het standaardrecept groen gas telt de geleverde warmte en elektriciteit. Omdat groen gas in het gasnet wordt gepompt, en daardoor niet bekend wat precies de bestemming van dat gas is, rekent OPERA met een default factor op basis CBS statistieken. Deze factor is 0,8, Dat betekent dat per PJ groen gas dus gemiddeld 0,8 PJ elektriciteit plus warmte gezamenlijk geproduceerd wordt. Het protocol zegt niets over de productie van waterstof uit biomassa; voor zover inzet en productie van waterstof uit biomassa in 2030 een rol spelen gaan de berekeningen er van uit dat dit analoog is aan de productie van groen gas.

## (Hybride) warmtepompen

Bij warmtepompen telt de geleverde warmte, minus de consumptie van niet duurzame energie (dus productie minus input van fossiele herkomst). De consumptie kan zowel elektriciteit als aardgas zijn. Bij hybride warmtepompen is een warmtepomp gecombineerd met een back-up ketel: ook in dat geval wordt naar de totale productie minus de fossiele consumptie gekeken; deze laatste is bij hybride systemen veelal hoger dan bij zuivere warmtepompen.

## Verhandelbaarheid

De berekeningen gaan uit van realisatie op het eigen grondgebied. Als rekening wordt gehouden met verhandelbaarheid van hernieuwbare energie tussen EU-lidstaten, zullen de resultaten anders uitvallen. Omdat Nederland relatief weinig eigen potentieel heeft, ligt het voor de hand dan hernieuwbare energie gaat importeren. Dat kan dan wellicht tegen lagere kosten, maar daartegenover staat een kapitaalstroom naar het buitenland voor de import van hernieuwbare energie.

# Bijlage F. Besparing

## Definities en scope

Voor energiebesparing zijn talloze mogelijkheden om doelstellingen te formuleren. De berekeningen in deze rapportage gaan uit van een absoluut plafond op het bruto finale verbruik. Dit bruto finale verbruik bestaat uit de energievraag van eindgebruikers als huishoudens, industriële bedrijven, dienstensectoren en auto's. In het bruto finale verbruik tellen de consumptie van brandstof en elektriciteit even zwaar; er wordt dus geen rekening gehouden met het feit dat voor de productie van elektriciteit vaak 2 tot 2,5 keer zo veel brandstof nodig is. Bij een doelstelling op het primaire verbruik zou dat wel meetellen.

Een andere manier om een besparingsdoel te formuleren is een efficiencydoelstelling in plaats van een verbruiksdoelstelling. Hierbij wordt de besparing ten opzichte van een bepaalde referentiesituatie berekend. De Nederlandse doelstellingen in het verleden waren een voorbeeld van zo'n efficiencydoelstelling (conform het Protocol Monitoring Energiebesparing), evenals de doelstelling uit artikel 7 van de EED. Een algemeen probleem bij efficiencydoelstellingen tegenover verbruiksdoelstellingen is dat je bij efficiencydoelen een referentie moet kiezen om de behaalde energiebesparing aan af te meten.

## Aanpak in de berekeningen

Het bruto finale verbruik bestaat uit de energievraag van eindgebruikers als huishoudens, industriële bedrijven, dienstensectoren en auto's. Het is opgebouwd uit de levering van elektriciteit aan eindgebruikers voor apparaten en verlichting, de brandstofconsumptie van ketels en auto's, de productie van warmte en elektriciteit door WKK die bij eindgebruikers opgesteld staat, de warmte en elektriciteit uit hernieuwbare energietechnieken die bij eindgebruikers opgesteld staat en de directe levering van warmte via warmtenetten. Hier bovenop komen nog de transport- en distributieverliezen in de elektriciteitsnetten, en de eigen consumptie van elektriciteit bij de elektriciteitsopwekking. De brandstofconsumptie voor grensoverschrijdend verkeer (scheepvaart, luchtvaart) telt mee tot een maximum van 6,7% van het totale finale verbruik van de andere sectoren.

De verschillende componenten uit het bruto finale verbruik zijn in OPERA te koppelen aan het verbruik of de productie van de diverse opties. Het model kan zo het bruto finale verbruik berekenen, en een eventuele plafond daarop als randvoorwaarde meewegen in de optimalisatie.

# Bijlage G. Potentiëlen en kosten

## Milieukostenmethodiek

De kosten zoals berekend zijn de Nationale Kosten volgens de Milieukostenmethodiek (VROM 1998). Dit is het saldo van *directe* kosten én baten vanuit maatschappelijk kostenperspectief. De kosten omvatten investeringen, die tegen een maatschappelijke disconteringsvoet (4%) vertaald worden naar jaarlijkse kosten, de bedienings- en onderhoudskosten, en de baten van vermeden energiegebruik tegen wereldmarktprijzen. Ook de netto aankoop of verkoop van CO<sub>2</sub>-rechten in het Europese emissiehandelssysteem is hier onderdeel van de kosten of baten.

### **Eindgebruikerskosten**

Leveringstarieven en energiebelasting zijn geen onderdeel van de Nationale kosten: hierbij zijn de baten voor de ene partij in Nederland juist kosten voor een ander. Vanuit de BV Nederland gezien is de netto aankoop of verkoop van De Nationale Kosten vormen een smal kostenbegrip: allerlei 'bredere' kosten zoals indirecte effecten en externe kosten zijn er geen onderdeel van.

### **Een bijzondere post: reistijdverlies**

Een bijzondere post in de berekening vormen de baten van rekeningrijden: deze maatregel leidt tot baten vanwege minder reistijdverlies. Omdat dit een zeer substantiële baat is, wordt deze wel meegenomen.

### **Geen bredere maatschappelijk kosten en baten**

Bij een complete maatschappelijke kosten-baten analyse spelen nog veel meer posten een rol, die geen onderdeel zijn van de Nationale Kosten uit de Milieukostenmethodiek.

Voorbeelden zijn:

- reguleringskosten van beleid,
- structurele effecten op de economie,
- baten van verminderde emissies door lagere schade (emissies van broeikasgassen, maar ook bijvoorbeeld luchtverontreinigende emissies),
- baten ten gevolge van verminderde importafhankelijkheid.

