



Energy research Centre of the Netherlands

# Potentieelverkenning klimaatdoelstellingen en energiebesparing tot 2020

## Analyses met het Optiedocument energie en emissies 2010/2020

**B.W. Daniëls<sup>1</sup>**

**J.C.M. Farla<sup>2</sup>**

**(coörd.)**

<sup>1</sup>Energieonderzoek Centrum Nederland

<sup>2</sup>Milieu- en Natuurplanbureau



## Verantwoording

Dit rapport is één van de twee rapporten die worden gepubliceerd als resultaat van het project 'Optiedocument energie en emissies 2010/2020'. Dit project is uitgevoerd op verzoek van de Ministeries van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM) en Economische Zaken (EZ). Een interdepartementale begeleidingscommissie bestond uit vertegenwoordigers van de Ministeries van EZ, VROM, Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV), Verkeer en Waterstaat (V&W) en Financiën. Zij worden bedankt voor hun kritische en constructieve bijdragen. Dit rapport is intern bij ECN bekend onder nummer ECN-C--05-106 en bij het Milieu- en Natuurplanbureau (MNP) onder nummer 773001039. Het project staat bij ECN geregistreerd onder projectnummer 7.7595.

Naast de coördinerend auteurs hebben verschillende andere medewerkers van ECN en MNP aan het project bijgedragen. Dit zijn L.W.M. Beurskens, Y.H.A. Boerakker, H.C. de Coninck, A.W.N. van Dril, R. Harmsen, H. Jeeninga, P. Kroon, H.M. Londo, M. Menkveld, L. Pronk, A.J. Seebregts, G.J. Stienstra, C.H. Volkers, H.J. de Vries, F.G.H. van Wees, J.R. Ybema (allen ECN) en J.A. Annema, J.C. Brink, G.J. van den Born, R.M.M. van den Brink, J.D. van Dam, H.E. Elzenga, A. Hoen, E. Honig, J.A. Oude Lohuis, D.S. Nijdam, C.J. Peek, M.W. van Schijndel, W.L.M. Smeets, K. van Velze, R.A. van den Wijngaart en H. van Zeijts (allen MNP).

Petten / Bilthoven, februari 2006.

## Abstract

The Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment and the Ministry of Economic Affairs in the Netherlands have requested ECN and MNP to assess the potential and cost consequences to reduce Dutch greenhouse gas emissions in 2020 and to assess the potential and costs of increasing the rate of energy efficiency improvement between 2010 and 2020. Over 150 measures to limit emissions and energy consumption have been assessed and used as the basis to analyse the possibility to reach three indicative emission targets (220, 200 and 180 Mton of CO<sub>2</sub> equivalents). The measures have been combined and ranked based on minimising the national costs of emission reduction. It appears that the identified measures can be combined to represent a technical emission reduction potential of 90 Mton CO<sub>2</sub> eq emissions in 2020. This implies a theoretical potential to reduce the national greenhouse gas emission from 251 Mton, as projected in the Global Economy scenario (variant) for 2020, to 160 Mton. Several emission targets, ranging from 220 to 180 Mton CO<sub>2</sub> eq have been studied in detail. In a cost minimizing package to limit emissions to 180 Mton CO<sub>2</sub> eq, the largest contribution will come from energy savings followed by CO<sub>2</sub> capture and storage and nuclear energy. It must be noted that the feasibility and availability of policy instruments to overcome the barriers to implement these measures have not been studied or taken into account. In the packages for emission reduction the rate of energy efficiency improvement will be increased from 1.0% in the baseline to 1.4-1.6% per year. An energy efficiency improvement rate of over 2% per year can theoretically be reached on the basis of the measures that were assessed. Several sensitivity analyses were performed. They show that the level of national mitigation costs depends amongst others on the assumptions for CO<sub>2</sub> storage capacity, and acceptance of the nuclear option. Furthermore, higher oil prices do not strongly influence the feasibility of reaching the indicative emission targets or energy efficiency rates. However, they lead to a decrease of the overall cost consequences.

Opmaak: 14 februari 2006

## Voorwoord

Klimaatverandering en afhankelijkheid van eindige fossiele energievoorraden kunnen grote maatschappelijke risico's met zich meebrengen. Om deze risico's te verkleinen is het nodig om de groei van broeikasgasemissies en het fossiele energiegebruik te verminderen. Dit rapport levert een onderbouwing aan de discussie over hoe Nederland hieraan kan bijdragen.

De geschetste problemen zijn actueel en de behoefte aan concrete kwantitatieve informatie is groot. In dit rapport inventariseren ECN en MNP de technische mogelijkheden om de binnenlandse emissies van broeikasgassen en het energiegebruik tot 2020 te verminderen. Het betreft een analyse op basis van het 'Optiedocument energie en emissies 2010/2020'.

De analyse gaat in op de verschillende oplossingsrichtingen om emissies te verminderen zoals energiebesparing, hernieuwbare energie, afvang en opslag van CO<sub>2</sub>-emissies en kernenergie. Daarbij is rekening gehouden met de interactie tussen opties. De analyse schetst tevens de samenhang tussen emissiereductie van broeikasgassen, luchtverontreiniging en energiebesparende maatregelen.

De studie kent beperkingen: zo zijn beleidsinstrumenten, draagvlak, duurzaamheidsaspecten en de gevolgen voor bedrijven slechts ten dele onderzocht. De financiële consequenties voor de Nederlandse samenleving zijn geschat door voor de gepresenteerde optiepakketten de nationale kosten te presenteren en niet de kosten voor verschillende sectoren. Het betreft een partiële benadering, die bijvoorbeeld niet de vermeden schade door emissiereductie beschouwt. Daarnaast blijven ook aspecten buiten beschouwing die niet of moeilijk in kosten zijn uit te drukken. Men kan daarbij denken aan aspecten zoals bijv. hinder door windturbines, mogelijke vermindering van biodiversiteit bij import van biomassa, de verdere uitputting van fossiele energievoorraden bij CO<sub>2</sub>-opslag en de langdurige opslag van radioactief afval en het risico van ongevallen bij kerncentrales.

In de discussie over energie- en klimaatbeleid gaat het om keuzes. Daarbij spelen de kosten van specifieke opties een rol, maar ook instrumenteerbaarheid en de vele andere voor- en nadelen die zijn verbonden aan de opties. Over de maatschappelijke en politieke afwegingen m.b.t. afzonderlijke opties zullen zowel ECN als MNP in andere studies de discussie ondersteunen.

Deze studie geeft naar onze mening een goed beeld van de Nederlandse mogelijkheden voor energie- en klimaatbeleid. Wij gaan er vanuit dat we met deze analyse de maatschappelijke en politieke discussie constructief ondersteunen.

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'A.B.M. Hoff', written over a white background.

Dr. A.B.M. Hoff  
Directeur Energieonderzoek  
Centrum Nederland

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'N.D. van Egmond', written over a white background.

Prof. ir. N.D. van Egmond  
Directeur Milieu- en  
Natuurplanbureau

## Samenvatting

Op verzoek van de Ministeries van VROM en EZ hebben het Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) en het Milieu- en Natuurplanbureau (MNP) het Optiedocument Energie en Emissies 2010/2020 opgesteld. Met behulp van deze gegevensbasis is in het voorliggende rapport verkend wat tot 2020 de mogelijkheden zijn voor binnenlandse broeikasgasemissiereductie en energiebesparing.

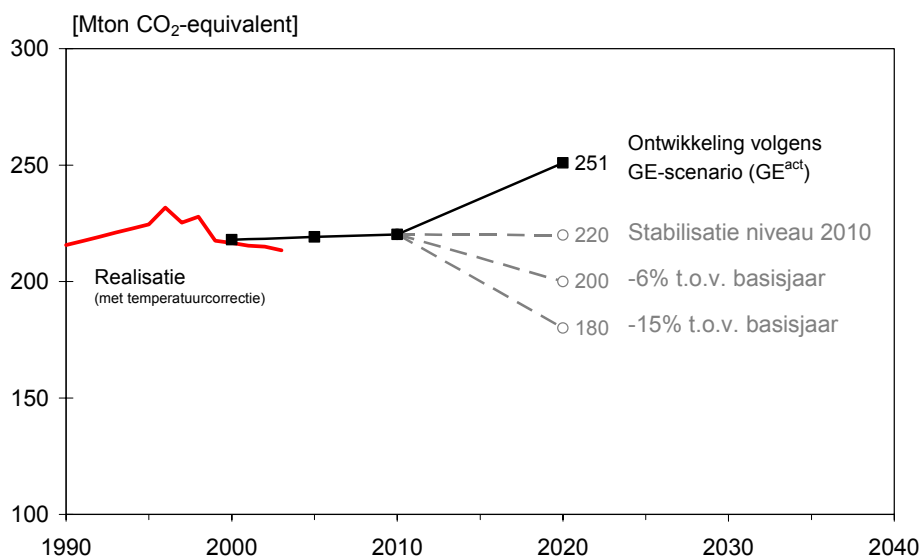
De analyses zijn uitgevoerd tegen de achtergrond van een geactualiseerde versie van het Global Economy (GE) scenario uit de Referentieramingen energie en emissies 2005-2020 (Van Dril en Elzenga, 2005), waarbij de recente ontwikkelingen van het beleid voor duurzame energie zijn meegenomen. Zo is in de geactualiseerde variant ( $GE^{act}$ ) in 2020 het vermogen van windenergie op zee lager dan in de Referentieramingen. Daarnaast is de analyse uitgevoerd ten opzichte van een variant ( $GE^{ho}$ ) waarin naast deze actualisatie een hogere olieprijs van circa \$40 per vat wordt verondersteld.

In het voorliggende rapport worden de volgende beleidsvragen beantwoord:

1. Wat zijn de mogelijkheden voor binnenlandse emissiereductie van broeikasgassen voor het zichtjaar 2020?
2. Wat zijn de mogelijkheden voor verhoging van het energiebesparingstempo voor de periode 2010-2020?

Een hiervan afgeleide vraag betreft de invloed van een hogere olieprijs op de maximale effecten en kosten van maatregelen voor emissiereductie en energiebesparing.

Voor de emissie van broeikasgassen in 2020 zijn drie indicatieve doelstellingen doorgerekend, te weten 220, 200 en 180 Mton  $CO_2$ -equivalent. Het niveau van 220 Mton komt overeen met een stabilisatie van broeikasgasemissies tussen 2010 en 2020. De indicatieve doelen van 200 en 180 Mton komen overeen met een daling van 6%, respectievelijk 15% van de emissie van broeikasgassen ten opzichte van het basisjaar (1990/1995) van het Kyoto-protocol. Deze indicatieve doelstellingen worden weergegeven in onderstaande figuur; Het geactualiseerde  $GE^{act}$  scenario leidt zonder aanvullend beleid tot een emissie in 2020 van 251 Mton  $CO_2$ -eq.



Figuur S.1 De emissie van broeikasgassen in de periode 2005-2020 volgens het GE-scenario (geactualiseerde variant  $GE^{act}$ ) en de indicatieve doelen

De uitkomsten van deze analyse hangen nadrukkelijk samen met het gehanteerde Global Economy-scenario, dat met een relatief hoge economische groei en een hoge bevolkingsgroei resulteert in een hoog energiegebruik en hoge emissies. De gepresenteerde optiepakketten zijn zo samengesteld dat ze (op basis van de technische potentiëlen) op de goedkoopste manier voldoen aan de indicatieve doelstellingen (maximalisatie kosteneffectiviteit vanuit nationale optiek). Andere overwegingen, zoals instrumenteerbaarheid, draagvlak en duurzaamheidsaspecten spelen geen rol bij het samenstellen van deze optiepakketten. Voorbeelden van de duurzaamheidsaspecten waarmee de optiepakketten dus geen rekening houden- zijn bijv. hinder door windturbines, mogelijke vermindering van biodiversiteit bij import van biomassa, de verdere uitputting van fossiele energievoorraden bij CO<sub>2</sub>-opslag en de langdurige opslag van radioactief afval en het risico van ongevallen bij kerncentrales.

Bij het samenstellen van de optiepakketten voor de analyses is rekening gehouden met te verwachten grenzen en beperkingen. Zo is de bijdrage van CO<sub>2</sub>-opslag gelimiteerd op basis van de in Nederland beschikbare opslagcapaciteit. Het vermogen aan kernenergie is gelimiteerd op 2000 MW<sub>e</sub> op basis van de benodigde nieuwbouw van elektriciteitscentrales. Opties die ingrijpen in de keuzevrijheid van consumenten zijn uitgesloten. Ook moeten de optiepakketten in 2020 voldoen aan aangescherpte emissie-eisen voor luchtvervuilende stoffen zoals NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> en fijn stof.

Er is alleen gekeken naar binnenlandse maatregelen. Maatregelen in het buitenland, zoals die bijvoorbeeld worden benut met Europese Emissiehandel en de Kyoto-mechanismen 'Joint Implementation' en 'Clean Development Mechanism', zijn buiten beschouwing gelaten.

## S.1 Technisch potentieel voor emissiereductie van broeikasgassen

*Er is voldoende technisch potentieel om de binnenlandse emissies van broeikasgassen in 2020 te stabiliseren op het niveau van 2010, of met 6-15% te reduceren ten opzichte van het basisjaar*

- Er is een maximaal technisch reductiepotentieel van circa 90 Mton CO<sub>2</sub>-eq in 2020. Daarmee kunnen de broeikasgasemissies in 2020 worden gereduceerd tot 160 Mton CO<sub>2</sub>-eq. Dit betekent dat er ook ten opzichte van het meest ambitieuze indicatieve doelniveau van 180 Mton (-15%) nog enige ruimte is.

*De totale nationale kosten van een optiepakket dat leidt tot een emissiereductie met 15% ten opzichte van het basisjaar (180 Mton) zijn € 1,5 mld per jaar hoger dan de kosten van een pakket waarmee de emissies tussen 2010 en 2020 worden gestabiliseerd (220 Mton)*

- De optiepakketten zijn zo samengesteld dat ze tegen de laagst mogelijke nationale kosten de indicatieve emissiedoelen bereiken. In de totale kosten spelen opties met 'negatieve kosten' (netto baten dus, door onder meer uitgespaarde energiekosten) een belangrijke rol. Voor het indicatieve emissiedoel van 220 Mton CO<sub>2</sub>-eq zijn de totale kosten van het optiepakket per saldo zelfs licht negatief, voor 200 Mton CO<sub>2</sub>-eq lopen de totale kosten op naar circa € 300 mln per jaar, en voor het doel van 180 Mton naar € 1,4 mld per jaar.

Tabel S.1 *Jaarlijkse kosten voor de optiepakketten waarmee de indicatieve emissiedoelen worden bereikt waarmee aan de aangescherpte emissie-eisen voor de NEC-stoffen en fijn stof wordt voldaan*

Indicatieve doelstelling 2020 [Mton CO <sub>2</sub> -eq]	Benodigde emissiereductie 2020 [Mton CO <sub>2</sub> -eq]	Jaarlijkse kosten optiepakketten 2020 [mld €/jaar] <sup>a</sup>		
		Saldo	Waarvan maatregelen met: Negatieve kosten    Positieve kosten <sup>a</sup>	
220 (stabilisatie niveau 2010)	31	-0,0	-0,6	0,6
200 (-6% t.o.v. basisjaar)	51	0,3	-0,6	0,9
180 (-15% t.o.v. basisjaar)	71	1,4	-0,6	2,0

<sup>a</sup> Inclusief de kosten voor het behalen van aangescherpte doelen voor NEC-stoffen en fijn stof in 2020, welke afnemen van circa € 0,6 mld per jaar voor het emissieniveau 220 Mton tot € 0,4 mld per jaar voor het emissieniveau van 180 Mton.

- De opties met een negatieve nationale kosteneffectiviteit zouden, indien ze worden geïmplementeerd, in principe leiden tot een kostenbesparing op nationale schaal. Desondanks worden deze maatregelen in het achtergrondscenario niet ingezet. Dit komt bijvoorbeeld doordat de instrumentering van deze opties moeilijk is (bijvoorbeeld gedragsbeïnvloeding) of doordat het draagvlak ervoor gering is (bijvoorbeeld kilometerheffing).
- De marginale kosteneffectiviteiten van de optiepakketten voor het halen van de indicatieve doelen van 220, 200 en 180 Mton CO<sub>2</sub>-eq emissie in 2020 zijn respectievelijk 8, 23 en 81 € per ton CO<sub>2</sub>-eq. Dit betekent dat om het emissieniveau van 180 Mton in 2020 te realiseren, inzet van alle opties met een kosteneffectiviteit tot en met 81 € per ton CO<sub>2</sub>-eq nodig is.

#### *Energiebesparing, kernenergie en CO<sub>2</sub>-opslag spelen een belangrijke rol in de optiepakketten*

- Uit de optiepakketten voor emissiereductie blijkt dat energiebesparing, kernenergie en CO<sub>2</sub>-opslag belangrijke maatregelen zijn, met een groot potentieel bij relatief lage kosten. Pas bij scherpere emissiereductiedoelstellingen worden duurdere energiebesparingsmaatregelen en hernieuwbare energie opgenomen in de optiepakketten.

Tabel S.2 *Bijdrage per maatregelcategorie aan de emissiereductie van de optiepakketten*

Maatregelcategorie	Doelniveau [Mton CO <sub>2</sub> -eq]		
	220	200	180
Besparing in ruime zin	17	22	24
<i>wv. Besparing conform protocol energiebesparing</i>	12	16	19
<i>wv. Volume/structureffecten en brandstofsubstitutie</i>	5	5	5
CO <sub>2</sub> -opslag	0	12	15
Hernieuwbare energie	1	1	12
Kernenergie	8	9	9
Overig	5	6	10

- Voorbeelden van maatregelen die een rol spelen in het optiepakket voor het bereiken van het doelniveau van 180 Mton zijn: de bouw van nieuwe kerncentrales (1600 MW<sub>e</sub>; circa 3 keer de capaciteit van de centrale in Borssele), het plaatsen van 5500 MW<sub>e</sub> extra windenergie op zee (ten opzichte van de 2000 MW<sub>e</sub> opgesteld in het achtergrondscenario), het afvangen van ruim 15 Mton CO<sub>2</sub> (overeenkomend met ongeveer 20% van de CO<sub>2</sub>-emissies uit elektriciteitsopwekking in 2020) en invoering van de kilometerheffing voor personenvoertuigen. Ener-

giebesparingsmaatregelen worden breed toegepast en spelen een belangrijke rol, maar hebben elk afzonderlijk meestal een gering effect.

- Kernenergie en CO<sub>2</sub>-afvang spelen een sleutelrol voor het bereiken van grote emissiereducties, tegen relatief lage kosten. Als beide oplossingsrichtingen worden uitgesloten is het totaal potentieel duidelijk lager, en kost het halen van 15% emissiereductie (180 Mton) bijna € 2,9 mld per jaar extra.
- De optiepakketten zijn zo samengesteld dat ze in 2020 ook voldoen aan aangescherpte emissie-eisen voor de NEC-stoffen (NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> en NMVOS) en fijn stof. Hiervoor is de zogeheten ‘midden-ambitie’ uit het *Clean Air for Europe* programma van de Europese Commissie als uitgangspunt genomen. Indien deze randvoorwaarde niet wordt meegenomen, hoeven er geen maatregelen speciaal voor de NEC-doelen genomen te worden en vallen de kosten per jaar circa € 0,4 tot maximaal € 0,6 mld lager uit.

*De grootste emissiereducties kunnen worden gerealiseerd bij de industrie en in de energiesector*

- De optiepakketten halen de grootste emissiereducties in de sectoren industrie en energie. Dit is ongeacht of de reducties berekend worden op basis van de sector waar de maatregelen toegepast worden, of waar de maatregelen effect hebben. Zo leiden maatregelen als elektriciteitsbesparing en WKK in andere sectoren (bijvoorbeeld de dienstensector) tot emissiereducties in de energiesector.

## S.2 Technisch potentieel voor energiebesparing

*Er is een technisch besparingspotentieel waarmee tussen 2010 en 2020 een energiebesparingstempo van meer dan 2% per jaar kan worden gerealiseerd*

- Er bestaat een maximaal technisch besparingspotentieel dat overeenkomt met gemiddeld 2,1% energiebesparing per jaar tussen 2010 en 2020. Indien ook opties worden meegerekend die buiten de definitie van besparing vallen volgens het Protocol Monitoring Energiebesparing, maar wel tot een verminderd energiegebruik leiden (besparing in ruime zin), is een energiebesparingstempo van 2,3% per jaar technisch haalbaar.

*De optiepakketten bevatten, vanuit het criterium van minimalisering van de kosten, slechts zoveel besparingsmaatregelen dat een energiebesparingstempo van maximaal 1,7% per jaar wordt bereikt*

- Energiebesparing is een belangrijk onderdeel van de optiepakketten die zijn samengesteld om tegen de laagst mogelijke nationale kosten tot een emissiereductie te komen. Deze besparingsmaatregelen verhogen het besparingstempo tot boven het niveau van 1% per jaar uit de Referentieramingen, naar gemiddeld 1,4 à 1,6% per jaar tussen 2010 en 2020 voor de verschillende indicatieve doelen. Voor de ‘besparing in ruime zin’ is dit percentage iets hoger: 1,5 à 1,7% per jaar.

Tabel S.3 *Energiebesparing vanaf 2005 (volgens het Energiebesparingsprotocol en in ruime zin) in de optiepakketten voor de indicatieve doelen*

		BKG-emissieniveau in 2020 [Mton CO <sub>2</sub> -eq]		
		220	200	180
Besparing volgens protocol	[PJ]	190	250	300
	[%/jr] <sup>a</sup>	1,4	1,5	1,6
Besparing in ruime zin	[PJ]	240	300	350
	[%/jr] <sup>a</sup>	1,5	1,6	1,7

<sup>a</sup> Het gemiddelde besparingstempo (%/jaar) tussen 2010 en 2020 wordt aangegeven.

- Als boven op de emissiereductiedoelen ook een extra hoog energiebesparingsdoel wordt opgelegd, worden de kosten voor de optiepakketten hoger. Dit komt doordat er dan besparingsopties in de pakketten komen die vanuit de minimalisatie van kosten niet zouden worden opgenomen. De nationale kosten van de optiepakketten nemen met circa € 0,4 respectievelijk 0,2 mld per jaar toe, als naast het indicatieve doel van 200 of 180 Mton CO<sub>2</sub>-eq ook een energiebesparing van 2% (in ruime zin) moet worden gerealiseerd.

### S.3 Realiseerbaarheid van de optiepakketten

*In de praktijk kan een deel van de gevonden technische potentiëlen voor emissiereductie en besparing niet of moeilijk worden gerealiseerd*

- Door beperkingen vanwege uitvoerbaarheid, draagvlak en tempo van implementatie is het 'realistisch potentieel' voor emissiereductie en energiebesparing waarschijnlijk kleiner dan het 'technisch potentieel'. Er is in deze studie geen analyse uitgevoerd naar de beleidsmogelijkheden (instrumenten) om de technische potentiëlen te realiseren. Duidelijk is echter dat voor het implementeren van een volledig optiepakket, gericht op het bereiken van een emissieniveau van 180 Mton, substantiële barrières moeten worden weggenomen. Hierbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan de weerstanden tegen kernenergie, grootschalige implementatie van offshore wind en maatregelen op het gebied van verkeer. Het bereiken van de laagste emissieniveaus betekent daarom een aanzienlijke beleidsopgave.
- De indicatieve doelniveaus benutten niet het totale technische potentieel. Het indicatieve doel van 180 Mton CO<sub>2</sub>-eq binnenlandse broeikasgasemissie (15% reductie ten opzichte van het basisjaar) is nog haalbaar indien gemiddeld circa 20% van het totaal berekende potentieel in het implementatietraject zou uitvallen. Voor een emissiedoel van 200 Mton (6% reductie) mag maximaal circa 40% van het reductiepotentieel uitvallen. Als een deel van het reductiepotentieel uitvalt, betekent dat in het algemeen dat de gemiddelde kosten van het resterende potentieel toenemen.
- De potentiëlen van de opties zijn in veel gevallen gebaseerd op besluitvorming in 2006. Als wordt gewacht met besluiten om maatregelen geïmplementeerd te krijgen, vermindert in de loop van de tijd het potentieel voor emissiereductie.

*Naar verwachting realiseren noch het Energierapport 2005, noch het PvdA Actieplan Energiebesparing een jaarlijks besparingstempo boven 1,5% per jaar tussen 2010 en 2020*

- Om een energiebesparingsdoelstelling van gemiddeld 2% per jaar (in ruime zin) te realiseren, mag maximaal ongeveer 20% van het reductiepotentieel uit het Optiedocument afvallen in het implementatietraject. Om een besparingsdoelstelling van gemiddeld 1,75% per jaar (in ruime zin) te realiseren, mag maximaal ca. 40% van het reductiepotentieel afvallen.
- De maatregelen uit het Energierapport 2005 en het PvdA Actieplan energiebesparing zijn beoordeeld. Als rekening wordt gehouden met een actuele inschatting van de realiseerbaar-



heid van de maatregelen uit deze beide plannen, dan wordt in geen van beide plannen een tempo van 1,5% besparing per jaar bereikt. Verdere uitwerking van de instrumentatie kan in principe tot een hoger besparingstempo leiden.

#### S.4 Invloed van hogere olieprijsen

*Een hogere olieprijs leidt nauwelijks tot verandering van de (technische) potentiëlen voor emissiereductie en energiebesparing, maar de kosten van de optiepakketten dalen wel bij hogere olieprijsen*

- Om de invloed van een structureel hogere olieprijs te bepalen is gerekend met een olieprijs van gemiddeld 40 US\$ per vat vanaf 2015, conform de olieprijsen in de Maatschappelijke kosten-batenanalyse over wind op zee (Verrips *et al.*, 2005). In de eindgebruiksectoren zal bij hogere energieprijzen meer besparing optreden. Als gevolg van deze hogere prijs treden echter in de energiesector ook verschuivingen op naar meer kolenvermogen en wordt de marktsituatie voor (gasgestookte) warmtekracht-koppeling (WKK) slechter. Gezamenlijk leiden de ontwikkelingen bij een hoge olieprijs tot een verlaging van de broeikasgasemissie in  $GE^{ho}$  met 4 Mton  $CO_2$ -eq in 2020, ten opzichte van  $GE^{act}$ .
- Het (technisch) potentieel voor emissiereductie in 2020 neemt bij een hogere olieprijs niet toe; de kosten van optiepakketten vallen wel lager uit. De netto kosten van energiebesparing, hernieuwbare energie en kernenergie nemen af, doordat het verminderen van het verbruik van olie en gas bij de hogere prijzen meer kosten uitspaart. De kosten van de optiepakketten zijn daardoor circa € 0,2 tot 0,4 miljard per jaar lager voor de indicatieve doelniveaus van 220 resp. 180 Mton  $CO_2$ -eq.
- Ook voor energiebesparing geldt dat bij een hogere olieprijs het potentieel voor 2020 slechts weinig afwijkt; er wordt al iets meer besparing in het achtergrondscenario gerealiseerd waardoor het resterende potentieel kleiner is.

