

Optiedocument voor emissiereductie van broeikasgassen

Inventarisatie in het kader van de
Uitvoeringsnota Klimaatbeleid



ENERGIEONDERZOEK CENTRUM NEDERLAND



RIJKSINSTITUUT VOOR VOLKSGEZONDHEID EN MILIEU
NATIONAL INSTITUTE OF PUBLIC HEALTH AND THE ENVIRONMENT

Verantwoording

Dit rapport is tot stand gekomen in het kader van een opdracht van het Ministerie van Volkshuisvesting Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer. Het Optiedocument bevat een overzicht van de volgens ECN en RIVM relevante opties, die een bijdrage kunnen leveren aan het bereiken van de Nederlandse Klimaatdoelstelling. Wij bedanken de Projectgroep Uitvoeringsnota Klimaatbeleid (met vertegenwoordiging vanuit de volgende departementen: Volkshuisvesting, Ruimtelijke ordening en Milieubeheer; Economische Zaken; Verkeer en Waterstaat; Landbouw, Natuurbeheer en Visserij; Financiën) voor de begeleiding bij de totstandkoming van het document. Namens ECN en RIVM hebben de volgende personen een bijdrage geleverd aan het tot stand komen van dit rapport.

ECN	RIVM
M. Beeldman	M.G.M. Harmelink
P.G.M. Boonekamp	J.A. Annema
A.W.N. van Dril	H. Booij
D.J. Gielen	P.F.L. Feimann
H. Jeeninga	J.G.J Olivier
P.R. Koutstaal	J. Spakman
P. Kroon	D. Nagelhout
P. Lako	R.M.M. v.d. Brink
T.J. de Lange	
M. Menkveld	
S.N.M. van Rooijen	
J.R. Ybema	

Het project staat bij ECN geregistreerd onder projectnummer 7.7156. Deze publicatie heeft het ECN rapportnummer ECN-C--98-082 gekregen.

Abstract

At the Climate Conference in Kyoto 1997 the countries of the EU agreed to reduce their greenhouse gas emissions by 8% in the period 2008-2012, compared to the level of 1990/1995. At the European Council in June 1998 an agreement has been reached for the separate targets for each country within the EU. Under certain conditions the Netherlands have agreed with a reduction of 6%. Based on the Global Competition scenario the total reduction target for 2010 is then 50 Mton CO₂-equivalents. This report gives a description of options that can contribute to reaching this reduction. The options have been categorised as follows:

- energy savings transport sector
- energy savings other sectors
- renewable energy
- electricity production
- other greenhouse gasses
- CO₂-storage
- flexible instruments.

In the last chapters overviews are presented of all options together as well as the costs of certain amounts of greenhouse gas reduction, dependent on several criteria. The total reduction potential of all options (excluding flexible instruments) amounts to nearly 73 Mton CO₂, -equivalents compared to a target of 50 Mton. Ranking according to the criteria of minimum total costs results in annual costs of nearly 1 billion DFL for reaching the target in 2010. Ranking based on other criteria can result in annual costs of up to 4 billion DFL.

INHOUD

1. INLEIDING	13
2. EMISSIES IN DE REFERENTIESCENARIO'S	15
3. KOSTENBEREKENING	23
3.1 Eindverbruikerskosten	23
3.2 Nationale kosten	24
3.3 Voorbeeldberekening	25
4. BELEIDSINSTRUMENTEN	29
4.1 Energiebelastingen	29
4.2 Subsidies en fiscale regelingen	31
4.3 Regulering	33
4.4 Convenanten	36
4.5 Systeem voor verhandelbare reductierechten (VRR) voor CO ₂	36
4.6 EU Common and Coordinated Policies and Measures	38
5. ENERGIEBESPARING VERKEER	41
5.1 Minder autokilometers	41
5.2 Zuiniger autokilometers	45
5.3 Snelheidsverlaging en zuiniger rijgedrag	48
6. ENERGIEBESPARING OVERIGE SECTOREN	53
6.1 Huishoudens, nieuwbouwwoningen	53
6.2 Huishoudens, na-isolatie bestaande bouw	56
6.3 Apparatuur Huishoudens en Diensten-sector	59
6.4 Besparing bij nieuwe utiliteitsgebouwen	61
6.5 Besparing bij bestaande utiliteitsbouw	64
6.6 Energiebesparing in de industrie	66
6.7 Energiebesparing in de landbouw	70
7. DUURZAME ENERGIE	73
7.1 Zon PV	73
7.2 Zon, thermisch	76
7.3 Windenergie	78
7.4 Biomassa voor elektriciteitsproductie	81
7.5 Biomassa voor biobrandstoffen	83
7.6 Productie van biogas uit natte reststromen	85
7.7 Warmtepompen	87
8. CENTRALE ELEKTRICITEITSPRODUCTIE	91
8.1 Omschakeling van kolencentrales op aardgas	91
8.2 Geen levensduurverlenging van kolencentrales	94
8.3 Inzet van kernenergie voor elektriciteitsproductie	96
8.4 Extra warmte-aftap bij bestaande centrales	99
9. OVERIGE BROEIKASGASSEN	101
9.1 Reductie van methaanemissies bij de afvalstortplaatsen	103
9.2 Reductie van methaanemissies bij olie- en gaswinning	105
9.3 Reductie van methaanemissies door mestvergisting bij de landbouw	107

9.4 Reductie van N ₂ O-emissies in het wegverkeer	110
9.5 Reductie van N ₂ O-emissies bij de salpeterzuur productie	111
9.6 Reductie HFK-, PFK- en SF ₆ emissies bij gebruik als alternatief voor CFK's en halonen	114
9.7 Reductie van PFK-emissies bij de aluminiumproductie	119
9.8 Reductie van SF ₆ -emissies bij vermogensschakelaars en van PFK- en SF ₆ -emissies bij de chipsproductie	121
10. CO ₂ -VASTLEGGING	125
10.1 CO ₂ vastlegging in bossen	125
10.2 CO ₂ -afvang en opslag	132
11. FLEXIBELE INSTRUMENTEN	139
11.1 Beschrijving instrumenten	139
11.1.1 Joint Implementation	139
11.1.2 Handel in emissierechten	140
11.1.3 Clean Development Mechanism	140
11.2 Mogelijke emissiereductie in budgetperiode 2008-2012	141
11.2.1 Joint Implementation	141
11.2.2 Handel in emissierechten	142
11.2.3 Clean Development Mechanism	143
11.3 Politieke, bestuurlijke en organisatorische vereisten voor instrumenteerbaarheid	143
11.4 Implementatietempo	147
11.4.1 Joint Implementation	147
11.4.2 Handel in emissierechten	147
11.4.3 Clean Development Mechanism	148
11.5 Reductiekosten	148
11.5.1 Joint Implementation en handel in emissierechten	148
11.5.2 Clean Development Mechanism	149
11.6 Maatschappelijk draagvlak	150
11.6.1 Joint Implementation	150
11.6.2 Handel in emissierechten	150
11.6.3 Clean Development Mechanism	151
11.7 Macro-economische effecten	151
11.8 Overige relevante aspecten: lange termijn perspectief	151
11.9 Gevoeligheid van de uitkomsten ten aanzien van toekomstige ontwikkelingen	152
12. DWARSDOORSNEDES	153
12.1 Totaaloverzicht reductiepotentieel en kosten	153
12.2 Overzicht per reductieveld	155
12.3 Gevoeligheid voor REB	158
13. PAKKETSAMENSTELLING	161
13.1 Kostencurves	161
13.2 Pakketsamenstelling	162
13.3 Gevoeligheden bij de kosteneffectiviteitsberekening van opties	166
13.4 De invloed van andere criteria op de pakket- samenstelling	167
BIJLAGE A Verschillen met energiebesparingsnota	183
BIJLAGE B Uitgangspunten bij berekeningen	187

SAMENVATTING

Doelstelling

Tijdens de Klimaatconferentie in Kyoto in december 1997 is afgesproken dat de landen van de EU hun gezamenlijke jaarlijkse uitstoot van broeikasgassen in de periode 2008-2012 verminderen tot 8% onder het niveau van 1990/1995. In de Europese Milieuraad van juni 1998 is vervolgens overeenstemming bereikt over de verdeling van de taken over de EU-lidstaten. Nederland is onder voorwaarden akkoord gegaan met een nationale reductietaakstelling van 6%. De nadere invulling van deze taakstelling zal plaatsvinden in de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid die staat gepland voor het voorjaar van 1999. Als voorbereiding op deze nota zijn ECN en RIVM gevraagd een optiedocument samen te stellen waarin de meest relevante opties die een bijdrage kunnen leveren aan het behalen van de reductietaakstelling staan beschreven. Het document heeft tot doel een zo volledig mogelijk overzicht te geven van alle relevante informatie voor de verschillende opties zodat betrokkenen bij de totstandkoming van de uitvoeringsnota dezelfde uitgangspunten hanteren. De inhoudelijke verantwoordelijkheid voor het optiedocument ligt bij ECN en RIVM.

Beschrijving van opties

In het rapport zijn opties gedefinieerd als 'maatregelen door de doelgroep te nemen, die leiden tot een reductie of vastlegging van broeikasgasemissies'. Instrumenten worden in het rapport gezien als acties ingezet door de overheid die een doelgroep moeten prikkelen tot het treffen van een maatregel. De inventarisatie van opties heeft plaatsgevonden binnen de interdepartementale Projectgroep Uitvoeringsnota Klimaatbeleid (PUK), ondersteund door diverse deskundigen. De belangrijkste criteria bij het selecteren van op te nemen opties waren het verwachte potentieel in de periode 2008-2012, de kosten, de instrumenteerbaarheid en de beschikbaarheid van gegevens. In totaal zijn 61 opties geselecteerd, verdeeld over 6 binnenlandse reductievelden te weten:

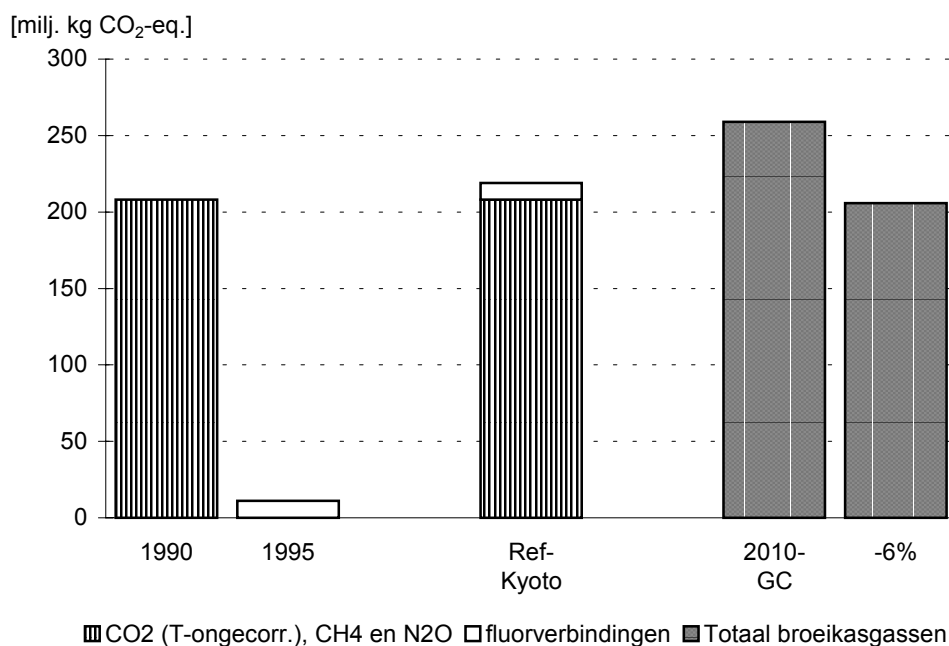
1. energiebesparing verkeer
2. energiebesparing overige sectoren
3. duurzame energie
4. centrale elektriciteitsproductie
5. overige broeikasgassen (lachgas, methaan en de fluorverbindingen)
6. CO₂-vastlegging, zowel in bossen als in de ondergrond.

Daarnaast is een apart hoofdstuk gewijd aan 'flexibele instrumenten'. Met flexibele instrumenten wordt bedoeld op het bereiken van emissiereducties door emissiehandel dan wel het uitvoeren van projecten in het buitenland die vallen onder Joint Implementation (JI) of het Clean Development Mechanisme (CDM). In Kyoto is bepaald dat reducties behaald in het buitenland onder nog vast te stellen voorwaarden kunnen bijdragen aan het halen van nationale reductietaakstellingen. Door de onzekerheden met betrekking tot zaken als potentieel, kosten, wijze van creditering, etc. voor deze instrumenten is het op dit moment nog niet goed mogelijk om aan te geven in welke

mate het voor Nederland aantrekkelijk is om gebruik te maken van deze instrumenten. Een integrale vergelijking met de binnenlandse reductie-opties bleek daarom (nog) niet mogelijk.

Uitgangspunten

De optiebeschrijvingen zijn gemaakt op basis van bestaande informatie waarbij niet alleen het reductiepotentieel en de kosten in kaart zijn gebracht, maar ook de mogelijkheden voor instrumenteerbaarheid door de overheid en het mogelijke/ noodzakelijke implementatietempo. Het reductiepotentieel en de kosten van de opties zijn berekend voor het zichtjaar 2010 tegen de achtergrond van het Global Competition (GC) scenario uit de Lange Termijn Verkenningen. Het GC-scenario kent een economische groei van 3,3% per jaar en kent van de drie scenario's van de Lange Termijn Verkenningen de hoogste energieprijzen. In het scenario zijn de effecten van beleidsinstrumenten die voor 1-1-1997 concreet waren uitgewerkt in de berekening van de broeikasgasemissies meegenomen. Enkele onderdelen van het CO₂-reductieplan en de inhoud van het regeerakkoord zijn hierin dus nog niet verwerkt. Dit leidt tot het onderstaande overzicht van broeikasgasemissies voor de jaren 1990/1995 en 2010 in het GC-scenario. Uit de figuur blijkt dat bij een reductieverplichting voor Nederland van -6%, de beleidsopgave in 2010 circa 50 Mton CO₂ bedraagt.



Figuur S.1 Ontwikkeling van de broeikasgasemissies voor de periode 1990-2010 voor het GC-scenario.

F

Totale reductiepotentieel binnenlandse maatregelen

De binnenlandse opties hebben een totaal reductiepotentieel van bijna 73 Mton CO₂-eq.; CO₂-vastlegging (grotendeels opslag in de diepe ondergrond) en de overige

broeikasgassen zijn samen verantwoordelijk voor de helft van de reducties. De opgeslagen CO₂ wordt voornamelijk onttrokken aan de raffinaderijen, de kunstmestproductie en de elektriciteitscentrales. Reducties bij de overige broeikasgassen betreffen vooral maatregelen om N₂O te reduceren bij de salpeterzuurproductie en een vermindering van de emissies bij verschillende toepassingen van HFK's. Door het omschakelen naar gas of het niet verlengen van de levensduur van kolencentrales wordt het grootste gedeelte van de reductie bij de centrale elektriciteitsproductie bereikt. Voor het reductieveld duurzaam liggen ten opzichte van het reeds ingezette beleid met name mogelijkheden voor de inzet van biomassa. Energiebesparing bij verkeer betreft zowel een vermindering van het aantal autokilometers als de inzet van zuiniger auto's ten gevolge van de verhoging van accijnzen en fiscale maatregelen. Energiebesparing bij de overige sectoren betreft met name besparingen bij de bestaande woning- en utiliteitsbouw, de industrie en de glastuinbouw.

Kosteneffectiviteit

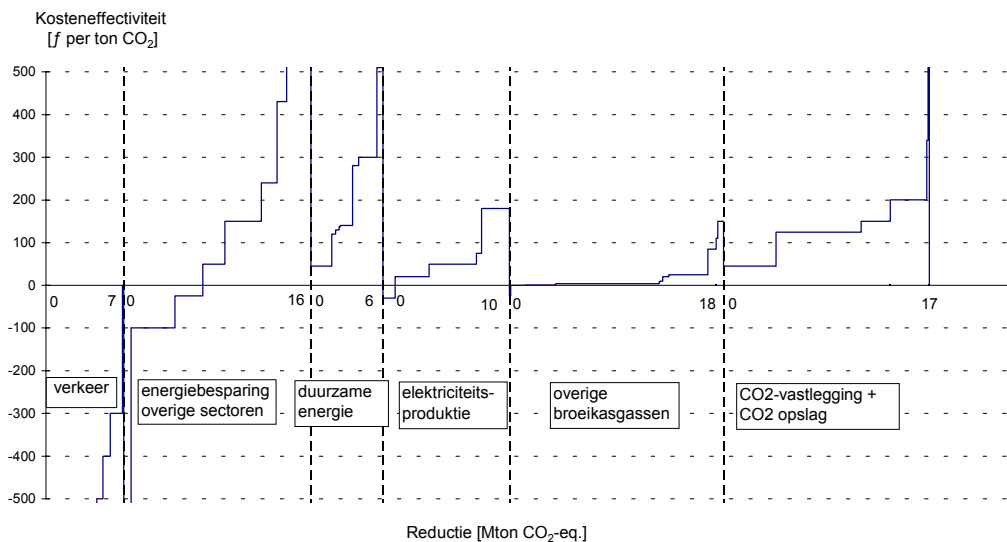
Een belangrijk criterium bij een onderlinge vergelijking van de opties vormt de kosteneffectiviteit. De kosteneffectiviteit van opties is bepaald door de jaarlijkse netto kosten of opbrengsten te delen door de jaarlijkse emissiereductie. In het optiedocument is een tweetal benaderingen gehanteerd voor het berekenen van de kosten; 1) de eindverbruikerskosten volgens de methodiek milieukosten en 2) de nationale kosten. Bij beide benaderingen heeft de kosteneffectiviteit betrekking op de kosten van de optie, niet op de financiële gevolgen voor de doelgroep van instrumenten die de optie stimuleren (zoals bijvoorbeeld verhoging van heffingen). In Tabel S.1 is het reductiepotentieel aangegeven per reductieveld met een onderverdeling naar kostencategorie volgens de eindverbruikersbenadering.

Tabel S.1 *Reductiepotentieel van de opties over de reductievelden met een onderverdeling van kosteneffectiviteit (eindverbruikersbenadering)*

Naam reductieveld	Reductie [Mton CO ₂]	Kosteneffectiviteit f/ton			
		< 0	0 - 50	50-200	>200
energiebesparing verkeer	6	6	0	0	0
energiebesparing overige sectoren	15	6	2	3	4
duurzame energie	6	0	2	2	2
centrale elektriciteitsproductie	10	1	7	3	0
overige broeikasgassen	18	2	15	1	0
CO ₂ -vastlegging en opslag	17	0	5	12	0
Totaal	73	15	31	21	6

Uit tabel S.1 blijkt dat het overgrote deel van de opties een kosteneffectiviteit heeft van minder dan 50 f/ton, hiervan heeft circa 15 Mton een kosteneffectiviteit kleiner dan 0. Verder blijkt dat de kosteneffectiviteit per reductieveld sterk uiteenloopt. De opties met de gunstigste kosteneffectiviteiten zijn te vinden bij de reductievelden energiebesparing verkeer en de overige sectoren. Negatieve kosten geven aan, dat het de eindverbruiker financieel voordeel oplevert als hij de maatregel treft. Er kunnen echter andere redenen zijn waarom deze maatregelen niet zonder meer worden getroffen (bijv. de maatregel leidt tot comfortverlies, de maatregel vraagt grote investeringen, heffingen maken besparen aantrekkelijk maar leiden wel tot lastenverhoging

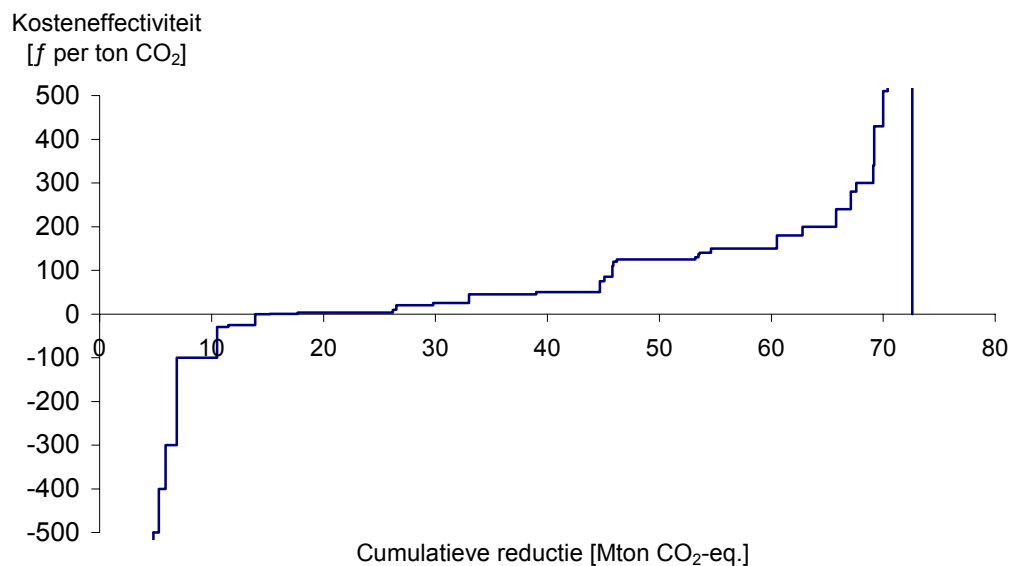
bij de doelgroep, etc.). Het reductieveld energiebesparing overige sectoren kent de grootste spreiding in kosteneffectiviteit. In alle vier onderscheiden kostencategorieën wordt een gedeelte van het potentieel teruggevonden. Andere reductievelden met relatief gunstige tot gemiddelde kosteneffectiviteiten zijn de overige broeikasgassen en de centrale elektriciteitsproductie. Het reductieveld duurzame energie kent de minst gunstige kosteneffectiviteit; 2/3 van het potentieel heeft een kosteneffectiviteit boven de 50 gulden/ton CO₂. In Figuur S.2 zijn de opties gesorteerd per reductieveld en vervolgens op kosteneffectiviteit.



Figuur S.2 *Kosteneffectiviteit (eindverbruikersbenadering) van de opties per reductieveld tegen de cumulatieve reductie*

Pakkettsamenstelling en ranking op basis van kosteneffectiviteit

De veronderstelde extra beleidsopgave voor Nederland bedraagt 50 Mton in 2010. Doordat nog onbekend is welk gedeelte van de reducties in het buitenland gerealiseerd kan worden, ligt de opgave voor binnenlandse reductie nog niet vast. De opties zijn gerangschikt op basis van kosteneffectiviteit, waarna pakketten zijn samengesteld afhankelijk van de te bereiken emissiereductie. Figuur S.3 toont de kostencurve van de opties op basis van deze ranking.