## Beschrijving van de potentiëlen

Dit onderdeel bevat per sector een korte beschrijving van de belangrijkste soort maatregelen, vanuit de mogelijkheden om uitstoot van niet-ETS broeikasgasemissies te verminderen. Het effect op hernieuwbare energie en het finale en primaire verbruik komt alleen in de tabellen aan de orde. In een aantal gevallen is het onderbrengen van een maatregel bij een sector tamelijk willekeurig, omdat de betreffende maatregel niet

sterk gekoppeld is aan de normale activiteiten van de sector. Een voorbeeld is wind op land, waarvan een groot deel opgesteld staat bij de landbouw, en waarvan de elektriciteitsproductie in het elektriciteitsnet wordt ingevoed en niet binnen de sector ingepast moet worden. Dit in tegenstelling tot een maatregel als geothermie, waarvan de warmte ter plekke ingepast moet worden in de bedrijfsvoering. Per sector wordt een beperkt aantal categorieën maatregelen besproken.

## Gebouwde omgeving

**Tabel 18** geeft een overzicht van belangrijke soorten maatregelen in de sector, en de doelen waarop ze een effect kunnen hebben.

**Tabel 18:** Mogelijke maatregelen in de gebouwde omgeving

	Niet-ETS	ETS	Hernieuwbare energie	Verbruiksplafond	
				Finaal	primair
Besparing op warmte bij huishoudens, diensten	+		i	+	+
Besparing op elektriciteit, bijv. apparaten		+	i	+	+
Kleinschalige elektrische warmtepompen huishoudens, diensten	+	-	+		
Kleinschalige gaswarmtepompen huishoudens, diensten	+		+		
Biomassa, inclusief groen gas	+		+		
Geothermie (vnl. collectief)	+	-	+		
Kleinschalige WKK en micro-wkk	-	+			+
Zon-PV		+	+		+
Warmtelevering aan bijv. huishoudens	+	-			+

### Besparing

De kosten van besparingstechnieken in de gebouwde omgeving variëren sterk, zowel door de diversiteit aan technieken als de variatie in situaties waar deze technieken toegepast kunnen worden. In het algemeen liggen de nationale kosten echter hoog, en is het potentieel relatief beperkt. Dit komt doordat het bestaande beleid en de tariefstelling van energiebelastingen al tot een flinke ontsluiting van het potentieel hebben geleid. De betekenis voor verdergaande emissiereductie in het niet-ETS is daardoor tot 2030 beperkt.

### Hernieuwbare warmte inclusief biomassa

Het potentieel aan hernieuwbare warmte is aanzienlijk, en maakt een substantieel deel uit van de kostenoptimale reducties. Dit potentieel is om twee redenen minder ontgonnen dan bij energiebesparing. In de eerste plaats zijn veel technieken nog relatief nieuw, en staan ze aan het begin van grootschaliger toepassing. In de tweede plaats is de stimulering ervan door bestaand beleid minder sterk geweest. Omdat bijvoorbeeld veel hernieuwbare warmtetechnieken gepaard gaan met een toename van de elektriciteitsconsumptie, tegenover een afname van de gasconsumptie, ontmoedigen

de huidige energiebelastingtarieven – die relatief hoger zijn op elektriciteit – deze technieken tot op zekere hoogte.

### Elektrificatie

Als zelfstandige optie of als onderdeel van veel hernieuwbare warmte kan brandstof ook vervangen worden door elektriciteit. Als onderdeel van hernieuwbare warmte leidt dit ook overall tot emissiereductie, maar bij bijvoorbeeld een elektrische boiler is er per saldo een emissietoename (die wel weer wordt geabsorbeerd binnen het ETS).

Toepassing van de laatst soort maatregelen vindt dan ook alleen plaats bij zeer strenge emissieplafonds voor het niet-ETS, en valt eigenlijk buiten een plausible invulling van het niet-ETS plafond.

## Industrie

**Tabel 19:** Maatregelen in de industrie

	Niet ETS	ETS	Hernieuwbare energie	Verbruikplafond	
				Finaal	primair
Besparing op warmte bij kleine industrie	+		l	+	+
Besparing op warmte bij energie-intensieve industrie		+	i	+	+
Besparing op elektriciteit		+	i	+	+
Geothermie bij niet-ETS	+	-	+		
Kleinschalige WKK	-	+			+
Grootschalige WKK		+			+
Reductie overige broeikasgassen	+				
CCS		+			-
Biomassa niet ETS	+		+		
Restwarmtelevering aan bijv. huishoudens	+	-			+

De niet-ETS emissies van de industrie zijn beperkt van omvang. Maatregelen om de emissies terug te dringen omvatten een aantal hernieuwbare warmteopties, waaronder biomassa (**Tabel 19**).

Ook kleinschalige WKK kan een rol spelen. Bij hogere CO<sub>2</sub>-prijzen in het ETS kan de kleinschalige WKK buiten het ETS een stimulans krijgen, wat ongunstig is voor het halen van de niet-ETS emissiedoelen. Bij strengere niet-ETS doelen laten de berekeningen een teruggang in de warmteproductie door kleinschalige WKK zien.



## Landbouw (energiegerelateerde emissies)

**Tabel 20:** Maatregelen in het energieverbruik van de landbouw

	Niet-ETS	ETS	Hernieuwbare energie	Verbruiksp plafond	
				Finaal	primair
Besparing op warmte landbouw	+		I	+	+
Besparing op elektriciteit, alle sectoren		+	I	+	+
Elektrische warmtepompen en WKO	+	-	+		
Geothermie bij niet-ETS	+	-	+		
Kleinschalige WKK	-	+			+
Windenergie		+	+		+

### Kleinschalige WKK

In de landbouw is de rol van kleinschalige WKK groot. De afname van de niet-ETS emissies vindt plaats door onder andere vermindering van de warmteproductie uit WKK (Tabel 20).

### Alternatieve warmtebronnen

Deze warmte wordt vervolgens deels opgewekt door conventionele ketels, maar ook door hernieuwbare warmteopties zoals geothermie en warmte-koude-opslag in combinatie met warmtepompen. Ook extra inzet van biomassa kan een rol spelen.

## Verkeer

In de NEV (zowel het vastgestelde beleidsscenario (NEV-V) als vastgesteld en voorgenomen beleidsscenario (NEV-VV)) is het volgende beleid meegenomen:

- Invoering van een norm van 130 g/km voor personenauto's per 2015 en tot 175 g/km voor bestelauto's per 2017.
- Verdere aanscherping van deze normen naar 95 g/km (personenauto's) respectievelijk 147 g/km (bestelauto's) tussen 2020 en 2022.

Onderstaande effecten van aanvullende opties voor emissiereductie zijn ten opzichte van het NEV scenario met vastgesteld beleid.