# Inhoud

Lijst van tabellen	11
Lijst van figuren	12
1. Inleiding	13
1.1 Achtergrond	13
1.2 Vraagstelling	13
1.3 Algemene aanpak	14
1.4 Leeswijzer	15
2. Achtergrondscenario's	16
2.1 Beschrijving van de gebruikte varianten op het GE-scenario	16
2.2 Energie, emissies en besparingen in de scenario-varianten	17
3. Optiedocument energie en emissies 2010/2020	20
3.1 Beschrijving	20
3.2 Milieukostenmethodiek	21
3.3 Afwijkende benadering verkeersopties	22
4. Optiepakketten: uitgangspunten	23
4.1 Doelstellingen	23
4.2 Energieprijzen	23
4.3 Randvoorwaarden	24
5. Optiepakketten: resultaten	28
5.1 Binnenlandse reductie uitstoot broeikasgassen	28
5.2 Mogelijkheden voor energiebesparing	35
5.3 Effecten bij alternatieve uitgangspunten	38
5.4 Effecten van hogere olieprijs	40
6. Discussie	43
6.1 Van optiepakketten naar implementatie	43
6.2 Onzekerheden optiepakketten	47
6.3 Vergelijking energiebesparing in enkele beleidsdocumenten	49
7. Conclusies	52
7.1 Mogelijkheden voor emissiereductie van broeikasgassen	52
7.2 Mogelijkheden voor verhoging van het energiebesparingstempo	54
7.3 Effecten van een hogere olieprijs	55
7.4 Kanttekeningen	55
Referenties	56
Bijlage A Besparingsbegrippen	58
Bijlage B Kostenbegrippen	59
Bijlage C Maatregelen Energierapport	60
Bijlage D Maatregelen PvdA Actieplan	61
Bijlage E Vergelijking met Ecofys-resultaten	62

## Lijst van tabellen

Tabel S.1	<i>Jaarlijkse kosten voor het bereiken van de indicatieve emissiedoelen</i>	6
Tabel S.2	<i>Bijdrage per maatregelcategorie aan de emissiereductie van de optiepakketten</i>	6
Tabel S.3	<i>Energiebesparing vanaf 2005 (volgens het Energiebesparingsprotocol en in ruime zin) in de optiepakketten voor de bestudeerde BKG-niveaus</i>	8
Tabel 1.1	<i>Overzicht van de broeikasgasemissieontwikkeling in de Referentieramingen en de indicatieve doelstellingen die in deze studie worden bestudeerd</i>	14
Tabel 2.1	<i>Schematisch overzicht van een aantal belangrijke kentallen in de gebruikte varianten en in het Global Economy-scenario uit de Referentieramingen</i>	17
Tabel 2.2	<i>Kentallen voor de achtergrondscenario's voor 2020</i>	18
Tabel 2.3	<i>Ontwikkeling van de BKG-emissies en het primaire energieverbruik in de gebruikte varianten t.o.v. het Global Economy-scenario uit de Referentieramingen</i>	19
Tabel 4.1	<i>Overzicht van de emissies in de achtergrondscenario's, de bestudeerde emissieniveaus en de daarvoor benodigde emissiereducties</i>	23
Tabel 4.2	<i>Gehanteerde nationale energieprijzen</i>	24
Tabel 4.3	<i>Overzicht van opgelegde randvoorwaarden bij de analyses en uitgevoerde gevoeligheidsanalyses hiervoor</i>	25
Tabel 4.4	<i>NEC-stoffen en fijn stof: emissies in de scenario-varianten, gehanteerde indicatieve doelen en daarvan afgeleide benodigde emissiereductie in de samenstelling van maatregelpakketten</i>	27
Tabel 5.1	<i>Categorie-indeling opties</i>	29
Tabel 5.2	<i>Overzicht van opties met negatieve nationale kosten</i>	33
Tabel 5.3	<i>Emissiereductie en kosten van enkele belangrijke opties bij het emissieniveau van 160 Mton, en mogelijke obstakels bij implementatie</i>	34
Tabel 5.4	<i>Toedeling totale nationale kosten per BKG-niveau naar emissithema</i>	35
Tabel 5.5	<i>Energiebesparing vanaf (conform het Energiebesparingsprotocol en in ruime zin) in de optiepakketten voor de bestudeerde BKG-niveaus</i>	36
Tabel 5.6	<i>Energiebesparing (conform het Energiebesparingsprotocol en in ruime zin) bij afnemende niveaus voor primair energiegebruik</i>	37
Tabel 5.7	<i>Kosten voor optiepakketten gericht op energiebesparing</i>	38
Tabel 5.8	<i>Kosten voor de BKG-optiepakketten met en zonder een aanvullende energiebesparingseis (2%/jr, in ruime zin, vanaf 2010)</i>	38
Tabel 5.9	<i>Gevoeligheid van de kosten van de optiepakketten naar BKG-emissieniveau voor de opgelegde uitgangspunten</i>	39
Tabel 5.10	<i>Gevoeligheid van de kosten van de optiepakketten naar BKG-niveau voor een hoge olieprijs</i>	41
Tabel 6.1	<i>Realiseerbaarheid van doelstellingen gerelateerd aan de realiseerbaarheid van het technisch potentieel uit het Optiedocument (voor het GE<sup>act</sup>-scenario)</i>	45
Tabel 6.2	<i>Voorbeelden van implicaties van een doelniveau van 180 Mton in 2020</i>	47
Tabel 6.3	<i>Overzicht energiebesparing in enkele beleidsdocumenten, schatting van hardheid instrumentatie en overlap met opties. Besparing per streefwaardesector in PJ<sub>primair</sub> in ruime zin</i>	49
Tabel 7.1	<i>Jaarlijkse kosten voor het bereiken van de indicatieve emissiedoelen</i>	53
Tabel E.1	<i>Vergelijking van berekende besparingen tussen Ecofys en ECN</i>	62

## Lijst van figuren

Figuur S.1	<i>De emissie van broeikasgassen in de periode 2005-2020 volgens het GE-scenario (geactualiseerde variant <math>GE^{act}</math>) en de indicatieve doelen</i>	4
Figuur 2.1	<i>Ontwikkeling van de olie- en aardgasprijzen in de gebruikte scenario-varianten</i>	17
Figuur 5.1	<i>BKG-emissiereducties per categorie in de optiepakketten ten opzichte van <math>GE^{act}</math> 2020</i>	30
Figuur 5.2	<i>BKG-emissiereducties per sector in de optiepakketten voor <math>GE^{act}</math>. In de linker figuur wordt aangegeven in welke sector de maatregelen worden getroffen; in de rechter figuur wordt aangegeven waar de feitelijke emissiereducties verschijnen</i>	31
Figuur 5.3	<i>Kostencurve emissiereductie broeikasgassen van 90 Mton <math>CO_2</math>-eq</i>	32
Figuur 5.4	<i>Besparingen, volume- en structureffecten en brandstofsubstitutie in de <math>GE^{act}</math>-optiepakketten</i>	36
Figuur 5.5	<i>Besparingen, volume- en structureffecten en brandstofsubstitutie bij afnemende niveaus voor het primair energiegebruik in 2020</i>	37
Figuur 5.6	<i>Kostencurves in <math>GE^{act}</math> met en zonder uitsluiting van de opties <math>CO_2</math>-opslag en kernenergie</i>	40
Figuur 5.7	<i>BKG-emissiereducties per categorie in de optiepakketten voor het hoge olieprijs-achtergrondscenario (<math>GE^{ho}</math>)</i>	41
Figuur 5.8	<i>Besparingen, volume- en structureffecten en brandstofsubstitutie bij afnemende BKG-emissies in 2020, ten opzichte van het hoge-olieprijsscenario <math>GE^{ho}</math></i>	42
Figuur 6.1	<i>Schematische weergave van belangrijke aspecten van beleidsvorming en (met pijlen weergegeven) onderlinge beïnvloeding van deze aspecten</i>	44
Figuur 6.2	<i>Voorbeeld kostencurves voor technisch potentieel en situaties waarin het realiseerbaar potentieel resp. 60 en 80% van het technisch potentieel is (uitval evenredig verdeeld over alle opties)</i>	46

# 1. Inleiding

## 1.1 Achtergrond

In dit rapport worden de mogelijkheden voor binnenlandse emissiereductie van broeikasgassen tot 2020 verkend, en in samenhang daarmee de mogelijkheden voor een verhoging van het energiebesparingstempo. Het betreft de eerste analyses met opties uit het Optiedocument energie en emissies 2010/2020 (Daniëls en Farla, 2006).

De analyses naar mogelijke klimaatdoelstellingen en energiebesparing zijn uitgevoerd op verzoek van de Ministeries van VROM en EZ. Het Ministerie van VROM wil de mogelijkheden voor klimaatbeleid na de Kyoto-periode (2012) verkennen. Hierover zal dit jaar in de Toekomst-agenda Milieu worden gerapporteerd. Het Ministerie van EZ heeft in het Energierapport 2005 (EZ, 2005) de strategische beleidslijnen voor het energiebeleid gepresenteerd. Bij de behandeling van het Energierapport in de Tweede Kamer heeft de Minister van Economische Zaken aan de kamer aangeboden om de mogelijkheden te verkennen van een energiebesparingstempo dat hoger ligt dan bij het voorgestelde beleidspakket uit het Energierapport 2005. Hiermee wordt ingegaan op de Motie Van der Ham/Spies van 22 maart 2005 (TK, 2005), waarin werd gevraagd om de Nederlandse doelstelling voor energiebesparing te verhogen tot gemiddeld 1,5% per jaar tot 2010, en tot 2% per jaar gemiddeld vanaf 2010.

## 1.2 Vraagstelling

Het Optiedocument energie en emissies 2010/2020 (kortweg: Optiedocument) beschrijft maatregelen voor energiebesparing en emissiereductie. Gebruikmakend daarvan zijn twee onderzoeksvragen verkend:

1. Wat zijn de mogelijkheden voor binnenlandse emissiereductie van broeikasgassen (BKG) voor het zichtjaar 2020?
2. Wat zijn de mogelijkheden voor verhoging van het energiebesparingstempo voor de periode 2010-2020?

Startpunt voor de eerste onderzoeksvraag is de broeikasgasemissie in 2020. Dit is 243 Mton CO<sub>2</sub>-equivalent<sup>1</sup> volgens het GE-scenario uit de Referentieramingen energie en emissies 2005-2020 (Van Dril en Elzenga, 2005)<sup>2</sup>. Voor het totaal aan broeikasgassen is gerekend met emissieniveaus van 220, 200 en 180 Mton CO<sub>2</sub>-eq in 2020. Het emissieniveau van 220 Mton CO<sub>2</sub>-eq komt overeen met de broeikasgasemissie in 2010 volgens het GE-scenario (Van Dril en Elzenga, 2005). Dit is dus gelijk aan een stabilisatie van het emissieniveau tussen 2010 tot 2020. Het emissieniveau 200 Mton CO<sub>2</sub>-eq komt ongeveer overeen met 6% emissiereductie t.o.v. het niveau in het basisjaar 1990/1995<sup>3</sup>. Dit emissieniveau is daarmee overeenkomstig de Nederlandse 'Kyoto-doelstelling' voor het jaar 2010, indien dat geheel binnenlands zou zijn ingevuld. Het emissieniveau van 180 Mton betreft ongeveer een 15% emissiereductie t.o.v. de BKG-emissies in 1990/1995. In Tabel 1.1 wordt een overzicht gegeven van de emissieontwikkeling in het GE-scenario en de gehanteerde indicatieve doelstellingen in deze studie.

---

<sup>1</sup> Met de eenheid 'kg CO<sub>2</sub>-equivalent' kunnen emissies van kooldioxide en de overige vijf broeikasgassen onder het Kyoto-Protocol onder één noemer worden gebracht op basis van de bijdrage van ieder van deze gassen aan klimaatverandering (gewogen optelling met 'global warming potential'-factoren).

<sup>2</sup> In de Referentieramingen wordt een emissie van 240 Mton berekend voor 2020. Voorin die rapportage wordt echter aangegeven dat daarbij ca. 3 Mton moet worden opgeteld (zowel voor 2010 als voor 2020). In deze rapportage wordt uitgegaan van deze 3 Mton hogere emissies.

<sup>3</sup> Het basisjaar voor de officiële monitoring van de broeikasgassen is 1990, met uitzondering van de F-gassen waarvoor het basisjaar 1995 is.

Tabel 1.1 *Overzicht van de broeikasgasemissieontwikkeling in de Referentieramingen en de indicatieve doelstellingen die in deze studie worden bestudeerd*

<i>Emissies conform Referentieramingen</i>	Broeikasgasemissies	
	Niveau t.o.v. basisjaar [%]	GE (RR) [Mton CO <sub>2</sub> -eq]
Emissie basisjaar (1990/1995) <sup>a</sup>	100	214
Emissie 2010	103	220
Emissie 2020	114	243
<i>Indicatieve doelstellingen 2020</i>		
Stabilisatie tussen 2010 en 2020	103	220
Reductie met 6% t.o.v. basisjaar	94	ca. 200
Reductie met 15% t.o.v. basisjaar	85	ca. 180

<sup>a</sup> De emissie van broeikasgassen in het basisjaar bedraagt 213,75 Mton (Brandes *et al.*, 2006).

Tegen de achtergrond van deze indicatieve doelstellingen worden de volgende subvragen beantwoord:

- Wat is op basis van het Optiedocument het technische potentieel voor BKG-emissiereductie in 2020?
- Welke maatregelen/maatregelcategorieën zijn belangrijk bij de verschillende reductie-ambitieniveaus?
- Wat zijn de kosten en andere kenmerken van deze maatregelen/maatregelcategorieën?
- Welke sectoren zijn van belang voor broeikasgasemissiereductie?
- Wat kan met de kennis over de verschillende maatregelcategorieën worden gezegd over mogelijke barrières bij implementatie?
- Zijn emissieniveaus zoals weergegeven als indicatieve doelstellingen haalbaar?
- Wat is de invloed van een structureel hogere olieprijs op het potentieel en de kosten van emissiereductie?

Voor de onderzoeksvraag over het verhogen van het energiebesparingstempo wordt uitgegaan van dezelfde achtergrondscenario's. Om deze onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden worden de volgende subvragen gesteld:

- Wat is op basis van het Optiedocument het technisch potentieel voor energiebesparing in 2020?
- Wat is het gemiddelde besparingstempo in de optiepakketten voor broeikasgasemissiereductie?
- Wat zijn de kosten en andere kenmerken van deze maatregelen/maatregelcategorieën?
- Wat is de samenhang tussen een hoog energiebesparingstempo en emissiereductie van broeikasgassen?
- Is een besparingstempo van 2% per jaar haalbaar?
- Wat is de invloed van een structureel hogere olieprijs op het potentieel en de kosten van een hoog energiebesparingstempo?

De analyse van energiebesparingsmogelijkheden wordt in samenhang met mogelijke klimaatdoelstellingen beschreven omdat energiebesparing wordt gezien als een belangrijke mogelijkheid om de CO<sub>2</sub>-uitstoot te verminderen.

### 1.3 Algemene aanpak

De in dit rapport beschreven analyses zijn uitgevoerd met het Optiedocument. Dit Optiedocument bevat informatie over potentiëlen voor emissiereductie en vermindering van het energie-

gebruik voor de zichtjaren 2010 en 2020, tegen de achtergrond van het Global Economy-scenario (GE) uit de Referentieramingen. Ten behoeve van deze analyses zijn twee aangepaste ‘achtergrondscenario’s’ ontwikkeld op basis van het genoemde GE-scenario. Een eerste aanpassing betreft het verwerken van recente beleidsontwikkelingen op het gebied van de stimulering van duurzame energie, met name van wind op zee. Een tweede variant afgeleid van het GE-scenario gaat uit van een blijvend hogere olieprijsontwikkeling. De aanpassingen ten opzichte van het GE-scenario worden beschreven in Hoofdstuk 2.

Met het Optiedocument worden tegen de achtergrond van beide achtergrondscenario’s optiepakketten samengesteld, waarmee tegen minimale nationale kosten (zie Paragraaf 3.2 voor definitie) aan vooraf opgegeven doelen voor emissiereductie en energiegebruik wordt voldaan. De doorgerekende doelen voor de reducties van broeikasgasemissies bedragen 220, 200 en 180 Mton CO<sub>2</sub>-eq. Er is daarbij speciaal gekeken naar de rol die energiebesparing speelt binnen deze pakketten. Daarnaast zijn er optiepakketten samengesteld op basis van specifieke besparingsdoelstellingen.

De mogelijkheden voor Nederland om door middel van emissiehandel (zoals de Kyoto-mechanismen ‘Joint Implementation’ en ‘Clean Development Mechanism’) aan klimaatdoelstellingen te voldoen worden in deze studie buiten beschouwing gelaten.

## 1.4 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 geeft een korte beschrijving van de gebruikte achtergrondscenario's. Hoofdstuk 3 gaat in op het Optiedocument, het instrument waarmee de beschreven analyses zijn uitgevoerd. Hoofdstuk 4 beschrijft de doelen en randvoorwaarden op basis waarvan verschillende optiepakketten zijn samengesteld. Hoofdstuk 5 toont de resultaten van de analyses in termen van reductiepotentieel en kosten en gaat in op de effecten van een aantal specifieke randvoorwaarden. Hoofdstuk 6 bevat een kritische beschouwing van de resultaten. De mogelijkheden voor instrumentering en onzekerheden passeren de revue. Hoofdstuk 7 tenslotte presenteert de conclusies over de haalbaarheid van de onderzochte doelen voor broeikasgasemissiereducties en het tempo van energiebesparing.

## 2. Achtergrondscenario's

### 2.1 Beschrijving van de gebruikte varianten op het GE-scenario

Voor de analyses in dit rapport zijn de ontwikkelingen volgens het 'Global Economy'-scenario uit de Referentieramingen energie en emissies 2005-2020 als startpunt genomen. Dit is een scenario met een hoge bevolkingsgroei en hoge economische groei. Daarbij is het 'Global Economy' (GE)-scenario de achtergrond geweest waarvoor de opties in het Optiedocument energie en emissies 2010/2020 in eerste instantie zijn beschreven.

Vanuit het genoemde GE-scenario zijn ten behoeve van deze analyse twee varianten ontwikkeld. In de eerste variant worden de recente beleidswijzigingen van eind 2005 op het gebied van duurzame elektriciteit meegenomen. Het betreft de wijziging van de subsidies volgens de wet Milieukwaliteit elektriciteitsproductie (MEP) waarbij het open-einde karakter van deze regeling is opgeheven. Dit heeft tot gevolg dat het veronderstelde opgestelde vermogen van offshore wind in 2020 lager is dan de 6000 MW waarvan in het GE-scenario werd uitgegaan. In de varianten voor deze analyse wordt nu uitgegaan van 2000 MW opgesteld vermogen in 2020.

In de tweede variant is de actualisatie van de MEP-regeling eveneens meegenomen. Daarnaast wordt in de tweede variant een structureel hogere olieprijsontwikkeling verondersteld, van 35 tot 40 US\$ per vat vanaf 2015. Gekoppeld aan de hogere olieprijs stijgt ook de aardgasprijs, terwijl de kolenprijs vrijwel stabiel blijft. Hierdoor wijzigt de keuze van de te gebruiken energiedrager, met name in de energiesector, met als gevolg ook een wijziging van de emissies.

Beide varianten van het achtergrondscenario worden in deze rapportage aangeduid met respectievelijk GE<sup>act</sup> (verminderd offshore windvermogen) en met GE<sup>ho</sup> (hoge olieprijsvariant). In de volgende paragrafen van dit hoofdstuk worden de aannames en effecten per scenariovariant beschreven. In Tabel 2.1 wordt een schematisch overzicht gegeven van de belangrijkste verschillen en overeenkomsten tussen GE uit de Referentieramingen en de daarvan afgeleide varianten.

#### *Status van de gebruikte scenario-varianten*

De in deze analyse gebruikte scenario-varianten wijken af van het GE-scenario uit de Referentieramingen. Ze zijn speciaal voor de huidige analyses opgesteld, en hebben niet de status van bijvoorbeeld het GE- en SE-scenario uit de Referentieramingen. Voor deze varianten is gekozen om de resultaten zo goed mogelijk te laten aansluiten bij de huidige beleidscontext. De varianten zijn echter niet zo uitgebreid beschreven als in de Referentieramingen is gebeurd.

Met de ontwikkelde scenariovarianten is geprobeerd al zo goed mogelijk aan te sluiten bij het GE-energiescenario en een hoge olieprijsvariant daarvan, die voor de studie 'Welvaart en Leefomgeving' (WLO) worden ontwikkeld. Deze toekomstverkenning tot 2040 zal door de planbureaus CPB, RPB en MNP medio 2006 worden gepubliceerd. In de WLO-studie zullen ook geactualiseerde ramingen voor de transportsector worden meegenomen, welke voor deze studie nog niet beschikbaar waren.

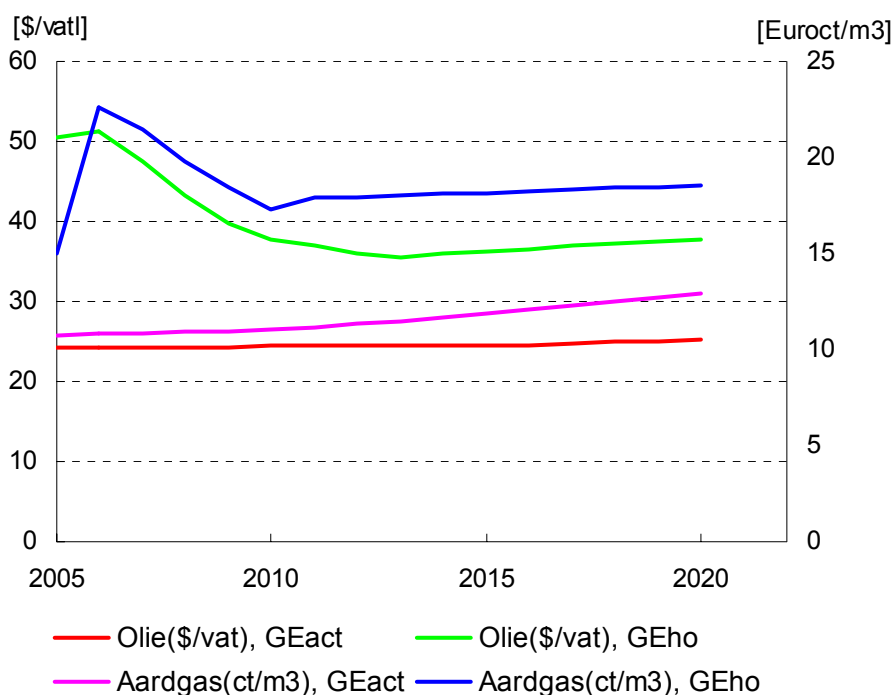
Belangrijk is verder nog dat in de hoge olieprijsvariant (GE<sup>ho</sup>) de doorwerking van hogere energieprijzen conform de WLO-uitgangspunten slechts partieel voor het energiegebruik is meegenomen. Wijzigingen in de economische groeipaden (volume en structuur) als gevolg van de hoge olieprijs, waardoor ook een veranderde energievraag kan ontstaan, kunnen in de context van deze analyse niet worden meegenomen.



Tabel 2.1 *Schematisch overzicht van een aantal belangrijke kentallen in de gebruikte varianten en in het Global Economy-scenario uit de Referentieramingen*

	GE (RR)	GE <sup>act</sup>	GE <sup>ho</sup>
Gemiddelde economische groei 2002-2020	2,9%/jr	Idem	Idem
Offshore windenergie (vermogen in 2020)	6000 MW	2000 MW	2000 MW
Olieprijzen 2020 [\$/vat]	25	25	38
Emissies 2020 [Mton CO <sub>2</sub> -eq]	243	251	248

Figuur 2.1 toont de ontwikkeling van de handelsprijzen van ruwe olie en aardgas. De kolenprijs blijft in beide varianten rond de 1,7 €/GJ.



Figuur 2.1 *Ontwikkeling van de olie- en aardgasprijzen in de gebruikte scenario-varianten*

## 2.2 Energie, emissies en besparingen in de scenario-varianten

Deze paragraaf beschrijft kort de emissies en het energiegebruik in de scenario-varianten, en gaat in op de belangrijkste veranderingen ten opzichte van het GE-scenario uit de Referentieramingen.

### *Geactualiseerde achtergrondscenario GE<sup>act</sup>*

Het belangrijkste verschil met GE is dat de MEP-regeling haar open einde karakter verliest. Dit heeft twee belangrijke consequenties:

- Hernieuwbaar opwekkingsvermogen, en met name offshore windenergie wordt in een lager tempo geïmplementeerd dan eerder werd voorzien in de Referentieramingen. In 2020 staat er 2000 MW, in plaats van de in de ramingen voorziene 6000 MW.
- Omdat de elektriciteitsvraag gelijk blijft, moet vervangend opwekkingsvermogen de geringere groei van het windvermogen opvangen. Vanwege de opbouw van het Nederlandse opwekkingspark, met een relatief tekort aan goedkoop basislastvermogen, wordt deze vacature met name ingevuld met nieuw kolenvermogen.

Als gevolg hiervan nemen het primair verbruik en de emissies van met name CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> en SO<sub>2</sub> toe ten opzichte van de berekende niveaus in de Referentieramingen. De emissies van GE<sup>act</sup> liggen in 2020 circa 8 Mton hoger dan in het GE van de Referentieramingen (251 Mton i.p.v. 243 Mton CO<sub>2</sub>-equivalent).

### GE-hoge olieprijs

De combinatie van een hoge olieprijs, een hieraan gekoppelde hoge gasprijs en een stabiele kolenprijs zet een aantal deels tegengestelde ontwikkelingen in gang. Deze ontwikkelingen komen boven op de toename van het kolenvermogen ten gevolge van het geringere windvermogen. Een overzicht van de belangrijkste ontwikkelingen:

- Het hogere prijsniveau van olie en aardgas heeft een rechtstreeks effect op de besparingen in de eindgebruiksectoren. Besparingsmaatregelen worden aantrekkelijker, en het besparingstempo neemt toe, waardoor de vraag naar aardgas en autobrandstoffen achterblijft bij die in de Referentieramingen. Deze ontwikkeling leidt tot een reductie van de CO<sub>2</sub>-emissie.
- In de elektriciteitssector worden de opwekkingskosten van het vermogen op basis van aardgas hoger. Hierdoor vindt er een verschuiving plaats van de inzet van aardgasvermogen naar kolenvermogen, en wordt de bouw van nieuw kolenvermogen extra aantrekkelijk. Door de lagere rendementen van kolenvermogen nemen de brandstofinzet en de CO<sub>2</sub>-emissies toe. Dit laatste wordt nog versterkt door de hogere emissiefactor van kolen. Tevens gaat Nederland netto meer elektriciteit importeren, doordat buitenlandse elektriciteit, opgewekt met kolen en kernenergie, concurrerender wordt.
- De hogere opwekkingskosten veroorzaken een stijging van de elektriciteitsprijzen, maar door de gelijktijdige verschuiving naar kolenvermogen blijft deze stijging relatief achter bij de stijging van de aardgasprijzen. De verhouding tussen de elektriciteitsprijzen en de aardgasprijzen wordt hiermee ongunstiger voor warmtekrachtkoppeling (WKK). Bij WKK hangt het merendeel van de kosten immers samen met de aardgasconsumptie, en het merendeel van de opbrengsten met de productie van elektriciteit. De marktsituatie voor WKK verslechtert hiermee ten opzichte van GE-RR, en de ontwikkeling van WKK-vermogen en -productie blijft achter bij GE-RR<sup>4</sup>. Dit resulteert ten opzichte van de raming in lagere besparingen, een hoger primair verbruik en hogere CO<sub>2</sub>-emissies.
- In de eindverbruiksectoren leiden de hogere elektriciteitsprijzen tot iets hogere besparingen op elektriciteit, waardoor de tendens tot een hoger energieverbruik en hogere emissies in de opwekkingssector iets getemperd wordt.

Over de hele linie resulteren deze ontwikkelingen, veroorzaakt door een hogere olieprijs, in een iets hogere energiebesparing dan in het GE-scenario conform de Referentieramingen (met een lage olieprijsontwikkeling). De broeikasgasemissies liggen 4 Mton hoger dan in de ramingen, en 4 Mton lager dan in het scenario met alleen een beleidsactualisatie. Aan dit laatste verschil draagt de extra import van elektriciteit een kleine Mton bij.