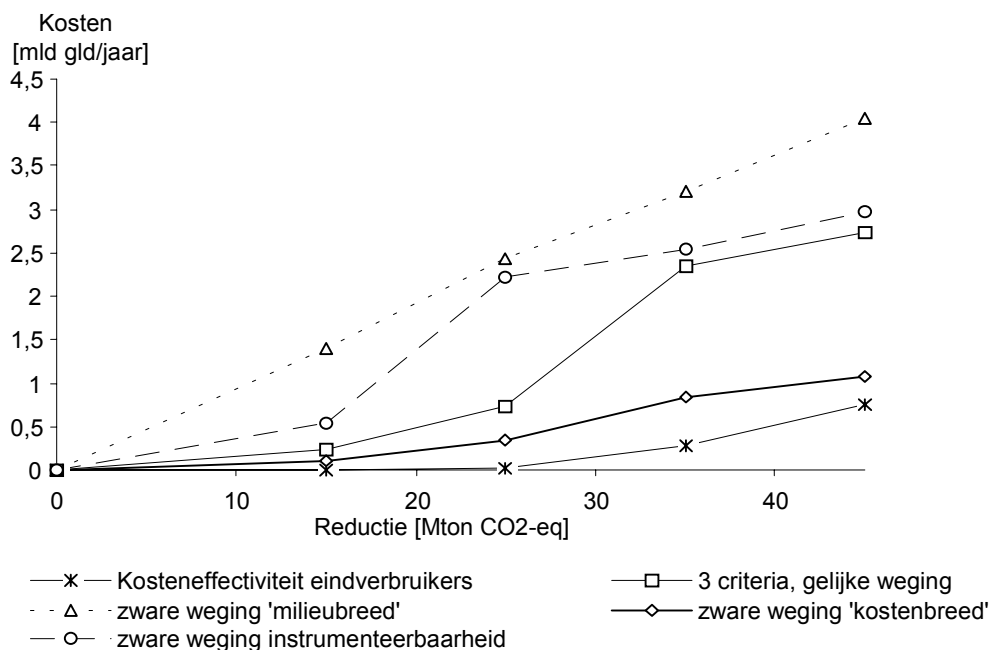
Figuur S.3 *Kosteneffectiviteit van opties gerangschikt naar kosten eindverbruikers*

Figuur S.3 geeft aan dat een binnenlandse reductiepotentieel van 15 Mton een kosteneffectiviteit heeft gunstiger dan 0 gulden/ton CO₂. De belangrijkste bijdrage wordt hierbij geleverd door energiebesparingsmaatregelen bij verkeer en de overige sectoren. Bij een binnenlandse reductie van 25 Mton stijgt vooral de bijdrage vanuit het reductieveld overige broeikasgassen en loopt de marginale kosteneffectiviteit op tot circa 5 f/ton. Bij een pakket van 35 Mton stijgt de marginale kosteneffectiviteit tot circa 30 f/ton, terwijl de marginale kosten bij 45 Mton oplopen tot 75 f/ton. In dit laatste pakket wordt ook een bijdrage geleverd vanuit de reductievelden duurzame energie en CO₂-vastlegging. Als er van uit wordt gegaan dat emissiereducties in het buitenland (flexibele instrumenten) kunnen worden gerealiseerd tegen kosten van 40 f/ton, ongeacht de omvang van het in te zetten reductiepotentieel, loopt de kosteneffectiviteit van het totale reductiepakket van 50 Mton (binnenland + buitenland) uiteen van 20 tot 30 f/ton.

Pakketamenstelling op basis van andere criteria

Bij de beoordeling van bovenstaande rangschikking van opties, waarbij de kosteneffectiviteit centraal staat, moet in het achterhoofd worden gehouden dat een beperkt kostenbegrip is gehanteerd. Alleen de financiële kosten van maatregelen of gedragsveranderingen zijn in beeld gebracht. De kosteneffectiviteit brengt dus slechts een gedeelte van de voor- en nadelen in kaart zoals die worden ervaren door de doelgroep die de maatregelen moet uitvoeren. Aspecten als instrumenteerbaarheid, de hoogte van de investeringen, lastenverzwaring bij de inzet van een heffing of comfortverlies spelen eveneens een rol bij de beoordeling van opties door een doelgroep. Deze aspecten kunnen niet in het kosteneffectiviteitsbegrip worden gevangen. Daarom is een analyse uitgevoerd naar de invloed van andere aspecten op de samenstelling van een pakket met binnenlandse reducties van 15 tot 45 Mton. De aspecten zijn hierbij geclusterd tot drie criteria, te weten 'milieu-breed' (in hoeverre heeft een optie perspectief voor de langere termijn en draagt zij bij aan de vermindering van andere milieu-

problemen), 'kosten-breed' (waarbij ook de kosteneffectiviteit volgens de nationale kostenbenadering wordt meegenomen, alsmede financiële consequenties voor de doelgroepen) en instrumenteerbaarheid (waarbij vooral de aard van de in te zetten beleidsinstrumenten en de kenmerken van de doelgroep een rol spelen). In verschillende varianten is bepaald hoe de ranking veranderd bij verschillende weging van de genoemde criteria. Figuur S.4 geeft de ontwikkeling van de jaarlijkse kosten volgens de eindverbruikersbenadering aan voor verschillende varianten van ranking en daaruit voortvloeiende pakkeetsamenstelling. Hierbij weerspiegelt de onderste lijn de kosten van het pakket op basis van kosteneffectiviteit volgens de eindverbruikersbenadering.



Figuur S.4 Jaarlijkse kosten van binnenlandse broeikasgasreductie bij verschillende varianten van pakkeetsamenstelling

De figuur geeft aan dat wanneer rekening wordt gehouden met voornoemde aspecten bij de samenstelling van de pakketten de jaarlijkse kosten kunnen oplopen van 0,7 tot bijna 4 miljard gulden per jaar. Ten opzichte van het meest kosteneffectieve pakket vindt in het pakket met de hoogste kosten ('milieu-breed') een verschuiving plaats naar reductievelden als energiebesparing en duurzame energie, ten koste van het reductieveld overige broeikasgassen. De eerst genoemde velden leveren namelijk ook vaak een bijdrage aan het verminderen van andere milieuproblemen en hebben vaak ook meer perspectieven voor emissiereductie op langere termijn.

1. INLEIDING

Referentiekader en doelstelling optiedocument

In het Kyoto-protocol van december 1997 is afgesproken dat de EU-landen hun jaarlijkse gezamenlijke uitstoot van broeikasgassen in de periode 2008-2012 verminderen tot 8% onder het niveau 1990/1995. In de Europese Milieuraad van juni 1998 is een overeenkomst bereikt over de verdeling van de taken voor emissiereductie tussen de Europese landen. Nederland is onder voorwaarden accoord gegaan met een nationale emissiereductie van 6%. De wijze waarop en de voorwaarden waaronder Nederland van plan is de reducties te bereiken zullen in de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid worden aangegeven. Deze nota zal zo snel mogelijk na de klimaatconferentie in Buenos Aires (november 1998) verschijnen.

Dit optiedocument geeft op basis van veelal bestaande informatie een beschrijving van de meest relevante opties, die kunnen bijdragen aan het realiseren van de reductie van broeikasgasemissies in de eerste budgetperiode (2008-2012). Een optie is hierbij gedefinieerd als '(een verzameling van) maatregelen door de doelgroep te nemen, die leiden tot een reductie of vastlegging van broeikasgasemissies'. De enige uitzondering hierop vormt het hoofdstuk over flexibele instrumenten waar, vanwege de beperktere informatie en de diversiteit aan maatregelen (die overal ter wereld genomen kunnen worden), alleen een beschrijving vanuit de werking van de instrumenten mogelijk bleek.

Opzet optiedocument

De opties worden beschreven volgens een vast formaat waarbij niet alleen het reductiepotentieel en de kosten van belang zijn, maar ook een overzicht wordt gegeven van de benodigde overheidsinstrumenten en het implementatietempo. Op basis van de beschreven opties is in dit document een aantal pakketten opgesteld. Bij de samenstelling van de pakketten is uitgegaan van verschillende (combinaties) van criteria. Bij de beoordeling van de verschillende opties dient met name rekening te worden gehouden met het feit dat de kosten niet de enige maatstaf zijn voor de door de doelgroepen ervaren voor/nadelen van een optie. Het gaat namelijk ook om aspecten als de wijze van instrumentatie, eventueel comfortverlies, maatschappelijk draagvlak, etc. Daarnaast moet worden bedacht, dat de potentiële en kosten van opties zijn berekend tegen de achtergrond van het GC-scenario, waarmee deze mede afhangen van de penetratie van de betreffende optie in het referentiescenario ten gevolge van vastgesteld beleid.

De selectie van opties ten behoeve van het optiedocument heeft plaatsgevonden door de interdepartementale Projectgroep Uitvoeringsnota Klimaatbeleid (PUK), ondersteund door deskundigenoverleggen over de verschillende reductievelen. Criteria voor het opnemen van een optiebeschrijving waren naast het potentieel in de budgetperiode voornamelijk de kosten, de instrumenteerbaarheid en de beschikbaarheid van

gegevens. In hoofdstuk 13 is een lijst opgenomen van de optiebeschrijvingen gesorteerd naar reductieveld.

Leeswijzer

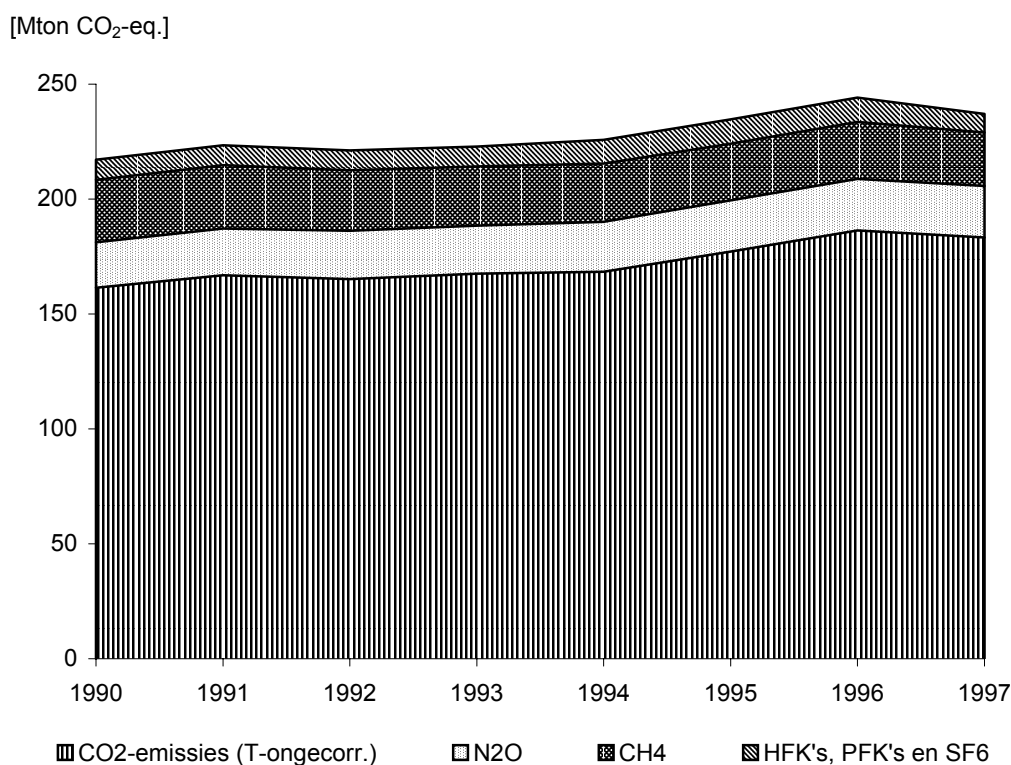
In hoofdstuk 2 wordt een overzicht gegeven van de historisch gerealiseerde emissies van de diverse broeikasgassen alsmede de emissies in de gehanteerde scenario's. Op basis hiervan en de doelstelling van het Kyoto-protocol is de benodigde beleidsinspanning afgeleid. In hoofdstuk 3 wordt ingegaan op de gehanteerde kostenmethode, hoofdstuk 4 geeft een algemene beschrijving van beleidsinstrumenten zoals die in de optiebeschrijvingen genoemd worden. In hoofdstuk 5 tot en met 11 worden per reductieveld de verschillende opties besproken. In hoofdstuk 12 worden totaaloverzichten van de opties gepresenteerd in zogenaamde dwarsdoorsnedes. Hoofdstuk 13 gaat in op verschillende manieren om pakketten samen te stellen. Allereerst wordt beschreven welk pakket zou ontstaan bij een keuze van opties in volgorde van de kosteneffectiviteit voor de eindverbruikers, waarna wordt getoond hoe de pakketten en de bijdrage van de verschillende reductievelden veranderen als meer rekening gehouden wordt met andere aspecten naast de kosteneffectiviteit.

2. EMISSIES IN DE REFERENTIE SCENARIO'S

Inleiding

De belangrijkste bijdrage aan de emissies van broeikasgassen in Nederland wordt geleverd door CO₂ (zie Figuur 2.1), gevolgd door methaan (CH₄), lachgas (N₂O) en de fluorverbindingen (HFK's, PFK's en SF₆). De emissies van de broeikasgassen (waarbij een temperatuurcorrectie heeft plaatsgevonden) liggen in 1997 circa 7% boven het niveau van 1990. De grootste groeiers zijn CO₂ en lachgas (N₂O) terwijl de emissies van methaan dalen en het niveau van de fluorverbindingen vrijwel gelijk gebleven is.

Voor de periode 1998-2002 wordt in een economisch behoedzaam scenario met een groei van het BBP met 2% per jaar een stijging van de broeikasgasemissie verwacht tot 10% boven het niveau van 1990. In een economisch gunstig scenario stijgt de emissie van broeikasgassen in 2002 tot circa 13% boven het niveau van 1990. De stijging van de emissies wordt hierbij gedomineerd door de groei van de CO₂-emissies.



Figuur 2.1 Emissies van CO₂, (T-ongecorrigeerd), N₂O, CH₄, HFK's, PFK's en SF₆ in de periode 1990-1997 (Cijfers voor 1997 zijn voorlopig).

Referentiescenario

Dit optiedocument geeft mogelijkheden voor aanvullende maatregelen/beleid (opties) die bij kunnen dragen aan het reduceren van de emissies in de eerste budgetperiode

die loopt van 2008-2012, waarbij voor de eenvoud in dit optiedocument steeds het zichtjaar 2010 genomen. De effecten van de opties zijn berekend tegen de achtergrond van een referentiescenario waarin effecten van beleid zijn meegenomen voor zover dit concreet uitgewerkte beleidsinstrumenten betreft die in de diverse beleidsnota's zijn opgenomen. De effecten van de verschillende beleidsinstrumenten staan beschreven in (RIVM, 1997, CPB, 1997 en ECN, 1998).

Vanuit het oogpunt van een 'worst case' benadering zijn de effecten van de opties berekend tegen de achtergrond van het Global Competition scenario uit de Lange Termijnverkenning 97 (CPB, 1997). Global Competition is een scenario met relatief hoge economische groei waarin de emissies van de broeikasgassen relatief sterk groeien. In het GC-scenario worden de wereldmarkten geliberaliseerd, waardoor de wereldhandel sterk groeit. De uitbreiding van de EU gaat in dit scenario niet gepaard met intensieve samenwerking, maar leidt tot beleidsconcurrentie tussen de staten. Het tempo van technologische ontwikkeling en de penetratie van nieuwe technieken verloopt in dit scenario relatief snel, mede gestimuleerd door de stijging van de energieprijzen. Tabel 1 geeft een aantal belangrijke volumeontwikkelingen in het GC-scenario die een directe relatie hebben met het niveau van de broeikasgasemissies. Daarnaast zijn ter vergelijking dezelfde volumeontwikkelingen voor het European Coordination (EC) scenario opgenomen.

Tabel 2.1 *Enkele scenario karakteristieken voor het GC en EC-scenario*

	eenheid	GC	EC	Ter vergelijking
Economische groei	%/j 1995-2020	3,3	2,7	2,2 %/j 1974-1995
Bevolking	mln in 2010	16,4	16,8	15,4 mln in 1995
Woningen	mln in 2010	7,4	7,1	6,2 mln in 1995
Huishoudens	mln in 2010	7,5	7,3	6,5 mln in 1995
Reizigerskilometers	in 2010 (1995=100)	114	118	
Tonkilometers	in 2010 (1995=100)	157	146	
Omvang veestapel	in 2010 (1995=100)	82	96	86 in 1980 (1995=100)
Olieprijs	in 2010 \$ per vat	26	25 ¹⁾	17 \$ per vat 1995
Finaal energiegebruik	%/j 1995-2020	1,4	1,0	1,8 %/j 1985-1995
Besparingen finaal energiegebruik	%/j 1995-2020	-1,3	-1,2	-1,0 %/j 1985-1995
Structuureffect	%/j 1995-2020	-0,6	-0,5	+0,2%/j 1985-1995

¹⁾ Inclusief Europese heffing van \$10 dollar per vat.

Beleidsopgave in 2010

In het Kyoto-protocol is bepaald dat de Lidstaten van de Europese Unie hun gezamenlijke uitstoot in 2008-2012 moeten verminderen met 8% ten opzichte van 1990/1995. Inmiddels is binnen de Europese Unie overeenstemming bereikt over de bijdrage van de verschillende lidstaten aan de reductiedoelstelling. Nederland heeft onder voorwaarden¹ een reductieverplichting van -6% op zich genomen, waarmee de beleidsop-

¹ Voorwaarden die Nederland heeft gesteld voor ratificatie van het Klimaatverdrag zijn: 1) ratificatie van het Klimaatverdrag door de VS en Japan, 2) daadwerkelijke implementatie van communautaire maatregelen, 3) invoering van een Europese energieheffing en 4) voldoende ruimte voor de inzet van flexibele instrumenten.

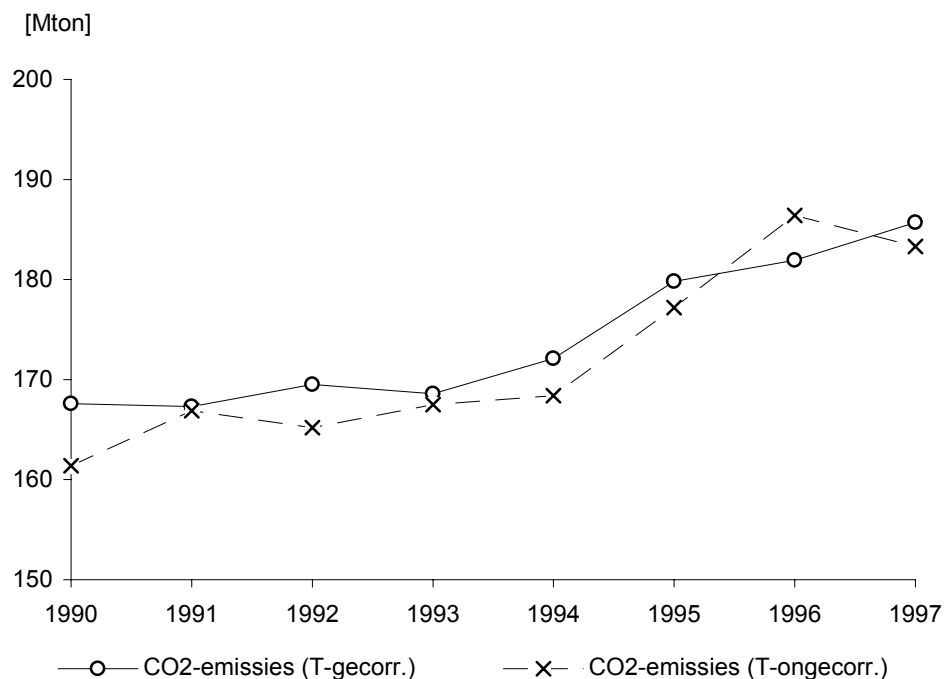
gave afhankelijk van het scenario tussen de 43 en 50 Mton ligt. Tabel 2.2 geeft aan op welke wijze de beleidsopgave voor Nederland in 2010 tot stand komt.

Tabel 2.2 *Beleidsopgave voor Nederland voor twee scenario's en bij verschillende reductieverplichtingen (Mton CO₂-eq.)*

	Global Competition	European Coordination
Referentieniveau (1990/1995)	219	219
Geprognotiseerde emissie 2010	259	252
Geprognotiseerde emissie 2010 (geactualiseerd ¹⁾)	256	249
Beleidsopgave bij reductieverplichting -6%	50	43

¹⁾ Inclusief het effect van de eerste fase van het CO₂-reductieplan (3 Mton), exclusief de effecten van maatregelen van het NMP3-pakket.

Het referentieniveau is de sommatie van de actuele emissies van CO₂, CH₄ en N₂O in 1990 (208 Mton CO₂-eq.) en de actuele emissies van HFK's, PFK's en SF₆ in 1995 (11 Mton CO₂-eq.). In het Kyoto Protocol is bepaald dat de *actuele* emissies het uitgangspunt vormen bij het vaststellen van het referentieniveau. Dit betekent dat de CO₂-emissies niet gecorrigeerd mogen worden voor temperatuursinvloeden. Omdat 1990 een relatief warm jaar is geweest ligt de temperatuurgecorrigeerde emissie voor Nederland 6 Mton² hoger. Figuur 2.1 geeft het verloop van de CO₂-emissies voor de periode 1990-1997 zowel temperatuurgecorrigeerd als ongecorrigeerd. De afhankelijkheid van de temperatuur zal voor de zichtperiode klein zijn omdat het doel over een periode van 5 jaar wordt genomen.



Figuur 2.2 *CO₂-emissies (gecorrigeerd en ongecorrigeerd voor temperatuursinvloeden) voor de periode 1990-1997 (Cijfers voor 1997 zijn voorlopig).*

² 167,6 Mton (gecorrigeerd) en 161,4 (ongecorrigeerd), door afronding komt het verschil in de tabellen op 7 Mton.

Figuur 2.2 geeft aan dat de ongecorrigeerde emissie van 1990 tot 1997 14%, gecorrigeerd voor temperatuursinvloeden bedraagt de stijging iets minder dan 11%.

CO₂-emissies in de referentiescenario's.

Tabel 2.3 geeft de emissies van CO₂ voor de periode 1990-2020 voor GC en EC. De temperatuurgecorrigeerde CO₂-emissies stijgen in het referentiescenario in de periode 1990-2010 met 20% (EC) tot 25%(GC). Dit betekent dat de groei van de CO₂-emissie zowel achterblijft bij de economische groei als bij de groei van het energiegebruik. Dit laatste is met name het gevolg van de overschakeling van kolen naar aardgas en de groei van het aandeel duurzaam geproduceerde energie.

De doelgroepen verkeer en vervoer en energiebedrijven zijn in absolute zin de grootste groeiers met 6 Mton CO₂ over de periode 1995-2010. De groei van het wegtransport met 3,1% (GC) tot 2,6% (EC) per jaar over de periode 1995-2010 is de belangrijkste veroorzaker van de groei bij de doelgroep verkeer en vervoer. De groei van de emissies bij de elektriciteitsbedrijven wordt met name veroorzaakt door de sterke groei van het elektriciteitsgebruik met 4,8% (GC) tot 3,3% (EC) per jaar.