### Optie: Aanscherping CO<sub>2</sub>-normen personen-, bestel- en vrachtauto's

Binnen de EU wordt gesproken over aanscherping en uitbreiding van de CO<sub>2</sub>-normering in de periode na 2020, zie bijvoorbeeld ook de Impact Assessment van de Commissie bij de communicatie over de 2030 energie en klimaat doelen. Bij deze optie wordt uitgegaan van de volgende normen per 2030:

- Personenauto's: 70 g/km in 2030.
- Bestelauto's: 110 g/km in 2030.
- Vrachtauto's: 1,1% efficiency verbetering per jaar tussen 2020 en 2030 (deels via CO<sub>2</sub>-normering).
- Tweewielers: invoering CO<sub>2</sub>-norm in 2030.

Verondersteld is dat nieuw verkochte auto's tussen 2020 en 2030 geleidelijk zuiniger worden (lineaire afname van 95 g/km in 2020 naar 70 g/km in 2030). Hierdoor is er dus al een effect in 2030, ook al gaat de norm dan pas in.

Een ruwe inschatting van impact op CO<sub>2</sub>-emissies in 2030 is:

- Personenauto's van 95 naar 70 g/km per 2030: circa 1 tot 1.5 Mton.
- Bestelauto's 110 g/km in 2030: circa 0.5 Mton.
- Vrachtauto's 1.1% efficiency verbetering per jaar tussen 2020 en 2030 (deels via CO<sub>2</sub>-normering): circa 0.5 Mton.
- Tweewielers invoeren CO<sub>2</sub>-normen: 0.1 Mton.

De meerkosten van een auto met een uitstoot van 70 g/km in plaats van 95 g/km bedragen circa 1200 euro (ICCT 2012). Tegenover deze meerkosten staan uitgespaarde brandstofkosten bij gebruik over de gehele levensduur van de auto. Uitgaande van een economische levensduur van 12 jaar en 4% discontovoet, komt de kosteneffectiviteit op circa **110 euro/ton vermeden CO<sub>2</sub> voor personenauto's**. Overigens is de kosteneffectiviteit erg gevoelig voor de (onzekere) schatting van de veronderstelde meerkosten: bij veronderstelde meerkosten van 900 euro/auto is de kosteneffectiviteit ongeveer nul, terwijl bij meerkosten van 1500 euro/auto de kosteneffectiviteit verslechtert naar zo'n 210 euro/ton.

De meerkosten van de aanscherping van de CO<sub>2</sub>-norm voor bestelauto's naar 110 g/km in 2030 worden geschat op circa 1900 euro (ICCT 2012; Ricardo-AEA, 2012). Uitgaande van een economische levensduur (10 jaar), discontovoet (4%), en rekening houdend met uitgespaarde brandstofkosten, resulteert een kosteneffectiviteit van circa **80 euro/ton CO<sub>2</sub>**.

Voor vrachtauto's is conform het voorstel van de Europese Commissie tussen 2020 en 2030 een jaarlijkse efficiencyverbetering verondersteld van 1,1%, te bereiken via CO<sub>2</sub>-normering en aanvullende beleidsmaatregelen. De meerkosten van de benodigde technologie worden geschat op circa 7.500 euro per voertuig. Dit resulteert in een kosteneffectiviteit van circa **-15 euro/ton CO<sub>2</sub>** bij een economische levensduur van 10 jaar (dit levert dus vanuit nationale optiek geld op omdat uitgespaarde brandstofkosten groter zijn dan meerkosten voor zuiniger vrachtauto's). Ook voor bestel- en vrachtauto's geldt dat de resulterende kosteneffectiviteit sterk afhankelijk is van de veronderstelde meerkosten, het veronderstelde kilometrage van de voertuigen en economische levensduur.

#### **Optie: verhogen aandeel biobrandstoffen wegverkeer**

In de NEV wordt 8,5% biobrandstoffen bijmenging verondersteld (fysiek op basis van energie). Als dit aandeel wordt verhoogd naar 12% respectievelijk 15% voor het gehele wegverkeer, zou de CO<sub>2</sub>-emissie afnemen met zo'n **1,1 Mton (12%) tot 2,0 Mton (15%)**. Deze effecten gaan uit van fysieke bijmenging in aan de pomp verkochte wegtransportbrandstoffen tot het genoemde percentage, dus zonder dubbeltellingen van 2<sup>e</sup> generatiebiobrandstoffen of het meetellen van hernieuwbare elektriciteit in het verkeer.

De productiekosten voor fossiele benzine/diesel (kale pompprijs, exclusief belastingen) bedragen circa 0,75 euro/liter (22 euro/GJ). Voor de berekening van de kosteneffectiviteit is uitgegaan van verdere bijmenging met 2<sup>e</sup> generatie

biobrandstoffen, op basis van houtachtige biomassa. Verondersteld is dat 2<sup>e</sup> generatie biobrandstoffen leiden tot meerkosten van zo'n 0,20-0,25 euro/liter (7 euro/GJ) (Smeets en Ros, 2014; Departe A and Ollivier T, 2011). Het gaat dan bijvoorbeeld om synthetische FT-diesel, die qua specificaties geen motorische aanpassingen behoeft aan de auto distributie-infrastructuur. De kosteneffectiviteit van bijmengen van biobrandstoffen komt dan op zo'n **100 euro/ton**.

#### **Optie: stimuleren nul-emissie auto's**

In het NEV-referentiep pad met voorgenomen beleid neemt het aandeel nul-emissie auto's in de nieuwverkopen van personen- en bestelauto's toe tot circa 4% tot 5% in 2030 onder invloed van fiscaal beleid, CO<sub>2</sub>-normering en andersoortig nationaal beleid gericht op het stimuleren van elektrisch rijden. Elektrische auto's hebben een aandeel van circa 3% in het totale kilometrage van personen- en bestelauto's in 2030. Door intensivering van het beleid ter bevordering van nul-emissie auto's kan dit aandeel worden vergroot. We veronderstellen dat het marktaandeel met 50% kan toenemen. Dit veronderstelt een forse intensivering van de fiscale stimulering van nul emissie auto's. De resulterende afname van de CO<sub>2</sub>-uitstoot in 2030 bedraagt **circa 0,7 megaton**.