Tabel 2.2 toont enkele kentallen voor de energiehuishouding in de aangepaste scenario's voor 2020. Tabel 2.3 toont de totale emissies van broeikasgassen en het primair energiegebruik in de Referentieramingen en de twee varianten. De broeikasgasemissies zijn in beide varianten hoger dan in de Referentieramingen.

Tabel 2.2 *Kentallen voor de achtergrondscenario's voor 2020*

		GE	GE <sup>act</sup>	GE <sup>ho</sup>
Finale elektriciteitsvraag	[PJ <sub>e</sub> ]	504	504	499
Finale warmtevraag	[PJ <sub>th</sub> ]	1711	1712	1678
Productie elektriciteit door WKK	[PJ <sub>e</sub> ]	128	128	109
Productie elektriciteit door kolencentrales	[PJ <sub>e</sub> ]	129	168	176

<sup>4</sup> Hiermee is overigens geen sprake van een absolute afname. De productie van elektriciteit stijgt ook bij de hoge olieprijsen nog zeer licht; de facto is er tussen 2010 en 2020 een stagnatie van de productie.

Tabel 2.3 *Ontwikkeling van de BKG-emissies en het primaire energieverbruik in de gebruikte varianten t.o.v. het Global Economy-scenario uit de Referentieramingen*

	BKG-emissies [Mt CO <sub>2</sub> -eq]		Primair energieverbruik [PJ]	
	2010 <sup>a</sup>	2020	2010	2020
GE	220	243	3434	3867
GE <sup>act</sup> (beleidsactualisatie)	221	251	3449	3925
GE <sup>ho</sup> (hoge olieprijs)	217	247	3407	3854

<sup>a</sup> Alleen fysieke uitstoot, emissies cf. Kyoto veranderen niet of nauwelijks omdat het merendeel van de effecten plaatsvindt in de sectoren die onder emissiehandel vallen, en de emissieniveaus vaststaan.

*Totaal aan mogelijkheden verandert niet; kosten potentieel veranderen wel*

De olieprijs verandert de totale mogelijkheid om energie te besparen of emissies te reduceren tot 2020 niet of nauwelijks<sup>5</sup>. Het potentieel dat in de scenariovarianten extra wordt toegepast onder invloed van de hoge olieprijs, gaat af van wat er als additioneel potentieel beschikbaar is en vice versa. Het totale potentieel tot 2020 zou alleen kunnen veranderen als er onder invloed van hogere energieprijzen nieuwe opties voor emissiereductie in beeld zouden komen, bijvoorbeeld als gevolg van toenemende researchinspanningen op dat gebied. Dergelijke effecten worden in deze analyse niet meegenomen<sup>6</sup>.

<sup>5</sup> De vermindering van de netto import van elektriciteit heeft een kleine wijziging van het emissiereductiepotentieel tot gevolg.

<sup>6</sup> Gezien de voor researchtrajecten relatief korte termijn tot 2020 is vanuit deze hoek ook niet veel extra potentieel te verwachten.

### 3. Optiedocument energie en emissies 2010/2020

#### 3.1 Beschrijving

Het Optiedocument energie en emissies 2010/2020 bestaat uit een groot aantal optiebeschrijvingen en een analysemodel dat uit de optiebeschrijvingen pakketten kan samenstellen om doelen te halen voor CO<sub>2</sub>, de overige broeikasgassen<sup>7</sup>, de NEC-stoffen<sup>8</sup> en fijn stof. De optiebeschrijvingen geven het reductiepotentieel ten opzichte van het Global Economy-scenario (GE) uit de Referentieramingen energie en emissies 2005-2020, voor de jaren 2010 en 2020. Het Optiedocument bevat per optie een uitgebreide factsheet met daarin specificaties van de effecten op emissies en energiegebruik, de verschillende soorten kosten, de instrumenteringsmogelijkheden en additionele informatie over draagvlak en barrières. De gehanteerde methodiek voor de optiebeschrijvingen wordt uitgebreid beschreven in het Optiedocument.

Het analysemodel dat bij het Optiedocument is ontwikkeld, kan ten opzichte van een bepaald achtergrondscenario, en met inachtneming van door de modelgebruiker te bepalen randvoorwaarden een optiepakket samenstellen waarmee het tegen minimale nationale kosten voldoet aan doelstellingen voor één of meer emissie-thema's. Ook kan het analysemodel andersom, op basis van opgegeven maximale kosten of een maximale kosteneffectiviteit, optiepakketten samenstellen met een zo groot mogelijke emissiereductie. Met een dergelijke aanpak kan het effect van een heffing op een of meerdere emissies worden verkend.

#### *Alternatieve achtergrondscenario's*

De beschrijvingen van de opties in het Optiedocument zijn ten opzichte van het GE-scenario uit de Referentieramingen, maar dat betekent niet dat het Optiedocument niet bruikbaar is voor analyses tegen andere achtergrondscenario's. Het analysemodel biedt namelijk de mogelijkheid om voor andere achtergrondscenario's opties te schalen, en daarmee aan te geven dat er ten opzichte van een specifiek achtergrondscenario meer of minder potentieel bestaat dan ten opzichte van de Referentieramingen. In de beschreven analyses is vanwege het gebruik van aangepaste varianten dan ook gebruik gemaakt van deze mogelijkheid. Dit betekent dat van een deel van de maatregelen het potentieel afwijkt van de optiebeschrijvingen in het Optiedocument.

#### *Instrumentering*

De opties in het Optiedocument beschrijven in de eerste plaats de kostencomponenten en effecten van (fysieke) maatregelen, en niet van de daarvoor benodigde beleidsinstrumenten. De factsheets bevatten weliswaar kwalitatieve informatie over instrumenteringsmogelijkheden, maar geven geen kwantitatieve inschatting van het effect van beleidsinstrumenten op de toepassing van opties. De consequentie hiervan is dat niet altijd bekend is welk deel van het potentieel van een optie ook daadwerkelijk met beleid geoperationaliseerd kan worden en wat de bijkomende kosten van een gekozen instrumentering zijn. Dit betekent dat de optiepakketten die met het analysemodel worden samengesteld steeds zorgvuldig moeten worden beschouwd op de feitelijke implementeerbaarheid en instrumenteerbaarheid. Dit vereist een nadere specifieke analyse en is deels een verantwoordelijkheid van de betrokken departementen en de politiek.

In het Optiedocument neemt een aantal verkeersopties een speciale plaats in vanwege deels afwijkende uitgangspunten bij de optiebeschrijvingen. Een groot deel van de verkeersopties is

---

<sup>7</sup> De overige broeikasgassen zijn: methaan (CH<sub>4</sub>), lachgas (N<sub>2</sub>O), fluorkool(water)stofgassen (HFK en PFK) en SF<sub>6</sub>.

<sup>8</sup> De stoffen die vallen onder de National Emission Ceilings directive (NEC) ofwel Nationale emissieniveaurovereenkomst zijn: ammoniak (NH<sub>3</sub>), stikstofoxiden (NO<sub>x</sub>), zwaveldioxide (SO<sub>2</sub>) en de niet-methaan vluchtige organische stoffen (NMVOS).

rechtstreeks overgenomen uit het Optiedocument Verkeersemisssies (Van den Brink et al., 2004). Daarin zijn de opties grotendeels wel gebaseerd op een specifieke instrumentering, en horen de effecten en kosten ook bij dat specifieke beleid. De implicaties van deze andere benadering voor de verkeersopties worden kort beschreven in Paragraaf 3.3.

## 3.2 Milieukostenmethodiek

Bij het samenstellen van optiepakketten spelen kosten en kosteneffectiviteiten een grote rol. De kosten zoals die gehanteerd worden in het Optiedocument zijn de Nationale Kosten en Eindverbruikerskosten conform de Methodiek Milieukosten (VROM, 1994 en 1998). Deze kosten worden voor het merendeel van de opties niet rechtstreeks vastgelegd in de optiebeschrijvingen, maar berekend uit afzonderlijk vastgelegde kostencomponenten en de effecten op het energiegebruik in combinatie met de nationale prijzen en eindverbruikersprijzen voor de betrokken energiedragers.

### *Nationale kosten*

De nationale kosten zijn indicatief voor de kosten en baten die een optie met zich meebrengt voor Nederland als geheel. Voor het samenstellen van optiepakketten voor emissiereductie kan het minimaliseren van de nationale kosten een eerste selectiecriteria vanuit een nationaal perspectief zijn. In deze analyses wordt daarom in eerste instantie over de nationale kosten gerapporteerd.

Investerings worden in het Optiedocument afgeschreven over 25 jaar (bouwtechnische investeringen) of tien jaar (elektromechanische investeringen). Hierbij wordt voor de nationale kosten een disconteringsvoet gehanteerd van 4%, gebaseerd op de gemiddelde reële kosten van kapitaal voor de overheid (rente op tienjarige staatsleningen). Voor de kosten van extra energiegebruik en de baten van energiebesparing worden nationale prijzen voor de verschillende energiedragers gehanteerd. Deze nationale prijzen zijn gebaseerd op de internationale handelsprijzen van de betrokken energiedragers. Tabel 4.2 op pagina 24 geeft ze voor  $GE^{act}$  en  $GE^{ho}$  weer. In de nationale kosten spelen subsidies en heffingen geen rol: dit zijn overdrachten van gelden binnen Nederland, maar geen kosten voor Nederland.

### *Eindverbruikerskosten*

De Eindverbruikerskosten zijn een indicator voor de kosten die individuele actoren en sectoren zullen ervaren, en lijken tot op zekere hoogte op de kosten zoals die in de besluitvorming in de sectoren gehanteerd worden. De achtergronden en berekeningswijze worden uitgebreid beschreven in het Optiedocument.

Bij de eindverbruikerskosten is de gehanteerde afschrijvingsduur van investeringen dezelfde als die voor de nationale kosten, maar de disconteringsvoet varieert per sector en hangt af van de gemiddelde kosten van kapitaal voor de betrokken sectoren. Ook de eindverbruikersprijzen voor energie variëren per sector. Vanwege de beperkte rol van de eindverbruikersprijzen voor de huidige analyse, worden de disconteringsvoeten en energieprijzen voor de eindverbruikerskosten hier niet getoond.

Voor de eindverbruikersprijzen spelen subsidies en heffingen wel een rol, i.t.t. bij de nationale kosten. De eindverbruikerprijzen voor de sectoren zijn al inclusief de effecten van de energiebelasting; daarnaast kunnen maatregelen profiteren van bestaande specifieke subsidieregelingen zoals de Energie-investeringsaftrek (EIA) en de subsidies Milieukwaliteit elektriciteitsproductie (MEP).

Bijlage B bevat een korte vergelijkende analyse van de kosten volgens de Milieukostenmethodiek en de kosten en andere afwegingen die in de praktijk voor de sectoren een rol spelen in de besluitvorming over de adoptie van maatregelen.

### 3.3 Afwijkende benadering verkeersopties

Zoals gemeld in Paragraaf 3.1 is een groot aantal verkeersopties in het Optiedocument rechtstreeks overgenomen uit het Optiedocument Verkeeremissies. Dit heeft als consequentie dat het merendeel van de verkeersopties in twee opzichten afwijken van de overige opties:

- De verkeersopties zijn direct gekoppeld aan een specifieke instrumentering;
- Bij de verkeersopties zijn zoveel mogelijk alle positieve en negatieve effecten van de optie<sup>9</sup> in monetaire termen gewaardeerd. Zo worden bijvoorbeeld baten (voor o.a. tijdwinst) toegerekend aan opties die (naast emissiereductie) leiden tot minder files, en worden kosten toegerekend indien mensen door een maatregel (zoals bijv. kilometerheffing) minder rijden (verlies van mobiliteit).

De benadering vanuit beleidsinstrumenten heeft een aantal consequenties. Zo wordt een deel van het technisch-economisch potentieel niet gedekt. Alleen dat deel van het emissiereductiepotentieel waarvoor specifiek beleid is bedacht, is opgenomen. Om dit nadeel (voor de huidige toepassing) te ondervangen is een aantal opties toegevoegd waarmee het technisch-economisch potentieel gedeeltelijk is aangevuld. Een tweede consequentie is dat zeer goed moet worden opgelet op de overlap tussen opties. Hierin wordt voorzien door middel van uitsluitingsregels in het analysemodel.

De specifieke benadering van de kosten is in het Optiedocument Verkeeremissies gekozen omdat anders vrijwel alle maatregelen die leiden tot kostenverhoging voor vervoer (zoals accijnsverhoging of verhoging van voertuigbelastingen) als zeer kosteneffectief uit de analyse komen. Iedere niet-gereden kilometer leidt immers tot minder emissies, en de daarmee uitgespaarde brandstofkosten leiden tot een negatieve kosteneffectiviteit. Dit beeld, dat het beperken van mobiliteit alleen maar tot baten leidt, is strijdig met het gegeven dat mensen ook nut ondervinden van mobiliteit. Dit extra maatschappelijk nut is zo goed mogelijk in geld uitgedrukt. Deze benadering wordt ook als mogelijkheid beschreven in de Methodiek Milieukosten (pag. 44 in (VROM, 1998)). Daarbij kan worden opgemerkt dat bij de meeste opties in andere sectoren dergelijke bijkomende effecten van nutsverlies en -winst niet of in veel mindere mate aan de orde zijn. Een consequentie van deze aanpak is ook dat in de berekende totale nationale kosten van maatregelpakketten voor een (gering) deel kosten en baten zijn meegerekend die in de gehanteerde definitie strikt genomen niet in de nationale kosten zouden mogen worden meegenomen. Het gaat dan om zaken als de maatschappelijke waardering van mobiliteit en de tijdwinst als gevolg van minder files.

Kort samengevat wordt bij de verkeersopties in mindere mate dan bij de overige opties het technisch potentieel voor emissiereductie en energiebesparing verkend. Daar staat tegenover dat bij de meeste verkeersopties meer duidelijkheid wordt gegeven over de mogelijkheden van instrumentering (zie (Van den Brink et al., 2004) en (Daniëls en Farla, 2006)). Het toelaten van aangepaste uitgangspunten ten aanzien van de kosten van de verkeersopties leidt in deze analyse tot een evenwichtiger behandeling van de verkeersopties dan wanneer een strikte interpretatie van de milieukostenmethodiek zou zijn gevolgd.

---

<sup>9</sup> Met uitzondering van de effecten op de bestudeerde emissies (CO<sub>2</sub>, NEC-stoffen en fijn stof).

## 4. Optiepakketten: uitgangspunten

### 4.1 Doelstellingen

Met het analysemodel worden optiepakketten samengesteld voor verschillende indicatieve doelen voor broeikasgassen en energiegebruik. In Paragraaf 1.2 is aangegeven waarom de indicatieve emissiedoelen van 220, 200 en 180 Mton CO<sub>2</sub>-equivalent relevant zijn. Naast deze emissieniveaus zijn ook nog 20 Mton hogere en lagere emissieniveaus doorgerekend. Er is voor het totaal aan broeikasgassen dus gerekend met emissieniveaus van 240, 220, 200, 180 en 160 Mton CO<sub>2</sub>-eq in 2020.

Tabel 4.1 geeft een overzicht van de verschillende niveaus en bijbehorende vereiste emissiereductie ten opzichte van GE, GE<sup>act</sup> en GE<sup>ho</sup>. Om te kunnen beoordelen hoeveel potentieel er is voor energiebesparing wordt naast de broeikasgasniveaus apart gerekend met oplopende doelen voor de reductie van het primair energiegebruik met energiebesparende maatregelen.

Tabel 4.1 *Overzicht van de emissies in de achtergrondscenario's, de bestudeerde emissieniveaus en de daarvoor benodigde emissiereducties*

Broeikasgasemissies [Mton CO <sub>2</sub> -eq]	GE (RR)	GE <sup>act</sup>	GE <sup>ho</sup>
Emissie basisjaar (1990/1995)	214		
Emissie 2010	220		
Emissie 2020	243	251	247
Indicatieve doelstellingen*	Emissieniveau	Benodigde emissiereductie GE <sup>act</sup>	GE <sup>ho</sup>
Stabilisatie tussen 2010 en 2020	220	-31	-27
Reductie -6% t.o.v. basisjaar	200	-51	-47
Reductie -15% t.o.v. basisjaar	180	-71	-67

### 4.2 Energieprijzen

#### *Nationale energieprijzen*

De prijsontwikkelingen in de scenario's bepalen ook de nationale energieprijzen die gebruikt worden in de berekening van de nationale kosten. Tabel 4.2 geeft voor GE<sup>act</sup> en GE<sup>ho</sup> een overzicht van de nationale prijzen van de belangrijkste energiedragers. Alleen bij aardgas, olie en hier van afgeleide energiedragers zijn er verschillen tussen GE<sup>act</sup> en GE<sup>ho</sup>, de prijzen van andere energiedragers zijn in beide varianten hetzelfde verondersteld.

Voor elektriciteit is er geen nationale prijs, omdat elektriciteit voor verreweg het grootste deel binnen Nederland met behulp van andere energiedragers wordt opgewekt. Besparing op de elektriciteitsvraag of een alternatieve manier van opwekken werkt nationaal dus alleen door in het gebruik van die andere energiedragers, en niet of nauwelijks in de import of export van elektriciteit.

Tabel 4.2 *Gehanteerde nationale energieprijzen*

Nationale prijzen 2020 [€/GJ]	GE <sup>act</sup>	GE <sup>ho</sup>
Aardgas	4,1	5,8
Afval	-9,0	-9,0
Biobrandstof <sup>a</sup>	25,0	25,0
Biomassa (hoge kwaliteit)	5,0	5,0
Biomassa (middenkwaliteit)	2,5	2,5
Biomassa (olie) <sup>b</sup>	9,0	9,0
Kolen	1,7	1,7
Olie	4,3	5,3
Olieproducten	4,9	5,9

<sup>a</sup> Biobrandstof als transportbrandstof.

<sup>b</sup> Plantaardige olie geperst uit oliehoudende gewassen, toegepast voor elektriciteitsopwekking.

### 4.3 Randvoorwaarden

Bij het samenstellen van optiepakketten moeten vooraf expliciete keuzes gemaakt worden over het wel of niet meenemen van een aantal optiecategorieën. Dit is met name het geval wanneer bepaalde relatief goedkope oplossingsrichtingen *in theorie* in een groot deel van het benodigde potentieel kunnen voorzien, maar waarbij, technische obstakels en andere barrières dit op voorhand erg onzeker of zelfs onmogelijk maken. Ook kunnen randvoorwaarden expliciete beleidsvoorkeuren weerspiegelen. Het kan bijvoorbeeld de voorkeur hebben om een emissiedoel niet via slechts een of enkele oplossingsrichtingen te bereiken, maar om de risico's te spreiden door meerdere soorten maatregelen naast elkaar in een pakket op te nemen.

#### *Implementatie vanaf nu*

Een impliciete veronderstelling bij alle analyses is dat, binnen de hierna genoemde randvoorwaarden, alle potentieel ook daadwerkelijk geïmplementeerd kan worden. Bij de meeste maatregelen betekent dit in feite dat anno nu al begonnen moet worden met de implementatie om in 2020 het volledige potentieel te realiseren. Als pas later begonnen wordt met het uitvoeren van maatregelen zal het potentieel in de meeste gevallen afnemen. De mate waarin het potentieel afneemt als functie van het jaar van aanvang van de implementatie verschilt echter sterk.

#### *Geen doelstelling duurzaam*

De analyses hanteren geen randvoorwaarden ten aanzien van beleidsdoelstellingen op specifieke oplossingsrichtingen, zoals bijvoorbeeld de inzet van hernieuwbare energie. Een uitzondering hierop vormen de berekeningen die specifiek op energiebesparing gericht zijn. Voor de analyses betekent dit dat bijvoorbeeld de Europese doelstellingen voor duurzame energie geen randvoorwaarde zijn in de berekeningen, en dat de optiepakketten deze doelstellingen dus niet hoeven te halen.

#### *Overzicht randvoorwaarden*

De randvoorwaarden in de analyses zijn gebaseerd op fysieke en logistieke beperkingen. Waar relevant is met een gevoeligheidsanalyse zichtbaar gemaakt wat de gevolgen van alternatieve aannames zijn voor effecten en kosten. Tabel 4.3 geeft een overzicht van de gehanteerde randvoorwaarden. Deze tabel wordt gevolgd door een korte toelichting op de randvoorwaarden.



Tabel 4.3 *Overzicht van opgelegde randvoorwaarden bij de analyses en uitgevoerde gevoeligheidsanalyses hiervoor*

Randvoorwaarden	Gevoeligheidsanalyses
Geen verplaatsing emissies naar het buitenland	Wel verplaatsing naar het buitenland
Alleen opties met duidelijke binnenlandse effecten	N.v.t.
Extra kernenergie tot maximaal 2000 MW <sub>e</sub>	Geen kernenergie/tot 4000 MW <sub>e</sub>
CO <sub>2</sub> -opslag tot maximaal 16 Mton/jr in 2020	0 Mton in 2020
Geen ingrepen in keuzevrijheid consumenten	Wel ingrepen toegestaan
Uitsluiting opties waarvan realisatie naar verwachting zeer moeilijk is, en bijvoorbeeld op technische problemen kan stuiten.	Geen uitsluiting
Doelstellingen luchtkwaliteit (NEC-stoffen en fijn stof)	Geen doelstellingen/doelstellingen gelijk aan 2010 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> De NEC-doelen voor 2010 zijn als volgt: NO<sub>x</sub> 260 kton; SO<sub>2</sub> 50 kton; NH<sub>3</sub> 128 kton; NMVOS 185 kton. Voor fijn stof bestaat er geen emissiedoelstelling voor 2010.

#### *Verplaatsing emissies naar het buitenland*

Een deel van de opties heeft als effect dat emissies in Nederland afnemen maar dat er per saldo geen afname van de broeikasgasemissies wereldwijd plaatsvindt, vanwege verplaatsing van activiteiten naar het buitenland. Een voorbeeld is het inkrimpen van activiteiten die veel emissies veroorzaken, terwijl ze relatief weinig bijdragen aan de economie. Omdat de consumptie van de producten van deze sectoren niet verandert, betekent een dergelijke krimp per saldo een verplaatsing van emissies naar het buitenland. Omdat deze maatregelen niet bijdragen aan een daling van de wereldwijde emissies zijn ze bij het samenstellen van de optiepakketten uitgesloten.

#### *Alleen opties met duidelijke binnenlandse effecten*

Van een deel van de maatregelen treedt het grootste deel van de emissie-effecten in het buitenland op. Hier is dus wel sprake van een positief effect op de wereldwijde broeikasgasemissies, maar is er geen substantiële bijdrage aan de Nederlandse doelstellingen (volgens de afspraken onder de United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC). Dergelijke maatregelen zijn uitgesloten in de optiepakketten, en is er ook geen gevoeligheidsanalyse gedaan omdat deze opties -per definitie- geen effect hebben op de binnenlandse doelbereiking.

#### *Mogelijkheden voor kernenergie*

Het uitbreiden van de nucleaire capaciteit in Nederland biedt de mogelijkheid om emissies te reduceren. De haalbaarheid daarvan hangt echter sterk samen met de maatschappelijke acceptatie, de mogelijkheid om de bouw van nieuw vermogen te faciliteren en de inpassing in het bestaande opwekkingspark. Vanwege de lange benodigde voorbereidingstijd (procedure- en bouw-tijd) en het feit dat nieuw kernvermogen in eerste instantie vooral in plaats van nieuw kolenvermogen zal komen, wordt in de analyses gerekend met maximaal 2000 MW<sub>e</sub> nieuw kernenergievermogen in 2020. Dit is het vermogen dat maximaal in plaats van het verwachte nieuwe kolenvermogen ingepast kan worden. In gevoeligheidsanalyses worden 0 MW en 4000 MW kernvermogen doorgerekend. Dit laatste is alleen denkbaar als onder invloed van bijvoorbeeld veel hogere CO<sub>2</sub>-prijzen op korte termijn ook de geforceerde versnelde afbouw van bestaand kolen- en gasvermogen rendabel wordt, en dit bovendien ook voor 2010 al duidelijk is.

#### *Beperkte capaciteit CO<sub>2</sub>-opslag*

Het afvangen en ondergronds opslaan van CO<sub>2</sub> is een oplossingrichting die nog met de nodige onzekerheden is omgeven. De techniek dient zich nog op diverse punten te bewijzen, en het kost tijd om de benodigde opslagcapaciteit, bijvoorbeeld uitgeputte gasvelden, operationeel te heb-

ben. De uitgangspunten veronderstellen dat Nederland in 2020 voldoende opslagcapaciteit operationeel kan hebben om circa 16 Mton CO<sub>2</sub> per jaar ondergronds op te slaan<sup>10</sup>.

#### *Ingrepen in de keuzevrijheid van consumenten*

Een deel van de opties behelst maatregelen rond de aanschaf van energieintensieve apparaten door consumenten. Het niet aanschaffen van wasdrogers e.d. kan een belangrijke reductie van het energiegebruik betekenen en daarmee een reductie van de CO<sub>2</sub>-emissie. Vanwege de mogelijk grote problemen rond maatschappelijke acceptatie van deze maatregelen zijn ze niet in de optiepakketten opgenomen.

#### *Uitsluiting moeilijk haalbare opties*

Een deel van de maatregelen in het Optiedocument energie en emissies 2010/2020 is om diverse redenen nog zeer onzeker. In een aantal gevallen moeten nog technische barrières overwonnen worden, of is het vrijwel onmogelijk om via beleid een maatregel te stimuleren of af te dwingen, of maken andere problemen de invoering van een maatregel vrijwel onmogelijk. Het gaat in vrijwel alle gevallen om potentieel dat meer een theoretische dan een praktische betekenis heeft<sup>11</sup>. Dergelijke maatregelen zijn dan ook vooralsnog uitgesloten uit de optiepakketten in deze analyse.

#### *Doelstellingen luchtkwaliteit (NEC-stoffen en fijn stof)*

Nederland zal ook in 2020 moeten voldoen aan doelen op het gebied van andere emissies, zoals de NEC-stoffen en fijn stof. Bij het uitvoeren van de analyses worden daarom ook indicatieve doelstellingen voor de NEC-stoffen en fijn stof voor 2020 gehanteerd. Deze doelstellingen hebben invloed op de pakketsamenstelling voor energie en klimaatdoelstellingen vanwege synergie en/of antagonistische effecten tussen de milieuthema's. De gebruikte indicatieve doelstellingen komen overeen met de midden-ambitie (B-ambitie) uit het 'Clean air for Europe' (CAFE) programma van de Europese Commissie (zie ook: (Folkert et al., 2005)). Deze waarden hebben een voorlopig karakter. In de nabije toekomst zullen bijstellingen van de geprognostiseerde emissies in 2020 en van de reductiemogelijkheden nog kunnen leiden tot aanpassingen, waarna de Europese Commissie zal komen met een voorstel voor doelstellingen per lidstaat.

---

<sup>10</sup> Toepassing van CO<sub>2</sub>-opslag maakt het ook noodzakelijk dat deze manier van CO<sub>2</sub>-emissiereductie onder het klimaatverdrag kan worden gerapporteerd door de opgeslagen hoeveelheid CO<sub>2</sub> af te trekken van de nationale uitstoot. Het IPCC werkt aan richtlijnen hiervoor, die in april 2006 worden afgerond (De Coninck en Bakker, 2005).

<sup>11</sup> Het betreft opties die technisch nog zeer onzeker zijn, die mogelijk te laat beschikbaar komen om nog bij te kunnen dragen, en opties die niet inpasbaar zijn in het normale of zelfs iets versnelde vervangingstempo van apparatuur. Het betreft onder meer CCF (uitgegaan van maximaal 5% van technisch potentieel), en de meest extreme varianten van een aantal opties.