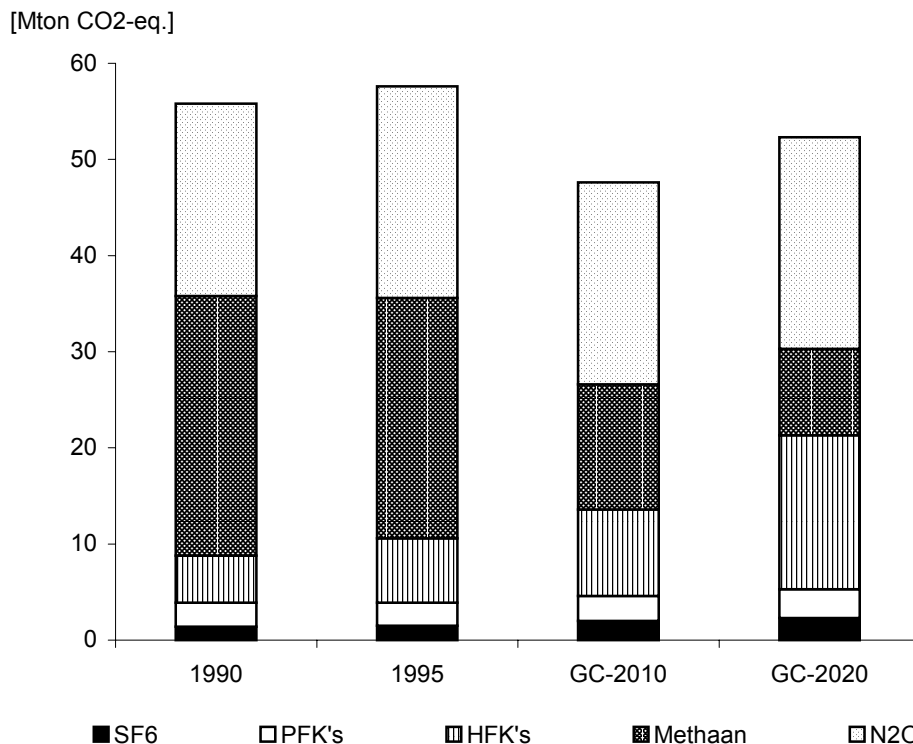
Tabel 2.3 *CO₂-emissies per doelgroep (temp. gecorrigeerd) voor het GC- en EC-scenario voor de periode 1990-2020.*

	1990	1995	2010 ¹⁾		2020	
			EC	GC	EC	GC
Consumenten	22	22	23	23	22	23
Verkeer & vervoer	29	32	37	38	43	47
Landbouw	9	9	14	14	15	16
Industrie	44	44	45	47	48	55
HDO	9	10	11	12	13	15
Bouw	1	1	1	1	1	1
Energiebedrijven	41	46	50	53	53	51
Raffinaderijen	10	12	16	17	17	20
Overige	1	3	3	3	3	3
Afval-verwijdering	2	1	2	2	2	2
Totaal temp. gecorrigeerd	168	180	202	210	217	233
Totaal temp. ongecorrigeerd	161	177				

¹⁾ Het effect van de eerste fase van het CO₂-reductieplan (3 Mton) en de beleidsmaatregelen uit het NMP3 zijn hierbij nog niet meegenomen.

Emissies van de niet-CO₂-broeikasgassen in de referentiescenario's

Figuur 2.3 geeft een overzicht van de emissies van de niet-CO₂-broeikasgassen met een verdeling over de verschillende stoffen voor de periode 1990-2020. Hieruit blijkt dat de emissies in het referentiescenario tot 2010 dalen en vervolgens licht stijgen.



Figuur 2.3 Emissies van de niet-CO₂-broeikasgassen voor de periode 1990-2020 voor het GC-scenario.

De daling van de emissies van de overige broeikasgassen tot 2010 is het gevolg van de daling van de methaanemissies met 3-4% per jaar in de periode 1995-2010. Deze wordt veroorzaakt door een sterke daling van de emissies bij de afvalverwijdering en door het inkrimpen van de veestapel. De emissies van N₂O blijven in de referentiescenario's op ongeveer hetzelfde niveau. In de scenario's zijn geen specifieke maatregelen verondersteld die worden ingezet om de N₂O-emissies te reduceren. De emissies van HFK's, PFK's en SF₆ stijgen in het referentiescenario met 1,6% per jaar. Met name de emissies van HFK's, die worden ingezet ter vervanging van CFK's en HCFK's, zullen zonder verder beleid tot 2010 sterk stijgen. In Tabel 2.4 zijn de emissies van de overige broeikasgassen voor de periode 1990-2020 samengevat voor zowel het EC als GC scenario met een onderverdeling naar doelgroep of toepassing.

Tabel 2.4 *Overzicht van de emissies van de overige broeikasgassen¹⁾ in het referentie-scenario in Nederland voor de periode 1990-2020 in Mton CO₂-eq.*

	1990	1995	2010 ^{1),2),3)}		2020 ^{1),2),3)}	
			EC	GC	EC	GC
Totaal broeikasgassen (temp gecorrigeerd)	223	237	252	259	271	286
Totaal broeikasgassen (temp ongecorrigeerd)	217	234	252	259	271	286
Totaal overige broeikasgassen	56	58	48	48	52	52
Methaan	27	25	15	13	12	9
landbouw	11	10	9	7	9	6
afvalverwijdering	12	10	4	4	1	1
energiebedrijven	4	4	2	2	1	1
overig	0	1	0	0	1	1
N ₂ O	20	22	21	21	21	22
verkeer	2	2	2	2	2	2
landbouw	7	9	7	7	7	6
industrie	10	10	10	11	11	12
overig	1	1	2	1	1	2
HFK's	4,9	6,7	9	9	16	16
procesemissies	4,8	6,3	3,2	3,2	3,2	3,2
alternatieve toepassing voor CFK	0,1	0,4	5,8	5,8	12,9	12,9
PFK's	2,5	2,4	2,6	2,6	3,0	3,0
aluminiumproductie	2,3	2,2	1,4	1,4	1,4	1,4
alternatieve toepassing voor CFK	0,2	0,2	1,2	1,2	1,6	1,6
SF ₆ ⁴⁾	1,4	1,5	2,0	2,0	2,3	2,3
elektriciteitssector	1,4	1,5	1,9	1,9	2,2	2,2
overig	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1

¹⁾ Niet gecorrigeerd voor de effecten van het NMP3 beleid en de effecten van het CO₂-reductie plan (3 Mton).

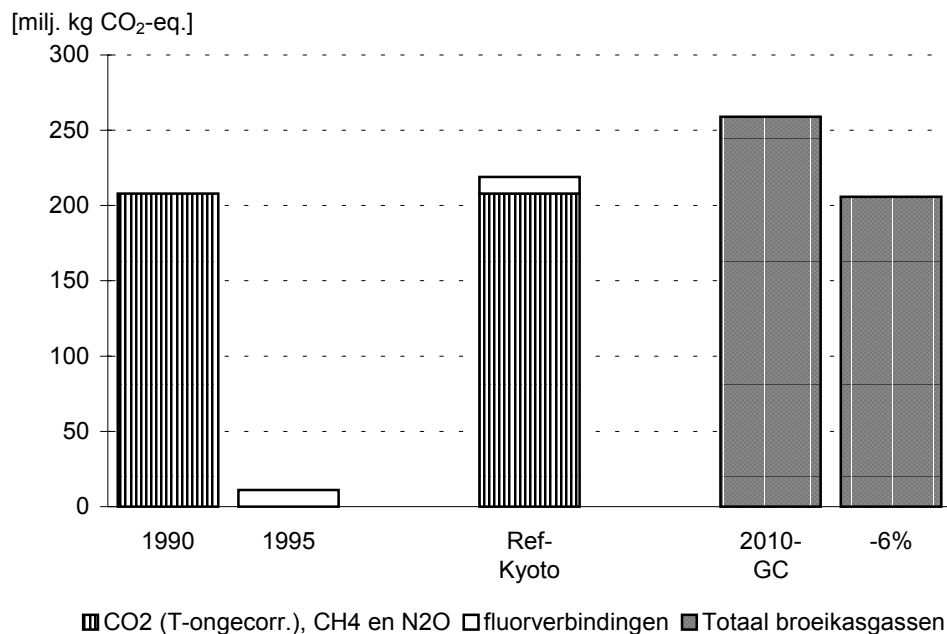
²⁾ Prognose voor methaan en N₂O zijn tegen de achtergrond van het GC- en EC-scenario uit de vierde Milieuverkenning (RIVM, 1997).

³⁾ Prognose voor HFK's, PFK's en SF₆ zijn tegen de achtergrond van het European Renaissance (ER) scenario uit derde Milieuverkenning (RIVM, 1993 en Matthijsen, 1996).

⁴⁾ Potentiële emissies waarbij is verondersteld jaarlijks gebruik = jaarlijkse emissie.

Samenvattend

Figuur 2.4 geeft een overzicht van de ontwikkeling van de broeikasgasemissie in relatie tot het referentieniveau zoals overeengekomen in Kyoto.



Figuur 2.4 *Emissieverloop voor de periode 1990-2010 voor het GC scenario in relatie tot het referentieniveau voor Kyoto en de beleidsopgave bij een reductieverplichting van -6%*

3. KOSTENBEREKENING

Uitgangspunt bij de kostenberekening in het optiedocument is het zo goed mogelijk in kaart brengen van de jaarlijkse kosten van maatregelen in de budgetperiode. Hiertoe zijn de kosten bepaald voor het jaar 2010. In de periode voor of na de budgetperiode kunnen de kosten anders zijn, bijvoorbeeld door andere energieprijzen. Dit is één van de verschillen met de kosteneffectiviteitsberekening in de Energiebesparingsnota, die de gemiddelde kosten over de periode 1998-2010 beschouwt. Op de verschillen met de Energiebesparingsnota wordt ingegaan in de bijlage.

De kosteneffectiviteit wordt volgens twee methodes gepresenteerd. De eindverbruikerskosten op basis van de 'verbrede eindverbruikersbenadering' van de Methodiek Milieukosten³, en de nationale kosten. De te hanteren methodiek is afhankelijk van het doel waar de kostenberekening voor geschiedt: het in kaart brengen van de kosten voor de eindverbruiker of voor de BV Nederland. Voor beide methodes geldt dat eerst de jaarlijkse kosten/opbrengsten van een maatregel worden bepaald, die vervolgens gedeeld worden door de jaarlijkse CO₂-reductie. De verschillen ontstaan bij de te hanteren energieprijzen, de disconteringsvoeten en in hoeverre rekening gehouden wordt met beleidsinstrumenten als heffingen en subsidies. In paragraaf 3.1 en 3.2 wordt ingegaan op beide methodieken. In paragraaf 3.3 is een voorbeeld opgenomen ter illustratie van het verschil tussen beide methodieken.

De kosteneffectiviteit in dit optiedocument heeft betrekking op de kosten/opbrengsten van een maatregel (zoals bijvoorbeeld energiebesparing), niet op de financiële gevolgen voor een doelgroep van een generiek instrument (zoals lastenverhoging ten gevolge van een heffing). Om dit onderscheid te verduidelijken is hier in paragraaf 3.3 ook een voorbeeld van opgenomen.

3.1 Eindverbruikerskosten

Het doel van de methodiek van de eindverbruikerskosten is het zo goed mogelijk bepalen van de kosten van maatregelen voor eindverbruikers als bedrijven en gezinnen. De via deze methode berekende kosten vormen een indicatie voor de mate waarin eindverbruikers op basis van financiële overwegingen geneigd zullen zijn bepaalde maatregelen te treffen, dan wel hoeveel extra beleid (in de vorm van stimulering, regelgeving) er nodig is om de eindverbruikers te bewegen bepaalde maatregelen te treffen.

In de eindverbruikersbenadering wordt voor het bepalen van het effect van besparingsmaatregelen gerekend met de energieprijzen, zoals de eindverbruiker ze ervaart. Deze prijzen zijn dus inclusief transportmarges, eventuele heffingen en/of accijnzen, marges en BTW (voor zover deze niet kan worden verrekend). Er wordt in deze bere-

³ VROM, 1998. Kosten en Baten in het Milieubeleid, Definities en Berekeningsmethoden, Publicatierreeks Milieustrategie, 1998-6.

kening geen rekening gehouden met het feit of betaalde heffingen worden teruggesluisd naar de doelgroep/actor door middel van een belastingverlaging.

Ten aanzien van de investeringen geldt, dat de jaarlijkse kosten worden bepaald met behulp van annuïteiten op basis van geschatte gemiddelde disconteringsvoeten, zoals die in de betreffende sectoren worden gebruikt. Vanwege toepassing op macro-niveau is gekozen voor één percentage voor de gehele sector. Van bedrijf tot bedrijf kunnen de disconteringsvoeten echter verschillen. In het optiedocument is voor de te hanteren percentages aangesloten bij de Methodiek MilieuKosten. Dit betekent dat gerekend wordt met 8% voor de overheid⁴, huishoudens en de landbouw en met 15% voor overige bedrijven (incl. energiebedrijven). Maatgevend voor het te hanteren percentage is degene die investeert, ook als deze niet overeenkomt met de plaats waar de investering wordt gedaan (bij een investering door een energiebedrijf in PV-panelen op een woning wordt dus gerekend met 15%).

Bij de eindverbruikersbenadering kan de kosteneffectiviteit worden gepresenteerd voor en na inzet van extra beleid. Bij een presentatie na inzet van alle beleidsinstrumenten worden subsidies en fiscale regelingen in mindering gebracht op de investeringen, waarmee de kosteneffectiviteit voor de eindverbruiker aantrekkelijker wordt. De kosteneffectiviteit die als basis dient voor de ranking van de opties in dit document dient echter een beeld te geven van de verschillende opties, voordat eventuele additionele overheidssteun wordt ingeboekt. Overheidssubsidie/ fiscale regelingen worden daarom in het optiedocument bij de eindverbruikerskosten niet afgetrokken van de investeringen. Bij enkele optiebeschrijvingen wordt het effect van subsidies etc. apart weergegeven door zowel de effectiviteit voor als na subsidieverlening op te nemen.

3.2 Nationale kosten

De nationale kostenbenadering heeft tot doel de kosten en baten te bepalen van de maatregelen voor Nederland als geheel. Deze benadering wordt vooral gehanteerd om opties onderling vergelijkbaar te maken, onafhankelijk van degene die hem uiteindelijk uit moet voeren. De kosten in deze benadering worden dus ook niet beïnvloed door beleidsinstrumenten als subsidies en/of heffingen.

De energieprijzen in deze benadering zijn min of meer nationale schaduwrijzen. Hierbij vallen kosten voor de ene sector weg tegen baten voor de andere sector. Zo zijn belastingen uitgaven van de eindverbruiker maar inkomsten van de overheid. Op nationaal niveau vallen deze tegen elkaar weg. Daarnaast liggen op korte termijn de investeringen in gas- en elektriciteitsnetten vast, zodat op nationaal niveau geen besparing plaats vindt op dit gedeelte van de energietransport- en distributiekosten. Dit betekent dat voor aardgas niet wordt gerekend met de tarieven voor een bepaalde sector, maar voor alle verbruikers met de D-schijf (exclusief REB, BSB, etc.). Voor elektriciteit wordt uitgegaan van de gemiddelde productiekosten, voor olieproducten de afraf-prijs (exclusief BSB) en voor kolen de prijs exclusief BSB.

⁴ De overheid valt in het optiedocument onder utiliteitsbouw. Voor deze sector (die grotendeels uit bedrijven bestaat) is gerekend met 15%.

Ook voor het disconteringspercentage wordt uitgegaan van een maatschappelijke disconteringsvoet, die gebaseerd is op de reële rente. In het optiedocument wordt hiervoor een waarde van 5% gehanteerd, gebaseerd op de reële rente in het GC-scenario.

3.3 Voorbeeldberekening

Ter illustratie van de gehanteerde kostenmethodiek worden in deze paragraaf twee fictieve voorbeelden besproken. Het eerste voorbeeld dient ter illustratie van het verschil tussen de nationale kostenbenadering en de eindverbruikersbenadering, het tweede om een duidelijk onderscheid te maken tussen de kosten van een instrument en de kosten van maatregelen.

3.3.1 Onderscheid nationale kosten/eindverbruikerskosten

Een eindverbruiker heeft een jaarlijks gasverbruik van 1000 GJ. Door een investering van f 12.500 in energiezuinige apparatuur daalt het verbruik met 10% tot 900 GJ. De investeringssubsidie vanuit de overheid voor deze maatregel bedraagt 20%. De kosteneffectiviteit wordt dan als volgt berekend.

Tabel 3.1 *Aanvullende gegevens kostenberekening*

Gasprijs eindverbruiker	20	f/GJ
- ww. heffing	6	f/GJ
- ww. transport/distr. marge	4	f/GJ
Gasprijs bij nationale kosten	10	f/GJ
CO ₂ -emissiefactor aardgas	0,0561	ton/GJ
Levensduur investering	15	jaar
Disconteringsvoet nationaal	5	%
Disconteringsvoet eindverbruiker	15	%

Op basis van bovenstaande gegevens worden de kosteneffectiviteiten als volgt berekend.

Tabel 3.2 *Kosteneffectiviteit volgens eindverbruikersbenadering*

Energiebesparing	$1000 - 900 =$	100	GJ/jaar
CO ₂ -reductie	$100 \times 0,0561 =$	5,6	CO ₂ ton/jaar
Waarde uitgespaarde energie	$100 \times 20 =$	2000	$f/jaar$
Investering		12.500	f
Annuïteit, excl. subsidie (15%, 15 jaar, f 12500)		2138	$f/jaar$
Annuïteit, incl. subsidie (15%, 15 jaar, f 10000)		1710	$f/jaar$
Kosteneffectiviteit, excl. subsidie:	$(2138-2000)/5,6 =$	25	$f/ton CO_2$
Kosteneffectiviteit, incl. subsidie:	$(1710-2000)/5,6 =$	-52	$f/ton CO_2$

Inclusief subsidie bedraagt de kosteneffectiviteit $-52 f/ton$ (d.w.z. opbrengsten per ton), zonder subsidie bedragen de kosten $25 f/ton$. Bij de nationale benadering wordt gerekend met een andere gasprijs, alsmede met andere disconteringsfactoren voor de investering. Dit levert onderstaand beeld op.

Tabel 3.3 *Kosteneffectiviteit volgens nationale kostenbenadering*

Energiebesparing	$1000 - 900 =$	100	GJ/jaar
CO ₂ -reductie	$100 * 0,0561 =$	5,6	ton CO ₂ /jaar
Waarde uitgespaarde energie	$100 * 10 =$	1000	f/jaar
Investing		12.500	f
Annuiteit (5%, 15 jaar, f 12.500)		1204	f/jaar
Kosteneffectiviteit :	$(1204-1000)/5,6 =$	36	f/ton CO ₂

De kosteneffectiviteit vanuit nationaal oogpunt bedraagt dus 36 f/ton. Voor de eindverbruiker hangen de kosten per ton af van het feit of subsidie al dan niet wordt meegenomen.

3.3.2 Onderscheid kosten van instrumenten en van maatregelen

In het optiedocument zijn opties gedefinieerd als maatregelen door de doelgroep te nemen, die leiden tot een reductie of vastlegging van broeikasgasemissies. Instrumenten vanuit de overheid kunnen de doelgroep stimuleren/verplichten bepaalde opties uit te voeren. Sommige instrumenten hebben echter niet alleen effect op de betreffende optie, maar ook op de kosten/lasten voor andere doelgroepen en de overheid. Hierbij moet vooral gedacht worden aan heffingen als de Regulerende Energie Belasting of de accijns op motorbrandstoffen. Daarnaast geldt in het geval van subsidies dat deze worden gefinancierd uit de algemene middelen, hetgeen kan leiden tot een verhoging van de belastingdruk. Bij de presentatie van de verschillende opties worden alleen de kosten van de optie gepresenteerd, niet de lastenverhoging die toepassing van het instrument 'verhoging heffing' met zich meebrengt. Dit wordt toegelicht in onderstaand voorbeeld. De besparingsoptie is gelijk aan de optie, zoals beschreven in voorgaand voorbeeld.

Een eindverbruiker heeft een jaarlijks gasverbruik van 1000 GJ. Door een investering van f 12.500 in energiezuinige apparatuur daalt het verbruik met 10% tot 900 GJ. Er wordt nu echter niet voor investeringssubsidie als instrument gekozen, maar voor verhoging van de energieprijzen met een heffing van 5 f/GJ. De kosteneffectiviteit wordt dan als volgt berekend.

Tabel 3.4 *Aanvullende gegevens kostenberekening onderscheid instrument/maatregel*

Gasprijs eindverbruiker	25	f/GJ
- vv. heffing	11	f/GJ
- vv. transport/distr. marge	4	f/GJ
CO ₂ -emissiefactor aardgas	0,0561	ton/GJ
Levensduur investering	15	jaar
Disconteringsvoet eindverbruiker	15	%

Tabel 3.5 *Resulterende Kosteneffectiviteit volgens eindverbruikersbenadering*

Energiebesparing	$1000 - 900 =$	100	GJ/jaar
CO ₂ -reductie	$100 \times 0,0561 =$	5,6	ton CO ₂ /jaar
Waarde uitgespaarde energie	$100 \times 25 =$	2.500	f/jaar
Investering		12.500	f
Annuïteit (15%, 15 jaar, f 12500)		2.138	f/jaar
Kosteneffectiviteit:	$(2138-2500)/5.6 =$	-65	f/ton CO ₂

Door verhoging van de heffing is de maatregel rendabeler geworden. Waar deze in het vorige voorbeeld zonder subsidie nog 25 f/ton kostte, bedraagt de effectiviteit nu -65 f/ton. Bij de optiebeschrijving wordt in dit geval bij de kosteneffectiviteit inclusief heffing dus het bedrag van -65 f/ton gepresenteerd.

De energiekosten voor de eindverbruiker nemen echter toe door de heffingsverhoging. Zijn totale vraag bedroeg voor de heffingsverhoging 1000 GJ. De heffingsverhoging leidt dus in eerste instantie tot extra kosten van $1.000 \times f 5 = f 5.000$. Door toepassing van de besparingsoptie wordt $f 2.500 - f 2.138 = f 362$ op de energiekosten bespaard. Het totale effect van het instrument heffing en de hierdoor gestimuleerde besparing betekent een toename van de lasten voor de doelgroep van $f 5.000 - f 362 = f 4638$ per jaar. Dit is het effect zoals de eindverbruiker dat direct ervaart. De betaalde heffing kan echter gedeeltelijk of volledig door de overheid worden teruggesluisd. Overall zal de lastenverhoging hiermee lager worden.

Resumerend is in onderstaande tabel weergegeven hoe de kosteneffectiviteit varieert onder invloed van de verschillende instrumenten.