Voor de kosteneffectiviteit is de veronderstelling ten aanzien van actieradius en batterijkosten cruciaal. We zijn hier uitgegaan van een actieradius van 300 km en batterijkosten van 200 euro/kWh (gebaseerd op extrapolatie van IEA 2013). Bij een verbruik van 0,2 kWh/km is voor een actieradius van 300 km een batterij nodig van 60 kWh. De kosten daarvan bedragen dan 12.000 euro. De elektromotor exclusief batterijen zal waarschijnlijk met minderkosten gepaard gaan t.o.v. een ICE motor. Hier gaan we uit van 2000 euro minderkosten. Voor de nationale kosten gaan we uit van een prijs van 0,1 euro/kWh, om zo rekening te houden met meerkosten voor netwerk (onder andere laadpalen). Uitgaande van deze veronderstellingen is de kosteneffectiviteit zo'n **350 euro/ton**. Overigens kan de kosteneffectiviteit bij minder gunstige aannames over de kostendaling van batterijen en energie-efficiëntie een factor 2 ongunstiger uitkomen (zie ook Nijland et al. 2012).

Bij deze optie kan sprake zijn van een zogenaamd waterbedeffect. De Europese CO<sub>2</sub>-norm voor personenauto's geldt voor alle nieuwe auto's die binnen Europa worden verkocht. Als in Nederland onder invloed van nationaal beleid meer nul-emissie auto's worden verkocht dan nodig om het Europese doel te halen en de gemiddelde CO<sub>2</sub>-uitstoot van nieuwe auto's daarmee onder de Europese norm uitkomt, betekent dit de facto dat elders in Europa minder zuinige auto's hoeven te worden verkocht. De totale CO<sub>2</sub>-uitstoot van personenautoverkeer hoeft daarmee niet (evenredig) af te nemen aan die in Nederland.

#### **Optie: kilometerheffing**

Een kilometerheffing leidt tot een afname van de verkeersvolumes en daarmee tot een daling van de CO<sub>2</sub>-uitstoot. De omvang van dit effect is afhankelijk van de hoogte en differentiatie van het tarief en de CO<sub>2</sub>-uitstoot in het referentiep pad. In lijn met eerdere doorrekeningen voor Keuzes in Kaart veronderstellen we een kilometertarief voor personen- en bestelauto's van gemiddeld 7 cent per kilometer (CPB/PBL, 2012), en gelijktijdig volledig afschaffen van de motorrijtuigenbelasting (MRB) en de belasting van personenauto's en motorrijwielen (BPM). Daarmee is dit nagenoeg lastenneutraal voor

de overheid. Dit leidt naar schatting tot een daling van de CO<sub>2</sub>-uitstoot van personen- en bestelauto's van **circa 1,2 megaton** (10% volumereductie) in 2030<sup>34</sup>. Voor vrachtauto's is een kilometerheffing verondersteld in lijn met de Duitse MAUT (15 cent per kilometer). De resulterende emissiereductie in 2030 bedraagt circa **0,5 megaton** CO<sub>2</sub> (CE Delft 2009).

De kosteneffectiviteit van een kilometerheffing voor personen- en bestelauto's is door CE Delft (2010) berekend op **-40 tot -100 euro per ton CO<sub>2</sub>**. Deze schatting is gebaseerd op een maatschappelijke welvaartsanalyse en daarmee niet vergelijkbaar met de kostenschattingen op basis van nationale kosten die gebruikt is voor de andere opties. De resulterende kosteneffectiviteit is sterk afhankelijk van de omvang van de congestie in het referentiepad en de resulterende reistijdbaten van de invoering van een kilometerheffing. PBL en CPB doen momenteel onderzoek naar de rentabiliteit van prijsbeleid onder verschillende toekomstscenario's. Bij lage groei van het wegverkeer kan de kosteneffectiviteit van een kilometerheffing aanzienlijk ongunstiger uitvallen. De resultaten van deze studie komen eind dit jaar beschikbaar.

## Overige broeikasgassen landbouw

Hieronder volgt een beschrijving van mogelijke maatregelen bij de landbouw om emissies van methaan (CH<sub>4</sub>) en lachgas (N<sub>2</sub>O) te verminderen. Ten tijde van het uitvoeren van de berekeningen voor dit rapport is voor enkele opties met andere potentiële of kosten gerekend; in dat geval is dat in een voetnoot aangegeven.

### **Optie: aandeel jongvee -20% door levensduurverlenging melkvee**

Door 20% minder jongvee aan te houden kan de methaanemissie door pens- en darmfermentatie netto met **0,3 Mton CO<sub>2</sub>-eq** dalen<sup>35</sup>. Hierbij is al rekening gehouden met een uitbreiding van de vleeskalverproductie in Nederland. Deze maatregel hoeft geen geld te kosten en kan zelfs netto besparingen met zich meebrengen (**kosteneffectiviteit is 0 €/ton**).

Het verder verlagen van het aandeel jongvee door levensduurverlenging van melkkoeien kan tot lagere methaan- en lachgasemissies leiden. Het jongvee dat niet wordt aangehouden voor de melkproductie wordt als kalf afgevoerd voor de vleesproductie. Deze kalveren worden op jongere leeftijd geslacht, waardoor de methaanemissie lager is.

Een levensduurverlenging van melkkoeien door bevordering van gezondheid en welzijn leidt ook tot een toename van de productiviteit per melkkoe. In het referentiebeeld daalt het aantal stuks jongvee tussen 2010 en 2030 al van 0,85 naar 0,7 stuks per melkkoe (-17%), terwijl door de bereikte levensduurverlenging het benodigde aantal stuks jongvee nog met circa 50% (naar 0,35 stuks jongvee per melkkoe) verder omlaag zou kunnen (van Laarhoven et al, 2013). De verwachting is dat tot 2030 een extra daling met 20% mogelijk is. In totaal gaat het dan om een daling met circa 35% ten opzichte

<sup>34</sup> Op langere termijn neemt het autogebruik waarschijnlijk af met zo'n 10-15%, maar in 2030 is van 10% volumereductie uitgegaan omdat naar verwachting nog niet het volledige effect dan al is bereikt.

<sup>35</sup> Ten tijde van de berekeningen werd nog uitgegaan van een potentieel van 0,65 Mton reductie als gevolg van 50% minder jongvee aanhouden en is naar huidige inzichten te optimistisch ingeschat. Omdat bij alle opties met 50% potentieelbenutting is gerekend, is in de centrale kostenschatting wel de facto met 0,3 Mton reductie gerekend.

van 2010 (van 0,85 naar 0,56 stuks jongvee). Na 2030 is een verdere daling tot 0,35 stuks jongvee denkbaar, maar hiervoor is het mogelijk nodig nieuwe, diervriendelijke stalsystemen te ontwikkelen.