Tabel 4.4 *NEC-stoffen en fijn stof: emissies in de scenario-varianten, gehanteerde indicatieve doelen en daarvan afgeleide benodigde emissiereductie in de samenstelling van maatregelpakketten*

	Indicatieve doelen [kton]	Emissies 2020			Benodigde emissiereductie		
		GE [kton]	GE <sup>act</sup> [kton]	GE <sup>ho</sup> [kton]	GE [kton]	GE <sup>act</sup> [kton]	GE <sup>ho</sup> [kton]
SO <sub>2</sub>	43	80	83	83	37	40	40
NO <sub>x</sub>	193	272	279	274	79	86	81
NMVOS	175 <sup>a</sup>	182	182	180	7	7	5
NH <sub>3</sub>	104	147	147	147	43	43	43
PM <sub>10</sub>	44	47	47	47	3	3	3
PM <sub>2,5</sub>	22 <sup>b</sup>	-	-	-	-	-	-

a. Het indicatieve doel voor NMVOS conform de midden-ambitie van het CAFE-programma bedraagt 153 kton. Daarbij is echter uitgegaan van een reductiemaatregel ter grootte van 22 kton die in Nederland reeds is geïmplementeerd. Als correctie hiervoor wordt in deze studie gerekend met een indicatief doel van 175 (153 + 22) kton voor NMVOS voor 2020.

b. In het CAFE-programma van de Europese Commissie wordt de doelstelling voor fijn stof uitgedrukt voor PM<sub>2,5</sub> in plaats van PM<sub>10</sub> (PM<sub>2,5</sub> is een fractie van PM<sub>10</sub> met een gemiddeld kleinere deeltjesgrootte). Omdat in het Optiedocument en de Referentieramingen is gewerkt met reductiemaatregelen voor PM<sub>10</sub> is de equivalente indicatieve doelstelling voor PM<sub>10</sub> in deze tabel weergegeven.

## 5. Optiepakketten: resultaten

Dit hoofdstuk bestaat uit vier delen. Paragraaf 5.1 geeft, tegen de achtergrond van het GE<sup>act</sup>-scenario, een uitgebreid overzicht van de potentiële voor en kosten van het halen van verschillende emissieniveaus voor broeikasgassen (BKG's). In deze paragraaf worden ook de optiepakketten beschreven waar die niveaus worden gehaald. Paragraaf 5.2 gaat in op de rol van energiebesparing binnen de optiepakketten uit Paragraaf 5.1, en laat ook zien wat de mogelijkheden en kosten van het halen van expliciete besparingsdoelen zijn. Paragraaf 5.3 beschrijft de resultaten van een gevoeligheidsanalyse op de randvoorwaarden (uit Hoofdstuk 4) die bij de analyses gehanteerd zijn. Paragraaf 5.4 tenslotte beschrijft de invloed van een hogere olieprijs op de resultaten. Alle resultaten zijn ten opzichte van GE<sup>act</sup>, tenzij anders vermeld.

### 5.1 Binnenlandse reductie uitstoot broeikasgassen

#### *Pakketten voor de BKG-emissiedoelen*

Met het analysemodel zijn optiepakketten samengesteld waarmee de doelniveaus voor de uitstoot van broeikasgassen 220, 200, en 180 Mton CO<sub>2</sub>-equivalent worden bereikt tegen de laagst mogelijke nationale kosten. De optiepakketten zijn zo samengesteld dat ze ook voldoen aan de indicatieve doelstellingen halen voor de NEC-stoffen en fijn stof (zie Tabel 4.4). De doelniveaus die in de inleiding werden beschreven zijn 220, 200, en 180 Mton CO<sub>2</sub>-eq. Ten behoeve van de analyse en de interpretatie van de resultaten worden ook optiepakketten voor emissieniveaus van 240 Mton en 160 Mton getoond, dit zijn echter geen indicatieve doelstellingen. Het niveau van 240 is bedoeld om te laten zien welke maatregelen ook zonder stringente doelstelling ingezet worden; het niveau van 160 laat zien wat maximaal haalbaar is, en geeft bovendien extra informatie over wat er aan duurder (reserve-)potentieel beschikbaar is.

De term *doelniveaus* is in dit rapport exclusief gereserveerd voor de indicatieve doelstellingen van 220, 200, en 180 Mton CO<sub>2</sub>-eq. Als de tekst (ook) refereert naar de niveaus van 240 en 160 Mton CO<sub>2</sub>-eq, gebeurt dit met de termen *emissieniveau(s)* of *niveau(s)*. Let wel, dit niveau fungeert in alle gevallen als een maximum! De emissies kunnen dus wel lager uitkomen, als er voldoende rendabele maatregelen beschikbaar zijn, of als er extra emissiereducties optreden door maatregelen die nodig zijn om de NEC-doelen te halen.

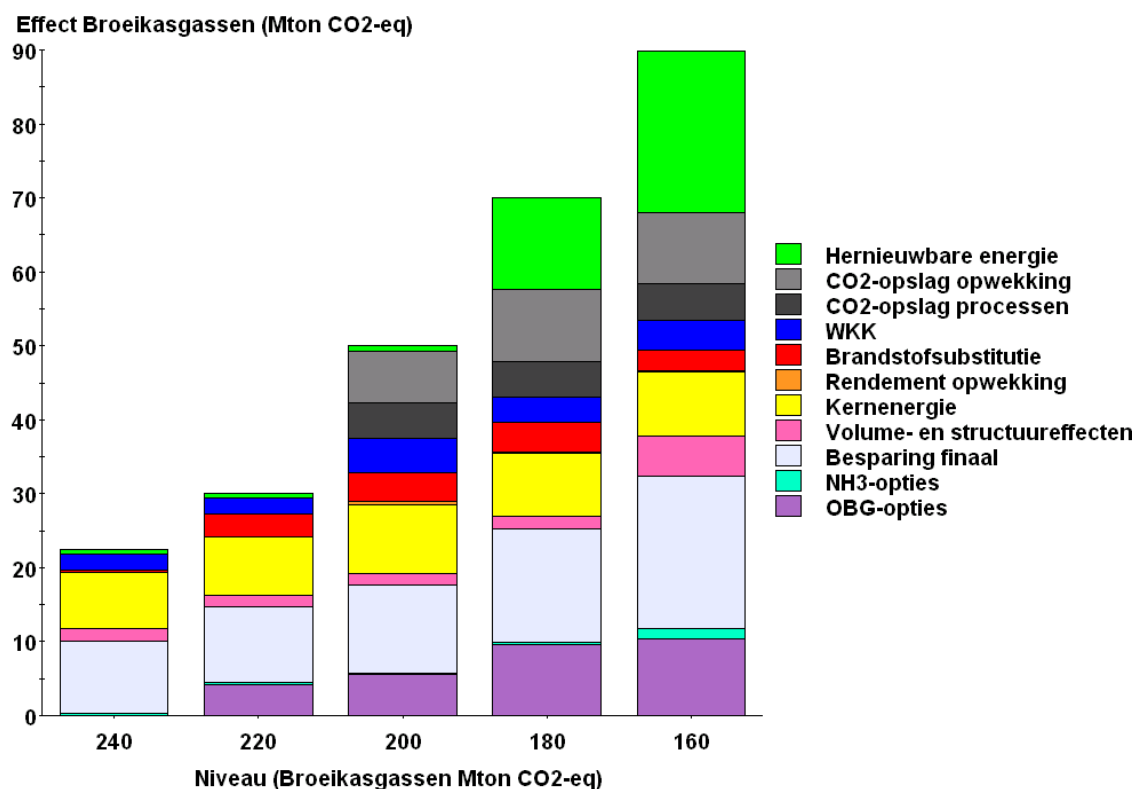
Omdat presentatie van de optiepakketten op het niveau van afzonderlijke maatregelen niet overzichtelijk is, is het detailniveau beperkt tot categorieën van maatregelen of oplossingsrichtingen, met waar nodig uitweidingen over de onderliggende opties. Tabel 5.1 laat zien wat voor soort opties onder de verschillende categorieën vallen.

Tabel 5.1 *Categorie-indeling opties*

Categorieën	Voorbeelden/toelichting
OBG-opties	Vermindering van emissies van de overige broeikasgassen zoals F-gassen, N <sub>2</sub> O en CH <sub>4</sub> , voornamelijk in de industrie en landbouw.
NH <sub>3</sub> -opties	Opties in de veeteelt, gericht op de reductie van NH <sub>3</sub> -emissies (verminderen soms ook de overige broeikasgasemissies).
Besparing finaal	Isolatie van woningen, zuiniger CV-ketels, efficiëntere auto's, zuiniger apparaten en verlichting. Kenmerk van besparing is dat de activiteit of functie niet verandert, terwijl het energiegebruik wel daalt.
Volume- en structureffecten	Minder autorijden, minder aankoop en gebruik apparaten, lagere groei van energie-intensieve sectoren. Kenmerk van besparende volume- en structureffecten is dat de activiteit of functie minder wordt of van aard verandert, waardoor het energiegebruik daalt.
Kernenergie	Nieuwe kerncentrales.
Rendement opwekking	Efficiëntere gas- en kolencentrales, versnelde vervanging van oude centrales.
Brandstofsubstitutie WKK	Gascentrales in plaats van kolencentrales. Meer en/of geavanceerde warmtekrachtkoppeling bij met name industrie, landbouw en diensten.
CO <sub>2</sub> -opslag processen	Ondergrondse opslag van CO <sub>2</sub> die in vrij zuivere vorm uit industriële processen vrijkomt.
CO <sub>2</sub> -opslag opwekking	Ondergrondse opslag van CO <sub>2</sub> die uit de opwekking van elektriciteit in centrales en WKK vrijkomt, en die nog geconcentreerd moet worden.
Hernieuwbare energie	Zonnepanelen en windturbines, biomassa voor elektriciteit, transportbrandstoffen en gas.

Figuur 5.1 toont de bijdrage van de diverse maatregelcategorieën aan de vermindering van de uitstoot van broeikasgassen ten opzichte van GE<sup>act</sup>, voor de verschillende BKG-emissieniveaus. De getoonde pakketten bereiken deze emissieniveaus tegen de laagst mogelijke nationale kosten.

## Bijdrage per categorie, extra reductie bovenop het referentiescenario



Figuur 5.1 BKG-emissiereducties per categorie in de optiepakketten ten opzichte van  $GE^{act}$  2020

Bij een niveau van 240 Mton CO<sub>2</sub>-eq reduceert het bijbehorende optiepakket de uitstoot met 13 Mton CO<sub>2</sub>-eq meer dan nodig is voor het halen van het emissieniveau, de gerealiseerde emissies zijn ruim 227 Mton CO<sub>2</sub>-eq (een reductie van bijna 24 Mton t.o.v. de emissie in 2020). Het gebruikte analysemodel kiest er voor om extra opties in te zetten omdat dat nodig is voor het halen van de NEC-doelen, of omdat de maatregelen negatieve nationale kosten hebben. Vanaf een doelniveau van 220 Mton CO<sub>2</sub>-eq (ca. 30 Mton CO<sub>2</sub>-eq reductie t.o.v. de emissie in 2020) zijn er wel extra maatregelen nodig om de vereiste BKG-emissiereductie te halen.

### Oplossingsrichtingen/categorieën

- *Finale besparing en WKK.* Reductie bij de bij de laagste niveaus (240 en 220 Mton) respectievelijk circa 10 en 2 Mton. De inzet in de optiepakketten neemt bij oplopende doelstellingen toe naar uiteindelijk ca. 21 en 4 Mton bij het niveau van 160 Mton.
- *Kernenergie.* Reductie bij alle niveaus tussen ruim 7 en ruim 9 Mton<sup>12</sup>. Kernenergie heeft lage, maar wel positieve nationale kosten<sup>13</sup>, en wordt bij het hoogste emissieniveau (240 Mton) ingezet om de NEC-doelen te halen.
- *CO<sub>2</sub>-afvang en opslag.* Bij industriële processen vanaf een doelniveau van 200 Mton met een constante bijdrage van 5 Mton. Bij 200 Mton ook afvang bij de elektriciteitsopwekking met een bijdrage van 7 Mton, oplopend naar 10 Mton bij de ambitieuzere doelen.
- *Opties voor de overige broeikasgassen.* Toegepast vanaf een doelniveau van 220 Mton; vanaf 180 Mton komen daar ook opties voor ammoniakreductie bij vanwege de bijeffecten op de OBG-emissies. De totale bijdrage loopt op tot ruim 12 Mton bij een niveau van 160 Mton.

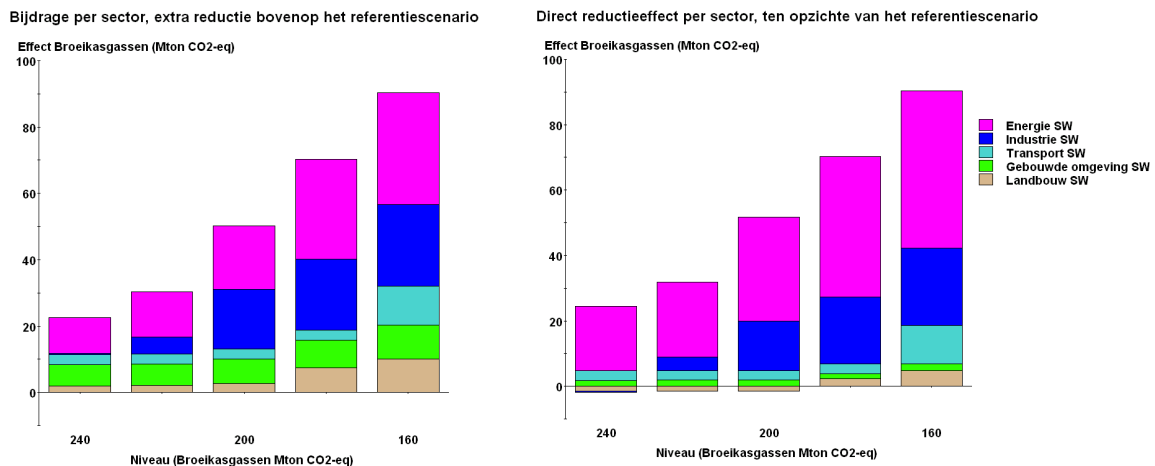
<sup>12</sup> De verschillen in het reductie-effect komen niet doordat de inzet van de optie verandert, maar doordat het vermogen dat verdrongen wordt (aandeel aardgas, kolen) verandert.

<sup>13</sup> De kosten voor kernenergie zijn inclusief veronderstelde kosten voor de verwerking van het radioactief afval en de ontmanteling van kerncentrales 40 tot 60 jaar na het opstarten.

- *Hernieuwbare energie*. In geringe mate in beeld bij de hoogste niveaus. Vanaf 180 Mton is de bijdrage substantieel met 12 Mton, en dit loopt op naar 22 Mton bij het niveau van 160 Mton.
- *Brandstofsubstitutie*. Speelt een rol vanaf een doelniveau van 220 Mton, met een bijdrage die schommelt tussen de 3 en 4 Mton.
- *Volume- en structureffecten*. Leveren vanaf de hoogste niveaus een bijdrage van bijna 2 Mton, die alleen bij het niveau van 160 Mton hoger is, namelijk 5 Mton. Het betreft voornamelijk maatregelen in de transportsector, en bij 160 Mton ook recycling van kunststoffen.

### Sectoren

Voor het beleid is zowel relevant in welke sectoren maatregelen moeten worden toegepast als in welke sectoren deze inspanningen resulteren in vermindering van de uitstoot. Dit zijn niet altijd dezelfde sectoren: een vermindering van de elektriciteitsvraag bij de huishoudens leidt tot een lagere uitstoot bij de energiesector. Wanneer een tuinder besluit om zelf zijn elektriciteit op te wekken met behulp van een WKK-installatie betekent dit een toename van de CO<sub>2</sub>-uitstoot in de glastuinbouw en een afname van de uitstoot in de energiesector. Figuur 5.2 toont daarom de vermindering van de uitstoot per streefwaardesector<sup>14</sup> zowel op basis van de inspanning (links) als op basis van de sector waar het effect zichtbaar wordt in een vermindering van de emissies (rechts).



Figuur 5.2 *BKG-emissiereducties per sector in de optiepakketten voor GE<sup>act</sup>. In de linker figuur wordt aangegeven in welke sector de maatregelen worden getroffen; in de rechter figuur wordt aangegeven waar de feitelijke emissiereducties verschijnen*

Bij de emissiereductie per sector kan het volgende worden toegelicht:

- *Energiesector*. Onafhankelijk van het perspectief is er een zeer grote bijdrage bij alle niveaus. Kernenergie, een deel van de CO<sub>2</sub>-afvang, brandstofsubstitutie en hernieuwbare energie vallen zowel qua inspanning als qua effect onder de energiesector. Bij de effecten op de directe emissies komen daar nog de gevolgen van de besparingen op elektriciteit in vooral de gebouwde omgeving en de toepassing van WKK in diverse sectoren bij.
- *Industrie*. De industrie heeft vanuit beide benaderingen een grote rol, als de uitstoot naar 200 Mton of minder moet. CO<sub>2</sub>-opslag, besparingen en de reductie van de uitstoot van de overige broeikasgassen bepalen het beeld.
- *Transportsector*. De opties in de transportsector bestaan vooral uit finale besparing en volume- en structureffecten. De emissiereductie vindt vrijwel geheel in de sector zelf plaats.
- *Gebouwde omgeving*. De besparing op elektriciteitsgebruik overheerst in de gebouwde omgeving. De bijdrage aan de reductie van de nationale emissies is substantieel, maar de directe emissies dalen nauwelijks.

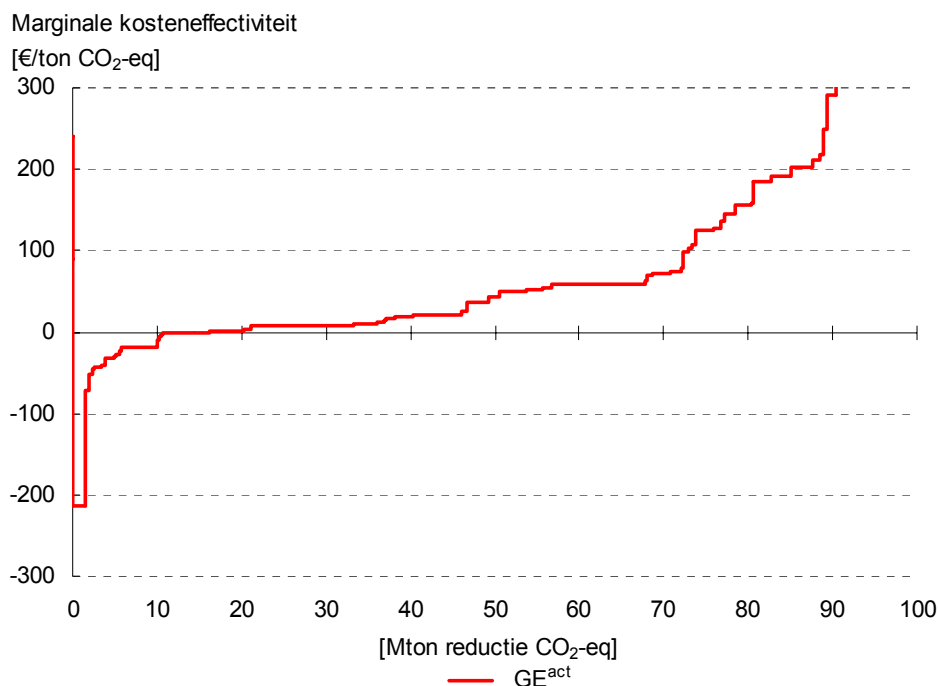
<sup>14</sup> De streefwaardesector 'industrie en energie' is hierbij gesplitst in de twee deelsectoren.

- *Landbouw*. Bij lage emissiereducties is er een stijging van de directe emissies in de land- en tuinbouw vanwege de grote rol van WKK; dit leidt tot een reductie bij de energiesector. Bij hogere emissiereducties is er wel een daling van de directe emissies door de bijdrage van besparingen en de OBG-opties.

In Figuur 5.2 wordt slechts op basis van technisch-economische potentiëlen een verdeling over sectoren getoond. Hieruit kan niet worden afgeleid hoe reductie-inspanningen *in de praktijk* zouden moeten worden verdeeld over de sectoren. In de praktijk zullen niet alle opties even gemakkelijk implementeerbaar zijn. Dit kan betekenen dat de sectorale verdeling van de emissiereductie van een gekozen beleidspakket anders kan of moet uitvallen.

### Kostencurve

Een kostencurve voor broeikasgassen laat zien welke emissiereductie (Mton CO<sub>2</sub>-eq) mogelijk is voor welke prijs (€/ton CO<sub>2</sub>-eq). Figuur 5.3 toont de nationale kostencurve voor een reductie tot 160 Mton, dichtbij het maximaal haalbare reductiepotentieel. Het eerste steile stuk van de curve, tot 10 Mton bevat de opties met per saldo negatieve nationale kosten; het betreft hier vooral verkeersmaatregelen en energiebesparende gedragveranderingen bij de huishoudens. Het tweede steile stuk vanaf zo'n 70 Mton bevat de opties met relatief hoge kosten. Daarbij gaat het o.a. om groen gas, zon-PV, vermindering van de methaanemissies, en een deel van de (duurde-re) energiebesparingsopties. In het middendeel spelen maatregelen zoals kernenergie, CO<sub>2</sub>-afvang, WKK en andere besparingen een belangrijke rol, evenals de opties voor de overige broeikasgassen.



Figuur 5.3 Kostencurve emissiereductie broeikasgassen van 90 Mton CO<sub>2</sub>-eq

De getoonde kostencurve zou kunnen suggereren dat Nederland een reductie van circa 15 Mton CO<sub>2</sub>-eq kan bereiken zonder dat het geld kost. Die conclusie kan echter op basis van deze kostencurve niet getrokken worden. De curve laat alleen de technische potentiëlen zien, en die houden geen rekening met allerlei problemen die kunnen optreden bij het invoeren van de maatregelen, waardoor de effecten lager kunnen uitvallen. Ook zijn er maatregelen die op basis van de nationale kosten aantrekkelijk zijn, maar die voor de betreffende sector (te) duur zijn, of (te) veel risico met zich meebrengen. Bovendien zal beleid om dit potentieel te implementeren ook weer kosten met zich meebrengen, waarvan de hoogte mede afhankelijk is van het soort beleidsinstrument waarvoor gekozen wordt.



### *Maatregelen met negatieve kosten*

Om betekenis van de kostencurve, en van het potentieel met negatieve kosten in het bijzonder, duidelijker te maken geeft Tabel 5.2 een aantal voorbeelden van opties met negatieve kosten.

Tabel 5.2 *Overzicht van opties met negatieve nationale kosten*

	Nationale kosten [M€/jr]	Reductie [Mt CO <sub>2</sub> -eq]
Kilometerheffing personenauto's, bestelauto's en motorfietsen (C1.1)	-320	1,5
Elektriciteitsbesparing gebouwgebonden verbruik HDO	-45	2,3
Elektriciteitsbesparing door verhoging efficiency elektrische apparaten huishoudens	-39	0,9
Elektriciteitsbesparing apparaten HDO	-31	1,7
Zuinig stookgedrag huishoudens	-28	0,4
Elektriciteitsbesparing door gedrag (besparingseffecten) huishoudens	-23	0,5
Verbeteringen raffinaderijproces	-20	1,3
Overig negatieve kosten	-74	5,8
Totaal negatieve kosten	-580	14

Van de negatieve kosten komt met € 320 mln meer dan de helft voor rekening van de optie kilometerheffing. Het betreft in de vormgeving zoals die is opgenomen in het Optiedocument feitelijk geen milieumaatregel, maar een optie voor het verbeteren van de bereikbaarheid. De negatieve nationale kosten zijn het gevolg van het financieel waarderen van de positieve effecten op o.a. bereikbaarheid, geluidhinder en veiligheid. Deze maatregel staat al jaren op de politieke agenda, maar is al diverse malen uitgesteld vanwege gebrek aan draagvlak.

Bij de overige maatregelen met negatieve kosten overheerst de besparing op elektriciteitsgebruik in de gebouwde omgeving. Voor een deel vereisen deze maatregelen een ander (aankoop)gedrag binnen de betrokken sectoren. Vaak is daarbij het probleem dat weinig informatie beschikbaar is over het energiegebruik van apparatuur. Ook als deze informatie wel bekend is, speelt het energiegebruik meestal een ondergeschikte rol bij de aanschafbeslissing. Dit laatste komt doordat energiekosten in vergelijking met andere kosten geen rol van betekenis spelen in de gebouwde omgeving.

Bij gedragsmaatregelen speelt een rol dat de moeite voor de betrokkene vaak niet opweegt tegen de (financiële) winst. Dit leidt er in kantoren zelfs toe dat meestal helemaal geen prikkel bestaat om energie te besparen. Een voor de hand liggend antwoord vanuit het beleid is het hanteren van normen voor het energiegebruik van apparatuur; probleem hierbij is dat dergelijke normen alleen in Europees verband kunnen worden afgesproken.

### *Overig potentieel*

Ook bij de rest van het reductiepotentieel (met positieve nationale kosten) spelen allerlei problemen een rol waardoor het niet altijd eenvoudig is om het aanwezige potentieel ook daadwerkelijk en tijdig te realiseren. Maatregelen kampen met draagvlakproblemen, technische risico's, een lang voorbereidingstraject, hoge kosten (nationaal en/of voor de betrokken sectoren), een geringe gevoeligheid voor beleid, een gebrek aan vrijheid en mogelijkheden voor de (Nederlandse) overheid om voldoende krachtig beleid te voeren (beleidsruimte), etc. Ook kan een maatregel strijdig zijn met andere doelen, zoals voorzieningszekerheid.

Tabel 5.3 laat de opties zien die in de kostencurve de grootste individuele bijdrage leveren, en noemt een aantal problemen die bij de invoering een rol spelen.

Tabel 5.3 *Emissiereductie en kosten van enkele belangrijke opties bij het emissieniveau van 160 Mton, en mogelijke obstakels bij implementatie*

	Reductie [Mt CO <sub>2</sub> -eq]	Nationale kosten [M€/jr]	Kosten- effectiviteit [€/t CO <sub>2</sub> -eq]	Mogelijke obstakels
Windenergie op zee	10,0	592	59	Hoge kosten
Bouw nieuwe kerncentrale(s)	8,7	67	8	Draagvlak, geringe beleidsruimte, marktrisico
CO <sub>2</sub> -afvang grootschalige WKK nieuw	5,9	117	20	Vorbereidingstijd, draagvlak, hoge eindverbruikerskosten
Toepassing biobrandstoffen in transport	4,6	900	194	Hoge kosten
Lachgasreductie salpeterzuurfabrieken	4,0	2	1	-
Vergisting mest melkveebedrijven	2,9	197	67	Hoge kosten
Warmtevraagvermindering industrie, handelend	2,9	135	46	Hoge kosten, draagvlak, beleidsruimte
Gascentrales in plaats van nieuwe ko- lencentrales	2,7	39	14	Voorzieningszekerheid, beleidsruimte
Overig	48,6			
Totaal	90			

### *Fasering*

Naast de genoemde obstakels bij bepaalde opties in Tabel 5.3, vraagt ook de fasering van maatregelen om speciale aandacht. Het uiteindelijk te realiseren potentieel (en deels ook de kosten) hangt sterk af van het moment waarop met de invoering begonnen wordt. Om van bijvoorbeeld apparatuur met een gemiddelde levensduur van 12 jaar in 2020 het hele apparatenpark te hebben vervangen door zuiniger versies, moet uiterlijk in 2008 begonnen zijn met de invoering, anders kan het volledige potentieel al niet meer gerealiseerd worden. Ieder jaar dat later wordt begonnen, betekent in zo'n geval bij benadering een verlies van 1/12<sup>e</sup> van het potentieel. Dit mechanisme van potentieelverlies speelt een rol bij vrijwel alle maatregelen die alleen of voornamelijk op natuurlijke vervangingsmomenten toegepast kunnen worden.