Tabel 3.6 *Kosteneffectiviteit maatregel onder invloed van instrumenten*

	Eindverbruiker		Overheid	Totaal	
	Kosten optie	Kosten overig	Kosten totaal	kosten	
	f/jaar	f/jaar	f/jaar	f/jaar	f/jaar
Zonder instrument	138 (25 f/ton)	0	138	0	138
Met subsidie	-290 (-52 f/ton)	0	-290	428	138
Verhoogde heffing	-362 (-65 f/ton)	5.000	4.638	-4.500	138

De tabel maakt duidelijk dat de totale kosten van een optie (als rekening gehouden wordt met extra / minder inkomsten van de overheid) niet veranderen. Deze blijven 138 f/jaar. Bij de opsplitsing ontstaan echter wel verschillen, zowel op het gebied van de kosten voor de verbruiker als voor de overheid. De kosteneffectiviteit van maatregelen in het optiedocument wordt berekend op basis van de getallen in de kolom 'kosten optie'. Voor de ranking wordt gerekend met de kosteneffectiviteit inclusief verhoogde heffing doch exclusief eventuele subsidie. In de tabel achterin het optiedocument met een overzicht van opties gesorteerd naar reductievelnd is weergegeven in hoeverre de kosteneffectiviteit van opties verandert bij een verandering van de energieprijzen.

4. BELEIDSINSTRUMENTEN

Bij de beschrijvingen van emissiereductie-opties in hoofdstuk 5 en verder wordt steeds een overzicht gegeven van de beleidsinstrumenten waarmee de opties te realiseren zijn. Het betreft in sommige gevallen het aanpassen van een bestaand instrument (zoals verhoging van de bestaande energiebelastingen), in andere gevallen het ontwikkelen en toepassen van een nieuw instrument (zoals het invoeren van een systeem van verhandelbare CO₂-reductierechten). Dit hoofdstuk geeft een overzicht op hoofdlijnen van enkele van de in het optiedocument meest genoemde beleidsinstrumenten. Dat zijn de energiebelastingen, subsidies en fiscale regelingen, regulering en conventanten. Een mogelijk systeem van verhandelbare CO₂-reductierechten wordt ook kort beschreven, alsmede beleid en voorstellen in EU-verband. Aan het eind van dit hoofdstuk is een lijst opgenomen met de voor alle opties relevante beleidsinstrumenten.

4.1 Energiebelastingen

Nederland kent verschillende belastingen op energie, die allen hun eigen ontstaansgeschiedenis en werkingsfeer hebben. Energiebelastingen dienen fiscale doelen (opbrengst al dan niet ten behoeve van lastenverschuiving van arbeid naar milieu) en milieudoelen (bevorderen van milieuvriendelijk gedrag door prijsverhoging van energie). Voor het milieubeleid zijn met name relevant de accijnzen op minerale oliën, de brandstoffenbelasting en de regulerende energiebelasting.

Accijnzen

De accijnzen op minerale oliën zijn ingevoerd om algemene middelen voor de overheid te genereren. De tarieven van met name de accijnzen voor motorbrandstoffen zijn in de loop van de tijd ook gebruikt voor milieudoelen. Enerzijds door ze te differentiëren (loodvrij versus loodhoudend), anderzijds door ze te verhogen (kwartje van Kok, verhoging in het kader van de Nota Samen werken aan bereikbaarheid, een verhoging die vooral uit een oogpunt van bereikbaarheid is uitgevoerd). De hoogte van de accijnzen bedraagt op dit moment voor ongelode benzine 1,23 f/liter en voor diesel 0,71 f/liter.

Met accijnsverhogingen is het mogelijk de variabele kosten van het autoverkeer te verhogen. Auto rijden wordt duurder, en alternatieve vervoerswijzen (fiets, OV) relatief aantrekkelijker. In dit document is eventuele terugsluizing van accijnzen, waarbij autobezit goedkoper zou worden, buiten beschouwing gelaten.

Het tanken over de grens beperkt de ruimte voor Nederland om de accijnzen te verhogen als de buurlanden dat niet doen. Bij accijnsverhogingen op benzine en diesel zijn de gevolgen voor de Nederlandse transportsector altijd punt van aandacht. Om te kunnen differentiëren tussen vrachtvervoer en personenvervoer heeft Nederland de

Europese Commissie toestemming gevraagd voor paarse diesel t.b.v. het zware vrachtverkeer, een verlaagd tarief te mogen toepassen.

Regulerende energiebelasting (REB)

In 1996 is de regulerende energiebelasting ingevoerd. Primaire oogmerk was het stimuleren van energiebesparing, secundair oogmerk was het leveren van een bijdrage aan de gewenste verschuiving van lasten van arbeid naar milieu. De opbrengst van de REB (ca. 2,2 miljard gulden per jaar) is, inclusief de daarover verschuldigde BTW, teruggesluisd naar de groepen die de REB betalen.

De REB is een belasting op het kleinverbruik van energie. De REB geldt niet voor verbruik boven 170.000 m³ aardgas en 50.000 kWh elektriciteit noch voor het aardgasverbruik van glastuinders. Met de REB-tarieven die tot nu toe van kracht zijn geworden zijn de energieprijzen met 15 - 25% gestegen. De tarieven zijn voor 50% gebaseerd op koolstofinhoud, en voor 50% op energie-inhoud. Het tarief op gas bedraagt 9,5 cent per m³ en op elektriciteit 3 cent per kWh (exclusief BTW). Behalve een effect van de prijsverhoging op de vraag naar energie mag van de REB ook een gunstig effect op de aanbodzijde verwacht worden. Omdat het gebruik van warmte niet wordt belast verbetert de REB op indirecte wijze de rentabiliteit van stadsverwarming, en er is ook een positief effect op kleinschalige warmtekracht. Een bijzondere regeling zorgt ervoor dat duurzame energie wordt gestimuleerd (artikel 36o). Energiebedrijven hoeven de REB niet af te dragen aan de fiscus als zij dit voordeel doorsluizen naar de producenten van duurzame energie. Bovendien is elektriciteit geleverd via groene stroom contracten sinds 1 januari 1998 onderhevig aan een nihil REB-tarief. Dit betekent dat de extra kosten die zijn verbonden aan de afname van groene stroom minder groot zijn geworden. Tot slot zal 50% van de elektriciteit uit AVI's in aanmerking kunnen komen voor teruggaaf van de REB. Voorwaarde is dat een convenant met de sector wordt gesloten om het energierendement van de installaties te verbeteren.

Brandstoffenbelasting (BSB)

De brandstoffenbelasting uit de Wet belastingen op milieugrondslag is een brede belasting op brandstoffen. Naast de minerale oliën zijn ook aardgas, kolen, restbrandstoffen en kolenvergassingsgas belast. In de BSB is al het brandstofverbruik belast, ook het grootverbruik. Wel geldt er een verlaagd tarief voor aardgasverbruik boven de 10 mln m³, en is het gebruik van industriële restbrandstoffen binnen de eigen inrichting (voorlopig tot 2003) vrijgesteld. In de BSB zijn de inputs voor elektriciteitsproductie belast, zodat de BSB ook doorwerkt in de elektriciteitsprijzen. De tarieven van de BSB hebben evenals de REB, in tegenstelling tot de accijnzen, een milieugrondslag. Ze zijn voor 50% gebaseerd op de energie-inhoud, en voor 50% op de koolstofinhoud van de brandstoffen. De hoogte van de tarieven van de BSB is in vergelijking met de accijnzen en de REB laag. Voor benzine bijvoorbeeld is de BSB 2,5 cent per liter, en voor aardgas 2 cent per m³. Voor kolen is door het hoge koolstofgehalte het aandeel van de BSB in de prijs wel fors, omgerekend voor elektriciteitsproductie uit kolen ongeveer 1 cent per kWh. Voor de totale elektriciteitsproductie in Nederland betekent een verdubbeling van de BSB een toename van circa 0,4 cent/kWh.

NMP3 en optiedocument

In het NMP3 wordt een verhoging van de energiebelastingen (REB en/of BSB) met f 3,4 miljard aangekondigd, waarvan f 500 miljoen aan te wenden voor fiscale stimulering van energiebesparing en duurzame energie. In de Verkenning Belastingen in de 21^e eeuw zijn daarbij twee varianten gezien. In variant 1 worden zowel de BSB als de REB verdubbeld. In variant 2 wordt de REB voor het echte kleinverbruik (<5.000 m³ gas en < 10.000 kWh) verdrievoudigd. Een tussenvariant die ook f 3,4 miljard oplevert is het verhogen van de REB bij zijn huidige vormgeving met 150%. Deze tussenvariant fungeert bij enkele sectoren als basis voor de berekeningen in dit optiedocument. Daarnaast is in dit optiedocument een variant opgenomen waarin in de komende kabinetsperiode de REB en de BSB worden verdubbeld, gevolgd door een verdrievoudiging van de REB en de BSB in de kabinetsperiode daarna (2001-2005).

Op het terrein van de accijnzen op benzine en diesel wordt in het NMP3 een accijnsverhoging met 50 cent als optie opgevoerd, op voorwaarde dat de ontwikkelingen in de buurlanden dat mogelijk maken. Deze verhoging is als variant in dit optiedocument opgenomen.

4.2 Subsidies en fiscale regelingen

Het treffen van maatregelen ter beperking van de uitstoot van broeikasgassen kan bevorderd worden door het verlenen van financiële ondersteuning. Hieronder worden onderscheiden subsidies en fiscale regelingen.

Subsidies

Subsidies zijn rijksbijdragen ten laste van de rijksbegroting, die worden verstrekt op basis van een (wettelijke) regeling. Subsidieregelingen zijn met name geschikt om de toepassing van nieuwe technieken te bevorderen. Door de subsidievoorwaarden kan de regeling vrij specifiek werken. Voordeel van subsidieregelingen is dat ze positief door de doelgroepen worden gewaardeerd, en een belangrijke attentiewaarde hebben. Nadeel van subsidies is het beslag op de rijksmiddelen en het uitgavenkader, en het feit dat er ook van wordt geprofiteerd door diegenen die de maatregel ook zonder subsidie zouden hebben genomen (de zogenaamde free-riders).

De bestaande subsidies kunnen worden onderverdeeld in drie groepen. Op de *EZ-begroting* staan subsidies gericht op bevordering van zonneboilers, warmtepompen, warmtekrachtkoppelingssystemen, industriële energiebesparing en voor duurzame technologische ontwikkeling in het kader van het Ecologie, Economie en Technologie (EET)-programma. Ook de non-profit regeling, ingevoerd om non-profit instellingen die geen voordeel hebben van de Energie Investeringsaftrek (zie Fiscale Regelingen) te stimuleren om investeringen in energiebesparing te doen, heeft de vorm van een subsidie. De subsidieregelingen worden uitgevoerd door Novem en SENTER. In totaal gaat het om een bedrag van circa 60 miljoen f/jaar. Daarnaast zijn er *Europese programma's* gericht op energie-efficiency, R&D, en technische demonstratieprojecten. Ook subsidies vormen onderdeel van deze programma's. Het Nederlandse aandeel in

het totale budget van f 459 miljoen bedraagt circa f 40 miljoen. Tenslotte is er de f 1500 miljoen die het kabinet ter beschikking geeft gesteld voor *intensivering van het klimaatbeleid*. f 1 miljard hiervan wordt aangewend voor het CO₂-reductieplan, waarvan het grootste deel is ingezet voor investeringsprojecten op het gebied van energiebesparing en duurzame bronnen. De overige f 500 miljoen aan klimaatgelden is verdeeld over een zestal reductievelden, t.w. joint implementation met Midden- en Oost-Europa, overige broeikasgassen, CO₂-vastlegging in Nederlands bos, energiebesparing, verkeer en vervoer, en (nieuwe) schone en duurzame energiedragers. Terwijl het CO₂-reductieplan zich uitsluitend op investeringsprojecten richt is er bij de invulling van de resterende f 500 miljoen een mogelijkheid geboden om een deel van het budget aan te wenden voor organisatorische maatregelen, gedragsbeïnvloeding en R&D activiteiten.

Fiscale regelingen

Fiscale regelingen zijn voorzieningen in belastingwetten ter stimulering van bepaalde activiteiten. Te denken valt aan aftrekposten en lagere tarieven. Voordeel van fiscale regelingen is dat de financiële ondersteuning verkregen kan worden zonder extra gang naar een subsidieket. Nadeel van het generieke karakter van deze regelingen zijn de free-riders. Ander nadeel is dat van fiscale regelingen alleen die groepen kunnen profiteren die de betreffende belasting ook betalen. Niet belastingplichtigen, of belastingplichtigen die om één of andere reden niet afdragen kunnen er meestal niet van profiteren.

Willekeurige afschrijving milieu-investeringen (VAMIL-regeling)

Investeringen in bedrijfsmiddelen op de VAMIL-lijst mogen door een ondernemer op willekeurige wijze worden afgeschreven. De belastingbetaling kan hierdoor worden uitgesteld, hetgeen een rentevoordeel met zich meebrengt. Het financieel voordeel van de VAMIL hangt daarom af van de rentestand. De huidige lage rentestand werkt niet gunstig voor de effectiviteit van de VAMIL. In het NMP3 is aangegeven dat in het kader van fiscale compensatie voor bedrijven gekeken zal worden naar verruiming of invoering van een milieu-investeringsaftrek en een duurzame ondernemersaftrek.

Op de VAMIL-lijst staan in het energiehoofdstuk bedrijfsmiddelen ten behoeve van energiebesparing en duurzame energie. Voor deze bedrijfsmiddelen geldt ook de Energie-investeringsaftrek.

Energie investeringsaftrek (EIA)

De energie-investeringsaftrek maakt het voor ondernemers mogelijk om minimaal 40% van de kosten van bepaalde investeringen in energiebesparing of duurzame energie af te trekken van de belastbare winst. Hierdoor hoeft minder inkomsten- of vennootschapsbelasting te worden betaald. De Energielijst bepaalt welke bedrijfsmiddelen voor de EIA-regeling in aanmerking komen. Deze lijst bevat ruim 100 verschillende bedrijfsmiddelen die van belang zijn voor een doelmatig gebruik of duurzame opwek-

king van energie. Voor een deel van deze middelen geldt ook de bovengenoemde VAMIL-regeling

Groen Beleggen

Inkomsten uit beleggingen in groenfondslen zijn vrijgesteld van inkomstenbelasting. Een groenfonds is een fonds dat voor minimaal 70% belegt in groene projecten. Dit zijn projecten die door de overheid d.m.v. een groenverklaring als milieuvriendelijk zijn aangemerkt. Door groenfinanciering kunnen de uitvoerders van deze projecten geld lenen tegen relatief lage rente. Investeringsen in stadsverwarming, bossen en duurzame energie vallen onder deze regeling net als duurzaam gebouwde nieuwbouwwoningen (groene hypotheek). De regeling zou uitgebreid kunnen worden naar duurzame renovaties in de bestaande bouw.

Belastingdifferentiaties

Via differentiaties van belastingen kan een beperking van het gebruik van energie worden gestimuleerd. Fiscale maatregelen ter stimulering van de verkoop van zuinige personenauto's vormen een onderdeel van de EU Strategie ter beperking van de CO₂-uitstoot door personenauto's en ter verbetering van het brandstofrendement. In andere lidstaten van de EU, waaronder Denemarken, Oostenrijk, Italië en Duitsland, zijn reeds prikkels in de aankoopbelasting (in Nederland: de Belasting personenmotorvoertuigen, BPM) en/of de houderschapsbelasting (in Nederland: Motorrijtuigenbelasting, MRB) van personenauto's aangebracht om de verkoop van zuinige auto's te stimuleren (MRB-vrijstelling elektrische en hybride voertuigen en ook de reeds lang bestaande MRB-differentiatie naar gewicht heeft een energiebesparingseffect.) In hoofdstuk 4 zijn voor het reductieveld 'Energiebesparing verkeer' voorstellen voor Nederland opgenomen.

4.3 Regulering

Ten behoeve van het klimaatbeleid is regelgeving met name om het gebruik van energie te beperken sinds het begin van de jaren negentig sterk in ontwikkeling. Besproken worden de Wet milieubeheer, Bouwregelgeving en de Wet energiebesparing toestellen.

Wet milieubeheer

Energie-efficiency in milieuvergunningen en algemene regels

De Wet milieubeheer (Wm) biedt de mogelijkheid via milieuvergunningen of algemene maatregelen van bestuur (AMvB's), naast andere milieu-eisen, energie-eisen aan bedrijven te stellen. Bedrijven van zekere omvang zijn (milieu-) vergunningsplichtig. In de betreffende milieuvergunning kunnen eisen gesteld worden om het gebruik van energie te beperken. Verder zijn voor soorten (niet-vergunningsplichtige) inrichtingen nieuwe AMvB's op grond van de Wm in de maak, waarin eveneens voorschriften opgenomen worden met betrekking tot energie.

Bij het stellen van eisen in milieuvergunningen en AMvB's geldt het ALARA-principe (as low as reasonably achievable), zoals neergelegd in de Wm. Om te bepalen welke maatregelen 'redelijkerwijs kunnen worden geveerd', is bij energiebesparingsmaatregelen de terugverdientijd een centraal criterium. Recent is in de Nota Energiebesparing (april 1998) als uitgangspunt opgenomen dat maatregelen aan een proces, waarvoor een interne rentevoet van 15 procent of meer geldt, genomen dienen te worden. Dit komt overeen met een terugverdientijd van gemiddeld ca. 5 jaar (tot nu toe 3 à 5 jaar voor processen) bij een levensduur van 10 jaar.

Voor maatregelen aan bestaande gebouwen zullen nieuwe instrumenten worden geïntroduceerd, zoals de Energieprestatiekeuring (EPK). Bij utiliteitsbouw wordt hierbij, naast maatregelen aan de schil van het gebouw en verwarmingsinstallatie, gedacht aan gedrags/gebruiks/ beheerselementen als invulling van de zogenoemde zorgplicht uit de Wm. Naar verwachting zal het systeem zodanig worden ingericht dat, indien een utiliteitsgebouw en het gebruik daarvan voldoet aan de EPK, ervan wordt uitgegaan dat voldaan wordt aan energie-eisen uit de Wm.

Indien bedrijven vallen onder Meerjarenaafspraken (MJA's) die met het Ministerie van Economische Zaken op het gebied van energie gemaakt zijn, worden deze afspraken en het nakomen daarvan als maatgevend beschouwd bij de benadering van deze bedrijven door het bevoegd gezag. Novem vervult een adviserende en toetsende rol met betrekking tot de MJA's. De meeste MJA's lopen in 2000 af, verlenging ervan is voorzien.

Over energy-efficiency-eisen in vergunningen kan nog het volgende worden opgemerkt. Jurisprudentie maakt duidelijk dat het stellen van energie-eisen in vergunningen geen vrijblijvende zaak is. Als er sprake is van energieverbruik van enige omvang en energie-eisen ontbreken, kan de vergunning door de rechter worden vernietigd. De vergunningsverlening op het onderwerp energie verkeert echter nog in een 'aanloopfase'. Extra ondersteuning van gemeenten en provincies is voorzien, opdat energie-eisen als standaard-onderdeel van de vergunning vorm kunnen krijgen.

Op stapel staan AMvB's voor de volgende 18 bedrijfstakken: Detailhandel en ambachtsbedrijven, horeca-, sport- en recreatieinrichtingen, woon- of verblijfsgebouwen, textielreinigingsbedrijven, voorzieningen en installaties, op- en overslagbedrijven, inrichtingen voor motorvoertuigen, bouwnijverheid, kleinschalige opslag (vloei)stoffen, LPG-tankstations, tankstations, bedekte teelt, vaste mestopslag, melkrundveehouderij, akkerbouwbedrijven, mestbassins, kleinschalig houden van dieren, jachthavens.

De AMvB horeca-, sport- en recreatieinrichtingen treedt als eerste op 1 oktober 1998 in werking. In lijn met het vergunningenspoor worden in de AMvB's energie-eisen gesteld in relatie tot de terugverdientijd. Het bevoegd gezag handhaaft de AMvB's en kan eventueel aanvullende eisen stellen. Doorgaans is de gemeente het bevoegd gezag.

Overige broeikasgassen

Naast de mogelijkheden voor energiebesparing biedt de Wet milieubeheer ook mogelijkheden om in milieuvergunningen en AMvB's emissie-eisen te stellen aan overige broeikasgassen. Op dit moment worden er nog geen emissie-eisen voor overige

broeikasgassen gesteld. Wel is in het Stortbesluit Wet milieubeheer een verplichting opgenomen om emissies van methaan -in de vorm van stortgas uit de vuilstortplaats- te voorkomen, dan wel te beperken.

Bouwregelgeving

In de Woningwet en het Bouwbesluit zijn eisen gesteld aan de energiezuinigheid van gebouwen. Bij nieuwbouw moet de Energieprestatienorm (EPN) worden nageleefd. Deze norm is ook van toepassing zodra een verbouwing aan een bestaand gebouw plaatsvindt. Om de EPN na te leven, moet een energieprestatiecoëfficiënt (EPC) worden gerealiseerd. Aan de EPC kan op verschillende manieren worden voldaan, bijvoorbeeld door isolatie, toepassing van energiezuinige verwarmingsapparatuur, toepassing van zonne-energie. De keuze van maatregelen om aan de EPC te voldoen is aan de bouwer/architect.

Daarnaast is ook het instrument Energieprestatie op locatie (EPL) in ontwikkeling. Zoals de EPN inzicht geeft in de energieprestatie van een gebouw, wordt met een EPL -waarde uitgedrukt welke energieprestatie er op het niveau van een (woon-)wijk wordt gerealiseerd. In de EPL wordt het effect van de energiebesparende voorzieningen aan de energie-infrastructuur op wijkniveau tot uitdrukking gebracht. Daarbij kan het bijvoorbeeld gaan om het effect van de aanleg van een warmte-distributiesysteem voor het gebruik van restwarmte, toepassing van zonnecollectoren op wijkniveau, etc.

In de Woningwet is een aanschrijvingsbevoegdheid opgenomen. Gemeenten kunnen door middel van een aanschrijving de eigenaren van bestaande woningen dwingen om energiebesparende maatregelen aan te brengen.

Hiervoor is al het instrument Energieprestatiekeuring (EPK) voor de bestaande bouw genoemd als nieuw instrument. Conform de plannen van de Energiebesparingsnota zou de EPK eerst op vrijwillige basis en later (in het jaar 2004) mogelijk als een verplicht keurmerk kunnen gaan gelden voor bestaande gebouwen.

Wet energiebesparing toestellen

Op grond van de Wet energiebesparing toestellen (WET) kunnen energy-efficiency-eisen worden gesteld aan apparaten en toestellen. Ook andere eisen, zoals labelling, kunnen op grond van de WET worden gesteld. Tot nog toe zijn op basis van de WET eisen gesteld aan het rendement van verwarmingstoestellen en koel- en vriesapparatuur, en zijn labellingseisen gesteld aan cv-ketels, koel-vriesapparatuur en wasmachines. De eisen vloeien voort uit EG-richtlijnen.

4.4 Convenanten

Door de overheid is binnen het milieubeleid vanaf het begin van de jaren negentig gebruik gemaakt van het instrument convenanten. De centrale gedachte daarbij is om de verantwoordelijkheid voor het treffen van maatregelen deels bij de uitvoerders te leggen. De rijksoverheid stelt normen en doelstellingen vast maar laat de wijze van invulling aan de uitvoerders over (zelfregulering binnen kaders).

Voorbeelden zijn de brede milieuconvenanten met de basismetalaalindustrie en de chemie, het verzuringsconvenant met de elektriciteitsproductiesector en de Integrale Milieu Taakstelling met de glastuinbouw en de grafische en metaalelectro industrie.