Toch is de kans dat boeren uit eigen beweging nog minder jongvee aan zullen houden klein, omdat zij het risico op onvoldoende vervangingscapaciteit te groot vinden. Het vraagt veel van het management door boeren om gezondheidsproblemen te voorkomen en de levensduurverlenging van melkkoeien daadwerkelijk te realiseren. Verder vraagt dit mogelijk ook om (onderzoek naar) en investeringen in nieuwe stalconcepten die bijdragen aan een beter dierenwelzijn en –gezondheid, omdat de veelal te krappe ligboxenstallen met harde bevuilde vloeren een belangrijke oorzaak van de gezondheidsproblemen zijn.

#### **Optie: rantsoenaanpassing melkvee**

Door rantsoenaanpassingen bij melkkoeien zou de broeikasgasemissie met **0,7 Mton CO<sub>2</sub>-eq** kunnen dalen. De kosteneffectiviteit ligt op zo'n **80<sup>36</sup> €/ton CO<sub>2</sub>-eq**.

Het is mogelijk aan het rantsoen van melkkoeien vet/olie en/of andere speciale additieven toe te voegen die leiden tot een vermindering van de CH<sub>4</sub>-emissie bij pensfermentatie. Deze toevoegingen kunnen een deel van het krachtvoer vervangen en zijn aan een maximum gebonden om problemen met de voervertering te voorkomen. Er zijn goede resultaten bereikt met lijnzaadolie (Nutex): hiermee is een emissiereductie van circa 0,3 Mton CO<sub>2</sub>-eq. mogelijk. Additieven als nitraat en sulfaat zijn ook toepasbaar. Van nitraat is het effect op de methaanemissie onderzocht en dit lijkt perspectiefvol vanwege de blijvende werking. Een emissiereductie van circa 0,4 Mton CO<sub>2</sub>-eq. is hier haalbaar.

#### **Optie: mestverwerking via mestvergisting en omzetting naar groen gas**

Potentieel: 1,0 Mton emissiereductie. De kosteneffectiviteit bedraagt circa **220 €/ton** vermeden emissie van methaan.

Door drijfmest van varkens en rundvee niet (of kort) in de mestkelder onder de stal op te slaan en direct te verwerken kan tot 2 Mton CO<sub>2</sub>-eq. minder methaan vrijkomen. Een mogelijke wijze van verwerking is mestvergisting voor productie van biogas al dan niet in combinatie met andere technieken zoals mestscheiding en mestraining. Mestvergisting is nu meestal nog niet kostendekkend zonder subsidie. De kosten zijn afhankelijk van de wijze van uitvoering: voor de productie van Groen Gas na mestvergisting zonder co-substraat 84 Eurocent/Nm<sup>3</sup> en met co-substraat is dat 74 Eurocent/Nm<sup>3</sup>. Bij vermindering met het correctiebedrag van 25,4 Eurocent /Nm<sup>3</sup> zijn de netto kosten 58,6 Eurocent/Nm<sup>3</sup> (ECN en KEMA, 2012). Het correctiebedrag weerspiegelt de verkoopwaarde van het Groen Gas (bij de actuele energieprijzen).

Per ton mest is een productie van circa 19 m<sup>3</sup> aardgas-eq. Groen gas mogelijk; dit is dus exclusief de productie door eventuele inzet van co-substraat. Bij vergisting van de helft van de opgeslagen mest in 2030 (24 mln ton) bedragen de nationale kosten van de monomestvergisting circa **220 €/ton CO<sub>2</sub>-eq.** vermeden methaanemissie. Rekening houdend met de vermeden CO<sub>2</sub>-emissie als gevolg van energieopwekking met het biogas is de kosteneffectiviteit gunstiger en bedraagt dan circa **130 €/ton CO<sub>2</sub>-eq.** De

<sup>36</sup> Ten tijde van de berekeningen werd nog uitgegaan van een kosteneffectiviteit van 120 €/ton.

kosteneffectiviteit kan in de toekomst verbeteren door innovatie, vooral als dit gepaard gaat met de productie van hoogwaardige mestproducten die als kunstmestvervangers kunnen worden ingezet. Hiervoor is toestemming van de EU nodig.

**Optie: mestverwerking via methaanoxidatie**

Potentieel: 0,8 Mton emissiereductie. De kosteneffectiviteit bedraagt circa 110 €/ton vermeden emissie.

Een andere wijze van vermindering van methaan vanuit de mestopslag is het toepassen van methaanoxidatie bij mest in de buitenopslag. Hierbij is geen sprake van methaanvorming voor biogasproductie. In plaats daarvan wordt de methaanvorming beperkt, waarna het methaan in lage concentraties vanuit de buitenopslag op gecontroleerde wijze in de bodem wordt geleid waar het door bacteriën wordt geoxideerd. Dit proces is vergelijkbaar met de methaanoxidatie in de bovenste lagen van gestort afval. Toepassing bij de helft van de opgeslagen mest maakt een emissiereductie van circa 0,8 Mton CO<sub>2</sub>-eq. haalbaar, indien in de toekomst een groot deel van de mest in de buitenopslag terecht komt.

**Optie: precisiebemesting**

Potentieel: 0,4 Mton emissiereductie. De kosteneffectiviteit bedraagt tot circa 450<sup>37</sup> €/ton vermeden emissie.

De lachgasemissie kan circa 0,4 Mton CO<sub>2</sub>-eq verminderen door toepassen van precisiebemesting, waardoor het gebruik van stikstofkunstmest met circa 30% kan dalen. Hierbij gebruiken boeren efficiënte toedieningstechnieken om een afgepaste hoeveelheid mest toe te dienen, ondersteund door GPS-technieken in combinatie met GIS-systemen (met informatie over onder andere bodem en gewas). Ook het verhogen van de stikstofwerking van dierlijke mest door be- en verwerking kan hiertoe bijdragen. De relatief hoge kosten tot circa 450 €/ton vermeden CO<sub>2</sub> kunnen lager of zelfs nihil worden indien ook het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en water via precisielandbouw kan plaatsvinden en kwaliteitsverbetering optreedt.

**Optie: toepassen nitrificatieremmers**

Potentieel: 0,5 Mton emissiereductie. De kosteneffectiviteit bedraagt circa 70 €/ton vermeden emissie.

Verdere vermindering van de lachgasemissie is mogelijk door gebruik van nieuwe kunstmeststoffen, die gecoat zijn om de nutriëntenafgifte te vertragen of waaraan nitrificatieremmers zijn toegevoegd. Nitrificatieremmers zorgen door minder nitraatvorming voor minder stikstofverliezen vanuit de mest. In totaal zou de lachgasemissie met circa 0,5 Mton CO<sub>2</sub>-equivalent kunnen dalen tegen kosten die rond de 70 €/ton vermeden CO<sub>2</sub>-eq liggen. Toepassing van nitrificatieremmers brengt wel risico's met zich mee: bij toepassing op grasland in Nieuw Zeeland zijn deze toxische stoffen in de melk terecht gekomen.