Bij een deel van de maatregelen is het faseringsaspect nog belangrijker. Het gehele traject van planning tot productie door een nieuwe kerncentrale duurt minimaal tien jaar. Als er in 2010 nog geen concrete plannen zijn voor de bouw van een nieuwe kerncentrale, is de potentiële bijdrage in 2020 naar nul gedaald. Ook bij CO<sub>2</sub>-opslag, met de vereiste aanleg van grootschalige infrastructuur voor transport en opslag van CO<sub>2</sub>, kan het effect van het startjaar op de realisatie (en dus emissiereductie) in 2020 heel abrupt zijn.

### *Kosten van doelstellingen*

Tabel 5.4 geeft een overzicht van de kosten van de optiepakketten. De tabel toont de totale pakketkosten en de gezamenlijke negatieve kosten, en laat de positieve kosten zien verdeeld over de verschillende emissithema's. De negatieve kosten zijn daarbij niet toegerekend aan de emissithema's.

Bij deze kosten gelden dezelfde kanttekeningen die bij de kostencurve gemaakt zijn. Als in de praktijk niet het gehele potentieel van de opties gerealiseerd kan worden is de inzet van duurder opties nodig, waardoor voor dezelfde doelstelling de kosten veel hoger uit zullen vallen. Ook zijn de uitvoeringskosten van het beleid dat noodzakelijk is om deze opties te realiseren nog niet opgenomen. Deze kosten kunnen pas bepaald worden op het moment dat de wijze van instrumenteren bekend is.

Uit de tabel blijkt verder dat de kosten voor het halen van de NEC-doelen afnemen bij oplopende BKG-doelstellingen. Dit komt doordat een steeds groter deel van de NEC-doelen al gehaald wordt door maatregelen die voor het halen van de BKG-doelen moeten worden ingezet. Dit ef-

fect is het sterkst als er veel synergie bestaat tussen maatregelen voor NEC-emissiereductie en BKG-emissiereductie. Dit verklaart dat de afname bij NO<sub>x</sub> en met name SO<sub>2</sub> sterker is dan bij NH<sub>3</sub>.

Tabel 5.4 *Toedeling totale nationale kosten per BKG-niveau naar emissithema*

Nationale kosten [mln €/jr]	BKG-emissieniveau in 2020 [Mton CO <sub>2</sub> -eq]				
	240	220	200	180	160
Totale pakketkosten	-65	-46	283	1418	4601
Opties met netto negatieve kosten	-657	-622	-581	-591	-679
Opties met netto positieve kosten, per doel <sup>a</sup>	592	576	864	2009	5280
waarvan:					
Broeikasgassen	0	21	352	1551	4919
NO <sub>x</sub>	198	199	182	148	114
SO <sub>2</sub>	74	37	16	12	11
NH <sub>3</sub>	320	318	313	298	237

<sup>a</sup> Door de opties die t.b.v. de broeikasgassen en de verzurende emissies worden ingezet worden ook al de doelstellingen voor NMVOS en fijn stof gehaald. Er worden daarom in deze tabel geen kosten aan deze twee doelstoffen toegeedeeld.

## 5.2 Mogelijkheden voor energiebesparing

Deze paragraaf beschrijft eerst de rol van energiebesparing binnen de optiepakketten uit Paragraaf 5.1. Vervolgens wordt bekeken welk energiebesparingstempo mogelijk is en wat daarbij de kosten zijn. Daarna volgt een analyse over expliciete besparingsdoelen als onderdeel van pakketten gericht op vermindering van de uitstoot van broeikasgassen. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen besparing volgens het Protocol Energiebesparing (Boonekamp, 2001) en andere maatregelen die vaak als besparing gezien worden, maar die volgens het Protocol onder de zogenaamde volume- en structureffecten vallen. Een toelichting op de verschillende besparingsbegrippen is opgenomen in Bijlage A. Van de hier onderscheiden maatregelcategorieën vallen *besparing finaal*, *WKK* en *rendement opwekking* onder de besparing volgens het protocol. Alle *volume- en structureffecten* vallen samen in één categorie, met uitzondering van de speciale categorie *brandstofsubstitutie*. Alle genoemde categorieën samen worden hier verder aangeduid als *besparing in ruime zin*.

### *De rol van besparing binnen de BKG-optiepakketten*

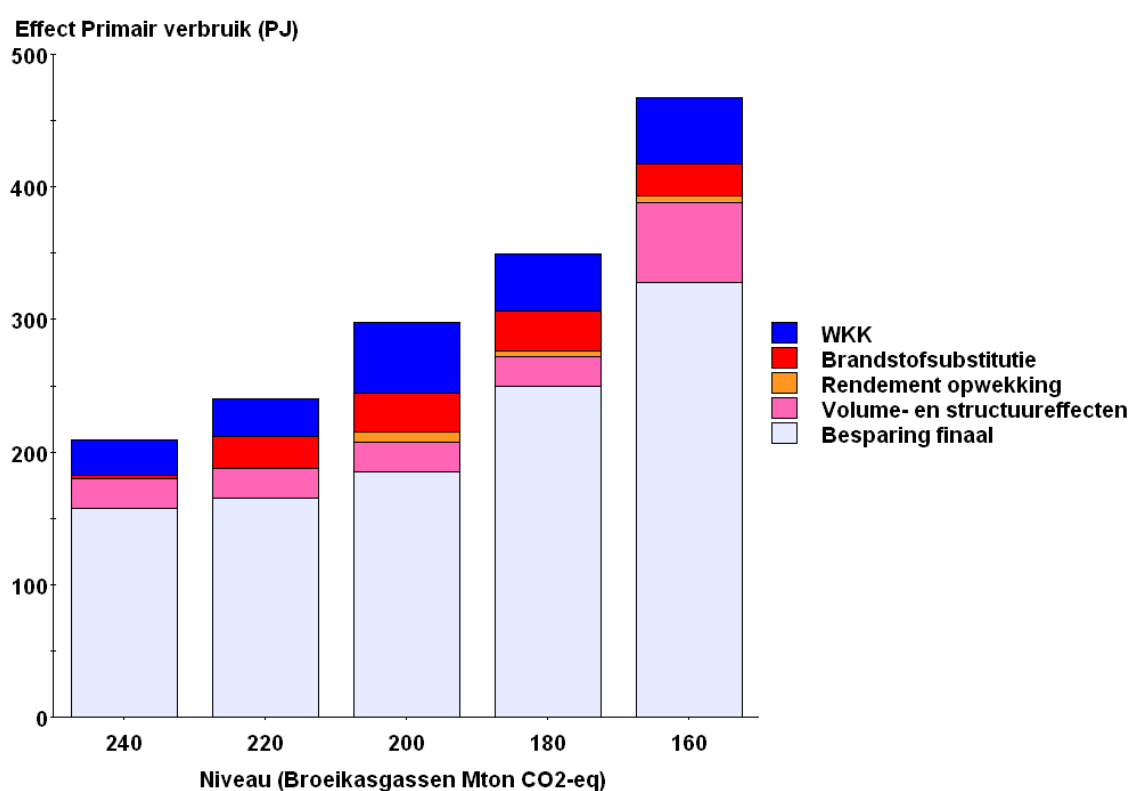
Een stijging van het besparingstempo naar gemiddeld 1,5% per jaar tussen 2005 en 2010, en 2% per jaar vanaf 2010, betekent dat er in 2020 ca. 475 PJ<sub>primaire</sub> extra bespaard moet worden boven op de achtergrondscenario's. Figuur 5.4 en Tabel 5.5 tonen de resultaten. Het besparingstempo volgens het protocol blijft op basis van de getoonde resultaten bij een doelniveau van 180 Mton steken op 1,6%, de besparing in ruime zin 1,7%. Een besparingstempo van 2% wordt hierbij dus niet gehaald. Bij een niveau van 160 Mton is de besparing in ruime zin nipt 2%. Voor het halen van de broeikasgasdoelen zijn andere oplossingsrichtingen op basis van hun kosteneffectiviteit dus aantrekkelijker dan de inzet van nog meer echte besparingsmaatregelen.

Tabel 5.5 *Energiebesparing vanaf (conform het Energiebesparingsprotocol en in ruime zin) in de optiepakketten voor de bestudeerde BKG-niveaus)*

		BKG-emissieniveau in 2020 [Mton CO <sub>2</sub> -eq]				
		240	220	200	180	160
Besparing volgens protocol	[PJ]	184	194	246	297	382
	[%/jr] <sup>a</sup>	1,4	1,4	1,5	1,6	1,8
Besparing in ruime zin	[PJ]	209	240	298	349	467
	[%/jr] <sup>a</sup>	1,4	1,5	1,6	1,7	2,0

<sup>a</sup> Het gemiddelde besparingstempo (%/jr) tussen 2010 en 2020 wordt aangegeven. Voor de presentatie van de besparingscijfers is aangesloten bij de fasering conform de Motie-Van der Ham/Spies. Tot 2010 is een aanlooperperiode verondersteld waarin het besparingstempo oploopt van het niveau in het achtergrondscenario naar het gemiddelde niveau vanaf 2010. Als in de tabel 1,7% staat betekent dit dat tussen 2005 en 2010 een besparingstempo van gemiddeld 1,35% gerealiseerd wordt.

### Bijdrage per categorie, extra reductie bovenop het referentiescenario



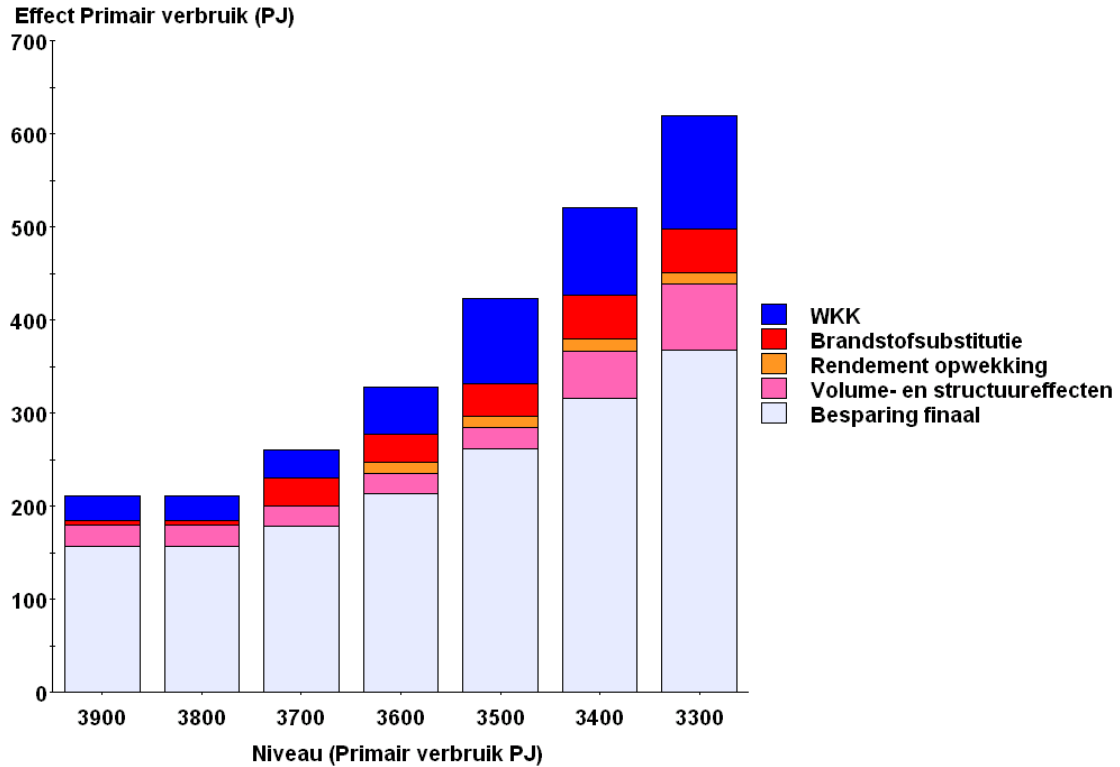
Figuur 5.4 *Besparingen, volume- en structureffecten en brandstofsubstitutie in de GE<sup>act</sup>-optiepakketten*

### Maximaal haalbare besparing

Een inschatting van de maximale energiebesparing is te verkrijgen door te kijken welke reductie van het energieverbruik mogelijk is door toepassing van de energiebesparende opties (volgens het protocol en in ruime zin). Figuur 5.5 en Tabel 5.6 tonen hiervoor de besparingen. In dit geval loopt de maximale additionele besparing volgens het protocol op tot circa 500 PJ of 2,1%, met volume- en structureffecten meegerekend tot 625 PJ of 2,3%. Het is op basis van deze resultaten dus mogelijk om een besparingstempo van 2% per jaar te realiseren. Ook hierbij geldt weer de kanttekening dat dit theoretisch mogelijk is op basis van technische potentiëlen, en dat in de praktijk de mogelijkheden veel beperkter en de kosten hoger zullen zijn. Uit de resultaten blijkt verder dat er circa 210 PJ bespaard wordt zonder dat dit noodzakelijk is voor het bereiken van de doelstelling, Nadere analyse toont dat 190 PJ hiervan negatieve nationale kosten heeft, en dat 20 PJ hiervan bespaard wordt om aan de NEC-doelen te voldoen. Evenals bij de niveaus

voor de broeikasgasemissies fungeren ook hier de getoonde niveaus als maxima, in dit geval voor het primair energiegebruik. Het primair energiegebruik moet hier in elk geval onder blijven, en mag wel lager uitkomen.

### Bijdrage per categorie, extra reductie bovenop het referentiescenario



Figuur 5.5 Besparingen, volume- en structureffecten en brandstofsubstitutie bij afnemende niveaus voor het primair energiegebruik in 2020

Tabel 5.6 Energiebesparing (conform het Energiebesparingsprotocol en in ruime zin) bij afnemende niveaus voor primair energiegebruik

		Niveau primair energiegebruik 2020 [PJ]						
		3900	3800	3700	3600	3500	3400	3300
Besparing volgens protocol	[PJ]	184	184	209	276	366	422	501
	[%/jr] <sup>a</sup>	1,4	1,4	1,4	1,6	1,8	1,9	2,1
Besparing in ruime zin	[PJ]	209	209	263	327	426	526	626
	[%/jr] <sup>a</sup>	1,4	1,4	1,6	1,7	1,9	2,1	2,3

<sup>a</sup> Het gemiddelde besparingstempo (%/jr) tussen 2010 en 2020 wordt aangegeven. Ook hier is voor de presentatie van de besparingscijfers cijfers aangesloten bij de fasering conform de Motie-Van der Ham/Spies.

Tabel 5.7 toont de kosten van de optiepakketten voor energiebesparing. Hoewel de kosten in de praktijk belangrijk hoger zullen uitvallen, geeft de tabel toch een eerste indruk van de kosten die vereist zijn om een bepaald besparingstempo te halen. Op basis van de tabel kost het minimaal een half miljard per jaar om een besparingstempo van 2% per jaar, in ruime zin, halen. Bij het hanteren van de strikte definitie van het besparingsprotocol zijn deze kosten zelfs minimaal € 2,5 mld per jaar. Hierin zijn de opbrengsten ten gevolge van het uitgespaarde energiegebruik al meegerekend.

Tabel 5.7 *Kosten voor optiepakketten gericht op energiebesparing*

Nationale kosten [mln €/jr]	Niveau primair energiegebruik 2020 [PJ]						
	3900	3800	3700	3600	3500	3400	3300
Pakketkosten	118	118	118	150	473	1476	4346
Opties met netto negatieve kosten	-588	-588	-588	-588	-546	-633	-644
Opties met netto positieve kosten, per doel waarvan:	706	706	706	738	1019	2109	4990
Besparing	0	0	0	127	494	1586	4538
NO <sub>x</sub>	349	349	349	258	191	188	84
SO <sub>2</sub>	37	37	37	32	12	10	9
NH <sub>3</sub>	320	320	320	321	321	324	359

### *Besparingsdoelen in combinatie met BKG-doelen*

De optiepakketten uit Paragraaf 5.1 realiseren tegen de laagst mogelijke (nationale) kosten de vereiste doelen voor BKG-emissiereductie. Daarbij wordt de 2% besparingsdoelstelling meestal niet gehaald. Een aanvullende randvoorwaarde voor een energiebesparingstempo van 2%, boven op het halen van de niveaus voor de BKG-emissies leidt tot hogere kosten. Tabel 5.8 toont de meerkosten van een 2% besparingsdoelstelling (in ruime zin) voor BKG-emissiedoelniveaus van 200 en 180 Mton CO<sub>2</sub>-eq.<sup>15</sup>

Tabel 5.8 *Kosten voor de BKG-optiepakketten met en zonder een aanvullende energiebesparingsseis (2%/jr, in ruime zin, vanaf 2010)*

Kosten [mln €/jr]	Doelniveau BKG-emissie in 2020 [Mton CO <sub>2</sub> -eq]	
	200	180
GE <sup>act</sup>	283	1418
GE <sup>act</sup> (energiebesparing 2%/jr)	687	1636
Verschil	404	218

Bij een doelniveau van 200 Mton levert het vasthouden aan een 2% besparingsdoelstelling jaarlijks € 400 mln aan extra kosten op. Bij 180 Mton is dit gedaald naar € 200 mln; bij 180 Mton is de gerealiseerde besparing ook zonder expliciete doelstelling al hoger dan bij een doelniveau van 200 Mton. Omdat er minder extra bespaard hoeft te worden, nemen ook de meerkosten van het halen van de besparingsdoelstelling af.

## 5.3 Effecten bij alternatieve uitgangspunten

De vooraf gestelde randvoorwaarden hebben een grote invloed op de kosten van het bereiken van de emissiedoelen. Eerder is al aangegeven dat er verschillende inzichten bestaan over de haalbaarheid van de diverse oplossingsrichtingen. Het is daarom van belang in kaart te brengen wat de effecten zouden zijn bij alternatieve aannames ten aanzien van de beperkingen. Tabel 5.9 geeft een overzicht van de verandering in de totale netto nationale kosten bij de bestudeerde emissieniveaus in 2020 voor verschillende alternatieve aannames. De kosten zijn inclusief die van maatregelen voor de NEC-stoffen.

<sup>15</sup> Het tonen van 220 en 160 Mton is niet zinvol; door de 2% doelstelling is de emissie al lager dan 220 Mton, en bij 160 Mton wordt de 2% doelstelling al gehaald (zie Tabel 5.5).

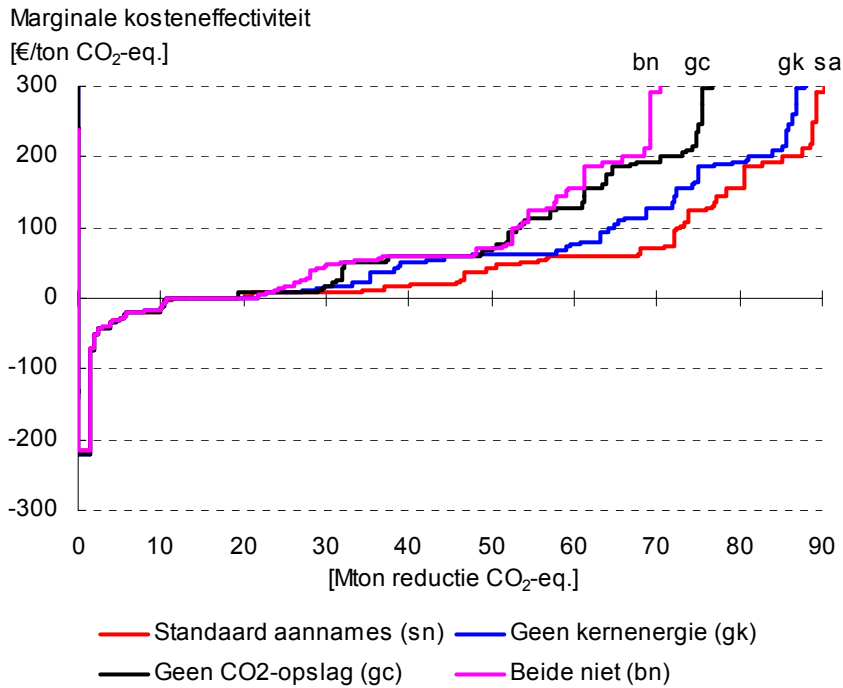
Tabel 5.9 *Gevoeligheid van de kosten van de optiepakketten naar BKG-emissieniveau voor de opgelegde uitgangspunten*

Nationale kosten [mln €/jr]	BKG-emissie in 2020 [Mton CO <sub>2</sub> -eq]				
	240	220	200	180	160
Standaard	-60	-50	280	1420	4600
Verschil kosten (mln €/jr) t.o.v. standaard optiepakketten					
Wel verplaatsing emissies naar buitenland	-150	-170	-250	-740	-2630
Kernenergie tot 4000 MW <sub>e</sub>	0	0	-70	-300	-770
Geen kernenergie	160	180	270	590	2560
Geen CO <sub>2</sub> -opslag	0	0	450	1810	*
Geen kernenergie en geen CO <sub>2</sub> -opslag	160	190	920	2860	*
Wel ingrepen keuzevrijheid consumenten	-470	-480	-530	-700	-1000
Ook moeilijk haalbare opties	0	0	-10	-30	-40
NEC-doelstellingen 2010	-540	-500	-430	-360	-230
Geen NEC-doelen	-620	-580	-490	-410	-240

\* Niveau niet haalbaar.

Opvallend is de impact van de randvoorwaarden over CO<sub>2</sub>-opslag en kernenergie, met name bij de grotere reducties. Zonder kernenergie, en met de overige randvoorwaarden ongewijzigd, zijn de nationale kosten voor het halen van emissieniveaus van 200 en 180 Mton CO<sub>2</sub>-eq. circa € 270 en € 590 mln per jaar hoger. Zonder CO<sub>2</sub>-opslag zijn de nationale kosten € 450 en € 1810 mln per jaar hoger, en zonder kernenergie en CO<sub>2</sub>-opslag stijgen de jaarlijkse nationale kosten met € 920 en € 2860 miljoen. De oorzaak hiervan is gelegen in het feit dat beide oplossingsrichtingen een groot emissiereductiepotentieel hebben tegen relatief lage nationale kosten. Door het uitsluiten van deze opties wordt het bij een gelijkblijvende doelstelling nodig om relatief duurdere opties in het optiepakket op te nemen. De impact van CO<sub>2</sub>-opslag en kernenergie is des te belangrijker omdat beide oplossingsrichtingen een lang voorbereidingstraject vergen, zodat de besluitvorming al vroeg moet plaatsvinden om op basis van deze opties emissiereductie in 2020 mogelijk te maken.

Figuur 5.6 geeft meer inzicht in de effecten van kernenergie en CO<sub>2</sub>-opslag. Allereerst valt op dat tot een reductie van 20 Mton CO<sub>2</sub>-equivalent kernenergie en CO<sub>2</sub>-opslag nauwelijks impact hebben op de marginale kosteneffectiviteit. Tussen de 20 en 30 Mton reductie begint het beeld wel duidelijk te divergeren. Met het uitsluiten van kernenergie ligt de marginale kosteneffectiviteit vanaf 30 Mton reductie gemiddeld circa 20 €/ton hoger dan bij de standaard aannames, met de uitsluiting van alleen CO<sub>2</sub>-opslag ligt vanaf 30 Mton reductie de marginale kosteneffectiviteit gemiddeld circa 30 €/ton hoger. Het uitsluiten van CO<sub>2</sub>-opslag en kernenergie heeft sterkere effecten vanaf lagere reducties; tussen 25 tot 50 Mton reductie ligt de gemiddelde kosteneffectiviteit circa 40 €/ton hoger, en vanaf 50 Mton reductie loopt dit op naar 100 €/ton. Ook het maximale doelbereik wordt sterk beïnvloed: zonder kernenergie en CO<sub>2</sub>-opslag is circa 20 Mton minder reductie mogelijk.



Figuur 5.6 *Kostencurves in  $GE^{act}$  met en zonder uitsluiting van de opties  $CO_2$ -opslag en kernenergie*

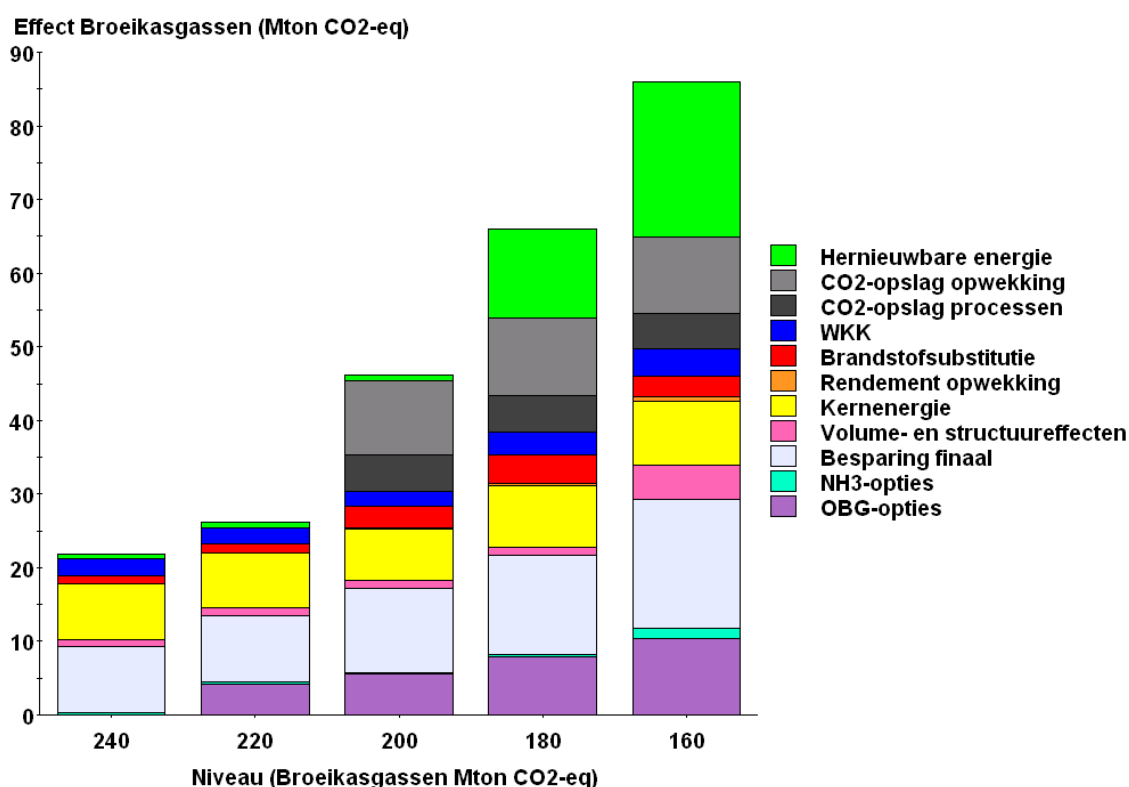
#### 5.4 Effecten van hogere olieprijsen

Zoals beschreven in Paragraaf 2.2, zetten hogere olieprijsen een reeks van veranderingen in gang, die invloed hebben op de gerealiseerde emissiereducties in het achtergrondscenario en daarmee op wat er nog extra via opties gereduceerd kan worden. De in totaal mogelijke emissiereductie blijft in principe echter gelijk. De minimaal te bereiken emissies en het minimaal te bereiken energiegebruik verschillen niet wezenlijk van de situatie met lagere olieprijsen. Wat niet gelijk blijft zijn de kosten en de manier waarop de vereiste emissiereducties ingevuld worden: opties die olie en gas uitsparen zullen lagere kosten hebben, opties die extra energie gebruiken juist hogere.