Sinds 1992 worden in het kader van het energiebesparingsbeleid voor de industrie en andere sectoren (commerciële en non-profit dienstverlening, energieconversie en agrarische sectoren) meerjarenafspraken gemaakt over energiebesparing (MJA's). Het betreft vrijwillige afspraken tussen de Minister van Economische Zaken en een sector in het bedrijfsleven over het leveren van een inspanning om de energie-efficiency binnen een overeengekomen periode met een specifiek percentage te verbeteren. In totaal zijn er per 1 december 1997, 29 MJA's met de industrie afgesloten en 9 met andere sectoren. De verbetering van de energie-efficiency die in de afspraken is opgenomen bedraagt gemiddeld 20% over de periode 1989-2000.

De MJA-aanpak houdt in dat het economisch besparingspotentieel wordt geïnventariseerd en dat toegetreden bedrijven een energiebesparingsplan opstellen waarin een planning wordt gemaakt voor de uitvoering van rendabele maatregelen. De resultaten per bedrijf worden jaarlijks gemonitord. Ook wordt jaarlijks gerapporteerd over de resultaten per MJA en voor alle MJA's gezamenlijk.

Over de periode 1989-1995 heeft een evaluatie van het instrument Meerjarenafspraak plaatsgevonden. Gesteld mag worden dat het een instrument betreft waarmee de overheid de afgelopen periode veel ervaring heeft opgedaan. Over het algemeen is de ervaring positief. Doelen worden in de meeste gevallen gehaald en bedrijven zien de afspraken veelal als een resultaatsverplichting. De aandacht voor milieu en energiebesparing neemt structureel toe en de vrijheid in de wijze van uitvoering wordt als positief en stimulerend ervaren.

4.5 Systeem voor verhandelbare reductierechten (VRR) voor CO₂

De technische mogelijkheden om maatregelen te treffen en de economische ruimte om de kosten van maatregelen te financieren kunnen per sector sterk verschillen. Voor met name de exposed sector geldt dat zij niet in staat is om de kosten van CO₂-beleid in haar prijzen te verrekenen. Deze prijzen komen immers tot stand op de internationale markt. Door dit verschijnsel kan in Nederland de situatie ontstaan dat reducties met relatief lage kosten bij de exposed sector blijven liggen terwijl bij de andere sectoren, waaronder de huishoudens, maatregelen worden getroffen die

aanmerkelijk duurder zijn. Een systeem van kostenverevening biedt dus belangrijke kostenvoordelen en een systeem van verhandelbare reducties kan hierin voorzien.

Verhandelbare CO₂-reductierechten

Een systeem voor verhandelbare reductierechten houdt in dat vanuit de nationale optiek aantrekkelijke maatregelen bij de energie-intensieve en internationaal concurrerende bedrijven (de exposed sector), door andere bedrijven en huishoudens (de sheltered sector) worden gefinancierd. Reducties kunnen in dit systeem worden verhandeld via reductiecertificaten. Reductiecertificaten vertegenwoordigen de waarde van de betreffende maatregelen, uitgedrukt in tonnen vermeden CO₂-emissie.

Slechts maatregelen die niet via andere weg tot stand komen (bijv. benchmarking, meerjarenafspraken of milieuvergunning), komen voor certificering, en daarmee verhandelbaarheid, in aanmerking. Intermediaire organisaties zijn nodig om de verhandelbaarheid te kunnen implementeren. Hierbij kan gedacht worden aan instellingen ten behoeve van de certificering (certificatie-instelling) en een instelling waar de transacties, en controle daarop plaatsvindt (een clearinghouse).

Stimulering van de handel in verhandelbare reductierechten

Hieronder worden drie verschillende mogelijkheden om de handel in reductiecertificaten te stimuleren geschetst.

De eerste mogelijkheid is om een koppeling te leggen met de *Regulerende Energiebelasting (REB)*. De huidige REB wordt door energiedistributiebedrijven afgedragen aan de fiscus voor de energie die zij leveren aan kleinverbruikers. De energiedistributiebedrijven dragen deze REB vervolgens af aan de fiscus. Er zou een systeem geïntroduceerd kunnen worden waarbij het in bezit hebben van reductiecertificaten aftrekbaar wordt gemaakt van de afdracht van de REB. De energiebedrijven krijgen daarmee een financieel voordeel en dit wordt de drijvende kracht om de eerdere geschetste maatregelen tot stand te brengen. Bij de huidige REB zou het voordeel ruim 50 gulden per ton vermeden CO₂ zijn. Bij verdubbeling van de REB zou het voordeel twee keer zo groot worden.

Een tweede mogelijkheid is het instellen van *CO₂-emissieplafonds* voor bepaalde sectoren. Behalve door het treffen van eigen maatregelen kunnen deze sectoren aan het plafond voldoen door het kopen van voldoende reductiecertificaten. Dit verschaft deze sectoren flexibiliteit, en waarborgt een kosteneffectieve realisatie van de emissiereductie.

Een derde mogelijkheid is *klimaatcompensatie* van producten. CO₂-emissies die samenhangen met producten kunnen worden gecompenseerd door maatregelen elders. Bijvoorbeeld een supermarkt-keten kan vanwege een groen-imago de CO₂-emissie van haar activiteiten en producten compenseren door de aanschaf van reductiecertificaten.

4.6 EU Common and Co-ordinated Policies and Measures

Een gedeelte van de maatregelen kan eigenlijk alleenof in andere gevallen effectiever op Europees niveau worden genomen. Binnen de EU krijgen de 'Common and Co-ordinated Policies and Measures' op klimaatsterrein (EU CCPM's) steeds meer aandacht, met name vanwege het feit dat voor diverse lidstaten dergelijke maatregelen een noodzakelijke voorwaarde zijn om hun bijdrage onder de EU Burden Sharing te kunnen realiseren. Vanuit de verschillende raden is de Commissie gevraagd om met concrete voorstellen te komen. Door de Commissie is onlangs een Mededeling aan de Raad en het Europees Parlement gepresenteerd, waarin een EU Post-Kyoto strategie wordt neergezet. Hieronder wordt per beleidsterrein de actuele stand van zaken kort samengevat en worden de voorstellen voor communautaire maatregelen besproken.

Beleidsterreinen

Energiesector

In recente documenten van de Commissie zijn beleidsvoorstellen gedaan, te weten de Mededelingen over WKK, over energie-efficiëntie en het Witboek over duurzame energie. De Energieraad van mei 1998 heeft de volgende prioriteiten genoemd die lidstaten ter hand zouden moeten nemen, te weten:

- Een reductie van emissies in de industrie- en de elektriciteitssector door verandering in de samenstelling van het brandstofinzetpakket, verbetering van het energie-conversie-rendement en meer gebruik van WKK. Mogelijke instrumenten zijn vrijwillige afspraken met de industrie, technologie-aankoopbeleid, en meer informatie en budget voor EU-programma's.
- Met betrekking tot energiebesparing gelden als bijzondere prioriteiten de gebouwde omgeving, huishoudelijke apparaten en kantoorapparatuur, vrijwillige afspraken met de industrie, de bevordering van energie-diensten, verbeterde informatie, gedragsverandering en de verdere ontwikkeling van het financieel instrumentarium.
- De bevordering van concurrerende duurzame energie in alle sectoren van de economie; de bedoeling is het aandeel duurzaam in het EU energiegebruik in 2012 te hebben verdubbeld. Verder bevordering van de toegang voor gebruikers van duurzame energie tot het nationale net, toenemende steun voor biomassa in het kader van het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid, meer nadruk op duurzame energie en verbetering van energie-efficiëntie in de EU structuurfondsen en Altener II.
- Vermindering en afschaffing van subsidies op fossiele brandstoffen; wijziging van subsidies, fiscale faciliteiten en regelgeving die haaks staan op een efficiënt gebruik van energie.

Transportsector

In de Mededeling over Transport en CO₂ is een reeks van prioriteiten opgesomd, te weten:

- maatregelen om emissies van personenauto's te reduceren,
- maatregelen om tot betere prijsstelling in de transportsector te komen,
- de voltooiing van de interne markt in het vervoer per spoor,
- de integratie van de verschillende 'modes of transport', zowel in het vrachtvervoer als in het personenvervoer,
- door de Commissie zal worden gerapporteerd aan de Raad van de ministers van Financiën over de huidige vrijstelling van accijnzen op kerosinegebruik voor EU interne vluchten.

Met betrekking tot de internationale luchtvaart heeft de Commissie onlangs een mededeling uitgebracht waarin het werkprogramma van de VN-luchtvaartorganisatie ICAO gericht op emissiereductie, wordt ondersteund.

Landbouwsector

In deze sector hangen de belangrijkste acties samen met de Agenda 2000. In deze sector moet nog meer analyse plaatsvinden m.b.t. de toekomst van de agrarische sector als wel met betrekking tot de bestaande en voorgestelde maatregelen voor plattelandsontwikkeling. Beleidsopties zijn:

- intensief onderzoek in het kader van het Vijfde Onderzoeks Kader Programma,
- gebruik van geschikte bosbouwmaatregelen op het gebied van plattelandsontwikkeling,
- mogelijkheden voor het bevorderen van duurzame energiegewassen in het kader van vrijwillige braaklegging en plattelandsontwikkeling,
- gebruik te maken van het kader voor plattelandsontwikkeling om methaanemissies te reduceren van dierlijke mest en meer onderzoek ter verbetering van dierlijk voedsel,
- met betrekking tot lachgas emissies wordt verwacht dat de prijsverlagingen voorgesteld in Agenda 2000 zullen leiden tot een verminderd gebruik van kunstmest. Verder wordt voorzien in toenemende steun voor beter gebruik van kunstmest.

Industrie sector

Naast CO₂-reductie speelt in deze sector ook reductie van lachgas en de nieuwe drie gassen.

4.6.2 Communautaire maatregelen

De communautaire maatregelen (maatregelen waarover op EG-niveau besluitvorming vereist is) en acties die momenteel lopen zijn:

- Richtlijnvoorstel voor de belasting van energieproducten (verhoging en verbreding accijnsniveau's).
- Herzien richtlijnvoorstel voor Integrated Resource Planning.
- Richtlijn voor het storten van afval (inclusief afvangen stortgas).
- Commissie komt met pakket voorstellen zoals aangekondigd in de Mededeling over brandstofefficiëntie van personenauto's. In dit verband wordt een vrijwillige afspraak met de EU auto-industrie onderhandeld.

- Zoals aangekondigd in de Mededeling over verbetering van de energie-efficiëntie zal de Commissie met voorstellen komen m.b.t. isolatie, certificatie van gebouwen, bemetering van energiegebruik en inspecties van boilers, zowel voor bestaande als nieuwe gebouwen.
- De Commissie zal komen met een voorstel voor een geharmoniseerd EU kader met betrekking tot elektriciteit geproduceerd met gebruik van duurzame energie.
- De Commissie zal komen met een richtlijnvoorstel op elektrisch en elektronisch afval teneinde HFK emissies te reduceren.
- Binnen het bestaande SAVE II programma gericht op verbetering van energie-efficiency voor elektrische producten is de Commissie in overleg met een aantal industriële sectoren (verlichting, TV's, video-recorders en kantoorapparatuur).
- Met betrekking tot de optie om vrijwillige afspraken te maken met grote emittenten van broeikasgassen is de Commissie momenteel in overleg met de producenten van bestrijdingsmiddelen om o.a. het energiegebruik te reduceren.
- Het Vijfde Kader Programma voor R&D zal leiden tot meer aandacht voor schone technologieën. Door de Milieuraad van juni 1998 wordt aan de Commissie gevraagd om bij de uitwerking van het kaderprogramma te garanderen dat een maximale bijdrage wordt geleverd aan het EU klimaatbeleid.
- Gepland is voor het einde van 1998 een evaluatie van de richtlijn van 1992 betreffende verkeersveiligheid, met name in termen van snelheidscontrole van zware vrachtwagens.
- Verzoek van de Milieuraad van juni 1998 aan de Commissie om te komen met:
 - een voorstel voor labelling van brandstofefficiëntie van personenauto's,
 - voorstellen betreffende de vermindering van subsidies op fossiele brandstoffen,
 - een aanvullend programma m.b.t. o.a. labelling en normstelling voor apparaten,
 - een Europees programma voor bevordering van toepassing van nieuwe energie-efficiënte technieken en technologieën,
 - opties voor lachgas reductie bij gebruik van autokatalysatoren te onderzoeken,
 - tot een kader voor communautair/nationaal beleid betreffende fluorverbindingen (HFK's, SF₆ en PFK's).
- Herhaald verzoek van de Milieuraad aan de Commissie om te komen met een uitgewerkt actieplan om methaan-emissies te reduceren.

Verder heeft Nederland in Brussel het belang benadrukt om te komen tot goede afstemming tussen het gebruik van het instrument Joint Implementation en de EU-regels voor staatssteun, opdat JI doeltreffend kan worden ingezet door lidstaten.

5. ENERGIEBESPARING VERKEER

Voor de doelgroep verkeer en vervoer zijn drie opties doorgerekend die haalbaar worden geacht of die momenteel beleidsmatig in de aandacht staan. Het zijn opties gericht op a) minder personenautogebruik ten opzichte van het referentieniveau, b) een zuiniger personenautopark ten opzichte van de referentie, en c) een snelheidsverlaging en zuiniger rijgedrag binnen zowel het personen- als goederenwegvervoer ten opzichte van de referentie. De emissiereductie-effecten zijn afgezet tegen het GC-referentieniveau in 2010. In de referentie is het huidige vastgestelde beleid 'sober' meegenomen. In de referentie is geen rekeningrijden verondersteld omdat een concrete invulling ten tijde van het schrijven van de Nationale Milieuverkenning 4 ontbrak. De ontwikkelingen in de brandstofaccijnzen zijn in de referentie conform 'Samen werken aan bereikbaarheid' (V&W, 1996a). Verondersteld is dat de openbaar-vervoers-tarieven in GC stijgen met 0,5% per jaar (reëel). Verondersteld is verder een beperkte mate van implementatie van het in de nota 'Samen werken aan bereikbaarheid' voorgestelde flankerende (volume)beleid. Het gaat hierbij om een beperktere implementatie van het locatiebeleid, het vervoermanagement en het parkeerbeleid. Bij het goederenvervoer is in de referentie verondersteld dat de overheid een ondersteunende rol speelt bij de verbetering van de efficiency in het wegverkeer, evenals bij het stimuleren van het vervoer per spoor en binnenschip (ten koste van het goederenwegvervoer), conform de nota 'Transport in balans' (V&W, 1996b).

5.1 Minder autokilometers

Het personenautogebruik heeft in 2010 (GC-referentie) een aandeel van ruim 50% in de CO₂-emissie van het wegverkeer. Deze optie beoogt te bewerkstelligen dat in 2010 de CO₂-emissie ten opzichte van de referentie afneemt door daling van de personenautokilometers ten opzichte van het niveau met huidige beleid (GC-referentie). Er worden hierbij vier beleidsvoornemens op effecten doorgerekend:

1. Accijnsverhoging: a) van 50 ct. per liter op diesel en benzine en 39 cent per liter op LPG ingaande 1999 of b) 50 ct. per liter op diesel en benzine en 35 cent per liter op LPG ingaande 2003. Dit zijn reële stijgingen.
2. Rekeningrijden: in de spits rond de vier grote stadsgewesten. Rekeningrijden is in de eerste plaats een maatregel om congestie te bestrijden, en geen milieumaatregel.
3. Beperking korte autoritten (<5 km). Er is een 'what-if'-analyse uitgevoerd: wat is het emissiereductie-effect indien beleid erin slaagt 10% van de korte ritten (<5 km) met de auto te vervangen door onder andere fietsen?
4. Fiscale maatregelen: a) geleidelijk afschaffen van het reiskostenforfait, b) verhogen van het autokostenforfait van 20 naar 30%, c) verlaging van de vergoeding van zakelijke kilometers met privé-auto van 60 ct. naar 30 ct.

Invoering van de accijnsverhoging heeft twee effecten, namelijk minder personenauto-kilometers en zuiniger voertuigen. Dit tweede effect wordt behandeld in de volgende optie 'zuiniger personenauto's'. Deze twee opties zijn zover mogelijk gesplitst maar gezien de sterke samenhang is dit niet altijd mogelijk geweest.

Reductie in 2010

In Tabel 3.1 worden de emissiereducties ten gevolge van 'minder personenauto kilometers' weergegeven. De kosteneffectiviteit wordt weergegeven van de nationale kosten en van de eindverbruikerskosten.

Tabel 5.1 *Emissiereductie, kosteneffectiviteit en lasten van minder autokilometers*

	Effect 2010 [Mton CO ₂ -reductie]	Kosten- effectiviteit Nat. kosten 2010 [f/ton CO ₂]	Kosten- effectiviteit eindverbruiker 2010 [f/ton CO ₂]	Niveau van lasten t.o.v. referentie 2010 [mln f]
1a Accijnsverhoging (50 ct./l benzine en diesel, 39 ct./l voor LPG vanaf 1999)	1,2	-300	-850	4900 ¹⁾
1b Accijnsverhoging (50 ct./l benzine en diesel, 35 ct./l voor LPG vanaf 2003)	1,2	-300	-850	5400 ¹⁾
2 Rekening rijden	0,2	²⁾	²⁾	²⁾
3 Beperking korte autoritten (<5 km)	0,2	niet bekend	niet bekend	niet be- kend
4 Fiscale maatregelen woon- werk en zakelijk autogebruik	0,3	-250	-850	-50

¹⁾ De hogere afdracht van accijnzen en BTW door de personenauto-, bestelauto- en vrachtwagen gebruikers in 2010 ten opzichte van het referentieniveau.

²⁾ Kosten voor rekeningrijden zijn niet toegerekend aan CO₂-emissiereductie.

Instrumenteerbaarheid

Nederland kan formeel zelfstandig de accijnzen verhogen, maar Europese afstemming lijkt wel noodzakelijk, bijvoorbeeld om allerlei wegleffecten bij de grens te voorkomen en om de Nederlandse pomphouders in de grensstreek te ontzien. Rekeningrijden kan door Nederland zelfstandig worden ingevoerd. Er is in een 'what-if'-analyse vanuit gegaan dat 10% van de verplaatsingen met de auto korter dan 5 km vervangbaar is door onder andere fietsverkeer (zie Louise et al., 1993). Dit zal een grote beleidsinspanning vergen. Voor de fiscale aanpassingen in de woon-werk- en zakelijke autosfeer zijn wetswijzigingen noodzakelijk.

Implementatietempo

De reductie van het autogebruik is voor beide accijnsvarianten (invoer in 1999 of in 2003) gelijk aangezien dit een gedragsverandering is die direct plaatsvindt. Invoering van rekeningrijden in 1999 of in 2003 zal nauwelijks verschil opleveren in het reductie-effect in 2010. Het beleid 'beperking van korte ritten' is nog niet concreet genoeg

om iets te kunnen zeggen over effecten van het implementatietempo en de mate van realisatie.

Kosten

Accijnsverhoging: nationale kosten

De voorgestelde accijnsverhogingen leiden ten opzichte van het niveau in de referentie tot minder personenautogebruik en daarmee tot een besparing op brandstofkosten (bij de nationale kosten, dus exclusief de heffingen, zie paragraaf 3.2).⁵ De besparing op brandstofkosten is in de 'invoering vanaf 1999'-variant ongeveer 750 mln gulden (prijzen 1995), waarvan 375 miljoen gulden door afname van de voertuigkilometers en 375 mln door het ontstaan van een zuiniger voertuigpark. In de 'invoering van 2003'-variant is de besparing op brandstofkosten circa 550 mln guldens (prijzen 1995), waarvan ook 375 miljoen gulden door afname van de voertuigkilometers en 175 mln door het ontstaan van een zuiniger voertuigpark.

Accijnsverhoging: eindverbruikerskosten en lasten

Conform de definitie van dit rapport (zie paragraaf 3.1) wordt in de eindverbruikersbenadering de kosten bepaald van het effect van de besparingsmaatregel zoals de eindverbruiker ze ervaart, dus in dit geval inclusief de accijnzen. Er wordt geen rekening gehouden met terugsluizing. De besparing op brandstofkosten (dus inclusief accijns) is in de 'invoering vanaf 1999'-variant ongeveer 2100 mln gulden (prijzen 1995), waarvan 1050 miljoen gulden door afname van de voertuigkilometers en 1050 mln door het ontstaan van een zuiniger voertuigpark. In de 'invoering van 2003'-variant is de besparing op brandstofkosten circa 1600 mln guldens (prijzen 1995), waarvan ook 1050 miljoen gulden door afname van de voertuigkilometers en circa 500 mln door het ontstaan van een zuiniger voertuigpark. Pomphouders lopen door de invoering van de heffing ruwweg 50-80 miljoen gulden aan inkomsten (brandstof- en shopverkopen) mis (gebaseerd op NEI (1998), waarin een schatting is gemaakt voor het verlies aan inkomsten van 45 miljoen per jaar van de per 1 juli 1997 doorgevoerde accijnsverhoging).

Door de accijnsvoorstellen nemen de lasten van de automobilisten ten opzichte van de referentie toe (zie laatste kolom in tabel 1). Ten opzichte van het referentieniveau gaan de personenautomobilisten met deze voorstellen circa 2,3 miljard gulden in 2010 meer aan heffingen en btw betalen bij invoering in 1999, gebruikers van vrachtwagens en bestelauto's betalen 2,6 miljard meer aan heffingen. Voor invoering in 2003 zijn deze bedragen respectievelijk 2,8 en 2,6 miljard.

Accijnsverhoging: overheid

De extra inkomsten van de overheid zijn gelijk aan de hogere lasten voor de automobilist (zie hierboven). Daarnaast loopt de overheid naar schatting 250-400 miljoen gulden mis aan inkomsten door grenseffecten (gebaseerd op NEI, 1998).

⁵ Ook kosten gepaard gaand met het verlies aan voertuigkilometers kunnen berekend worden (verlies aan consumentensurplus, als benadering voor het verlies dat de consument ervaart om minder voertuigkilometers te kunnen maken). Het verlies aan consumentensurplus bedraagt ongeveer 300 mln gulden per jaar.

Fiscale maatregelen

De fiscale maatregelen leiden voor de automobilisten enerzijds tot hogere lasten (orde van grootte 200 miljoen gulden). Anderzijds leiden de maatregelen tot besparing op brandstofkosten (orde van grootte 250 miljoen gulden). De fiscale maatregelen in woon-werk-verkeer en het zakelijk autogebruik leiden tot minder aftrekposten bij de burger en daarmee tot hogere belastingopbrengsten voor de overheid. Daarnaast loopt de overheid inkomsten mis door lagere accijnsopbrengsten. Het netto saldo voor de overheid is ongeveer 50 miljoen gulden.

Rekeningrijden

De kosten van rekeningrijden kunnen beter worden toegerekend aan het doel, namelijk congestievermindering. Aangezien CO₂-emissie-reductie een neveneffect is worden hieraan geen kosten toegerekend. De kosten voor het beleid 'beperking korte ritten' zijn sterk afhankelijk van de te nemen maatregelen.