<sup>37</sup> Ten tijde van de berekeningen werd nog uitgegaan van een kosteneffectiviteit 300 €/ton.

## Overige broeikasgassen overige sectoren

### **Optie: vermindering N<sub>2</sub>O-emissie caprolactamproductie**

N<sub>2</sub>O-emissies in de industrie bedragen vooral die van caprolactam productie (circa 0,86 Mton) en salpeterzuur (0.26 Mton; deze valt onder ETS). Met maatregelen vergelijkbaar met die bij salpeterzuurproductie die in 2007 zijn doorgevoerd, kunnen de emissies bij caprolactam productie afnemen. Het gaat om 1 locatie in Nederland met 6 plants, waarvan er bij 2 plant vergelijkbare maatregelen genomen kunnen worden als bij salpeterzuurproductie. Overigens overlegt IenM met het bedrijf of deze emissies onder ETS gebracht kunnen worden. De (nationale) kosten zijn in de orde van 0,6€/ton CO<sub>2</sub>-eq. Het potentieel bedraagt 0,2-0,3 Mton.

# Bijlage H. Werkgelegenheidseffecten

## Berekeningsmethodiek

De berekening van de bruto werkgelegenheidseffecten gaat uit van een maatregel- of sectorspecifieke multiplier, die aangeeft hoeveel fte een miljoen aan investeringen genereert (**Tabel 21**). De multipliers zijn gekoppeld aan de opties in OPERA, en daarmee geeft het model een zeer ruwe indicatie van het bruto werkgelegenheidseffect dat hoort bij de maatregelen die worden ingezet om de doelen te halen. De multipliers zijn ontleend aan analyses in het kader van de NEV 2014.

**Tabel 21:** Bruto werkgelegenheidsmultipliers op investeringen in verschillende maatregelen en sectoren

Soort investeringen/sector	Door wie	Fte/ €miljoen
Bestaande woningen vrije sector schil	Particuliere eigenaren (consumenten)	12.9
Bestaande woningen vrije sector installaties	Particuliere eigenaren (consumenten)	10.8
Bestaande woningen sociale huur schil	Corporaties	12.9
Bestaande woningen sociale huur installaties	Corporaties	10.8
Bestaande woningen part. huur schil	Vastgoedorganisaties	12.9
Bestaande woningen part. huur installaties	Vastgoedorganisaties	10.8
Bestaande utiliteitsbouw schil	Diverse bedrijfstakken, vastgoedorganisaties	12.9
Bestaande utiliteitsbouw installaties	Diverse bedrijfstakken, vastgoedorganisaties	10.8
Nieuwbouw woningen vrije sector schil	Projectontwikkelaars	12.9
Nieuwbouw woningen vrije sector installaties	Projectontwikkelaars	10.8
Nieuwbouw woningen sociale huur schil	Corporaties	12.9
Nieuwbouw woningen sociale huur installaties	Corporaties	10.8
Nieuwbouw woningen part. huur schil	Vastgoedorganisaties	12.9
Nieuwbouw woningen part. huur installaties	Vastgoedorganisaties	10.8
Nieuwe utiliteitsbouw schil	Diverse bedrijfstakken, vastgoedorganisaties	12.9
Nieuwe utiliteitsbouw installaties	Diverse bedrijfstakken, vastgoedorganisaties	10.8
PV woningen (~10m <sup>2</sup> )	Particuliere eigenaren (consumenten)	9.0
PV utiliteitsbouw (~100m <sup>2</sup> )	Diverse bedrijfstakken, vastgoedorganisaties	8.4
PV centrale	Energiesector	6.1
Landbouw energiebesparing	Glastuinbouw	12.1
WKK gas	Industrie, Glastuinbouw	7.1
Industrie installaties besparing	Industrie	8.5
Gascentrales	Energiesector	8.5
CCS op gascentrale/grote WKK	Energiesector	8.5
Kolencentrales	Energiesector	8.5
Kolencentrale met CCS	Energiesector	8.5



Soort investeringen/sector	Door wie	Fte/ €miljoen
Meestoken van biomassa	Energiesector	9.0
Bio WKK	Energiesector/Landbouw	8.5
Kernenergie	Energiesector	8.7
Raffinaderijen	Energiesector	9.0
Raffinaderijen besparing	Energiesector	8.5
Wind op land	Energiesector	5.5
Wind op zee	Energiesector	5.5
Groen gas	Landbouw, energiesector	11.8
WKO, WP	Landbouw, energiesector	7.8
Biofuelsproductie/distributie	Biofuel sector	9.1
Waterstofproductie/distributie	industriële gassen (chemie)	9.6
Geothermie, restwarmtenetten	Landbouw	11.4
Olie en gaswinning	Olie en gaswinning	4.8
CCS chemie	Industrie	6.9
CCS ferrometaal	Industrie	8.2
Kleinschalige elektriciteitsnetten	Netbeheerders (energiesector)	6.9
Gas en elektriciteitsinfrastructuur	Netbeheerders (energiesector)	10.1
Recyclingprojecten industrie	Afval/Recyclingsector	11.4
AVI	Afval/Recyclingsector	9.5
Efficiëntere elektrische apparaten	Consumenten, bedrijven	3.1
Efficiëntere transportmiddelen	Consumenten, bedrijven	3.1

### Bruto versus netto effecten

De berekeningen geven geen netto werkgelegenheidseffect. Dit laatste hangt niet alleen af van de maatregel, maar ook van bijvoorbeeld de conjunctuur of de bestaande benutting van arbeidspotentieel in een specifieke sector. Bij de doorrekening van het Energieakkoord is het netto effect berekend op 10.000 tot 15.000 arbeidsplaatsen bij een bruto effect van 25.000 arbeidsplaatsen. Onder andere omdat de aard van de investeringen en de verdeling over de sectoren in de berekening voor 2030 heel anders kan zijn, wil dit niet zeggen dat de verhouding bruto-netto hier vergelijkbaar is.

# Bijlage I. Overzicht resultaten scenario's en varianten

**Tabel 22** geeft een overzicht van de doorgerekende varianten. Gerekend is aan emissiereductiedoelen voor emissies in de niet-ETS van 33, 38, 43 en 48% (2030 ten opzichte van 2005), al dan niet combinatie met doelen voor hernieuwbaar (22, 24, 26% aandeel in 2030) en energiegebruik (minus 15, 17, 19, 21% ten opzichte van een EU-baseline die voor Nederland uitkomt op 2500 PJ bruto finaal energetisch verbruik in 2030).