Figuur 5.7 toont de resultaten voor  $GE^{ho}$ . In  $GE^{ho}$  is de additionele reductie voor elk opgegeven emissieniveau circa 4 Mton lager dan in  $GE^{act}$ , omdat de broeikasgasemissies in 2020 in variant  $GE^{ho}$  al lager zijn dan in  $GE^{act}$ . In grote lijnen is de samenstelling van optiepakketten afhankelijk van de reductie hetzelfde, op een aantal kleine uitzonderingen na. De meest zichtbare verandering is dat aandeel van WKK bij alle niveaus iets bescheidener blijft door de ongunstiger energieprijzen.



## Bijdrage per categorie, extra reductie bovenop het referentiescenario



Figuur 5.7 BKG-emissiereducties per categorie in de optiepakketten voor het hoge olieprijs-achtergrondscenario ( $GE^{ho}$ )

### Kosten voor BKG-doelen

De belangrijkste verschillen zijn gelegen in de kosten van het halen van de reducties. Figuur 5.8 toont de marginale nationale kosteneffectiviteitscurves voor  $GE^{act}$  en  $GE^{ho}$ . Voor een goede vergelijking moet er wel rekening mee gehouden worden dat er in  $GE^{ho}$  al 4 Mton is gereduceerd in het achtergrondscenario; deze 4 Mton worden niet in de curve getoond. Over de hele lijn, maar met name bij de lagere emissiereducties zijn de marginale kosten in  $GE^{ho}$  wat lager. In  $GE^{act}$  kan de eerste 15 Mton CO<sub>2</sub>-eq met negatieve marginale kosten gerealiseerd worden, bij  $GE^{ho}$  de eerste 20 Mton CO<sub>2</sub>-eq. Bij de lagere emissiereducties spelen bij beide achtergrondvarianten energiebesparingsmaatregelen en kernenergie een hoofdrol, en met name energiebesparing profiteert sterk van de hogere brandstofprijzen in  $GE^{ho}$ . Bij de grotere reducties zijn de verschillen in de kosteneffectiviteit van maatregelen bij beide varianten kleiner. Bij deze niveaus spelen CO<sub>2</sub>-opslag en brandstofsubstitutie een belangrijke rol, en deze maatregelen ondervinden eerder nadelen dan voordelen van de hogere olie- en gasprijzen. Hernieuwbare energie, ook grotendeels vertegenwoordigd bij de hogere kostenniveaus, profiteert weer wel van de hogere energieprijzen.

Tabel 5.10 Gevoeligheid van de kosten van de optiepakketten naar BKG-niveau voor een hoge olieprijs

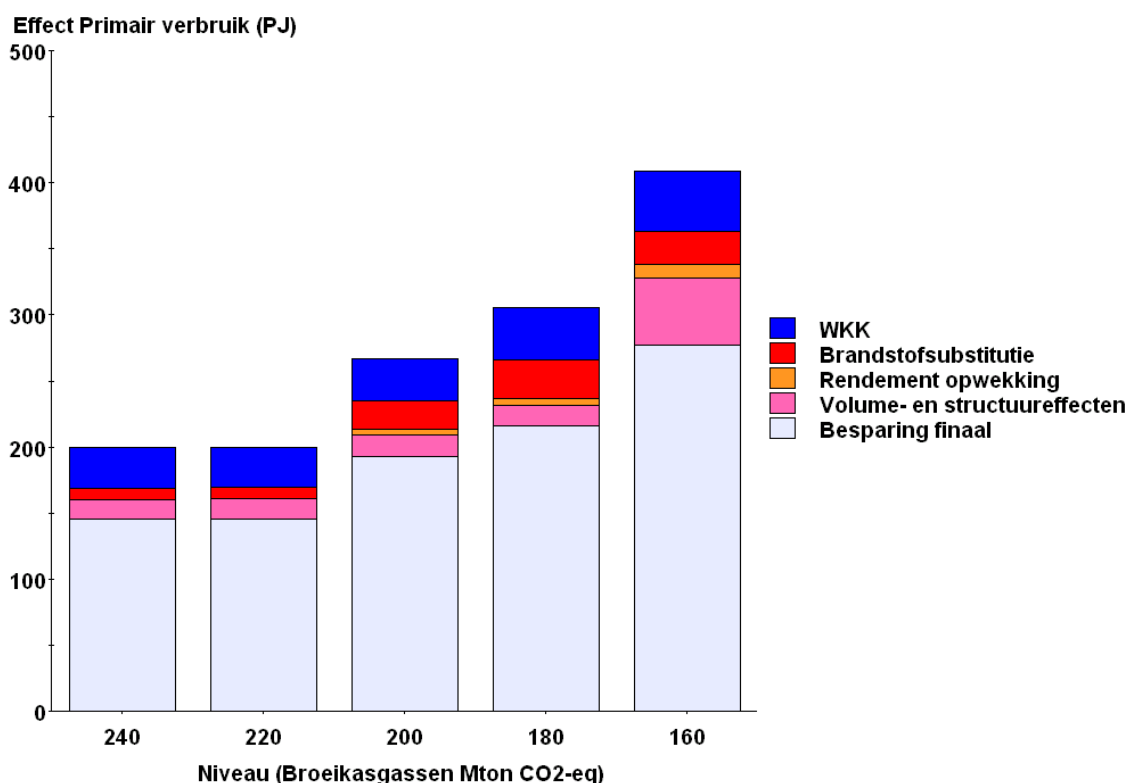
Nationale kosten [mln €/jr]	BKG-emissie in 2020 [Mton CO <sub>2</sub> -eq.]				
	240	220	200	180	160
$GE^{act}$	-60	-50	280	1420	4600
$GE^{ho}$	-250	-250	60	1030	3690
Vershil	-190	-200	-220	-380	-910

Tabel 5.10 laat de verschillen in de totale kosten zien voor de verschillende niveaus. De kosten zijn niet helemaal vergelijkbaar, doordat de BKG-emissie in 2020 in GE<sup>ho</sup> al 4 Mton lager is dan in het GE<sup>act</sup>-scenario. In deze 4 Mton zit bovendien een kleine 1 Mton effect van meer elektriciteitsimport. Het totaalbeeld is echter goed te verklaren vanuit de inzet van verschillende oplossingsrichtingen. Bij kleinere reducties is het aandeel van energiebesparing en kernenergie groot, vandaar het verschil van bijna € 200 mln vanaf de laagste reducties. Dit verschil neemt tot een doelniveau van 200 Mton maar heel langzaam toe; de opties die profiteren van hogere gas- en olieprijsen en de opties die er juist onder lijden (WKK, CO<sub>2</sub>-opslag) houden elkaar hier qua kosten bijna in evenwicht. Vanaf 180 Mton neemt het verschil weer toe: de extra reductie wordt hier vooral bereikt met energiebesparing en hernieuwbare energie. Bij 160 Mton is het verschil ruim € 900 mln per jaar, ofwel gemiddeld 10 €/ton CO<sub>2</sub>-eq.

#### De rol van besparing

Figuur 5.8 toont de bespaarde energie (in PJ) in de BKG-optiepakketten voor de situatie met hoge olieprijsen (GE<sup>ho</sup>). De additionele besparing is gemiddeld zo'n 50 PJ lager dan bij GE<sup>act</sup>. Deels komt dit doordat in het achtergrondscenario GE<sup>ho</sup> al meer bespaard wordt: het betreffende potentieel is hierdoor al benut. Een andere factor is dat een groter deel van de emissiereducties gerealiseerd wordt met niet-besparende maatregelen zoals hernieuwbare energie. Deze oplossingsrichting lijkt iets meer te profiteren van de hogere prijzen dan veel besparingsopties. Tot slot zorgt de hogere elektriciteitsimport er voor dat het besparingspotentieel in Nederland iets daalt. Het maximale besparingstempo wordt gerealiseerd bij 160 Mton, en is circa 1,9% per jaar in ruime zin, en 1,7% per jaar volgens de protocoldefinities.

#### Bijdrage per categorie, extra reductie bovenop het referentiescenario



Figuur 5.8 *Besparingen, volume- en structureffecten en brandstofsubstitutie bij afnemende BKG-emissies in 2020, ten opzichte van het hoge-olieprijsscenario GE<sup>ho</sup>*

## 6. Discussie

Het doel van dit hoofdstuk is om kantttekeningen te plaatsen bij de in Hoofdstuk 5 gepresenteerde resultaten, zodat het mogelijk is om tot voor het beleid relevante conclusies te komen. Het gaat daarbij om het duiden van de technisch-economische potentiëlen zoals die naar voren komen uit de optiepakketten, en de mogelijke betekenis van deze potentiëlen voor de realiseerbaarheid van doelen voor 2020. Daartoe wordt eerst kort ingegaan op de mogelijke interpretatie van de resultaten. Daarbij wordt aangegeven wat deze analyse wel en niet kan betekenen in het debat over broeikasgasemissiereductie en energiebesparing. In een tweede paragraaf wordt vervolgens ingegaan op onzekerheden in het Optiedocument energie en emissies 2010/2020 en onzekerheden in de aanpak van deze analyse. Ook de resultaten van de gevoeligheidsanalyse komen daarbij aan de orde. Op basis hiervan wordt aangegeven hoe robuust de resultaten zijn.

### 6.1 Van optiepakketten naar implementatie

Tussen opties (technische potentiëlen) en daadwerkelijke emissiereducties (implementatie) zit een heel traject dat geen onderdeel is geweest van de uitgevoerde analyses; het betreft het traject van beleidsvorming en beleidsuitvoering. Omdat dit traject extra kosten met zich meebrengt en omdat er in dit traject vaak een deel van het potentieel effect verloren gaat, is het van wezenlijk belang om te begrijpen hoe de huidige analyses zich verhouden tot de daadwerkelijk te realiseren emissiereducties tot 2020 en de mogelijke kosten die daaraan uiteindelijk verbonden zijn. In deze paragraaf kan van dit traject slechts een beeld worden geschetst. Voor een daadwerkelijke beoordeling van de mate van realiseerbaarheid van emissiereducties en energiebesparing is een confrontatie met concrete beleidsopties nodig. In de opties uit het Optiedocument ontbreekt een dergelijke concrete uitwerking van beleidsopties omdat op voorhand het aantal mogelijkheden hiervoor vrijwel oneindig is.

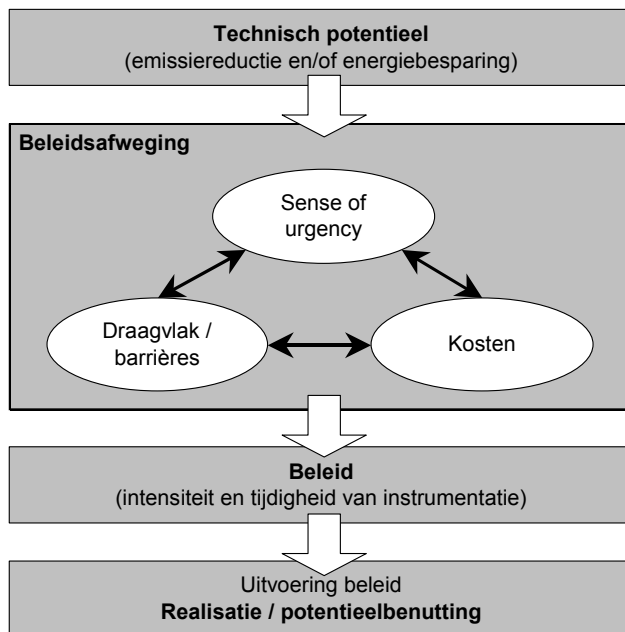
De opties zijn zodanig vormgegeven dat ze, elk afzonderlijk bekeken, in principe instrumenteerbaar zijn. Dat betekent dat er voor elke optie beleid denkbaar is waarmee (bijna) 100% realisatie van die optie bereikt kan worden, mits dit beleid tijdig ingezet wordt. Dat wil niet altijd zeggen dat het daarvoor vereiste beleid goed denkbaar is vanuit de huidige beleidssituatie. Ook zal het makkelijker zijn om tijdig en effectief beleid te ontwikkelen voor één afzonderlijke optie dan voor het tijdig implementeren van een omvangrijk beleidspakket waarmee het potentieel uit de optiepakketten voor 100% gerealiseerd kan worden. In de praktijk zal daarom bij een optiepakket dat gebaseerd is op technische potentiëlen een deel van dit potentieel niet gerealiseerd kunnen worden.

Figuur 6.1 geeft schematisch het krachtenveld weer dat een rol speelt bij de stappen van technisch potentieel naar beleidsuitvoering resulterend in een bepaalde potentieelbenutting. Als drijvende kracht is daarbij de ‘sense of urgency’ aangegeven; de ervaren noodzaak om het technisch potentieel te benutten. Deze staat in de beleidsafweging tegenover draagvlak/barrières en kosten (van de verschillende opties/optiepakketten). Uitkomst van het proces zijn beleidsmaatregelen, gekenmerkt door een bepaalde ‘intensiteit’<sup>16</sup> en tijdigheid. Deze beide kenmerken bepalen grotendeels de mate waarin het potentieel benut wordt: naarmate beleid een hogere intensiteit heeft en eerder ingevoerd wordt, zal het benutte deel van het potentieel hoger zijn. Een hogere sense of urgency maakt de kans op een snelle invoering en hogere intensiteit waarschijnlijker: het relatieve gewicht van de negatieve factoren zal dan namelijk als minder belangrijk worden ervaren en een kleinere rol spelen in de besluitvorming. Omgekeerd zal bij een lagere sense

---

<sup>16</sup> Ook in de optiebeschrijvingen van het Optiedocument wordt de term ‘intensiteit’ gebruikt om aan te geven dat bij toenemende beleidsintensiteit een groter (technisch) potentieel kan worden benut. In de optiebeschrijvingen hangt dit meestal ook samen met toenemende (specifieke) kosten.

of urgency het moeilijker zijn om een beleidsvoornemen in korte tijd en met volledig behoud van effectiviteit te implementeren.



Figuur 6.1 Schematische weergave van belangrijke aspecten van beleidsvorming en (met pijlen weergegeven) onderlinge beïnvloeding van deze aspecten

#### *Tijdigheid en intensiteit*

Bij de beschrijving van de opties in het Optiedocument is in bepaalde gevallen aangegeven vanaf welk jaar met implementatie gestart zou moeten worden. Voor de meeste opties kan het gepresenteerde effect in 2020 alleen worden bereikt indien tijdig wordt gestart met implementatie. Later beginnen betekent ófwel dat de gepresenteerde effecten met een bepaald percentage zullen afnemen ófwel dat in 2020 in het geheel geen reductie-effect meer met die bepaalde optie kan worden bereikt. Bij bijvoorbeeld energiebesparing betekent elk jaar dat het beleid later start een vermindering van de effecten in 2020. Bij kernenergie en CO<sub>2</sub>-opslag is er bij een te late start in 2020 helemaal geen reductie meer; door de lange voorbereidings- en constructietijd betekent een te late start dat die optie dan in 2020 nog niet operationeel kan zijn.

#### *Sense of urgency*

De sense of urgency, zoals die hier relevant is, is niet beperkt tot Nederland. Een internationaal breed gedeelde sense of urgency maakt het makkelijker om in internationaal verband draagvlak te kweken en barrières te slechten. Ook maakt dat het mogelijk om in internationaal verband afspraken te maken, en te voorkomen dat concurrentieverhoudingen verstoord worden door eenzijdige, nationale maatregelen.

#### *Draagvlak & barrières*

Met name bij opties die hoge kosten veroorzaken, of de bewegingsvrijheid van sectoren en consumenten sterk beperken zijn draagvlakproblemen te verwachten. Hier speelt de vormgeving van het beleid een belangrijke rol; daarvan hangt af in hoeverre de pijn bij de betrokken sector wordt gelegd. Maar ook als de betrokken sector wordt ontzien, kunnen de maatschappelijke kosten zodanig hoog oplopen dat het moeilijk is om het vereiste maatschappelijk draagvlak te realiseren. In extreme gevallen zou het groeipotentieel van de gehele economie aangetast kunnen worden. Ook zijn draagvlakproblemen te verwachten bij maatregelen die in de publieke opinie als gevaarlijk of schadelijk worden beschouwd. Naarmate de sense of urgency groter is, zullen draagvlakproblemen aan gewicht verliezen:

de bezwaren die kleven aan het invoeren van een maatregel worden minder belangrijk dan de bezwaren die kleven aan het niet invoeren ervan. In veel gevallen zijn er (institutionele) barrières voor beleid. Wettelijke kaders en internationale afspraken kunnen de invoering van beleid in de weg staan. Voor Nederland bestaan er in dit verband bijvoorbeeld beperkingen vanuit Europese afspraken en regelgeving. Ook hier geldt weer dat de hardheid van dergelijke barrières niet absoluut is: naarmate de sense of urgency groter is en breder (ook internationaal) wordt gedeeld, bestaan er meer mogelijkheden om barrières te overwinnen.

#### *Kosten*

Kosten van opties en beleid zijn een zwaarwegende factor in de besluitvorming. Bij een grotere sense of urgency zullen hogere kosten acceptabel zijn. Naast de kosten van de opties zal ook het beleid zelf uitvoeringskosten met zich mee brengen, deze hangen samen met zaken als voorlichting, handhaving, administratieve kosten van het beoordelen van subsidieaanvragen, etc. De uitvoeringskosten hangen sterk samen met de gekozen beleidsinstrumenten, het karakter van een optie en de intensiteit waarmee het beleid wordt ingezet. Als zeer veel afzonderlijke actoren (bijvoorbeeld consumenten) moeten worden aangestuurd zullen de kosten i.h.a. veel hoger zijn dan wanneer slechts enkele actoren een maatregel moeten uitvoeren.

#### *Inschatting realiseerbaar potentieel*

Het bovenstaande maakt duidelijk hoe de sense of urgency, kosten en draagvlak en barrières met elkaar samenhangen. Tijdens de beleidsvorming wordt gezocht naar beleidspakketten die, gegeven de sense of urgency, op basis van de keuze voor specifieke beleidsinstrumenten en aanvaardbare kosten, voldoende draagvlak hebben, en die passen in de bewegingsvrijheid die de nationale en internationale (o.a. Europese) context bieden. Dit zal voor vrijwel alle opties leiden tot een realiseerbaar potentieel dat kleiner tot veel kleiner is dan het in deze analyse weergegeven technische potentieel. Daarbij speelt mee dat moeilijke besluitvormingstrajecten kunnen leiden tot vertraging, en daardoor tot extra potentieelverlies.

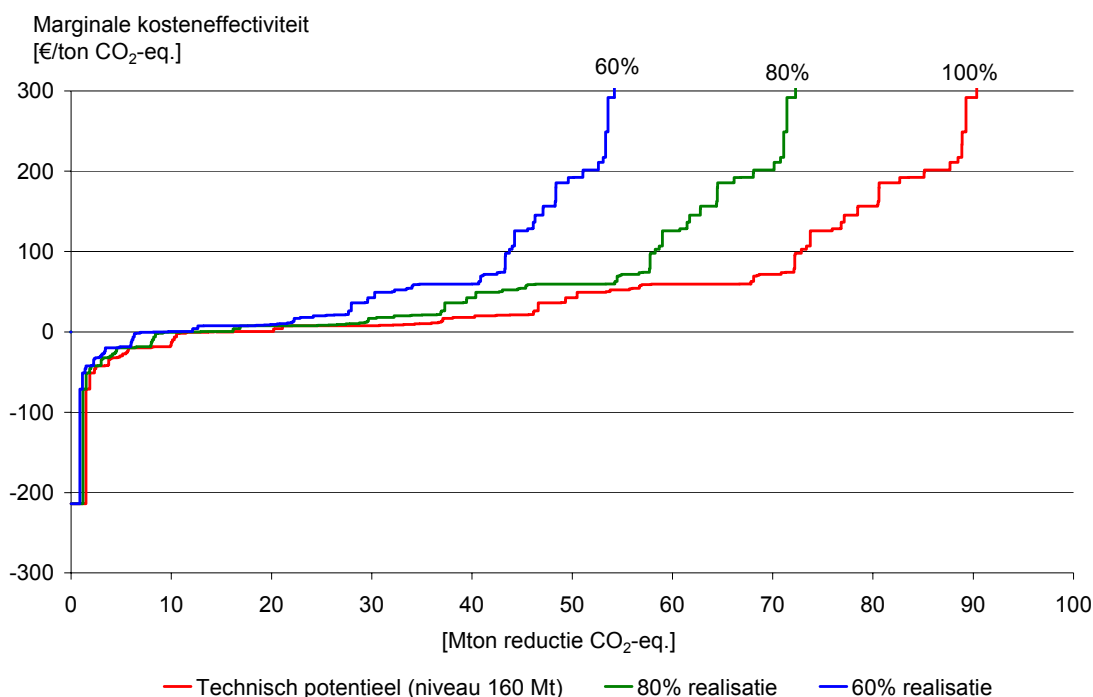
Uit Tabel 5.3 werd al duidelijk dat de opties met de grootste emissiereductie, die samen goed zijn voor bijna de helft van het reductiepotentieel, diverse obstakels kennen. Op basis van de huidige analyse is het echter niet mogelijk om aan te geven welk percentage van het technisch potentieel uiteindelijk voor emissiereductie in 2020 (tijdig) realiseerbaar is. Dit hangt af van het politieke debat, de mogelijkheden voor regelgeving op EU-niveau en de ontwikkeling van draagvlak voor bepaalde opties en bepaalde beleidsinstrumenten. De realiseerbaarheid van bepaalde doelstellingen voor BKG-emissiereductie en voor energiebesparing wordt daarom in Tabel 6.1 weergegeven in relatie tot het percentage van het technische potentieel dat daadwerkelijk kan worden geïmplementeerd. Uit deze tabel wordt duidelijk dat bij een verlies van slechts 20% van het potentieel de hoogste doelen voor emissiereductie en besparing al zeer moeilijk realiseerbaar worden.

Tabel 6.1 *Realiseerbaarheid van doelstellingen gerelateerd aan de realiseerbaarheid van het technisch potentieel uit het Optiedocument (voor het GE<sup>act</sup>-scenario)*

Percentage realiseerbaar van max. potentieel	Doelniveau BKG-emissies [Mton CO <sub>2</sub> -eq]			Jaarlijks besparingstempo [%/jr; in ruime zin benaderd]		
	220	200	180	1,5	1,75	2,0
100%	✓	✓	✓	✓	✓	✓
80%	✓	✓	?	✓	✓	?
60%	✓	?	–	✓	?	–
40%	✓	–	–	?	–	–

✓ doel kan worden bereikt; ? doel kan net wel/net niet worden bereikt; – doel kan niet worden bereikt.

In Figuur 6.2 wordt grafisch weergegeven wat het zou betekenen als van een optiepakket 20% of 40% zou wegvallen in het traject van potentieel naar potentieelbenutting. Voor deze figuur is uitgegaan van een evenredige vermindering van de realisatie van alle opties in het optiepakket. In de beleidspraktijk zullen bepaalde opties een groter verlies van potentieelbenutting hebben dan andere opties, maar voor het overall beeld kunnen de kostencurven in Figuur 6.2 een goede indruk geven van de gevolgen van het niet realiseren van een deel van het technische potentieel.



Figuur 6.2 Voorbeeld kostencurves voor technisch potentieel en situaties waarin het realiseerbaar potentieel resp. 60 en 80% van het technische potentieel is (uitval evenredig verdeeld over alle opties)

Een lagere realisatiegraad van de optiepakketten heeft eveneens effecten op de kosten van het bereiken van de doelstellingen die nog wel haalbaar zijn. Figuur 6.2 laat zien hoe de kostencurves eruit zien voor het technisch potentieel en voor situaties waarin respectievelijk 80% en 60% van het technische potentieel haalbaar zijn. Volgens deze figuur lopen de marginale kosten voor het halen van bijvoorbeeld het emissieniveau van 200 Mton CO<sub>2</sub>-equivalent (reductie ca. 50 Mton) op basis van het technisch potentieel op tot 40 €/ton CO<sub>2</sub>-eq, bij 80% realisatie tot 70€/ton CO<sub>2</sub>-eq en bij 60% tot 200 €/ton CO<sub>2</sub>-eq. Zoals overal in deze studie betreft dit de nationale kosteneffectiviteit; hier moeten uiteindelijk ook de uitvoeringskosten voor instrumentatie nog aan worden toegevoegd.

Een belangrijke vraag is dus wat een goede aanname zou zijn over het mogelijke verlies aan potentieel, in het traject van technisch potentieel naar potentieelbenutting. Om daarvan een beeld te krijgen kunnen we enerzijds kijken naar de implicaties van een hoge potentieelrealisatie voor de gepresenteerde optiepakketten. Anderzijds kunnen we terugkijken naar de realisatie van het beleid in de afgelopen jaren.

Tabel 6.2 geeft ter illustratie een overzicht van wat een reductie tot 180 Mton, met dus een gemiddelde potentieelrealisatie van minimaal 80%, zou kunnen betekenen voor een aantal concrete opties.

Tabel 6.2 *Voorbeelden van implicaties van een doelniveau van 180 Mton in 2020*

Vereiste opties voor realisatie van een emissieniveau van 180 Mton CO <sub>2</sub> -eq in 2020	Voorbeelden van implicaties
Nieuwe kerncentrales (vermogen: 1600 MW <sub>e</sub> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Concreet plan vóór 2010.</li> <li>- Interventie als de sector zelf de risico's niet kan/wil dragen.</li> <li>- Afronding vergunningtraject en bouw binnen tien jaar.</li> </ul>
5500 MW <sub>e</sub> windenergie op zee	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 5500 MW<sub>e</sub> extra t.o.v. achtergrondscenario (GE<sup>act</sup>).</li> <li>- Ongedaan maken recente wijzigingen in beleid duurzame energie.</li> </ul>
Minimaal 12 Mton CO <sub>2</sub> -afvang	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Concrete plannen vóór circa 2013.</li> <li>- Afstemming met de exploitatie van geschikte aardgasvelden zodat tijdig opslagcapaciteit beschikbaar is.</li> <li>- Vergunningtraject en aanleg infrastructuur voor afvang, transport en opslag binnen 6 jaar (vanaf 2013).</li> <li>- Via emissiehandel: structurele CO<sub>2</sub>-prijs van minimaal 50€/ton.vanaf 2011. Vereist Europese afstemming.</li> </ul>
3 Mton reductie in industrie via besparing en WKK	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Via emissiehandel: CO<sub>2</sub>-prijs van minimaal 80 €/ton CO<sub>2</sub>-eq vanaf circa 2011. Vereist Europese afstemming.</li> </ul>

Uit een terugblik op ca. 25 jaar energiebesparingsbeleid wordt duidelijk dat het energiebesparingstempo voor Nederland alleen aan het begin van de jaren 1980 duidelijk hoger wordt geschat dan 2%/jr<sup>17</sup> (Farla en Blok, 2000). Dit was een periode van economische recessie en zeer hoge energieprijzen. Het besparingstempo voor de periode 1995-2000 is bepaald op 1,2%/jr (Boonekamp *et al.*, 2004). In de jaren 1995-2002 is dat tempo gedaald naar gemiddeld 1%/jr. Het besparingsbeleid kan aan het begin van de jaren 1990 worden bestempeld als tamelijk intensief. Desondanks werd in die periode een besparingstempo van ruim minder dan 2%/jr gerealiseerd.