Maatschappelijk draagvlak

Het voeren van prijsbeleid blijkt in de praktijk niet eenvoudig. De maatschappelijke weerstand tegen prijsbeleid is groot. Onderzoek van Verhoef et al. (1996) geeft aan dat de acceptatie van rekeningrijden door de automobilisten sterk afhangt van de verdeling van de opbrengsten. De acceptatie verbetert als de opbrengsten worden gebruikt voor investeringen in de weginfrastructuur ter vergroting van de capaciteit of voor vermindering van de jaarlijkse vaste kosten van het autobezit. Naar aanleiding van het argument dat prijsbeleid 'asociaal' zou zijn kan, op basis van verschillende onderzoeken (Bleijenberg, 1993; Renes en Schmidt-Reps, 1995), worden geconcludeerd dat de kosten van het autogebruik als gevolg van diverse vormen van prijsbeleid sterker toenemen voor hogere inkomens dan voor lagere inkomens. Wanneer de extra opbrengsten voor de overheid worden teruggesluisd via de loon- en inkomstenbelasting gaan de lagere inkomens erop vooruit (Geurs en van Wee, 1997).

Over het politiek draagvlak kan op basis van de verkiezingsprogramma's worden opgemerkt dat alleen GroenLinks een eenzijdige accijnsverhoging voorstelt, terwijl CDA een accijnsverhoging voorstelt samen met buurlanden. PvdA en D66 zijn voor rekeningrijden in spits en Randstad, GroenLinks stelt ook rekeningrijden voor buiten de spits. CDA en VVD doen geen voorstellen over rekening rijden. CDA en VVD kiezen niet voor rekeningrijden maar voor 'pay lanes'.

Overige relevante aspecten

Door de heffingen en de beperking van korte ritten zullen naast CO₂-emissies ook andere emissies afnemen. Voor de maatregel 'beperking van korte ritten' geldt dat de emissiereductie voor NO_x, PM₁₀ en VOS relatief groot is omdat het aandeel van de 'relatief vieze' kilometers met koude en zich nog opwarmende motor relatief groot is in deze ritjes. Een schatting van de reductie is: 3 kton NO_x, 0,2 kton PM₁₀ en 4 kton VOS in 2010.

Gevoeligheid van de uitkomsten t.a.v. toekomstige ontwikkelingen

De mogelijkheid om accijnsverhogingen in te voeren, is sterk afhankelijk van Europese onderhandelingen. De mogelijkheden van het beleid gericht op 'beperking van korte ritten met de auto' zullen pas duidelijk worden wanneer dit beleid verder wordt uitgewerkt.

5.2 Zuiniger autokilometers

De optie beoogt te bewerkstelligen dat in 2010 zuiniger personenauto's in het park zijn opgenomen ten opzichte van het niveau met huidige beleid (GC-referentie). Er worden hierbij zes beleidsvoornemens op effecten doorgerekend:

- *Accijnsverhoging*

Prijsverhogingen van brandstoffen door accijnsverhogingen leiden tot minder autokilometers ten opzichte van de referentie (zie optie 'minder autokilometers') én ze beïnvloeden het aankoopgedrag van mensen: ze zullen gemiddeld zuiniger auto's aanschaffen. In deze optiebeschrijving is het effect van het kopen van zuiniger auto's ten opzichte van de referentie meegenomen.

- *Energie-etikettering*

Energie-etikettering van nieuwe personenauto's behelst de verplichting voor autodealers en fabrikanten om potentiële kopers door middel van een etiket en informatie in verkoopbrochures over het brandstofverbruik van nieuwe personenauto's te informeren.

- *Differentiatie van de BPM naar brandstofverbruik*

Dit instrument wil de tarieven van de BPM van nieuwe personenauto's differentiëren naar de relatieve zuinigheid van voertuigen in hun grootteklasse. VROM stelt als voorbeeld voor om een korting of toeslag op de BPM door te voeren van 100 gulden per g/km CO₂ onder of boven de referentiewaarde. Stel de referentie voor CO₂-uitstoot van een bepaalde klasse nieuwe auto's is 170 g/km, dan wordt de BPM voor nieuwe auto's met een emissiefactor van 180 g/km met 1000 gulden verhoogd. Het instrument beoogt dus niet de aanschaf van kleinere auto's te stimuleren en/of van grote auto's te ontmoedigen. Het wordt voor fabrikanten en importeurs aantrekkelijk om binnen elke grootteklasse van auto's relatief zuinige auto's op de markt te brengen, omdat verwacht kan worden dat deze auto's voor de consument door verlaging van de BPM aantrekkelijker is geworden.

- *Grondslag houderschapsbelasting (voorheen MRB) voor personenauto's op basis brandstofverbruik*

Momenteel is de grondslag van de houderschapsbelasting (vanaf nu toch MRB genoemd) op het gewicht van een voertuig gebaseerd. Bij invoering van dit instrument wordt vanaf een bepaalde datum voor nieuwe personenauto's de MRB afhankelijk van het brandstofverbruik gesteld. Het effect van dit instrument wordt lager ingeschat dan het instrument 'Differentiatie van de BPM naar brandstofverbruik', omdat a) consumenten zich bij aanschaf waarschijnlijk meer laten leiden door de catalogusprijs dan door het niveau van de jaarlijkse vaste lasten, b) door de sterke correlatie tussen het verbruik en het gewicht is het verschil met het huidige systeem niet groot, c) het instrument grijpt veel minder in op de aanbodkant.

- *Beleid gericht op verhogen bandenspanning*
Dit instrument behelst afspraken met de garagebranche om de bandenspanning van personenauto's te verhogen en om in de jaarlijkse APK-keuring deze spanning te controleren en op peil te houden. Het verhogen van de bandenspanning verlaagt de rolweerstand en daarmee het brandstofverbruik.

Reductie in 2010

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de emissiereductie en kosten van zuiniger autokilometers in 2010.

Tabel 5.2 *Emissiereductie, kosteneffectiviteit en lasten van zuiniger autokilometers*

	Effect 2010	Kosten-effectiviteit Nat. kosten 2010	Kosten-effectiviteit Eindverbruiker 2010	Niveau van lasten t.o.v. referentie 2010
	[Mton CO ₂ -reductie]	[f/ton CO ₂]	[f/ton CO ₂]	[mln f]
1a Accijnsverhoging (50 ct./l benzine en diesel, 39 ct./l voor LPG vanaf 1999)	1,2	-300	-850	4.900 ¹⁾
1b Accijnsverhoging (50 ct./l benzine en diesel, 35 ct./l voor LPG vanaf 2003)	0,6	-300	-850	5.400 ¹⁾
2 Energie-etikettering	0,2	-300	-850	-200
3 Differentiatie van de BPM naar brandstofverbruik	1	-300	-850	-850
4 Grondslag MRB voor personenauto's op basis brandstofverbruik	0,3	-300	-850	-250
5 Verhogen bandenspanning	0,3	-300	-850	-250
Totaal ²⁾	2			

¹⁾ De hogere afdracht van accijnzen en BTW door de personenauto-, bestelauto- en vrachtwagengebruikers in 2010 ten opzichte van het referentieniveau.

²⁾ Opgebouwd uit 1a, 2, 3 en 5 om overlap te voorkomen van maatregelen die niet allemaal tegelijk zullen worden genomen.

Instrumenteerbaarheid

Nederland kan in theorie zelfstandig de accijnzen verhogen, maar Europese afstemming lijkt wel noodzakelijk, bijvoorbeeld om allerlei weglekeffecten bij de grens te voorkomen en om de belangen van de Nederlandse pomphouders in de grensstreek te ontzien. Ten aanzien van energie-etikettering heeft de Europese Commissie onlangs het voornemen kenbaar gemaakt dat Lidstaten een zekere vrijheid zullen krijgen voor de precieze invulling van energie-etikettering. Hierdoor heeft Nederland de mogelijkheid om (op korte termijn) tot een door haar gewenste wijze van etikettering over te gaan. Voor de voorstellen voor aanpassing van de BPM en MRB zijn ook wetswijziging vereist en moet de EU-notificatieprocedure worden doorlopen. Het maken van afspraken met de garages om de bandenspanning te verhogen en te controleren, kan Nederland zelfstandig ondernemen.

Implementatietempo

Voor alle voorstellen, behalve de 'bandenspanning'-maatregel, geldt dat latere invoering van de maatregelen dan 1999 tot lagere emissiereducties ten opzichte van het referentieniveau leidt. Bij de accijnsverhogingen is dat in de tabel zichtbaar gemaakt. De reden is dat in alle gevallen, behalve de 'bandenspanning'-maatregel, de consument en de producent c.q. importeurs van de auto pas na ingang van de prijssprinkel overgaan tot aanschaf en aanbod van gemiddeld zuinigere auto's dan in de referentiesituatie. Dat betekent dat er in 2010 dan een kleiner aandeel van deze gemiddeld zuinigere bouwjaren in het park zullen zijn.

Kosten

Bij alle kosten is ervan uitgegaan dat de maatregel wordt ingevoerd in 1999. Alles is uitgedrukt in prijzen van 1995.

Nationale kosten

Voor de accijnzen, zie optie 'minder autokilometers'. De overige maatregelen leiden allen tot lagere brandstofkosten (omdat het om nationale kosten gaat, dus exclusief heffingen) ten opzichte van de referentie. Daarnaast leiden ze door de lagere brandstofkosten per kilometer tot een toename van het consumentensurplus.

Eindverbruikerskosten en lasten

De accijnsverhoging leidt tot lagere eindverbruikerskosten en tot hogere lasten voor de eindverbruiker (zie de optie 'minder autokilometers'). De overige maatregelen leiden wegens brandstofbesparing tot lagere eindverbruikerskosten en tevens tot lagere lasten.

Overheid

De accijnsverhoging leidt tot toenemende overheidsinkomsten (zie optie 'minder autokilometers'). Er is zowel bij de BPM- als MRB-maatregel verondersteld dat het niveau van de opbrengsten van deze belastingen voor de overheid ten opzichte van de referentie onveranderd blijft (het zijn 'budgetneutrale' maatregelen). De maatregelen, behalve de accijnsverhogingen, leiden tot lagere overheidsinkomsten ten opzichte van de referentie door minder accijnsopbrengsten.

De maatregel 'verhogen bandenspanning' zal enerzijds wat lichte kosten met zich mee brengen door het extra oppompen en iets meer handelingen op de keuring, maar anderzijds zal het met name tot besparingen in brandstofkosten leiden. Het saldo is voor de eindverbruiker naar verwachting positief.

Maatschappelijk draagvlak

Voor het maatschappelijk draagvlak van accijnsverhoging, zie optie 'minder autokilometers'. De uitgebreide methode van energie-etikettering van nieuwe personenauto's, waarbij de nadruk op de relatieve zuinigheid van personenauto's wordt gelegd, wordt gesteund door de Consumentenbond en de ANWB, maar waarschijnlijk niet door de autobranche. Het maatschappelijk draagvlak van de fiscale maatregelen in woon-

werk- en zakelijk autogebruik is waarschijnlijk sterk afhankelijk van de vraag of wel of geen compensatie door middel van andere aftrekposten plaatsvindt. In de verkiezingsprogramma's voor de Tweede Kamer 1998 noemen van de vijf grootste politieke partijen de VVD, D66 en Groen Links één of meer van deze fiscale maatregelen. Voor de 'differentiatie van de BPM naar brandstofverbruik' en 'grondslag MRB van nieuwe personenauto's op basis van brandstofverbruik' is geen draagvlak bij de vertegenwoordigers van de autobranche (RAI en BOVAG), met name omdat het tot verstoring van de markt zou leiden en omdat ze niet voor de gehele EU van toepassing zijn. Diverse auto-importeurs hebben overigens te kennen gegeven het hier met de RAI niet mee eens te zijn. De ANWB en Consumentenbond hebben zich in algemene zin wel uitgesproken voor differentiatie van de aankoopbelasting naar brandstofverbruik. Dit beeld is opgesteld naar aanleiding van discussies rond de kamer-behandeling van het voorstel 'BPM-korting zeer zuinige personenauto's' in 1997. Uit deze behandeling bleek ook het politieke draagvlak voor dergelijke maatregelen vooralsnog niet aanwezig: dit onderdeel in het wetsvoorstel 'Fiscale Milieuversterking' werd geschrapt. Hierbij moet worden aangetekend dat deze kamerbeslissing mogelijk vooral werd ingegeven doordat men compensatie zocht voor gedeerde inkomsten omdat de meerderheid van de Tweede Kamer de automatische accijnsindexatie had verworpen.

Overige relevante aspecten

De maatregelen voor een zuiniger autopark in 2010 ten opzichte van het park in de referentie leiden ertoe, dat ook de emissies van andere stoffen afnemen. De reducties zijn naar schatting (uitgerekend voor het totaal-pakket met accijnsverhoging vanaf 1999): 5 kton voor NO_x, 7 kton voor VOS en 0,4 kton voor PM₁₀.

5.3 Snelheidsverlaging en zuiniger rijgedrag

De kern van deze optie is om door het verlagen van rijnsnelheden en door het bewerkstelligen van een zuiniger rijgedrag het brandstofverbruik, en daarmee de CO₂-emissie, te verminderen.

Reductie in 2010

In Tabel 3.3 worden de potentiële effecten van enkele mogelijke beleidsvoornemens op de CO₂-emissiereductie en de kosten weergegeven. Het gaat om de volgende mogelijke beleidsvoornemens:

- Door versterkte handhaving zorgdragen dat de huidige snelheidslimieten op autosnelwegen, deels 120 km/u en deels 100 km/u voor personenauto's en 80 km/u voor vrachtwagens, minder vaak worden overschreden. Er is gerekend met 100% handhaving om het potentieel aan te geven.
- De snelheidslimiet voor het gehele autosnelwegennet voor personenauto's op 100 km/u stellen en versterkt handhaven. Er is gerekend met 100% handhaving om het potentieel aan te geven.
- Voorschrijven van een verlaging van de snelheidsbegrenzers op vrachtvoertuigen van 89 naar 80 km/u.

- Toepassing verbreden van econometer, boordcomputer en cruisecontrol in personenauto's door het afsluiten van convenanten met importeurs.
- Rijgedragtraining voor personenautomobilisten voorschrijven, gericht op 'zuinig' rijden.

Tabel 5.3 *Effecten en kosten (in mln gulden) van enkele beleidsvoornemens gericht op snelheidsverlaging en gedragsaanpassing*

	Effect [Mton CO ₂ - reductie]	Kosteneffectiviteit Nationale kosten [f/ton CO ₂]	Kosteneffectiviteit Eindverbruikers [f/ton CO ₂]
1 Minder overschrijdingen van huidige snelheidslimieten door versterkte handhaving op autosnelwegen	1 ¹⁾	-150	-600
2 Minder overschrijdingen van een snelheidslimiet van 100 km/u op het totale autosnelwegennet door versterkte handhaving (in feite 1 + een verlaging van snelheidslimiet naar 100 km/u)	2 ¹⁾	200 ²⁾	-300
3 Voorschrijven van een verlaging van de snelheidsbegrenzers op vrachtoetuigen van 89 naar 80 km/u	0,7	-200	-400
4 Toepassing verbreden van econometer, boordcomputer en cruisecontrol door het afsluiten van convenanten	1	-100	-500
5 Rijgedragtraining voor personenautomobilisten	ondersteunend		
Totaal ³⁾	3		

¹⁾ Alleen het effect op personenauto's is hier weergegeven. Versterkte handhaving heeft uiteraard ook effect op minder overschrijding van de snelheid bij vrachtauto's. Voor orde van grootte van dit effect zie maatregel 3.

²⁾ Alleen de gemonetariseerde reistijdverliezen voor het zakelijk personenauto- en bestelauto-gebruik zijn meegenomen bij de nationale kosten.

³⁾ Samengesteld uit maatregelen 2, 3 en 4 en 5, rekening houdend met overlap.

Instrumenteerbaarheid

Bij vermindering van de overschrijding van de snelheidslimieten is extra inspanning op handhavingsgebied (meer politie, e.d.) nodig. Een besluit tot verlaging van de snelheidslimiet tot 100 km/u op het gehele autosnelwegennet kan nationaal worden genomen. Vanwege EG-richtlijnen is er internationale overeenstemming nodig voor een lagere afstelling van snelheidsbegrenzers bij vrachtoetuigen. Een convenant voor econometer, cruisecontrol en boordcomputer kan nationaal worden getroffen. Het project 'rijgedragtraining' kan nationaal worden genomen en behelst het opzetten van opleidingscentra, het creëren van een organisatiestructuur en, vanuit de overheid, het maken van een wettelijke regeling om via opleiding huidige en nieuwe rijbewijsbezitters zuinig én vlot te leren rijden (via bij-scholing).

Implementatietempo

Het verlagen van de snelheid voor personenauto's heeft op de lange termijn tot gevolg dat mensen van bepaalde autoritten gaan afzien of kortere ritten gaan maken, omdat de weerstand (in de vorm van tijd) voor een verplaatsing toeneemt. In theorie heeft een latere invoering van een streng handhavingsregime ter controle van de snelheidslimieten invloed op het effect in 2010 omdat dit langere termijneffect van minder autokilometers dan nog niet of nog niet in volledige mate is opgetreden. Bij vrachtwagens en trekkers is verondersteld dat dit lange termijneffect niet optreedt, zodat het implementatietempo geen rol speelt bij het reductie-effect in 2010. Het implementatietempo is bij 'econometer, cruisecontrol en boordcomputer' van belang. In tabel 1 is voor de schatting van het reductie-effect gerekend met nagenoeg 100% implementatie van dergelijke apparatuur in het personenautopark in 2010. Ter illustratie: wanneer een convenant vanaf circa 2000 wordt afgesloten, waarbij niet alle fabrikanten en importeurs direct willen meedoen (maar stel de helft), zal het reductie-effect in de orde van 0,4 Mton liggen in 2010. Ook voor de rijgedragtraining is het implementatietempo van belang. Pas wanneer een regeling van kracht wordt waarin een flink deel van de rijbewijsbezitters bijgeschoold is in 2010, is er mogelijk significante reductie te verwachten. In dit optiedocument is ervan uitgegaan dat de rijgedragtraining een ondersteunend effect heeft op met name het gebruik van 'econometer, cruisecontrol en boordcomputer'. Vandaar dat bij dit instrument 100% van het potentieel in de tabel is opgenomen. Bij grootschalige uitvoering van 'rijgedrag-training' is er ook een zelfstandig effect op CO₂-emissiereductie te verwachten.

Kosten

Nationale kosten

Voor de nationale kosten van de snelheidsverlagingsmaatregelen 1 en 2 is uitgegaan van extra handhavingskosten van ruwweg 100 mln per jaar in 2010 (tientallen miljoenen gulden per jaar voor extra politie- en justitiepersoneel en enkele tientallen miljoenen gulden voor apparatuur). Hierbij is aangenomen dat het in de toekomst technologisch verder mogelijk wordt met allerlei automatisch lezende video-registratie- en verwerkingsapparatuur, mobiele radarapparatuur e.d. een groot deel van de snelheidscontrole op auto(snel)wegen geautomatiseerd te laten plaatsvinden. Het is de vraag in hoeverre hiermee een 100% handhaving kan worden bereikt. In dit optiedocument is ervan uitgegaan dat dit wel mogelijk is om zodoende de potentie van snelheidsmaatregelen aan te geven. Voor de snelheidsmaatregel 2 (verlaging van de maximum snelheid naar 100 km/u) zijn voor het zakelijk personenauto- en bestelautogebruik (circa 24% van de personenautokilometers in 2010 GC) de kosten berekend van de extra reistijd die ontstaat door de snelheidsverlaging. De kosten kunnen worden geschat op circa 900 mln gulden per jaar. Voor de overige snelheidsmaatregelen op auto(snel)wegen (extra handhaving van de huidige snelheidslimieten) is deze post niet meegenomen omdat het gaat om handhaving van huidige wetten en het RIVM het ethisch niet verantwoord acht aan overtredingen van de wet baten toe te kennen. Tegenover deze extra kosten ten opzichte van de referentie staan besparingen: a) op brandstof, b) op verzekeringspremies vanwege een lagere kans op ongelukken en c) op minder schade- en onderhoudskosten. De bespaarde brandstofkosten zijn berekend voor de afraf-prijzen (de 'kale' prijs, dus exclusief de heffingen) omdat nationale

kostenberekeningen exclusief allerlei overdrachten behoren plaats te vinden (hier in de vorm van accijnzen). De overige kosten zijn niet geschat omdat de hoogte ervan zeer onzeker is. Ze zullen positieve baten opleveren. Het maakt voor de beeldvorming rond snelheidsmaatregel 2 (verlaging van de maximum snelheid naar 100 km/u) veel uit of ook de gemonetariseerde reistijdverliezen van het niet-zakelijk autoverkeer wel of geen deel uitmaken van de nationale kostenberekening. Exclusief reistijdwaardering voor het niet-zakelijk autogebruik heeft de maatregel een kosteneffectiviteit van 200 gulden per vermeden ton CO₂. Wanneer het verlies aan reistijd door snelheidsverlaging voor alle autogebruiks-motieven wordt meegenomen in de nationale kosten heeft de maatregel een kosteneffectiviteit van ruwweg 400 f/ton CO₂.

Eindverbruikerskosten en -lasten

Gerekend vanuit de eindverbruiker (de automobilist, het transportbedrijf) leiden lagere snelheden in 2010 ten opzichte van het niveau met het huidige beleid tot lagere kosten. De besparing op brandstof is aanzienlijk, met name omdat nu gerekend wordt inclusief heffingen en BTW-afdrachten. De reistijdverliezen (alle motieven) worden nu wel meegenomen, maar wegen niet op tegen de brandstofbesparingen van de eindverbruiker. De reistijdverliezen zijn alleen gemonetariseerd voor maatregel 2 'verlaging snelheidslimiet op auto(snel)wegen'.

Overheid

Voor de overheid geldt dat zij door de snelheidsmaatregelen enerzijds vanwege extra handavingsinspanning extra uitgaven moeten inboeken (ruwweg 100 miljoen per jaar, exclusief de boete-inkomsten) en anderzijds minder inkomsten uit heffingen hebben: 300 miljoen in geval van alleen extra handhaving van huidige limieten en circa 1000 miljoen in geval van snelheidsverlaging naar 100 km/u op auto(snel)wegen.

In Geurs et al. (1998) wordt geschat dat de huidige kosten voor cruisecontrol enkele honderden gulden per auto per jaar zijn (prijzen 1995). De meerkosten van boordcomputer en econometer in nieuwe auto's zijn verwaarloosbaar. Waarschijnlijk zullen de kosten voor cruisecontrol bij massale toepassing verder dalen. Er is uitgegaan van een investering van 200 gulden per auto. Zowel vanuit oogpunt van nationale als van eindverbruikerskosten wegen de brandstofbesparingen die deze apparatuur dan te weegbrengen op tegen de jaarlijkse kosten van de investering.