**Tabel 23** geeft een overzicht van de volgende resultaten:

- Marginale kosten niet-ETS broeikasgasemissies (Nationale kosten)
- Totale kosten ten opzichte van 28% (Nationale kosten)
- Bruto finaal verbruik
- PJ hernieuwbaar (Europese methode)
- Aandeel hernieuwbaar (Europese methode)
- Bruto werkgelegenheidseffect
- ETS-emissies (op basis van zelfvoorzienendheid elektriciteitsvraag)
- Netto kosten ETS-rechten (op basis van zelfvoorzienendheid elektriciteitsvraag)
- Totale energiekosten van het eigen verbruik (fossiel, nucleair, biomassa, inclusief eigen productie van aardgas, olie en biomassa).

Indien getallen in rood zijn weergegeven, betekent dit dat het gevonden resultaat buiten het geldigheidsbereik van het OPERA-model ligt.

**Tabel 22:** Overzicht van doorgerekende doelen cq. combinaties van doelen voor niet-ETS emissies, hernieuwbaar (HE), en energiegebruik (EE), en de daarbij veronderstelde CO<sub>2</sub>-prijs in het ETS

				28/33	38	43	48
	CO <sub>2</sub> -prijs ETS	Doel hernieuwbaar	Doel finaal verbruik (PJ)	89	82	76	69
Alleen niet-ETS doel	40	0%	0				
HE20	40	20%	0				
HE22	32,5	22%	0				
HE24	25	24%	0				
HE26	17,6	26%	0				
EE15	40	0%	2125				
EE17	40	0%	2075				
EE19	40	0%	2025				
EE21	40	0%	1975				
Instrumentatie 75% i.p.v. 50%	40	0%	0				
HE24 & EE17	25	24%	2075				

**Tabel 23:** Overzicht van resultaten van de doorgerekende varianten

				28/33	38	43	48	
		CO <sub>2</sub> -prijs ETS	Doel hernieuwbaar	Doel finaal verbruik (PJ)	89	82	76	69
Marginale kosten CO <sub>2</sub> niet-ETS(€/ton)	Alleen niet-ETS doel					59	321	4251
	HE20					59	321	4251
	HE22					33	308	4251
	HE24					12	253	4227
	HE26					4	219	4217
	EE15					133	574	3145
	EE17					147	611	3836

					28/33	38	43	48
		CO <sub>2</sub> -prijs ETS	Doel hernieuwbaar	Doel finaal verbruik (PJ)	89	82	76	69
	EE19					147	629	5607
	EE21					41	217	3791
	Instrumentatie 75% ipv 50%					47	274	565
	HE24 & EE17					132	571	3904
Kosten t.o.v. baseline (NEV-V) (M€/jaar)	Alleen niet-ETS doel				-70	30	1130	8230
	HE20				-70	30	1130	8230
	HE22				30	30	930	7830
	HE24				230	230	930	7630
	HE26				630	630	1030	7630
	EE15				4330	4830	6930	16230
	EE17				18630	19230	21130	33530
	EE19				68530	68830	70530	90430
	EE21				161130	161130	161930	171430
	Instrumentatie 75% ipv 50%				-100	0	900	3500
	HE24 & EE17				18830	19130	20730	33030
Bruto finaal energetisch verbruik (PJ)	Alleen niet-ETS doel				2225	2225	2225	2200
	HE20				2225	2225	2225	2200
	HE22				2225	2225	2225	2200
	HE24				2225	2225	2225	2200
	HE26				2225	2225	2225	2225
	EE15				2125	2125	2125	2125
	EE17				2075	2075	2075	2075
	EE19				2025	2025	2025	2025
	EE21				1975	1975	1975	1975
	Instrumentatie 75% ipv 50%				2200	2200	2200	2250
	HE24 & EE17				2075	2075	2075	2075

					28/33	38	43	48
		CO <sub>2</sub> -prijs ETS	Doel hernieuwbaar	Doel finaal verbruik (PJ)	89	82	76	69
PJ hernieuwbaar	Alleen niet-ETS doel				440	460	490	500
	HE20				440	460	490	500
	HE22				490	490	490	490
	HE24				530	530	530	530
	HE26				580	580	580	580
	EE15				460	470	500	510
	EE17				450	460	500	510
	EE19				460	460	470	510
	EE21				460	460	460	510
	Instrumentatie 75% ipv 50%				440	450	500	500
	HE24 & EE17				500	500	500	510
Percentage hernieuwbaar	Alleen niet-ETS doel				20%	21%	22%	23%
	HE20				20%	21%	22%	23%
	HE22				22%	22%	22%	22%
	HE24				24%	24%	24%	24%
	HE26				26%	26%	26%	26%
	EE15				22%	22%	24%	24%
	EE17				22%	22%	24%	24%
	EE19				23%	23%	23%	25%
	EE21				23%	23%	23%	26%
	Instrumentatie 75% ipv 50%				20%	20%	22%	22%
	HE24 & EE17				24%	24%	24%	24%
Werkgelegenheid (1000 fte/jr) 2020-2030	Alleen niet-ETS doel				0	0	3	96
	HE20				0	0	3	96
	HE22				3	3	3	96
	HE24				7	7	6	97

					28/33	38	43	48
		CO <sub>2</sub> -prijs ETS	Doel hernieuwbaar	Doel finaal verbruik (PJ)	89	82	76	69
	HE26				11	11	10	93
	EE15				37	57	82	216
	EE17				203	209	221	425
	EE19				849	850	863	1101
	EE21				1961	1961	1965	2073
	Instrumentatie 75% i.p.v. 50%				0	0	2	13
	HE24 & EE17				209	212	221	426
Emissies ETS (Mton per jaar in 2030)	Alleen niet-ETS doel				60	63	68	96
	HE20				60	63	68	96
	HE22				57	60	75	100
	HE24				56	57	67	93
	HE26				55	55	62	86
	EE15				64	62	67	89
	EE17				58	65	71	79
	EE19				57	59	66	78
	EE21				58	58	64	73
	Instrumentatie 75% i.p.v. 50%				59	62	66	92
	HE24 & EE17				55	64	71	79
Netto kosten CO <sub>2</sub> -rechten (€ miljoen/jaar in 2030), (emissies minus allocatie en veiling)	Alleen niet-ETS doel				600	700	900	2100
	HE20				600	700	900	2100
	HE22				400	500	1000	1800
	HE24				300	300	600	1200
	HE26				200	200	300	700
	EE15				800	700	900	1800
	EE17				500	800	1100	1400
	EE19				500	600	800	1300