Vooruitkijkend (zie Par. 6.3, Tabel 6.2) wordt voor de voorgestelde maatregelen in het Energie-rapport 2005 en het Actieplan van de PvdA een realisatie van het besparingspotentieel in het Optiedocument van ca. 60% verwacht, inclusief de besparing (1%/jr) die in het achtergrondscenario wordt gerealiseerd. Van het *additionele* besparingspotentieel (dus boven op de besparing in het achtergrondscenario) wordt naar verwachting vanuit beide plannen 25-30% van het besparingspotentieel in het Optiedocument gerealiseerd. Deze cijfers geven enige indruk van het (mogelijke) verlies van potentieel in het beleidstraject.

## 6.2 Onzekerheden optiepakketten

De onzekerheden in deze rapportage zijn opgebouwd uit onzekerheden in het Optiedocument en onzekerheden als gevolg van de analyse. In het Optiedocument wordt uitgebreid op de onzekerheden in de analysetool en de optiebeschrijvingen ingegaan. De bespreking van de onzekerheden hier beperkt zich voornamelijk tot die onderdelen die direct betrekking hebben op de huidige analyses, en tot een evaluatie van de robuustheid van de resultaten. Hierbij wordt wel kort ingegaan op de rol van onzekerheden in de gegevens in de factsheet voor de robuustheid van de resultaten.

<sup>17</sup> De besparingstempo's voor de periode 1980-1995 volgens Farla en Blok (2000) zijn bepaald voordat het Protocol Monitoring Energiebesparing tot stand was gekomen; de percentages zijn daardoor niet volledig vergelijkbaar.

### *Gevoeligheid voor aannames bij de analyse*

Uit de gevoeligheidsanalyse in Paragraaf 5.3 blijkt dat het vooraf uitsluiten van bepaalde categorieën maatregelen invloed heeft op de totale kosten van de optiepakketten. Het uitsluiten van opties waardoor emissies de facto naar het buitenland worden verplaatst en opties die ingrijpen op de keuzevrijheid van consumenten, leidt tot hogere nationale kosten bij alle emissieniveaus. Het voldoen aan emissienormen voor de NEC-stoffen leidt logischerwijs ook tot hogere nationale kosten voor de optiepakketten.

De belangrijkste invloed op de kosten en de mogelijkheid om de emissiedoelen te halen gaat uit van de aannames omtrent kernenergie en CO<sub>2</sub>-opslag. Beide opties hebben een groot potentieel en kunnen tegen relatief lage nationale kosten worden ingezet. Hierdoor bepalen de aannames omtrent deze opties in belangrijke mate welke niveaus met het technisch potentieel uit het Optiedocument kunnen worden bereikt, en tegen welke nationale kosten.

### *Gevoeligheid voor achtergrondscenario en olieprijs*

De invloed van de olieprijs in het achtergrondscenario blijkt voor de analyses in dit rapport van relatief geringe invloed. De technische haalbaarheid van doelen hangt niet of nauwelijks af van de olieprijs, daarentegen hangen de kosten voor het halen van doelen er wel duidelijk mee samen. Deze verandering in de kosten kan ook een belangrijke invloed op het draagvlak kunnen hebben.

De gebruikte achtergrondscenario's in deze studie zijn beide afgeleid van het Global Economy-scenario uit de Referentieramingen energie en emissies 2005-2020 (Van Dril en Elzenga, 2005), een scenario met een relatief hoge economische groei. Samenhangend met de hoge economische groei kent dit scenario ook een relatief grote groei van de emissies. In een scenario met een lagere emissieontwikkeling zouden de doelniveaus in principe met minder inspanning kunnen worden bereikt. Daar staat tegenover dat het reductiepotentieel in de beschreven opties ook zou afnemen. Door voor analyses en beleid uit te gaan van een hoge groei-scenario's wordt de kans op tegenvallers in de emissieontwikkeling verminderd, en wordt verondersteld dat een relatief robuuste beleidsontwikkeling mogelijk is.

### *Robuustheid resultaten*

Ondanks de veelheid aan onzekerheden is het wel mogelijk te zeggen welke aspecten van de resultaten robuust zijn, en welke minder. Belangrijk hierbij is dat bij veel opties de inzet niet in de eerste plaats beperkt wordt door de individuele potentiëlen, maar door interacties (concurrentie) met andere opties en beperkingen op een hoger aggregatieniveau (bijvoorbeeld beperking CO<sub>2</sub>-opslag). Beperkte veranderingen in de gegevens van de individuele opties zullen voor de meeste maatregelcategorieën niet snel tot grote veranderingen in de resultaten leiden, maar kunnen wel tot verschuivingen bij de inzet van individuele maatregelen leiden. Onzekerheden in de gegevens voor de opties hebben daardoor een relatief beperkte impact op de meer geaggregeerde onderdelen van de resultaten.

Hierdoor zijn de uitkomsten op het gebied van de maatregelcategorieën tamelijk robuust, en met name de volgorde waarin deze bij oplopende ambities in de optiepakketten verschijnen. In lijn hiermee is ook de positie van de verschillende maatregelcategorieën in de kostencurves tamelijk robuust, en daarmee in grote lijnen ook de vorm van de kostencurve. Deze robuustheid wordt ook bevestigd door de vergelijking van de optiepakketten voor GE<sup>act</sup> en GE<sup>ho</sup>. De verschuivingen die hierbij optreden komen qua grootte en richting goed overeen met wat op basis van de eigenschappen van betrokken technieken te verwachten is.

Minder robuust zijn de resultaten op het niveau van de individuele opties, en van de precieze kostenniveaus. CO<sub>2</sub>-afvang bij elektriciteitsopwekking neemt bijvoorbeeld qua kosten een robuuste middenpositie in, die ondanks de genoemde onzekerheden niet gauw zal veranderen. Welke CO<sub>2</sub>-afvangopties precies als eerste zullen worden toegepast is daarbij echter onzeker-



der<sup>18</sup>. Een in de praktijk tegenvallend potentieel voor een individuele optie kan weliswaar grote invloed hebben op de kansen voor die optie, maar zal veel minder van invloed zijn op de praktijkresultaten voor de maatregelcategorie waartoe de optie behoort. Een vergelijkbare maatregel uit dezelfde categorie kan in de meeste gevallen het gat opvullen. Een uitzondering is de categorie kernenergie, omdat deze slechts uit één optie bestaat.

De in deze rapportage getoonde resultaten horen grotendeels tot de meer robuuste. Individuele maatregelen -waarvoor onzekerheden een veel grotere rol spelen- spelen voor de meeste onderdelen van de resultaten een ondergeschikte rol.

### 6.3 Vergelijking energiebesparing in enkele beleidsdocumenten

In deze paragraaf wordt de relatie aangegeven tussen enkele recente beleidsdocumenten en de opties uit het Optiedocument. Het betreft het Energierapport 2005 (EZ, 2005) en het PvdA Actieplan Energiebesparing (PvdA, 2005). Het doel is om duidelijk te maken waar en in hoeverre beleidsvoorstellen voor energiebesparing overlappen met de opties. Tevens wordt aangegeven in hoeverre de plannen implementeerbaar lijken en hoeveel besparing er van kan worden verwacht.

Onderstaand overzicht geeft aan welk extra beleid ten opzichte van het GE-scenario in de documenten is opgenomen. Daarbij worden de verschillende documenten vergeleken. Per document wordt vervolgens aangegeven waar de overlap zit met opties en hoe groot deze overlap is. Steeds wordt de besparing in 2020 ten opzichte van het GE-scenario aangegeven.

Tabel 6.3 *Overzicht energiebesparing in enkele beleidsdocumenten, schatting van hardheid instrumentatie en overlap met opties. Besparing per streefwaardesector in PJ<sub>primair</sub> in ruime zin*

	Maximale besparing conform Tabel 5.6	Optimale besparing bij reductie-doelstelling van 180 Mton	Besparing volgens Energierapport	Actuele beoordeling potentieel en instrumentatie Energierapport	Besparing volgens PvdA-Actieplan energiebesparing	Actuele beoordeling potentieel en instrumentatie PvdA-Actieplan
Gebouwde omgeving	206	124	128	91	210	72
Industrie en energie	238	138	31	20	111	18
Transport	108	44	76	48	130	73
Landbouw	72	42	3	0	15	8
Generiek						
Totaal	625	349	237	159	466	170
Energiebesparing 2010-2020 in ruime zin [%/jaar]	2,3	1,7	1,6	1,4	2,2	1,4
Idem, conform protocol [%/jaar]	2,1	1,6	1,5	1,3	2,0	1,4

De in Tabel 6.2 aangegeven besparingspercentages zijn bepaald op basis van een gelijk tempo over 2010-2020 en een gelijkmatige stijging vanaf 2005 tot dit niveau in 2010. Dit maakt het

<sup>18</sup> Het model kiest bijvoorbeeld bij GE<sup>act</sup> voornamelijk voor CO<sub>2</sub>-afvang bij WKK, en bij GE<sup>ho</sup> meer voor CO<sub>2</sub>-afvang bij centrales. Dit onderscheid is geen robuust onderdeel van de resultaten.

vergelijkbaar met het aangegeven doel van de Motie-Van der Ham/Spies (zie ook noot bij Tabel 5.5). Met het Optiedocument kan echter niet aangegeven worden of het specifieke verloop van energiebesparing in de tijd hiermee overeen komt.

In Bijlagen C en D zijn overzichten opgenomen van de resultaten op maatregelniveau. In Tabel 6.3 is de energiebesparing in ruime zin aangegeven, inclusief de zogenaamde volume- en structureffecten. Dit is dus bijvoorbeeld inclusief opties die:

- via financiële prikkels het bezit en gebruik van elektrische apparaten ontmoedigen,
- via financiële prikkels de automobilititeit ontmoedigen,
- de snelheid op autowegen beperken,
- besparen door brandstofs substitutie.

Het effect van deze afwijking van het Protocol Energiebesparing is opgenomen in de tabel, uitgedrukt in het besparingspercentage. Wat opvalt is dat de beide plannen geen opties aangeven bij elektriciteitsproductiebedrijven.

Onderzocht is of de plannen inderdaad aanvullend zijn op het GE-scenario. De beoogde resultaten in PJ besparing zijn consistent met de beoogde besparingspercentages over de periode 2010-2020: het technisch potentieel in het Energierapport komt overeen met 1,5%/jaar; het potentieel in het PvdA-plan komt uit op 2% per jaar. De in het PvdA-plan aangegeven maatregelen voor de gebouwde omgeving zijn op een andere wijze bepaald dan de maatregelen in het Optiedocument. In samenwerking met bureau Ecofys is vastgesteld dat een beperkt deel van dit maatregelenpotentieel al onderdeel is van het basisscenario (zie ook Bijlage E).

De relatie van de aangegeven maatregelen met de opties zijn niet altijd duidelijk herkenbaar. In Bijlage C en D is getracht de aangegeven maatregelen kwantitatief te vergelijken met de afzonderlijke opties. De aangegeven maatregelen vallen grotendeels binnen de opties, met de volgende uitzonderingen:

- De maatregel elektriciteitsbesparing in de utiliteitsbouw van het PvdA-plan is hoger ingeschat dan bij de opties mogelijk wordt geacht: 95 PJ<sub>primair</sub> t.o.v. 80 PJ<sub>primair</sub> (zie ook Bijlage E).
- De in het PvdA-plan en Energierapport voorgestelde energiebesparing bij vrachtverkeer is niet gedekt door opties. Besparingsopties voor vrachtverkeer ontbreken in het Optiedocument.
- De in het PvdA-plan opgenomen optie om de topsnelheid te beperken in het auto-ontwerp ontbreekt in het Optiedocument.

Zoals eerder aangegeven zijn de opties in het Optiedocument technisch-economische potentiëlen en is nog geen schatting gemaakt van de beleidsinstrumenten die nodig zijn om de aangegeven resultaten te realiseren. In het Energierapport en het PvdA-plan zijn wél de beleidsinstrumenten aangegeven waarmee beoogd wordt de resultaten te realiseren. Deze instrumentatie is evenwel nog niet expliciet gedimensioneerd. Op basis van de beschikbare informatie is een globale inschatting gemaakt van de hardheid en haalbaarheid van de genoemde instrumentatie in de beleidsdocumenten. Daarbij is zowel gekeken naar de beleidstechnische haalbaarheid (kan met de aangegeven instrumenten de optie gerealiseerd worden) als de maatschappelijke haalbaarheid (is er voldoende draagvlak en zijn de implementatiekosten niet erg hoog). Met nadruk wordt gesteld dat de inschatting van de instrumentatie zeer globaal is en een momentopname betreft.

Geconcludeerd kan worden dat de maatregelen uit het PvdA actieplan overeenkomen met maatregelen uit het Optiedocument waarmee de beoogde besparing van 2% per jaar, conform het Protocol Energiebesparing, in principe kan worden gehaald. De maatregelen in het Energierapport komen overeen met 1,5% besparing per jaar. Indien echter rekening wordt gehouden met een actuele inschatting van de instrumentatie dan wordt met de maatregelen in beide plannen

een besparingstempo van 1,5% per jaar niet bereikt. Bij verdere ontwikkeling van de instrumentatie kan niettemin een hoger besparingstempo worden bereikt.

## 7. Conclusies

### 7.1 Mogelijkheden voor emissiereductie van broeikasgassen

#### *Aanpak*

Op basis van het Optiedocument energie en emissies 2010/2020 zijn analyses uitgevoerd om het potentieel te verkennen voor de reductie van broeikasgasemissies tot 2020. Het Optiedocument beschrijft het technisch potentieel en de kosten van opties waarmee binnen Nederland emissiereducties kunnen worden bewerkstelligd. Op basis van deze opties zijn de analyses in dit rapport uitgevoerd. Mogelijkheden voor emissiereductie via emissiehandelssystemen -zoals bijvoorbeeld 'Joint Implementation' en het 'Clean Development Mechanism'- worden in dit onderzoek niet meegenomen.

Ten behoeve van deze analyse zijn twee varianten ontwikkeld van het Global Economy-scenario uit de Referentieramingen energie en emissies 2005-2020 (Van Dril en Elzenga, 2005). De eerste variant betreft het meenemen van beleidswijzigingen t.a.v. de subsidiëring van duurzame elektriciteit. In een tweede variant wordt bovendien uitgegaan van een hogere olieprijsontwikkeling dan in de Referentieramingen het geval was.

In het geactualiseerde scenario GE<sup>act</sup> is, met 251 Mton in 2020, de emissie van broeikasgassen 8 Mton hoger dan de 243 Mton in het GE-scenario uit de Referentieramingen.

Om voor deze analyses een beleidsmatig realistisch beeld te schetsen, is het totaal potentieel uit het Optiedocument vooraf ingeperkt door het opleggen van enkele randvoorwaarden op basis van de haalbaarheid van bepaalde oplossingsrichtingen. Zo is bijvoorbeeld de bijdrage van CO<sub>2</sub>-opslag en kernenergie gelimiteerd en wordt niet ingegrepen in de keuzevrijheid van consumenten. Daarnaast wordt op basis van de ingezette opties in 2020 ook voldaan aan strenge(re) emissie-eisen voor luchtvervuilende stoffen zoals NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> en fijn stof.

Om de implicaties van mogelijke klimaatdoelstellingen voor Nederland in 2020 te verkennen, zijn met behulp van een analysemodel optiepakketten samengesteld voor oplopende emissiereductiedoelstellingen, onder voorwaarde van geminimaliseerde nationale kosten. Daarbij zijn als indicatieve doelen voor 2020 de emissieniveaus van 220, 200 en 180 Mton CO<sub>2</sub>-equivalent gehanteerd. Daarnaast zijn ook de emissieniveaus van 240 en 160 Mton CO<sub>2</sub>-eq verkend. Een lager emissieniveau kan op basis van het technisch potentieel uit het Optiedocument, en de opgelegde randvoorwaarden, niet worden bereikt.

Voor de uitkomsten van deze analyse geldt nadrukkelijk dat ze samenhangen met het gehanteerde Global Economy-scenario, een scenario met relatief hoge economische groei en een hoge bevolkingsgroei, en daardoor ook een hoog energiegebruik en emissies. De gepresenteerde optiepakketten zijn samengesteld op basis van technische potentiëlen met als randvoorwaarde het minimaliseren van de nationale kosten. Andere overwegingen, zoals instrumenteerbaarheid, draagvlak en duurzaamheidsaspecten zijn niet als randvoorwaarden gehanteerd bij het samenstellen van deze optiepakketten.

#### *Optiepakketten*

Er is een maximaal technisch reductiepotentieel van circa 90 Mton CO<sub>2</sub>-eq in 2020. Daarmee kunnen de broeikasgasemissies in 2020 teruggebracht worden naar 160 Mton CO<sub>2</sub>-eq. Dit betekent dat er ook ten opzichte van het meest ambitieuze indicatieve doelniveau van 180 Mton nog enige ruimte is voor uitval van potentieel.

Bij de emissiedoelen waarvoor de minste emissiereductie wordt gevraagd, spelen energiebesparing en kernenergie een belangrijke rol. Bij energiebesparing gaat het om opties met negatieve nationale kosten, als gevolg van uitgespaarde energiekosten. De optie kernenergie heeft lage (positieve) nationale kosten. Kernenergie wordt, naast het CO<sub>2</sub>-emissiereductie effect, mede in de optiepakketten opgenomen vanwege de vermindering van luchtvervuilende emissies.

De optiepakketten zijn zo samengesteld dat ze tegen de laagst mogelijke nationale kosten de indicatieve emissiedoelen bereiken. In de totale nationale kosten spelen opties met negatieve kosten (door onder meer uitgespaarde energiekosten) een belangrijke rol. Voor het indicatieve emissiedoel van 220 Mton CO<sub>2</sub>-eq zijn de totale kosten van het technisch potentieel per saldo zelfs licht negatief. Voor het optiepakket waarmee het doel van 180 Mton kan worden gehaald zijn de totale nationale kosten € 1400 mln per jaar.

Tabel 7.1 *Jaarlijkse kosten voor het bereiken van de indicatieve emissiedoelen*

Indicatieve doelstelling 2020 [Mton CO <sub>2</sub> -eq]	Benodigde emissiereductie 2020 [Mton CO <sub>2</sub> -eq]	Jaarlijkse kosten optiepakketten 2020 [mln €/jaar] <sup>a</sup>		
		Saldo	Waarvan maatregelen met:	
			Negatieve kosten	Positieve kosten <sup>a</sup>
220	31	-46	-622	576
200	51	283	-581	864
180	71	1418	-591	2009

<sup>a</sup> Inclusief de kosten voor het behalen van aangescherpte doelen voor NEC-stoffen en fijn stof in 2020.

De opties met een negatieve nationale kosten-effectiviteit zouden, indien ze worden geïmplementeerd, in principe leiden tot een kostenbesparing op nationale schaal. Het betreft maatregelen die in het achtergrondscenario desondanks niet worden ingezet. Dit komt deels doordat de instrumentering van deze opties moeilijk is (bijvoorbeeld gedragsbeïnvloeding) en deels doordat het draagvlak voor deze maatregelen gering is (bijvoorbeeld kilometerheffing).

Bij scherpere emissiedoelstellingen gaan WKK, CO<sub>2</sub>-opslag en opties om de overige broeikasgassen (OBG) te reduceren een rol spelen. Het betreft opties met een nationale kosten-effectiviteit tot ca. 80 €/ton CO<sub>2</sub>-eq. Bij de hoogste emissiereducties worden door het analysemodel ook dure besparingsmaatregelen en hernieuwbare energie-opties in de optiepakketten opgenomen.

Diverse gevoeligheidsanalyses tonen aan dat de nationale kosten van emissiereductiepakketten toenemen indien kernenergie wordt uitgesloten of indien CO<sub>2</sub>-afvang en -opslag wordt uitgesloten. De nationale kosten voor de pakketten kunnen lager uitvallen indien de keuzevrijheid van consumenten mag worden verminderd of indien extra kernenergie wordt toegelaten.

De optiepakketten zijn zo samengesteld dat ze in 2020 ook voldoen aan aangescherpte emissie-eisen voor de NEC-stoffen (NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> en NMVOS) en fijn stof. Indien deze doelstellingen niet als randvoorwaarde worden opgenomen, vallen de kosten per jaar ca. € 400 tot maximaal € 600 mln lager uit.

In het algemeen blijkt dat er diverse barrières kunnen worden aangewezen die in de praktijk verhinderen dat het volledige technische reductiepotentieel van een optie kan worden benut. Deze barrières zijn o.a. gebrek aan draagvlak voor bepaalde opties, geringe beleidsruimte om opties te implementeren, de ervaren (hoge) kosten voor marktpartijen, risico's en lange voorbereidingstijden. Deze barrières komen in min of meer gelijke mate voor over de gehele range aan kosten-effectiviteiten; bij opties met hoge nationale kosten komt daar de barrière van die hoge kosten nog bovenop.

Voor de verschillende emissiedoelen is gekeken naar de sectoren waar maatregelen moeten worden getroffen. Hierbij blijkt dat de energie- en industriesectoren een groot aandeel hebben in

de optiepakketten; dit aandeel neemt toe bij hogere emissiereductie-eisen. Bij besparing op elektriciteit en bij WKK zullen de maatregelen veelal worden getroffen in andere sectoren dan waar de emissiereductie plaatsvindt (namelijk de energiesector).

Voor iedere beschreven optie in het Optiedocument op zich geldt dat de beschreven emissiereductie kan worden gerealiseerd indien de daarvoor benodigde beleidsinstrumenten tijdig en efficiënt worden ingezet. Het is echter duidelijk dat in de beleidspraktijk op deze tijdigheid en efficiency soms moet worden ingeleverd terwille van het verkrijgen van draagvlak. Dit zal sterker gelden naarmate een beleidspakket voor hogere emissiereducties moet worden ontwikkeld. Op basis van de bekende barrières voor de verschillende maatregelcategorieën is daarom duidelijk dat het volledige technische potentieel uit het Optiedocument niet zal kunnen worden gerealiseerd. Om het indicatieve doel van 180 Mton CO<sub>2</sub>-eq binnenlandse broeikasgasemissie te kunnen realiseren, mag maximaal ca. 20% van het reductiepotentieel afvallen in het implementatietraject. Om een emissiedoel van 200 Mton te kunnen realiseren, mag maximaal ca. 40% van het reductiepotentieel afvallen. Als een deel van het reductiepotentieel afvalt, betekent dat in het algemeen dat de gemiddelde kosten van het resterende potentieel toenemen.

## 7.2 Mogelijkheden voor verhoging van het energiebesparingstempo

In de optiepakketten die zijn samengesteld om -tegen geminimaliseerde nationale kosten- specifieke BKG-emissieniveaus in 2020 te bereiken speelt energiebesparing een belangrijke rol. Met het optiepakket dat is samengesteld om te komen tot de indicatieve doelstelling van 180 Mton CO<sub>2</sub>-eq in 2020, wordt het besparingstempo verhoogd van gemiddeld 1% per jaar tot ca. 1,6% per jaar (gemiddeld in de periode 2010-2020; conform het Protocol Monitoring Energiebesparing). De belangrijkste besparingsmaatregelen betreffen finale besparing en extra warmtekoppeling. Bij het pakket dat leidt tot binnenlandse broeikasgasemissies van 220 Mton in 2020, wordt het tempo van energiebesparing verhoogd tot 1,4%/jr.

In het spraakgebruik worden, naast besparing volgens de officiële monitoringsmethodiek, ook maatregelen gerekend die officieel niet als besparing worden geteld. Het betreft volume- en structureffecten, bijvoorbeeld de vermindering van het energiegebruik door minder autokilometers te maken. Indien dergelijke maatregelen en ook het besparende effect van brandstofsubstitutie zouden worden aangemerkt als energiebesparing, worden de bovengenoemde getallen voor de doelniveaus van 180 en 220 Mton verhoogd tot respectievelijk 1,7 en 1,5%.

Verhoging van het energiebesparingstempo, boven op de energiebesparing in de optiepakketten, is mogelijk. Op basis van het maximale technische potentieel in het Optiedocument zou een gemiddeld besparingstempo (tussen 2010 en 2020) van ca. 2,1% per jaar mogelijk zijn. Inclusief de besparende structuur- en volume-effecten komt dit getal op 2,3% per jaar. Het opleggen van energiebesparingsdoelstellingen boven op de BKG-emissiedoelstellingen leidt in deze analyses tot een toename van de totale berekende nationale kosten van ca. € 220 tot 400 mln per jaar voor de indicatieve doelen van 180 resp. 200 Mton.

Om een energiebesparingsdoelstelling van gemiddeld 2% per jaar (in ruime zin) te realiseren, mag maximaal ca. 20% van het reductiepotentieel afvallen in het implementatietraject. Om een besparingsdoelstelling van gemiddeld 1,75% per jaar (in ruime zin) te realiseren, mag maximaal ca. 40% van het reductiepotentieel afvallen.

De maatregelen uit het Energierapport 2005 en het PvdA Actieplan energiebesparing zijn vergeleken met het Optiedocument en de instrumentatie is beoordeeld. Als rekening wordt gehouden met een actuele inschatting van de realiseerbaarheid van de maatregelen dan wordt in beide plannen een tempo van 1,5% besparing per jaar niet bereikt. Verdere uitwerking van de instrumentatie kan in principe nog tot een hoger besparingstempo leiden.

### 7.3 Effecten van een hogere olieprijs

Voor het analyseren van het effect van een hogere olieprijs is eerst het achtergrondscenario aangepast. Daaruit komt naar voren dat extra finale energiebesparing als gevolg van de hogere energieprijs voor een groot deel wordt tegengewerkt door vermindering van het WKK-vermogen en een toename van het kolengebruik voor elektriciteitopwekking. Netto komt de hoge olieprijsvariant ( $GE^{ho}$ ) uit op een broeikasgasemissie in 2020 die 4 Mton  $CO_2$ -eq lager is dan in het geactualiseerde scenario  $GE^{act}$  (met lage olieprijs).

Voor het bereiken van de drie doelstellingenniveaus voor emissiereductie zijn de nationale kosten lager dan bij een lage olieprijs ( $GE^{act}$ ). De nationale kosten voor de indicatieve doelstellingen van 220 tot 180 Mton komen in de hoge olieprijsvariant ca. € 200 tot 380 mln per jaar lager uit. De lagere kosten voor de hoge olieprijsvariant worden voor een klein deel veroorzaakt doordat de doelstellingen kunnen worden gerealiseerd met een 4 Mton geringere emissiereductie. Belangrijker is dat de kosteneffectiviteit van veel maatregelen beter wordt door de hogere baten uit het vermeden energiegebruik.

### 7.4 Kanttekeningen

Met de analyses in dit rapport worden de mogelijkheden getoond van het Optiedocument energie en emissies 2010/2020. Het Optiedocument kan een belangrijk hulpmiddel zijn bij het verkennen van mogelijkheden voor emissiereductie en energiebesparing. Men dient zich echter te realiseren dat deze analyse een partiële analyse is; zij is vooral gericht op het technisch potentieel voor emissiereductie en energiebesparing, en de kosten die daarvoor vanuit een nationaal perspectief minimaal moeten worden gemaakt.

De analyses zijn uitgevoerd op basis van (varianten van) het Global Economy-scenario uit de Referentieramingen; een scenario met relatief hoge economische groei en groei van de bevolking, en daardoor ook een hoog energiegebruik en emissies. De resultaten, met name voor de indicatieve doelniveaus, dienen tegen de GE-achtergrond te worden gezien.

Diverse belangrijke aspecten hebben in deze analyse met het Optiedocument minder nadruk gekregen. Zo is bijvoorbeeld de invloed van maatregelen op de voorzieningszekerheid in deze analyse geen criterium geweest, terwijl verschillende opties op dat aspect heel verschillend kunnen scoren. Ook andere duurzaamheidsaspecten van de opties zijn bij het samenstellen van de optiepakketten niet betrokken. Ook is de instrumentering in deze analyse nauwelijks aan de orde gekomen, terwijl praktische overwegingen over haalbaarheid, draagvlak en instrumenteerbaarheid kunnen leiden tot andere keuzes dan de berekende optiepakketten tegen minimale nationale kosten. In de praktijk zal daarmee vaak een deel van het potentieel wegvallen.