De kosten van rijgedragtraining 'zuinig én vlot' zijn uiteraard zeer afhankelijk van de wijze van opzet. Kroon (1998) schat de kosten voor rijgedragtraining in de praktijk van één dag op 200 gulden per persoon (prijzen 1997). Wanneer gebruik wordt gemaakt van rij-simulatoren (zoals reeds ontwikkeld in Zwitserland) zouden meer mensen 'zuinigheids'-les kunnen krijgen en zouden de kosten per persoon per halve dag op circa 100 gulden komen (prijzen 1997).

Maatschappelijk draagvlak

Uit analyse van Rienstra en Nijkamp (1995) blijkt dat automobilisten met name de relatie leggen tussen snelheid én veiligheid, de relatie van snelheid met 'milieu-effecten' is veel minder bekend. Psychologische aspecten (persoonlijke vrijheid, snelheid is 'leuk') spelen een belangrijke rol in de visie van automobilisten op snelheid. In

relatie tot snelheidsgedrag op autosnelwegen zijn door Rooijer (1997) grote verschillen gevonden tussen groepen van automobilisten. De zakelijke rijders met een lease- of bedrijfsauto hebben verreweg de hoogste voorkeurssnelheid en staan het meest positief tegenover overschrijdingen van de limiet.

Politiek lijkt er enig draagvlak voor snelheidsverlaging op auto(snel)wegen: van de vijf grote politieke partijen kiezen PvdA en D66 in hun verkiezingsprogramma's voor de Tweede Kamer 1998 voor een verlaging van de snelheidslimiet naar 100 km/u op autosnelwegen, GroenLinks naar 90 km/u. Over de handhavingsaspecten worden de partijen echter niet concreet. De VVD en CDA willen geen snelheidsverlaging.

Voor de maatregel 'lagere afstelling van snelheidsbegrenzers van vrachtwagens' is in EU-verband waarschijnlijk weinig draagvlak, gezien de uiterst moeizame totstandkoming van het compromis over een afstelling van 89 km/u in het recente verleden. In hoeverre lidstaten bereid zijn om deze discussie te heropenen is twijfelachtig.

Overige relevante aspecten

De voorgestelde maatregelen hebben een positief milieu-effect op emissiereductie van andere stoffen dan CO₂: 7 kton NO_x, 6 kton VOS en 0,4 kton PM₁₀ in 2010 ten opzichte van de referentie in 2010.

6. ENERGIEBESPARING OVERIGE SECTOREN

Voor de beschrijving van de opties voor energiebesparing is grotendeels aangesloten bij de Energiebesparingsnota. Mede gelet op het karakter van deze nota, waarbij het accent ligt op de gebouwde omgeving, is de hier gemaakte keuze tot stand gekomen. De opties zijn besparing bij de bestaande bouw en nieuwbouw voor huishoudens, besparing in de bestaande bouw en de nieuwbouw bij de utiliteitsgebouwen, besparing bij elektrische apparatuur in de huishoudens/dienstensector, besparingen in de industrie en besparingen in de land- en tuinbouw. De beschreven opties hebben alle betrekking op het directe energiegebruik. Er zijn ook besparingen mogelijk op het indirecte energieverbruik (de energie-inhoud van producten/diensten) door aanpassing van de leefstijl. Kernbegrippen bij een dergelijke leefstijl zijn: meer kwaliteit, meer diensten, minder mobiliteit, minder gebruik van energie-intensief voedsel (zoals vlees en groenten uit de kas) en andere vakantievormen. Op dit gebied loopt het proefproject 'Perspectief', dat er op duidt dat de mogelijke CO₂-reductie tot aan 2010 in de orde van grootte van 1 Mton ligt. De gegevens hierover zijn echter nog niet zodanig, dat er in dit optiedocument een aparte optiebeschrijving aan wordt gewijd.

6.1 Huishoudens, nieuwbouwwoningen

In de periode 1995-2010 worden in het GC-scenario 1,4 mln nieuwbouwwoningen gebouwd. Het energieverbruik in nieuwbouwwoningen (incl. warm tapwater, maar excl. apparaten) bedraagt 56 PJ aan primaire energie. Vanwege de forse inkomensstename en een meer marktconforme woningbouwmarkt zijn de woningen gemiddeld groter dan nu het geval is en neemt het aandeel van vrijstaande woningen aanzienlijk toe. In het GC-scenario wordt reeds een besparing van 30% bereikt t.o.v. een situatie waarin alle nieuwbouw de energetische kwaliteit van 1995 zou hebben. Dit is een gevolg van de aanscherping van de EPN tot 1,0 en de extra besparingsmaatregelen t.g.v. de veronderstelde stijgende gasprijs en dalende kosten van technieken.

Hoofdzakelijk door het verder aanscherpen van de EPN-eisen met betrekking tot het energieverbruik voor ruimteverwarming en tapwater daalt het gemiddelde verbruik per nieuwbouwwoning flink. Conform de Besparingsnota wordt de EPN-eis van 1,0 in 2000 verder aangescherpt tot 0,8 in 2004 en 0,6 in 2008. Deze aanscherping is vertaald in een aantal extra maatregelen. Bij de nadere uitwerking van het beleid in concrete maatregelen, in samenwerking met het 'veld', kunnen mogelijk meer optimale pakketten worden gekozen.

Reductie in 2010

Door de verdere aanscherping van de EPN en de hogere REB daalt het aardgasverbruik voor ruimteverwarming en warm water met 17 PJ in 2010; het elektriciteitsverbruik (excl. apparaten) stijgt echter met 2 PJ_e doordat het aandeel van de elektrische

warmtepomp (EWP) groter wordt⁶. In de periode 2004 - 2010 worden circa 660.000 nieuwbouwwoningen gebouwd, waarbij de aangescherpte EPN-eis geldt. De totale CO₂ reductie, voor het overgrote deel ten gevolge van de aanscherping van de EPN bij oplevering van nieuwe woningen, bedraagt voor ruimteverwarming en tapwater bijna 0,8 Mton, waarvan 0,2 Mton door de EWP⁷.

Instrumenteerbaarheid

Door middel van de Energie Prestatie Norm (EPN-regeling) worden eisen gesteld aan het energieverbruik van nieuwbouwwoningen, in relatie tot de grootte. De EPN heeft betrekking op het energieverbruik voor ruimteverwarming, bereiding van warm tapwater, verlichting en ventilatie/koeling. Het energieverbruik voor huishoudelijke apparaten en koken valt buiten de regeling. De EPN-regeling wordt reeds met succes vanaf 1995 toegepast. De EPN-norm⁸ wordt momenteel aangescherpt van 1,4 in 1995 naar 1,0 in 2000. Een verdere aanscherping is wettelijk gezien vrij eenvoudig. Wel is het zo dat de EPN-norm hier wordt aangescherpt tot een niveau waaraan momenteel nog moeilijk kan worden voldaan. Proefprojecten komen in het algemeen nog niet verder dan een EPN-waarde van 0,8.

Naast de EPN wordt mogelijk ook de Energie Prestatie op Locatie (EPL) van kracht. Door middel van de EPL kunnen eisen worden gesteld aan de energie-infrastructuur buiten de woning. De EPL bevindt zich momenteel nog in een proefstadium. Proefprojecten zullen moeten uitwijzen hoe de EPL kan worden ingezet en wat het effect van de EPL is bovenop een sterk aangescherpte EPN. Daarbij moet bedacht worden dat een deel van de nieuwbouw plaats zal vinden buiten VINEX-achtige locaties, waar een EPL-aanpak minder voor de hand ligt. Hier is verondersteld dat de EPL enige flexibiliteit kan bieden in de aanpak; deze leidt tot wat extra energiebesparing, maar vooral tot een matigend effect op de kosteneffectiviteit.

Implementatietempo

Deze optie is vanwege de ervaring die al met de regeling is opgedaan, relatief eenvoudig implementeerbaar. Een uitstel van de aanscherping van de EPN zou inhouden dat er pas per 2008 een EPN-waarde van 0,8 zou gelden in plaats van per 2004. De extra besparing is dan beperkt en geldt alleen tijdens de laatste drie jaar van de periode.

Vooraf gezien de (zeer) hoge kosten om de aangescherpte EPN-norm te halen is een daling van de investeringsbedragen wenselijk/noodzakelijk. Om dit te bereiken moet de bouwwereld voldoende tijd hebben om besparingsmaatregelen te ontwikkelen met lagere meerinvesteringen. Het is daarom van belang om al in een vroeg stadium duidelijkheid te geven over wanneer een verdere aanscherping van de EPN plaats zal vin-

⁶ Door substitutie van gas door elektriciteit (EWP in plaats van HR) wordt circa 7 PJ aardgas uitgespaard, het elektriciteitsverbruik stijgt echter met 2 PJ_e.

⁷ De EPN-berekening is uitgevoerd op basis van NEN 5128. Momenteel wordt deze berekeningsmethodiek herzien. De wijzigingen in methodiek zoals beschreven in de concept ontwerp norm die waarschijnlijk eind 1999 van kracht wordt zijn niet meegenomen.

⁸ Om verwarring te voorkomen wordt hier gesproken van aanscherping van de EPN-norm, terwijl feitelijk aanscherping van de Energie Prestatie Coëfficiënt (EPC) wordt bedoeld zoals gedefinieerd in de EPN-regeling.

den. Tevens is het hierbij van belang proefprojecten uit te voeren waarin al aan de toekomstige norm voldaan zal worden zodat al in een vroeg stadium duidelijk wordt wat de meest kosteneffectieve bouwwijze is en waar knelpunten optreden. Hierdoor wordt voorkomen dat de aanscherping van de EPN stagneert vanwege technische problemen of disproportioneel hoge kosten.

Kosten

De (meer)investeringen door aanscherping van de EPN lopen op tot maximaal 1 miljard gulden per jaar. Dit komt neer op f 10.000 per nieuwbouwwoning bij het invoeren van de EPN-eis van 0,6. Verondersteld wordt dat de kosten na invoering geleidelijk weer dalen omdat bij het op grote schaal bouwen van zeer zuinige woningen de meerinvesteringen van een aantal maatregelen lager zal uitvallen. In eerdere jaren, als nog een EPN-waarde van 0,8 geldt, zullen de extra investeringen in verhouding lager uitvallen. Aan de andere kant zal er altijd een aantal woningen zijn dat ongunstig gesitueerd is en alleen tegen relatief hoge kosten aan de EPN-norm kan voldoen. De informatie die beschikbaar komt uit proefprojecten is nog te summier om reeds een voorschot te nemen op een daling van de toekomstige meerinvestering per nieuwbouwwoning bij aanscherping van de EPN van 1,0 naar 0,6. De meerinvestering over de gehele periode tot 2010 bedraagt ongeveer f 6 mld.

De kosten voor de eindverbruikers door aanscherping van de EPN bedragen, gemiddeld over de periode tot 2010, ongeveer 430 f /ton CO₂ de nationale kosten bedragen circa 400 f /ton CO₂.

Maatschappelijk draagvlak

Zolang de aanscherping van de EPN niet leidt tot een comfort vermindering (oververhitting in de zomer, visuele aspecten) en een sterke stijging van de bouwkosten van een woning zal er waarschijnlijk voldoende draagvlak voor de aanscherping van de EPN gecreëerd kunnen worden. De ook in te voeren verhoging van de REB-heffing leidt tot meer kostenbesparing bij dezelfde hoeveelheid bespaarde energie; daarmee zorgt de heffing voor een matiging van de extra kosten voor de gebruiker.

Gevoeligheid van de uitkomsten t.a.v. toekomstige ontwikkelingen

De aanscherping van de EPN is tot op heden alleen voor het GC-scenario doorgerekend in het kader van de Energiebesparingsnota. Het aantal nieuwbouwwoningen dat in de periode 2001 - 2010 wordt gebouwd is wel van invloed op de totale besparing. In DE en EC neemt het aantal nieuwbouwwoningen in de periode 2001 - 2010 toe met respectievelijk 540.000 en 775.000 woningen (tegen 940.000 woningen in GC). De besparing bij nieuwbouwwoningen zal door aanscherping van de EPN bij benadering⁹ respectievelijk circa 40% en 20% lager uitvallen in DE en EC.

⁹ Door verschil in energieprijzen is de autonome efficiëntie verbetering van nieuwbouwwoningen in de verschillende scenario's niet gelijk (de energieprijzen zijn het hoogst in GC en het laagst in EC).

Aangezien de regeling een dwingend karakter heeft is het zeer waarschijnlijk dat de regeling relatief ongevoelig is voor overige ontwikkelingen, zoals het niveau van de energieprijzen. De kosten-effectiviteit is echter wel zeer gevoelig voor andere energieprijzen; dit zou invloed kunnen hebben op het draagvlak.

6.2 Huishoudens, na-isolatie bestaande bouw

In 2010 bedraagt het aantal bestaande woningen (gebouwd tot 1995) nog bijna 6 mln, d.w.z. ruim 4 maal het aantal nieuwbouwwoningen. Het gemiddelde energieverbruik voor ruimteverwarming in de bestaande bouw is beduidend hoger dan dat van vergelijkbare nieuwbouwwoningen. Veelal is het mogelijk om bij de bestaande woningen extra besparingsmaatregelen te nemen die kosteneffectief zijn. Vanuit implementatieoogpunt dient een onderscheid gemaakt te worden naar de sociale huursector, particuliere verhuur en koopwoningen.

Het gasverbruik van de woningen bedroeg in 1995 ongeveer 400 PJ (temperatuur gecorrigeerd). Dit verbruik daalt in het basisscenario reeds met ruim 60 PJ in de periode tot 2010. Dit is o.a. een gevolg van een geleidelijke verbetering van de kosten/baten verhoudingen van besparingsopties. Verder moet bedacht worden dat in dit scenario sprake is van een versneld sloop tempo; hierdoor neemt het bestand van bestaande woningen tot 2010 af met 300 000 woningen, die gemiddeld relatief slecht scoren in energetisch opzicht.

In de Energiebesparingsnota wordt uitgegaan van een stringent beleid om voor 2010 de energetische kwaliteit van de meeste bestaande woningen minimaal op het niveau van een (vergelijkbare) woning uit 1985 te brengen. Ook wordt in de nota een bedrag genoemd van gemiddeld f 5000 voor de 3 mln woningen buiten de sociale verhuur die gebouwd zijn voor 1985.

Door invoering van de Energieprestatiekeuring (EPK) voor woningen (buiten de sociale woningbouw), de verhoogde REB en het afsluiten van convenanten met de sociale huursector en grote particuliere verhuurders wordt bespaard op verbruik voor ruimteverwarming, warm tapwater en het bijbehorende elektriciteitsverbruik (dus excl. apparaten).

Reductie in 2010

In 2010 omvat het totale woningbestand nog 5 mln bestaande woningen van voor 1985 (GC-scenario). In de berekeningen is er van uitgegaan dat minstens 15% van deze laatste woningen niet of zeer moeilijk geïsoleerd kan/zal worden, b.v. omdat de woning op termijn gesloopt zal worden. In het GC-scenario daalt het aardgasverbruik voor ruimteverwarming in de bestaande bouw (1995) van 280 PJ naar circa 230 PJ in 2010. Het betreft vooral het inzetten van zuiniger uitvoeringen van installaties of (dubbel) glas op het moment dat vervanging toch aan de orde is.

Door uitvoering van het extra pakket maatregelen uit de Energiebesparingsnota daalt het gasverbruik voor ruimteverwarming verder met ongeveer 40 PJ. Mede door de ho-

ge tapwatervraag kan ook een forse extra besparing bij warm tapwater bereikt worden. Tenslotte daalt het elektriciteitsverbruik (excl. apparaten) met 1,4 PJ_e. Ten opzichte van een ongewijzigde energievoorziening wordt nu ongeveer 30% bespaard, waarvan reeds de helft door autonome ontwikkelingen in het GC-scenario. Het extra pakket conform de Besparingsnota leidt in totaal tot een extra CO₂ reductie van 3,6 Mton.

Instrumenteerbaarheid

Voor de bestaande woningen in de koopsector dient een Energieprestatiekeuring (EPK) te worden ontwikkeld waarmee de energiekwaliteit van de woning op eenvoudige wijze getoetst kan worden. Bij renovatie, verbouw of verkoop van de woning of bij vervanging van besparingsopties zullen eisen worden gesteld aan de minimale energiekwaliteit van de woning. Hoe dit precies vorm gaat krijgen moet nog nader uitgewerkt worden. Het gaat om woningen met een scala van reeds genomen maatregelen en met sterk verschillende mogelijkheden voor extra besparing. Bovendien geldt bij veel besparingsopties een natuurlijk moment voor vervanging, dat niet hoeft samen te vallen met b.v. het verkoopmoment, waarop de EPK-keur wordt gericht.

De sociale huursector en de grotere particuliere verhuurders worden bereikt door middel van het afsluiten van convenanten. Hier is verondersteld dat dit, gemiddeld over de verhuurde woningen, tot eenzelfde kwaliteitsverbetering leidt als de EPK bij de koopwoningen. Mogelijk sanctie bij het niet nakomen van de in het convenant opgenomen doelstellingen is het niet mogen verhogen dan wel moeten verlagen van de huurprijs van de woningen. De kleinere partijen (o.a. huisjesmelkers) in de particuliere huursector zijn veel moeilijker te bereiken. Verwacht mag worden dat de bereidheid tot het investeren in besparingsmaatregelen hier minimaal is. Daarbij moet bedacht worden dat er in het economische gunstige GC-scenario veel meer woningen gesloopt worden dan de afgelopen jaren het geval was; een relatief groot deel zal vallen onder de particuliere verhuurders.

In de berekeningen voor de Besparingsnota is er vanuit gegaan dat het lukt om voor 2010 bij de in aanmerking komende bestaande woningen een fors pakket extra maatregelen te implementeren. Daarbij is als grens een gemiddeld investeringsbedrag van f 5000 per woning gehanteerd. De eerste jaren vindt financiële ondersteuning plaats; daarna doet de verplichte EPK het werk.

De REB wordt verhoogd tot 2,5 maal het huidige niveau. Hierdoor wordt de kosten-effectiviteit van de besparingsmaatregelen positief beïnvloed. De EPK kan tevens ondersteund worden via de regeling Duurzaam Bouwen.

Implementatietempo

Momenteel is het nog niet duidelijk hoe de EPK-regeling er in detail uit kan gaan zien en per wanneer deze ingevoerd zou kunnen worden. Door de betrokken ministeries is een eerste aanzet gegeven met betrekking tot een nadere uitwerking van de EPK-regeling. Hierbij wordt uitgegaan van een vrijwillige EPK, ondersteund door subsidies vanaf 2001, en een beslissing tot instelling van verplichte EPK rond 2004.

Indien deze regeling pas in 2005 wordt ingevoerd dan wordt, bij een gelijkblijvend EPK-tempo, 45% (i.p.v. 75%) van de woningen EPK gekeurd in de periode tot 2010. De besparing op het verbruik zal naar schatting 40% lager liggen bij uitstel van de EPK-regeling van 2001 tot 2005. Deze optie is niet eenvoudig op een korte termijn implementeerbaar, met name vanwege de problemen op het gebied van instrumenteerbaarheid.

Kosten

De bijna 6 mln bestaande woningen die er in 2010 nog zijn kunnen onderscheiden worden in 3 mln koop/particuliere huur van voor 1985, ongeveer 1 mln woningen gebouwd tussen 1985 en 1995 en tenslotte bijna 2 mln sociale huurwoningen van voor 1985. De meeste investeringen zullen gedaan worden bij de voor verbetering in aanmerking komende woningen van voor 1985. Bij de 3 mln koop/particuliere huur woningen bedragen de gemiddelde (meer) investeringen hier circa 5.000 per woning. Verondersteld is dat de sociale huurwoningen via een convenant tot eenzelfde energietechnische kwaliteit worden opgewaardeerd. Bij de woningen die niet onder het EPK-regime of het convenant vallen zal de hogere REB leiden tot (minder vergaande) extra investeringen. Ten gevolge van het beleid in de besparingsnota zal tot 2010 ongeveer f 10-15 mld extra geïnvesteerd worden in de bestaande bouw. Dit komt bovenop een, naar schatting even groot, bedrag dat reeds in het GC-scenario wordt geïnvesteerd in besparing. Een deel van de totale besparingsinvesteringen zal niet leiden tot extra besparing omdat sommige investeringen dienen om besparing in stand te houden. Dit is het geval als b.v. een nieuwe HR-ketel een oude HR-ketel vervangt. Dit vergt wel meerinvestering t.o.v. de dan geldende referentietechniek maar zorgt in de betreffende woning niet voor extra energiebesparing. Dit geldt vooral voor de 1 mln woningen, gebouwd tussen 1985 en 1995, welke reeds een redelijk verbruiksniveau kennen.

De kosten voor de eindverbruikers door het instellen van de Energieprestatiekeuring (EPK) bedragen circa -100 f/ton CO₂, de nationale kosten bedragen circa 120 f/ton CO₂.

Maatschappelijk draagvlak

Vanuit een aantal maatschappelijke organisaties is het voorstel gekomen om te komen met een EPK-regeling. Het is te verwachten dat het draagvlak bij milieuorganisaties vrij groot zal zijn omdat er nu een instrument is ontwikkeld waarmee ook het woninggebonden energieverbruik in de bestaande bouw aangepakt kan worden. Het is echter te verwachten dat huiseigenaren niet zitten te springen om regelingen die eisen dat aan een bepaalde norm moet worden voldaan. Het in de toekomst mogelijk dwingende karakter van de regeling zal echter waarschijnlijk als onaangenaam worden ervaren. Overleg met belangenorganisaties zoals de Vereniging Eigen Huis is noodzakelijk om het draagvlak te vergroten. Voor de kopers van een bestaande woning heeft de regeling voordelen. Bij aankoop van de woning is het voor de koper beter in te schatten wat het energieverbruik van de woning zal zijn en welke isolatiemaatregelen er al zijn getroffen dan wel nog getroffen moeten worden.

Overige relevante aspecten

Met name in de niet-sociale woningbouw is sprake van de z.g. efficiency-gap: op zich rendabele besparingsmaatregelen worden toch niet gedaan door gebrek aan kennis, financieringsproblemen, andere prioriteiten, etc. Door middel van de EPK-regeling wordt een instrument ontwikkeld waarmee deze groep woningeigenaren toch is aan te sturen. Indien het lukt om tijdig een acceptabele verplichte regeling in te stellen mag verwacht worden dat een groot deel van de berekende besparing daadwerkelijk gerealiseerd kan worden.

In het GC-scenario is reeds sprake van een sterke autonome toename van besparing in de bestaande bouw. Vrijwillige invoering van de EPK in 2001 via subsidiëring heeft als nadeel dat een groot deel van de maatregelen die eerst autonoom zouden worden genomen nu in aanmerking komen voor subsidiëring ('free rider effect').

Gevoeligheid van de uitkomsten t.a.v. toekomstige ontwikkelingen

De EPK-regeling is tot op heden alleen voor het GC-scenario doorerekend in het kader van de Energiebesparingsnota. Met name het implementatietempo zal doorslaggevend zijn voor de behaalde besparing in 2010.