					28/33	38	43	48
		CO <sub>2</sub> -prijs ETS	Doel hernieuwbaar	Doel finaal verbruik (PJ)	89	82	76	69
	EE21				500	500	800	1100
	Instrumentatie 75% ipv 50%				600	700	900	1900
	HE24 & EE17				300	500	700	900
Totale Kosten Energiedragers (€ miljoen/jaar in 2030)	Alleen niet-ETS doel				24,9	24,9	24,8	24,3
	HE20				24,9	24,9	24,8	24,3
	HE22				24,5	24,5	24,5	24,3
	HE24				24,1	24,1	24,3	24,2
	HE26				23,8	23,8	24,1	24,2
	EE15				25,2	25,3	25,3	24,5
	EE17				25,1	24,8	24,7	24,3
	EE19				24,7	24,7	24,5	24,4
	EE21				24,5	24,5	24,5	24,3
	Instrumentatie 75% ipv 50%				24,8	24,8	24,6	24,8
	HE24 & EE17				24,6	24,6	24,7	24,3
					28/33%	38%	43%	48%

# Bijlage J. Voorbeelden van beleidsinstrumenten

**Tabel 24:** Voorbeelden van beleidsinstrumenten met een indicatie van de mate van het technisch potentieel dat daarmee kan worden ontsloten. Instrumentatievariant A is de minst vergaande beleidsvariant, waarbij derhalve ook een minder groot deel van het technisch potentieel wordt ontsloten. Bij verdergaande instrumentatievarianten neemt het ontsloten potentieel toe.

Maatregelcluster	Instrumentatie A	Instrumentatie B	Instrumentatie C	Instrumentatie D	Instrumentatie E
<b>Labels sociale huur</b>	Aanscherpen convenant 25% label A	Scherpe aanpassing stelsel woningwaardering, Zon-PV telt niet mee voor energielabel	Huurverhoging halveren als niet 7%/jaar naar label A vanaf 2018, Zon-PV telt niet mee voor energielabel	Verplichting 10%/jaar naar label A voor energielabel, waarbij zon-PV niet meetelt voor energielabel	
procent effect maatregelen cluster bij variant	25%	50%	75%	100%	
<b>Labels koopwoningen</b>	Voorlichting	Subsidies, ontzorgen	Aanpassing eigen-woning forfait, zon-PV telt niet mee voor energielabel	Verplichting op mutatiemomenten, zon-PV telt niet mee voor energielabel	Verplichting op mutatiemoment of binnen 10 jaar, zon-PV telt niet mee voor energielabel
procent effect maatregelen cluster bij variant	10%	25%	50%	80%	90%
<b>Labels particuliere huur</b>	Voorlichting	Subsidies	Aanpassing onroerend goed belasting, zon-PV telt niet mee voor energielabel	Verplichting op mutatiemomenten, zon-PV telt niet mee voor energielabel	Verplichting op mutatiemoment of binnen 10 jaar, zon-PV telt niet mee voor energielabel
procent effect maatregelen cluster bij variant	10%	25%	50%	80%	100%



Maatregelcluster	Instrumentatie A	Instrumentatie B	Instrumentatie C	Instrumentatie D	Instrumentatie E
<b>Warmtepomp huishoudens</b>	Voorlichting	Subsidies, in nieuwbouw telt Zon-PV niet mee voor EPC	Subsidies+ aanpassing EB, in nieuwbouw telt Zon-PV niet mee voor EPC	Label A+ verplicht op mutatiemomenten, Zon-PV telt niet mee voor energielabel en EPC	Verbieden nieuwe HR-ketel vanaf 2018
procent effect maatregelen cluster bij variant	10%	30%	50%	60%	75%
<b>Kleine WKK weg</b>	Geen energie-investeringsaftrek meer	Aanpassing vrijstelling WKK energiebelasting: niet voor warmtedeel	Verhogen energiebelasting tarief glastuinbouw en afschaffen vrijstelling WKK	Verplichting bij vervanging	
procent effect maatregelen cluster bij variant	10%	40%	75%	100%	
<b>Warmtepomp/WKO HDO</b>	Subsidies	Subsidies, aanpassing energiebelasting kosten-neutraal	Subsidies, aanpassing en verhoging energiebelasting, verplicht bij TVT 8 jaar	Algemene verplichting vanaf 2018 bij vervanging	
procent effect maatregelen cluster bij variant	25%	50%	75%	100%	
<b>WKO/Geothermisch glastuinbouw</b>	Gerichte inzet SDE, extra gunstig voor geothermie	Gerichte inzet SDE, kostendeckende subsidies WKO, afschaffen verlaagd tarief glastuinbouw, geen vrijstelling energiebelasting WKK	Verplicht bij vervanging ketel, WKK		
procent effect maatregelen cluster bij variant	33%	67%	100%		
<b>Elektrificatie transport</b>	Gematigde fiscale stimulering, kostenneutraal, versnelde uitrol laadpunten	Sterke fiscale stimulering, versnelde uitrol laadpunten			
procent effect maatregelen cluster bij variant	50%	100%			
<b>Transport volumereductie</b>	Spotjes/voorlichting	Invoeren kilometerheffing (7 ct/km voor personen- en bestelauto's; 15 cent/km voor vrachtauto's) en volledig afschaffen BPM en MRB			
procent effect maatregelen cluster bij variant	5%	100%			

Maatregelcluster	Instrumentatie A	Instrumentatie B	Instrumentatie C	Instrumentatie D	Instrumentatie E
<b>Biobrandstoffen</b>	10%	10%, afschaffen verschil in weging 1e/2e generatie	15%, afschaffen verschil in weging 1e/2e generatie		
procent effect maatregelen cluster bij variant	33%	66%	100%		
<b>Overige broeikasgassen landbouw</b>	Convenant+subsidie	Verplichting + subsidie			
procent effect maatregelen cluster bij variant	30%	50%			
<b>Boeking groen gas bij de niet-ETS</b>	SDE: gunstiger voor warmte/bijmenging gas	SDE: alleen voor kleinschalig warmte/bijmenging gas	Boekhoudkundig: ook op HD-net, maar toerekenen aan niet-ETS		
procent effect maatregelen cluster bij variant	33%	67%	100%		

**ECN**

Westerduinweg 3  
1755 LE Petten

Postbus 1  
1755 ZG Petten

T 088 515 4949  
F 088 515 8338  
info@ecn.nl  
www.ecn.nl