Het is dus niet zo dat de pakketten, zoals ze in deze studie zijn samengesteld op basis van minimale nationale kosten, gezien moet worden als 'optimale pakketten'. De overheid en politiek is verantwoordelijk voor het meewegen van belangrijk gevonden andere aspecten die niet in deze benadering tot uitdrukking kunnen komen. Het is daarom aan te bevelen om vervolgstudies uit te (laten) voeren, zodra beleidsambitie en globale oplossingsrichtingen bekend zijn, waarin specifiek wordt ingegaan op instrumentatie en de feitelijke realiseerbaarheid van het emissiereductiepotentieel.

## Referenties

- Alsema, E. (2001): *ICARUS-4 Sectorstudy for the refineries*. Universiteit Utrecht. Internet: [www.uce-uu.nl/icarus/](http://www.uce-uu.nl/icarus/).
- Beer, J. de, en K Blok, (2003): *Energietransitie en opties voor energie-efficiency verbetering*, EMAN03049 Ecofys 2003 in opdracht van: VROM-raad en Algemene Energieraad, Utrecht, december 2003.
- Boonekamp, P.G.M., A. Gijsen en H.H.J. Vreuls (2004): *Gerealiseerde energiebesparing 1995-2002: Conform Protocol Monitoring Energiebesparing*, ECN/MNP/SenterNovem, Rapportnummer ECN-C--04-016, Petten, augustus 2004.
- Boonekamp, P.G.M., W. Tinbergen, H.H.J. Vreuls en B. Wesselink (2001): *Protocol Monitoring Energiebesparing*, ECN/CBS/Novem/RIVM, Rapportnr. ECN-C--01-129, Petten, december 2001.
- Brandes, J.L., G.E.M. Alkemade, P.G. Ruysenaars, H. Vreuls en P. Coenen (2006): *Greenhouse gas emissions in the Netherlands 1990-2004: National Inventory Report 2006*, EU-rapportage, Milieu- en Natuurplanbureau, Rapportnr. 500080001, Bilthoven, januari 2006.
- Brink, R.M.M. van den, A. Hoen, B. Kampman en B.H. Boon (2004): *Optiedocument Verkeeremissies: effecten van maatregelen op verzuring en klimaatverandering*, Milieu- en Natuurplanbureau/CE Delft, Rapportnr. 773002026, Bilthoven, 2004.
- Coninck, H.C. de en S.J.A. Bakker (2005): *CO<sub>2</sub> capture and storage; State-of-the-art in the climate negotiations*; ECN-C--05-104, Petten, 2005.
- Daniëls, B.W. en J.C.M. Farla (2006): *Optiedocument energie en emissies 2010/2020*, ECN/MNP, ECN-C--05-105/MNP-773001038, Petten/Bilthoven, februari 2006.
- Daniëls, B.W., Y.H.A. Boerakker en P. Kroon (2005): *Reservepakket 2010, Reservemaatregelen voor het halen van de Kyoto doelstelling 2008-2012*, ECN-C--05-091; Petten, september 2005.
- Dril, A.W.N. van, en H.E. Elzenga (2005): *Referentieramingen energie en emissies 2005-2020*, Energieonderzoek Centrum Nederland en Milieu- en Natuurplanbureau, ECN-C--05-018/MNP-773001031, Petten/Bilthoven, mei 2004.
- Ecofys (2005): *Kosteneffectieve energiebesparing en klimaatbeheersing*, i.o.v. 'Spaar het Klimaat', Utrecht oktober 2005.
- EZ (2005): *Energierapport 2005, Nu voor later*, Ministerie van Economische Zaken, Den Haag, augustus 2005.
- Farla, J.C.M. en K. Blok (2000): *Energy Efficiency and Structural Change in the Netherlands, 1980-1995: Influence of Energy Efficiency, Dematerialization and Economic Structure on National Energy Consumption*, Journal of Industrial Ecology, **4** (1), p. 93-117.
- Folkert *et al.* (2005): *Consequences for the Netherlands of the EU thematic strategy on air pollution*, Milieu- en Natuurplanbureau, Rapportnr. 500034002, Bilthoven, 2005.
- Harmelink, M. *et al.* (2005): *Mogelijkheden voor versnelling van energiebesparing in Nederland*, Ecofys ECS050, Utrecht, 21 juni 2005.
- MNP (2005): Geurs, K.T., R.M.M. van den Brink, *Milieu-effecten van 'Anders Betalen voor Mobiliteit'*, Rapport 773002029/2005, Bilthoven, 2005.
- PvdA (2005): *PvdA Actieplan Energiebesparing*, [www.diederiksamsom.nl](http://www.diederiksamsom.nl) (geraadpleegd op 1 november 2005), oktober 2005.



- TK (2005): *Motie van de leden Van der Ham en Spies* (kamerstuk 28240, Nr. 27), aangenomen op 22 maart 2005, Tweede Kamer, Den Haag, maart 2005.
- Verrips, A.S., H.J. de Vries, A.J. Seebregts, M.G. Lijesen (2005): *Windenergie op de Noordzee. Een maatschappelijke kosten-batenanalyse*, Centraal Planbureau en Energieonderzoek Centrum Nederland, Den Haag, september 2005.
- VROM (1994): *Methodiek Milieukosten*. Achtergronddocument Publicatiereeks milieubeheer, Nr. 1994/1, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Den Haag, 1994.
- VROM (1998): *Kosten en baten in het milieubeleid - definities en berekeningsmethoden*, Publicatiereeks milieustrategie 1998/6, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Den Haag, 1998.

## Bijlage A Besparingsbegrippen

Energiebesparing is een breed en rekbaar begrip. Het kwantificeren van energiebesparing vraagt echter om een duidelijke en eenduidige definitie. In het verleden circuleerden verschillende definities, waardoor vaak verwarring bestond over wat er precies met een bepaald energiebesparingstempo werd bedoeld. Om aan deze verwarring een einde te maken is in 2001 het Protocol Monitoring Energiebesparing (Boonekamp *et al.*, 2001) ontwikkeld als een standaard voor de definitie en berekening van energiebesparing. Sinds de publicatie van het protocol wordt jaarlijks het energiebesparingstempo conform dat protocol gerapporteerd door ECN, CPB, Senter-Novem en het MNP (o.a. (Boonekamp *et al.*, 2004)). Ook de Referentieramingen energie en emissies 2005-2020 (Van Dril en Elzenga, 2005) specificeren de besparingen volgens deze standaard. De energiebesparing wordt in deze analyse eveneens gepresenteerd volgens het protocol.

### *Besparing volgens het protocol*

Het Protocol ontleedt de ontwikkeling van het energiegebruik in volume-, structuur-, en besparingseffecten. Populair gezegd is volgens het protocol besparing meer doen met hetzelfde energiegebruik of hetzelfde doen met minder energie. In protocol-termen is energiebesparing de mate waarin het werkelijke energiegebruik achterblijft bij het referentie-energiegebruik. Dit referentiegebruik wordt gedefinieerd aan de hand van fysieke indicatoren of activiteitsniveaus<sup>19</sup> voor de ontwikkeling van de betreffende sectoren. De besparing conform het protocol omvat een aantal categorieën effecten:

- besparing op het finale warmte- en elektriciteitsgebruik (bijvoorbeeld door efficiëntere apparaten),
- warmtekrachtkoppeling in de eindgebruiksectoren,
- overige verhoging van de omzettingsefficiency in de eindgebruiksectoren door betere omzettingsrendementen per brandstof,
- verhoging van de omzettingsefficiency in de energiebedrijven door betere omzettingsrendementen per brandstof.

### *Besparende structuur- en volume-effecten*

Een aantal ontwikkelingen wordt in het gangbare spraakgebruik ook vaak als energiebesparing gezien, maar valt volgens het protocol onder de volume- en structuureffecten.

De besparing door de verhoging van de omzettingsrendementen volgens het protocol omvat geen brandstofsubstitutie. Een omschakeling van kolen- naar gasvermogen leidt weliswaar tot gemiddeld hogere rendementen, maar het protocol boekt dit als een structuureffect omdat de rendementen binnen een bepaalde brandstofcategorie hierdoor niet veranderen.

Ook het verminderen van een bepaalde activiteit waardoor minder energie wordt gebruikt telt voor het protocol niet als besparing. Een vermindering van het aantal autokilometers telt bijvoorbeeld niet als besparing, maar als volume-effect. Ook het verminderen van energiegebruik door de krimp van bepaalde energie-intensieve sectoren valt binnen het protocol onder de volume- en structuureffecten.

Dit laat onverlet dat energiebesparende volume- en structuureffecten wel degelijk een doel kunnen zijn van beleid dat er op gericht is om het energiegebruik te verminderen. In het Optiedocument energie en emissies 2010/2020 is dan ook een aantal opties opgenomen waarvan het effect tot uitdrukking komt in besparende volume- en structuureffecten.

---

<sup>19</sup> Bijvoorbeeld tonnen geproduceerd staal, gereden autokilometers, aantallen woningen of vierkante meters kantooroppervlak.

## Bijlage B Kostenbegrippen

### *Relatie milieukostenmethodiek en praktijk*

Zoals aangegeven in Paragraaf 3.2, zijn de Nationale kosten een indicatie van de kosten voor Nederland als geheel, terwijl de Eindverbruikerskosten meer een weerspiegeling zijn van de kosten zoals sectoren die zullen ervaren. In de optiepakketten die resulteren uit de analyses valt op dat er een groot potentieel aan maatregelen is met negatieve Nationale kosten. Het betreft hier per definitie maatregelen die in het achtergrondscenario ondanks hun negatieve kosten niet genomen zijn. Deels is dit niet verwonderlijk: de uitgangspunten voor de Nationale kosten wijken ten aanzien van zowel energieprijzen als disconteringsvoeten sterk af van de uitgangspunten waarmee sectoren zelf de aantrekkelijkheid van kosten evalueren.

### *Factoren die in de praktijk tot afwijkende beslissingen kunnen leiden*

Er zijn daarnaast nog enige redenen waarom ook opties met negatieve kosten volgens de eindverbruikersbenadering niet altijd worden geïmplementeerd, en daardoor ook niet zijn opgenomen in de achtergrondscenario's. Deze redenen worden hier kort genoemd:

- *Rendementscriteria.* Van een aantal sectoren is bekend dat er voor energiebesparingsmaatregelen in de praktijk wordt getoetst aan hogere financiële rendementscriteria dan het rendement dat hoort bij (geringe) baten volgens de milieukostenmethodiek.
- *Split incentives.* In veel situaties is er sprake van 'split incentives'. Degene die kan beslissen over het nemen van een maatregel is niet degene die profiteert van de gunstige gevolgen. Vaak draait de beslisser wel voor de kosten op. Met name bij de verhuur van woon- en werkruimtes komen split incentives voor.
- *Beslissingen op basis van meerdere criteria.* Bij veel beslissingen zijn energiebesparing en emissiereductie slechts één component in een veelheid van factoren die een rol spelen in de beslissing. Een voorbeeld is de aanschaf van elektrische apparatuur, met name bruingoed, door huishoudens. Hierbij speelt het energiegebruik van het aan te schaffen apparaat een zeer ondergeschikte rol.
- *Onbekendheid.* Met name in sectoren waarin energie als kostenpost geen belangrijke rol speelt is de bekendheid met energiebesparingsmaatregelen gering, ook als deze rendabel zijn.
- *Informatiekosten.* In een aantal gevallen is een maatregel als zodanig kosteneffectief, maar worden de kosten fors verhoogd door de kosten om de juiste keuze te maken. Gevolg is daardoor vaak dat vanuit het oogpunt van energiebesparing een suboptimale keuze gemaakt wordt, waardoor rendabel potentieel niet benut wordt.
- *Risico's.* De eindverbruikersbenadering gaat uit van bepaalde verwachtingen voor energieprijzen en andere ontwikkelingen die de opbrengst van een investering bepalen. De sector kan hier heel andere inschattingen voor hebben. Ook kan de positie van een bedrijf zodanig zijn dat het bepaalde risico's niet kan dragen, en daarom niet overgaat tot investeringen waarvan de verwachte opbrengst wel positief is.

## Bijlage C Maatregelen Energierapport

Maatregelen Energierapport	PJ besparing 2020			Beoordeling potentieel, geschatte effectiviteit en intensiteit van de instrumentatie	Actuele schatting [%]	PJ 2020 Realisatie
	Gerelateerde opties OD	Energie-rapport	Bron			
Witte Certificaten	219	65	ECN 2005 Onbenut	Systeem wordt nog ontwikkeld, financieringsconstructies en financiële stimulering noodzakelijk, EPBD wordt al verondersteld	75	49
FES-gelden gebouwde omgeving	A	4	Taakstellend o.b.v. CO <sub>2</sub> -doel	Niet duidelijk of FES-gelden tot extra energiebesparing leiden ten opzichte van de inschatting voor Witte Certificaten	25	1
CO <sub>2</sub> -tender gebouwde omgeving	A	11	Referentie-ramingen: 0-0,7 Mton	Meer dan FES-gelden gericht op besparing, additionaliteit is beperkt	50	5
EU-normering apparaten	71	48	ECN 2005 Onbenut; Ecofys 2005 Versnelling	Succes hangt met name af van aanpak industrie in EU-verband, geen volledige dekking van apparaten verwacht	75	36
Industrie innovatieconvenant	214	7	ECN 2005 Onbenut	Raming van 21 PJ reeds ingeschat op 1/3	100	7
Elektromotoren en verbeterde handhaving WMB	11	6	Ecofys 2005	Deels afhankelijk van EU-regelgeving	75	5
Continuering Emissiehandel na 2012 (inclusief effect op landbouw)	A	13	ECN-inschatting	Uitgangspunt van gemiddelde CO <sub>2</sub> -prijs tm 2020 is onzeker	50	7
FES-gelden industrie	A	7	Taakstellend o.b.v. CO <sub>2</sub> -doel	Niet duidelijk of FES-gelden tot energiebesparing leiden	25	2
CO <sub>2</sub> -tender primaire landbouw	74	0	LNV	Niet duidelijk of dit tot besparing leidt	25	0
FES-gelden landbouw	A	1	Taakstellend o.b.v. CO <sub>2</sub> -doel	Niet duidelijk of FES-gelden tot energiebesparing leiden	25	0
Maatregelen Verkeer en vervoer:						
Snelheid 100>80km/uur (randstad)	B	3	ECN Reservepakket	Berekend effect MNP, mogelijk draagvlakprobleem	75	2
Aanpassing BPM <sup>C</sup>	4	2	ECN inschatting	Beperkte aanpassing	100	2
Uitbreiding Het Nieuwe Rijden	4	8	ECN Reservepakket	Inschatting MNP op basis gedeeltelijke effectiviteit	50	4
Snelheidsbeperking bestelwagens <sup>D</sup>	7	2	MNP, Optiedoc. Verkeer 2004	Vanwege gelimiteerde handhaving en uitval is de intensiteit niet 100% geschat	50	1
Europese normering voertuigen <sup>E</sup>	46	28	MNP, Optiedoc. Verkeer 2005	Intensiteit hangt met name af van aanpak industrie in EU-verband	75	21
Labels vrachtauto's	F	1	Inschatting	Verwachting van enig beleid is gerechtvaardigd	100	1
FES-gelden transport	A	2	Taakstellend o.b.v. CO <sub>2</sub> -doel	Niet duidelijk of FES-gelden tot energiebesparing leiden	25	1
Aanvullend pakket c.q. Kilometerheffing	21	30	Saldobenadering taakstellend	Instrumentatie lijkt nu grotendeels te worden ingevuld met kilometerheffing	55	16
Totaal excl. Elektriciteitsbedrijven	671	237				159

<sup>A</sup> FES-gelden/CO<sub>2</sub>-maatregel kan op diverse opties betrekking hebben, ook niet- energiebesparende.

<sup>B</sup> In het Optiedocument leidt de gerelateerde maatregel snelheidsverlaging tot 100 km/u in heel Nederland tot een reductie van 11 PJ.

<sup>C</sup> Optie 'afschaffing BPM dieseltolslag' in Optiedocument geeft potentieel van 2,8 PJ voor 2020. De optie CO<sub>2</sub>-differentiatie BPM heeft een potentieel van 4,2 PJ in 2020.

<sup>D</sup> In het Optiedocument is als optie opgenomen om bestelwagens te voorzien van snelheidsbegrenzers (effect in 2020 ca. 7 PJ).

<sup>E</sup> In het energierapport betreft dit normering voor zowel personenauto's als bestelwagens, beleidsinzet voor bestelwagens lager dan bij PvdA. Totaal resultaat (normering of convenanten) wordt per saldo gelijk geschat.

<sup>F</sup> Niet opgenomen.

## Bijlage D Maatregelen PvdA Actieplan

Resultaten PvdA	PJ besparing 2020		Bron	Beoordeling potentieel, geschatte effectiviteit en intensiteit van de instrumentatie	PJ 2020	
	Gerelateerde opties OD	PvdA-plan			Actuele Schatting [%]	Realisatie
Gas Huishoudens	99	70	Ecofys 2005 Spaar het Klimaat	Instrumentatie geeft nog niet duidelijk de vereiste financiële constructie en prikkel aan	50	35
Gas Utiliteitsbouw	32	10	Ecofys 2005 Versneling blz. 17	Instrumentatie geeft nog niet duidelijk de vereiste financiële constructie en prikkel aan	50	5
Elektriciteit Huishoudens	79	35	Ecofys 2005 Versneling blz. 37	Intensiteit hangt met name af van aanpak industrie in EU-verband, geen volledige dekking van apparaten verwacht	50	18
Elektriciteit Utiliteitsbouw	80	95	Ecofys 2005 Versneling blz. 18 en 24	Instrumentatie geeft nog niet duidelijk de vereiste financiële constructie en prikkel aan, split incentives blijft probleem, bovendien is potentieel hoog ingeschat.	15	14
Industrie	192	100	Ecofys energietransitie 2003, H <sub>2</sub> (50% gepakt ivm additionaliteit)	Instrumentatie beperkt aangegeven, potentieel is hoog ingeschat	15	15
Raffinage	33	11	UU 2001 Icarus 4	Instrumentatie slechts beperkt aangegeven	25	3
Tuinbouw	74	15	PvdA-schatting van 150 naar 135 PJ in 2020	Potentieel redelijk, instrumentatie slechts beperkt aangegeven <sup>C</sup>	50	8
Transport <sup>D</sup>	102	130	Ecofys 2005 versneling blz. 48, gecorrigeerd voor overlappen	Afgeleid uit onderstaande veronderstellingen	56	73
w.v.						
Aanscherping ACEA convenant personenauto's	27	19	Ecofys 2005 versneling blz. 48	Intensiteit hangt met name af van aanpak industrie in EU-verband <sup>E</sup>	75	14
Convenant bestelwagens	19	22	Ecofys 2005 versneling blz. 48	Intensiteit hangt met name af van aanpak industrie in EU-verband, potentieel is hoog ingeschat	30	7
Convenant vrachtwagens	<sup>B</sup>	40	Ecofys 2005 versneling blz. 48	Instrumentatie beperkt aangegeven	15	6
Maximumsnelheid 100 km/uur	11	11	MNP, Optiedoc. Verkeer 2004	Vanwege gelimiteerde handhaving intensiteit niet 100% geschat	75	8
Belastingmaatregelen <sup>A</sup>	24	24	MNP, Optiedoc. Verkeer 2004	Berekend effect MNP, mogelijk problemen infrastructuur en handhaving	75	19
Kilometerheffing lichte voertuigen	21	20	MNP, Optiedoc. Verkeer 2004	Berekend effect MNP, mogelijk draagvlakprobleem <sup>F</sup>	80	16
Topsnelheid bij autoontwerp beperken	<sup>B</sup>	36	Bron onbekend	Draagvlak problematisch	10	4
Totaal excl. Elektriciteitsbedrijven	691	466				170

<sup>A</sup> Accijns, MRB en BPM-cocktail, in PvdA-document: p.m. Uitgegaan wordt van 24 PJ potentieel conform MNP bron.

<sup>B</sup> Niet opgenomen.

<sup>C</sup> De aangegeven besparing in de tuinbouw is ook in het basisscenario voor ca 10% winning omgevingswarmte d.w.z. strikt genomen duurzaam.

<sup>D</sup> De getallen zijn inclusief overlap tussen maatregelen, waaronder overlap tussen belastingmaatregelen en het aanscherpen van het ACEA-convenant.

<sup>E</sup> De actuele inschatting hier (75%) wijkt af van de actuele inschatting voor de vergelijkbare maatregel in het Energierapport 2005 (50% voor Europese normering voertuigen). De reden hiervoor is de afwijkende inschatting van het effect in het PvdA-plan en het Energierapport. Uitgangspunt bij de beoordeling is een gelijke realisatie in 2020 geweest.

<sup>F</sup> Percentage actuele inschatting is toegepast op potentieelinschatting Optiedocument (zie ook Bijlage beoordeling Energierapport).

## Bijlage E Vergelijking met Ecofys-resultaten

Beknopte weergave van een document van Suzanne Joosen, Miriam Harmelink, Martin Mooij (Ecofys) en Marijke Menkveld (ECN Beleidsstudies).

In de recente discussies kwamen verschillen naar voren in de schatting van energiebesparingspotentiëlen door ECN en Ecofys. Op 11 november is er overleg geweest tussen Ecofys en ECN waarin is getracht te achterhalen waar de verschillen vandaan komen. Dit memo geeft de resultaten van deze verschillenanalyse.

Het Optiedocument van ECN werkt bij iedere optie met verschillende intensiteiten. In Tabel E.1 staan de besparingen in de hoogste intensiteit.

Tabel E.1 *Vergelijking van berekende besparingen tussen Ecofys en ECN*

Nr.	Ecofys-optie	Effect 2020 PJ <sub>primaire</sub>	ECN-optie	Effect 2020 PJ <sub>primaire</sub>
1	Energiebesparing in nieuwe woningbouw	9	Betere isolatie nieuwe woningbouw	4
			Elektrische warmtepomp in nieuwe woningbouw	7
2	Isolatie bestaande woningbouw	123	Isolatie bestaande woningbouw	61
3	Isolatie utiliteitsbouw	7	Isolatie bestaande utiliteitsbouw	29
			Isolatie nieuwe utiliteitsbouw	3
4	Efficiëntere ketels en warmtepompen	PM	Efficiëntere ketels woningbouw (EWP nieuwe woningbouw)	14 (7)
			Zonneboilers bestaande woningbouw	2,5
			EWP en warmte/koude-opslag utiliteit	6
			Zonthermisch utiliteit	0,5
5	Terugdringen standby gebruik	20	Elektriciteitsbesparing door gedragsverandering	38
6	Energiebesparing kleine elektrische apparaten	30	Elektriciteitsbesparing door efficiëntere apparaten	41
7	Energiebesparing grote elektrische apparaten	PM		
8	Spaarlampen bij huishoudens	12-14		
9	Besparing op verlichting utiliteitsbouw	50	Besparing gebouwgebonden elektriciteitsgebruik utiliteit	50
10	Beperking elektriciteitsgebruik buiten kantooruren	25-30	Besparing apparaatgebonden elektriciteitsgebruik utiliteit	30

### 1. Energiebesparing in nieuwe woningbouw,

Ecofys gebruikt 9 PJ en ECN 10 PJ, kortom de inschattingen komen in grote lijnen met elkaar overeen.

### 2. Isolatie bestaande woningbouw

Ecofys gebruikt 123 PJ en ECN 61 PJ. De verschillen worden veroorzaakt door:

- Ecofys gaat uit van het woningbestand in 2004 en ECN gaat uit van de situatie in 2020. Dit betekent dat in het model van ECN-aannames zitten omtrent sloop en autonome toepassing van isolatie tegen de achtergrond van het GE-scenario. In GE-scenario is de besparing door isolatie in de periode 2005-2020 13 PJ gas in de bestaande bouw.
- ECN hanteert in haar model andere hoeveelheden ongeïsoleerd oppervlak dan Ecofys. De door ECN en Ecofys gebruikte hoeveelheden ongeïsoleerd oppervlak geven evenwel geen aanleiding tot grote verschillen in het energiebesparingspotentieel.

- De ECN-berekeningen voor de Referentieramingen energie en emissies 2005-2020 (Van Dril en Elzenga, 2005) en het Optiedocument (GE-scenario) nemen een klimaatcorrectie mee met een dalend aantal graaddagen voor verwarming (als effect van klimaatverandering). Tussen 2000 en 2020 neemt de warmtevraag hierdoor met 10% af, en zal de besparing door isolatie hierdoor ook met 10% afnemen. Ecofys houdt hier nog geen rekening mee, zij gaat uit van het aantal graaddagen en stookuren volgens de NEN 5128 (EPC). Dit leidt tot een verschil van 6 PJ.
- Modelverschillen in warmtevraag en mate van besparing. Analyse van deze aanzienlijke verschillen (40 PJ) levert nog geen eenduidig beeld op, en vereist nadere studie.
- ECN gaat er van uit dat gebouwdelen die reeds geïsoleerd zijn, niet verder nageïsoleerd zullen worden. Ecofys gaat er van uit dat gebouwdelen, die in de oorspronkelijke staat enigszins geïsoleerd zijn in aanmerking komen voor na-isolatie. In het potentieel betreft dit met name de energiebesparing door de isolatie van daken, circa 3 PJ. ECN schat in dat wanneer zij die beperking zou loslaten de energiebesparing 50% hoger zal zijn dan nu geraamd (ca. 90 PJ in plaats van 60 PJ).

### *3. Isolatie bestaande utiliteitsbouw*

Ecofys en ECN geven beiden aan dat gegevens op dit gebied beperkt zijn en dat ze besparingspercentages vanuit de woningbouw hebben gebruikt bij hun berekeningen. ECN verwacht dat het besparingspotentieel ligt tussen de 3-30 PJ. Ecofys geeft aan dat de 7 PJ betrekking heeft op het potentieel dat bereikt kan worden d.m.v. het witte certificatenstelsel. Dit komt dan goed met elkaar overeen.

### *4 t/m 8 Elektriciteitsbesparing in huishoudens*

De optie terugdringen van het standby gebruik is bij Ecofys gebaseerd op toepassing van een technische maatregel. Bij ECN komt deze maatregel voor in twee opties: zowel bij gedrag als bij techniek. ECN hanteert 12 PJ voor technische efficiencyverbetering voor het terugdringen van het standby gebruik. Deze dient vergeleken te worden met 20 PJ van Ecofys. Een reden dat de besparing bij ECN lager ligt is dat uitgegaan wordt van de meest gangbare apparatuur om dit toe te passen, Ecofys neemt alle apparaten met standby gebruik in beschouwing (echter hanteert geen aparte optie voor besparingen d.m.v. gedrag).

Ecofys gaat er vanuit dat de energie efficiëntie verbetering die in het verleden behaald is bij grote apparaten ook mogelijk is voor kleine apparaten. ECN heeft geen specifieke optie voor de besparing van kleine apparaten. ECN hanteert een mogelijke besparing van 5 PJ elektriciteit door spaarlampen, dat maakt onderdeel uit van besparing door efficiëntere apparaten, maar ook van besparing door gedragsverandering. Dat komt aardig overeen met de 12 tot 14 PJ<sub>primair</sub> van Ecofys.

### *9 en 10 Elektriciteitsbesparing in utiliteitsgebouwen*

De Ecofys-besparingen komen in grote lijnen met ECN-besparing overeen. Ecofys geeft aan dat de besparingsberekeningen van de beperking van het elektriciteitsgebruik buiten kantooruren gebaseerd zijn op ervaringen uit de praktijk.