6.3 Apparatuur Huishoudens en Dienstensector

In de sector Huishoudens neemt in het GC-scenario het elektriciteitsverbruik door huishoudelijke apparaten¹⁰ toe van 48 PJ in 1995 tot 82 PJ in 2010. Hiervan komt circa 70% voor rekening van wit- en bruingoed apparatuur. Doelstelling is een reductie van 25% op het specifiek verbruik van wit- en bruingoed apparatuur. Door de toename van het aantal huishoudens, het aantal apparaten per huishouden en intensiever gebruik van bepaalde apparaten blijft het totale verbruik voor wit- en bruingoed evenals het totale verbruik voor huishoudelijke apparaten echter stijgen. In de sector Diensten is het energieverbruik van niet gebouwgebonden apparaten minder 10% van het totale elektriciteitsverbruik.

Reductie in 2010

Door de subsidiëring van huishoudelijke apparaten en verhoging van de REB neemt het elektriciteitsverbruik voor huishoudelijke apparatuur af met 5,7 PJ_e in 2010. Dit komt overeen met een CO₂ reductie van 0,6 Mton. In de Dienstensector neemt het verbruik van niet gebouwgebonden apparaten af met 0,1 PJ aardgas en 0,2 PJ_e. Dit komt overeen met een CO₂ reductie van 0,03 Mton.

¹⁰ Exclusief elektriciteitsverbruik voor verlichting, hulpverbruik voor ruimteverwarming en warm tapwater.

Instrumenteerbaarheid

Door middel van energie-labeling en fiscale maatregelen worden consumenten gestimuleerd tot aankoop van meer energiezuinige huishoudelijke apparatuur. De labeling is ontwikkeld in Europees verband en heeft betrekking op slechts een deel van de wit- en bruingoedapparatuur. Uitbreiden van de energie-labeling dient in Europees verband te geschieden. Naar verwachting is dit een proces wat, zelfs als er in de EU voldoende draagvlak is, enige jaren kan kosten.

Door het verstrekken van subsidies op energiezuinige apparaten en de verhoging van de REB wordt de aanschaf van energiezuinige apparaten binnen de sector Huishoudens verder gestimuleerd. In de berekeningen voor de Energiebesparingsnota is uitgegaan van een subsidiebedrag voor huishoudelijke apparaten van 20 miljoen gulden per jaar na 2000. De subsidie op efficiënte huishoudelijke apparaten wordt zodanig ingezet dat de kosteneffectiviteit zo hoog mogelijk is. In de Dienstensector wordt geen subsidie verstrekt op apparaten maar wordt aanschaf van meer energiezuinige apparaten door verhoging van de REB gestimuleerd.

Om het effect van free riders bij subsidieverlening zo veel mogelijk te beperken verdient het aanbeveling om energiezuinige apparatuur in slechts een beperkt aantal wit- en bruingoedcategorieën in aanmerking te laten komen voor subsidie. Indien wordt overgegaan tot subsidiëren van energiezuinige apparaten dient allereerst te worden bepaald welke apparaten voor subsidie in aanmerking komen en hoe hoog deze subsidie dient te zijn. Het subsidiëren van slechts een beperkt aantal categorieën apparaten komt de instrumenteerbaarheid ten goede.

Implementatietempo

Het effect van uitstel van de uitbreiding van de energie-labeling is niet eenvoudig te kwantificeren. Indien de subsidieregeling vier jaar later in gaat (2005 in plaats van 2001), dan nemen de besparingen op huishoudelijke apparatuur af met circa 55% in 2010. De totale besparing op huishoudelijke apparatuur bedraagt dan 0.25 Mton CO₂.

Kosten

De subsidiekosten voor de overheid bedragen 20 miljoen gulden per jaar, te beginnen in 2001. De totale meerinvesteringen¹¹ voor huishoudelijke apparatuur ten gevolge van de verdubbeling van de REB en het stimuleren van de aanschaf van energiezuinige wit- en bruingoedapparatuur bedragen ruim 300 miljoen gulden in 2010. Door de verhoging van de REB stijgen de heffingsopbrengsten (excl. BTW) voor dat deel van het verbruik dat betrekking heeft op huishoudelijke apparaten met ruim f 950 mln in 2010.

De kosten voor de eindverbruikers door het stimuleren van energiezuinige huishoudelijke apparatuur bedragen circa -600 f/ton CO₂, de nationale kosten bedragen circa -110 f/ton CO₂.

¹¹ Voor subsidie.

Maatschappelijk draagvlak

Uitbreiding van de energie-labeling voor wit- en bruingoedapparaten heeft voor de consument als voordeel dat het eenvoudiger is om te beoordelen of hij/zij een product koopt wat aan bepaalde efficiëntie eisen voldoet. Subsidiëring van energiezuinige apparaten zal evenmin op weerstand stuiten. De consument heeft immers nog steeds de keuze om al dan niet in te gaan op de regeling (geen inperking van de keuzevrijheid). Voorwaarde is wel dat de subsidieregeling doorzichtig is en het de consument niet al te veel moeite kost de subsidie binnen te krijgen.

Overige relevante aspecten

Het maatschappelijk draagvlak ten aanzien van subsidiëring kan verminderen wanneer blijkt dat het subsidiebudget al binnen een relatief korte periode is opgebruikt. Consumenten kunnen, als blijkt dat er geen subsidie meer beschikbaar is, het gevoel krijgen dat zijn ten onrechte zijn achtergesteld ten opzichte van diegenen die eerder eenzelfde product hebben aangeschaft.

Gevoeligheid van de uitkomsten t.a.v. toekomstige ontwikkelingen

De subsidieregeling en verhoging van de REB is alleen doorgerekend tegen het GC-scenario. Het elektriciteitsverbruik voor huishoudelijke apparatuur stijgt in het GC-scenario sneller dan in EC en DE vanwege de hogere penetratie van apparatuur. De totale besparing valt in EC en DE lager uit door de lagere penetratiegraad van huishoudelijke apparatuur.

6.4 Besparing bij nieuwe utiliteitsgebouwen

Bij nieuwe gebouwen van bedrijven en organisaties kan extra bespaard worden op het energieverbruik t.b.v. het conditioneren van de werkruimten d.m.v. investering in nog betere isolatie, zuiniger installaties en gebruik van duurzame bronnen of natuurlijk daglicht. W/k-productie, warmtepompen en z.g. stekker-apparaten die verband houden met de uitgevoerde activiteiten, vallen hier buiten.

Gegeven de groei van de gebouwenvoorraad en de sloop van oude gebouwen zal naar schatting 30% van de gebouwenvoorraad in 2010 bestaan uit nieuwe gebouwen van na 1995. Omdat deze gebouwen aanzienlijk zuiniger zijn dan gemiddeld, ligt het aandeel van nieuwe utiliteitsbouw in het totale verbruik lager; het verbruik ligt in de orde van 100 PJ primair verbruik.

Reductie in 2010

Het totale reductiepotentieel in 2010 bedraagt 33 PJ gas, terwijl de elektriciteitsvraag circa 1 PJ afneemt. De mutatie bij elektriciteit is exclusief besparing bij stekker-apparaten en inzet van elektriciteit voor elektrische warmtepompen ter besparing op verwarming met gas.

De totale extra reductie rond 2010 kan alleen gehaald worden als in een hoog tempo veel extra maatregelen worden toegepast bij de komende jaarklassen van nieuwbouw. De mogelijke reductie van de CO₂-uitstoot bedraagt dan 2,0 Mton.

Instrumenteerbaarheid

De gebouwde omgeving kent een grote diversiteit aan energieverbruikers, bouwvormen en activiteiten. De energiekosten vormen gewoonlijk slechts een klein percentage van de totale kosten en kennis over energietechnieken ontbreekt bij deze verbruikers meestal. Tenslotte veroorzaakt de verhuur i.p.v. koop van nieuwbouw het probleem van de verrekening van kosten en opbrengsten van besparing tussen huurder en verhuurder. Deze sector is daarom moeilijk te beïnvloeden vanuit het energiebeleid. Echter, een groot deel van het verbruik is voor ruimte-conditionering t.b.v. redelijk uniforme 'kantoor-achtige' activiteiten. Hierbij is met een (gedetailleerde) regelgeving wel veel mogelijk.

Bovenop de bestaande beleidsinstrumenten, waaronder de EIA, worden ingezet:

- scherpere energie prestatie norm (EPN) voor standaard gebouwen,
- energie prestatie op locatie (EPL),
- hogere energie-heffingen (REB) op gas en elektriciteit,
- Wet Milieubeheer en MJA's (enkele subsectoren),
- convenanten met projectontwikkelaars, architecten en branche-organisaties van aanbieders/installateurs van energie-installaties.

Er worden zodanig scherpe eisen gesteld aan nieuwbouw dat deze in 2010 45% zuiniger is als de reeds zuinige bouw in 1995. De heffingen leveren ook een bijdrage aan de besparing; ze verbeteren de kosteneffectiviteit van de EPN/EPL-eisen en maken de eisen daarmee acceptabeler. De EPN zorgt echter voor het overgrote deel van de totale besparing. Bij deze EPN-waarden zal de EPL (voor een klein deel van de nieuwbouw op VINEX-lokaties) niet veel extra besparing opleveren. De projectontwikkelaars en architecten moeten worden betrokken bij de besparingsactiviteiten omdat in het voor-stadium van bouwen vaak nog geen gebruikers van de gebouwen bekend zijn. De aanbieders van installaties kunnen er voor zorgen dat de juiste kennis beschikbaar komt op het moment van het maken van het ontwerp van de energievoorziening van het gebouw. Met name bij invoering van de EPL is er ook een rol weggelegd voor de Gemeente. Vergunningen volgens de wet milieubeheer kunnen dienen om de EPN, indien nodig, af te dwingen. De in enkele subsectoren afgesloten MJA's kunnen, indien voortgezet na 2000, een functie hebben bij besparing bij apparaten of via warmtepompen; deze MJA's dienen echter vooral als ondersteunend bij het bereiken van de hier berekende besparing.

Implementatietempo

Het implementatietempo hangt enerzijds af van de tijd die het kost om voldoende praktijkkennis op te doen voor grootschalige invoering van een (verscherping) van de EPN/EPL. Het halen van de 45% efficiencyverbetering t.o.v. 1995 vereist de inzet van zo goed als alle momenteel bekende besparingsmaatregelen, inclusief warmtepompen. Om eventuele tegenvallers op te vangen is het zaak dat de komende jaren extra opties beschikbaar komen.

Verder hangt het bereiken van de besparing af van de hoeveelheid nieuwbouw, welke laatste direct gekoppeld is aan de economische groei in de scenario's. Het effect van de EPN neemt na 2010 nog sterk in omvang toe door de flinke groei bij de nieuwbouw.

Kosten

De kosten worden bijna geheel veroorzaakt door de extra investeringen, er zijn nauwelijks extra B&O-kosten. Cumulatief bedraagt de meer-investering in besparende technieken ongeveer f 11 mld tot 2010. Bij het daaruit afleiden van de jaarlijkse kapitaalskosten mag worden uitgegaan van een gemiddelde levensduur van 20 jaar voor de (veelal bouwtechnische) investeringen. Bij het bepalen van de kostenbesparing bij inkoop van energiedragers geldt dat een deel van het gasverbruik afgerekend wordt tegen het tarief van de b- of zelfs C-schijf (zonder REB). Om de 45% efficiencyverbetering te bereiken moeten ook de duurste maatregelen, waaronder warmtepompen, worden ingezet. Verder geldt dat in deze sector veel hogere discontovoeten worden gehanteerd dan bij woningen. Daardoor valt de kosteneffectiviteit nog ongunstiger uit dan bij nieuwbouwwoningen, waar ook een vergaand besparingsbeleid wordt. De kosten-effectiviteit vanuit de verbruiker bedraagt hiermee 540 f/ton; die vanuit maatschappelijke kosten bedraagt 320 f/ton. Conform de hier gehanteerde aanpak is bij de verbruikerskosten nog geen rekening gehouden met de huidige stimuleringsregelingen, zoals de EIA.

Maatschappelijk draagvlak

De eventuele extra kosten kunnen doorberekend worden aan de afnemers omdat de bedrijven niet blootstaan aan internationale concurrentie; voor zover dit wel het geval is vallen de energiekosten in het niet bij die van b.v. de loonkosten. Bij nieuwe (semi-) overheidsgebouwen kan de overheid zelf zorgen voor het benodigde draagvlak. De ongunstige kosteneffectiviteit wordt sterk bepaald door de gehanteerde hoge rentevoet bij het vertalen van investeringen in jaarlijkse kapitaalskosten. Mogelijk kan een financieringsfaciliteit dit probleem verminderen.

Eerder heeft het MKB kritiek geuit op de besteding van de MAP-heffing die door hen werd opgebracht. Het is daarom voor het draagvlak van belang dat ook de heffingsopbrengst van de REB aantoonbaar terugsluisd wordt naar de betreffende bedrijven.

Overige relevante aspecten

In Nederland, met ons zeeklimaat, wordt momenteel relatief weinig volledige airconditioning toegepast. Bij een verkeerd ontwerp of toepassing van besparingsmaatregelen kan soms oververhitting van de werkruimten optreden. Ook kunnen de vele elektrische apparaten teveel afvalwarmte produceren. De scherpere EPN/EPL moet zo geformuleerd worden dat air-conditioning ontmoedigd wordt.

Een eenmaal neergezet gebouw met een zeker niveau van isolatie en benutting van natuurlijke instraling van warmte en licht kan nauwelijks meer aangepast worden. Het

is dan ook zaak om bij dit soort opties voor de 'bouwschil' de best mogelijke techniek toe te passen. Bij het voorschrijven van een EPK, die verschilt naar sector, soort activiteit of functie van het gebouw, moet reeds rekening worden gehouden met eventuele functieveranderingen bij gebouwen. Bij een bedrijf in een zeer zuinig gebouw zal de grootste post in het energieverbruik vaak de mobiliteit van de medewerkers zijn. Voor de CO₂-reductie is de locatie dus zeker zo belangrijk als de energetische kwaliteit van het gebouw.

Gevoeligheid van de uitkomsten t.a.v. toekomstige ontwikkelingen

De CO₂-reductie per m³ gebouw kan, bij toepassing van verbruiksnormen, in beginsel ongevoelig zijn voor externe ontwikkelingen, zoals energieprijzen en isolatiekosten. De reductie t.g.v. de hogere REB hangt wel iets af van de energieprijzen in het achtergrondscenario. De totale CO₂-reductie is afhankelijk van de omvang van de nieuwbouw t.g.v. sloop en groei van activiteiten. De (netto) kosten van CO₂-reductie hangen sterk af van de energieprijzen in het achtergrondscenario.

6.5 Besparing bij bestaande utiliteitsbouw

Bij bestaande gebouwen van bedrijven en organisaties kan extra bespaard worden op het energieverbruik t.b.v. het conditioneren van de werkruimten d.m.v. investering in isolatie, zuiniger installaties of benutting van duurzame bronnen. W/k-productie, warmtepompen en z.g. stekker-apparaten die verband houden met de uitgevoerde activiteiten, vallen hier buiten. Het totale primaire verbruik van de utiliteitsbouw bedroeg in 1995 ongeveer 370 PJ.

Reductie in 2010

Het totale reductiepotentieel in 2010 bedraagt 18 PJ gas en 3 PJ elektriciteit; deze komt bovenop de reeds in het GC-scenario bereikte besparing. De mutatie bij elektriciteit is exclusief besparing bij stekker-apparaten en de extra inzet van elektriciteit voor elektrische warmtepompen ter besparing op gas voor verwarming. De extra reductie bestaat vooral uit het naar voren halen van maatregelen die anders later zouden zijn genomen bij hogere energieprijzen. De mogelijke reductie van de CO₂-uitstoot bedraagt 1,3 Mton.

Instrumenteerbaarheid

De gebouwde omgeving kent een grote diversiteit aan energieverbruikers, bouwvormen en activiteiten. De energiekosten vormen gewoonlijk slechts een klein percentage van de totale kosten en bij nieuwbouw zijn de toekomstige gebruikers van het gebouw vaak nog niet bekend. Tenslotte is er bij verhuur van gebouwruimte nog het probleem van de verrekening van kosten en opbrengsten van besparing tussen huurder en verhuurder. Daarom is deze sector moeilijk te beïnvloeden vanuit het energiebeleid. Echter, een groot deel van het verbruik is voor ruimte-conditionering t.b.v. re-

delijk uniforme 'kantoor-achtige' activiteiten. Hierbij is met een (gedetailleerde) regeling wel veel mogelijk. In te zetten instrumenten zijn:

- Energieprestatiekeuring (EPK) voor standaard gebouwen,
- hogere energie-heffingen (REB) op gas en elektriciteit,
- Wet milieubeheer en (voor enkele deelsectoren),
- convenanten met branche-organisaties van verbruikers of branche-organisaties van aanbieders/installateurs van energie-installaties.

In de berekeningen is een zodanig pakket besparingsmaatregelen ingezet dat het verbruik van alle gebouwen van voor 1995 in 2010 zo'n 15% lager is dan in 1995. Dit blijkt met standaard maatregelen te halen, mede omdat in het GC-scenario reeds bespaard wordt. De implementatie wordt zo nodig afgedwongen via het invoeren van een EPK per 2004. De verhoogde REB-heffing levert daarnaast nog een kleine bijdrage en maakt tevens de EPK-eisen rendabeler/minder onrendabel en daarmee acceptabel. Zonder EPK valt de reductie echter aanzienlijk lager uit. De convenanten met aanbieders van installaties zorgen ervoor dat de juiste kennis op het juiste moment beschikbaar komt, namelijk op het moment van ingrijpen in de bestaande energievoorziening. Het invoeren van de EPK vereist, m.n. in het begin, veel inzet van bouw-energetische kennis. Vergunningen volgens de wet milieubeheer kunnen dienen om de EPK, indien nodig, af te dwingen. De in enkele subsectoren afgesloten MJA's leveren, indien voortgezet na 2000, geen extra besparingseffect op bovenop het EPK-effect. Ze kunnen wel een functie hebben bij besparing bij apparaten of via warmtepompen.

Implementatietempo

Deze optie is deels snel in te voeren (heffingen) maar vereist deels ook een traject van zorgvuldige kennisopbouw en geleidelijke intensivering (EPK). Verder moet er vaak aangesloten worden bij het natuurlijk moment, b.v. de 5-jaarlijkse 'face-lift' bij winkels, het vervangen van 15 jaar oude ketels of de nog minder frequente voorkomende volledige renovatie van een gebouw. Na 2010 neemt het EPK-effect eerst toe door toepassing op andere te renoveren gebouwen; op langere termijn neemt het EPK-effect weer af omdat de bestaande gebouwvoorraad geleidelijk gesloopt wordt (en vervangen door nieuwbouw).

Kosten

De kosten worden bijna geheel veroorzaakt door de extra investeringen, er zijn nauwelijks extra B&O-kosten. Cumulatief bedraagt de meer-investering in besparende technieken f 5 a 6 mld tot 2010. Bij het daaruit afleiden van de jaarlijkse kapitaalskosten mag worden uitgegaan van een gemiddelde levensduur van 20 jaar voor de (veelal bouwtechnische) investeringen. Bij het bepalen van de kostenbesparing bij inkoop van energiedragers geldt dat een deel van het gasverbruik afgerekend wordt tegen het tarief van de b- of zelfs C-schijf (zonder REB). De kosteneffectiviteit vanuit de verbruiker bedraagt hiermee 240 f /ton; die vanuit maatschappelijke kosten bedraagt 170 f /ton.

Maatschappelijk draagvlak

De eventuele extra kosten kunnen doorberekend worden aan de afnemers omdat de bedrijven niet blootstaan aan internationale concurrentie; voor zover dit wel het geval is vallen de energiekosten gewoonlijk in het niet bij b.v. de loonkosten. Bij (semi-) overheidsgebouwen heeft de overheid zelf invloed op het benodigde draagvlak. Eerder heeft het MKB kritiek geuit op de besteding van de MAP-heffing die door hen werd opgebracht. Het is daarom voor het draagvlak van belang dat ook de heffingsopbrengst van de REB aantoonbaar teruggesluisd wordt naar de betreffende bedrijven.

Overige relevante aspecten

Een eenmaal uitgevoerde isolatiemaatregel kan zeer langdurig aanwezig blijven en is nauwelijks achteraf verder te verbeteren. Het is dan ook zaak om bij generieke sturing, zoals bij de EPK, ook minimale isolatieniveaus te blijven voorschrijven en de best mogelijke technieken toe te passen. Bij het voorschrijven van een EPK, die verschilt naar sector, soort activiteit of functie van het gebouw, moet reeds rekening worden gehouden met eventuele functieveranderingen bij gebouwen.

Een deel van de bestaande gebouwen zal in de periode tot 2020 worden gesloopt; bij toepassing van de EPK na 2000 moeten daarom de kosten soms afgewogen worden met de besparing over de resterende levensduur. Mogelijk kan een strenge EPK de doorslag geven bij het vervangen van verouderde gebouwen door (energiezuinige) nieuwbouw.

Gevoeligheid van de uitkomsten t.a.v. toekomstige ontwikkelingen

De mogelijke CO₂-reductie t.g.v. het hanteren van de EPK-normen is in beginsel ongevoelig voor externe ontwikkelingen, zoals energieprijzen en isolatiekosten. De reductie t.g.v. de hogere REB hangt wel iets af van de energieprijzen in het achtergrondscenario. Bij de lagere prijzen in het DE-scenario zijn nog niet zoveel besparingsmaatregelen getroffen en levert eenzelfde (absolute) heffing extra besparing. Indien de bestaande gebouwvoorraad sneller wordt gesloopt, b.v. in een hoge groei scenario, valt het reductiepotentieel lager uit.

6.6 Energiebesparing in de industrie

Het onderwerp industrie betreft tevens de bouwnijverheid, asfaltproductie en zand- en grindwinning. Het berekende finaal verbruik in basisscenario GC-actualisatie in 2010, inclusief non-energetisch verbruik, uitgedrukt in PJ primair, bedraagt 1703 PJ t.o.v. 1197 PJ in 1990. De raffinagesector en ook de olie- en gaswinning vallen niet onder de industrie maar onder de energiesector. Additionele energiebesparing in de raffinagesector wordt echter bij deze optie behandeld. In GC-actualisatie zijn reeds een groot aantal ontwikkelingen verondersteld (zie Tabel 6.1). Aanvullend hierop worden binnen de optie extra maatregelen voorzien, zoals ook bepaald voor de Energiebesparingsnota. De optie bestaat uit de volgende elementen:

- aanvullende dematerialisatie door besparing op materiaalverbruik: effect 18 PJ (waarvan 2 PJ niet CO₂-relevant grondstofverbruik),
- directe energiebesparing door verbeteringen in de processen, waaronder ook besparing op non-energetisch verbruik, good housekeeping en maatregelen aan industriegebouwen: effect 14 PJ,
- besparing door het leveren van restwarmte aan derden: effect 5 PJ bij de industrie, 5 PJ bij de raffinage.

In tabel 1 zijn de verschillende effecten gekwantificeerd. Dematerialisatie betreft het verschil tussen de groei van fysieke productie en productiewaarde in een sector. Besparing door w/k loopt in het optiepakket iets terug door de verminderde vraag.

Tabel 6.1 *Decompositie energieverbruik in de industrie 2010 [PJ primair]*

	GC-actualisatie	GC-optie
verbruik op basis van groei industrie	2.323	2.323
mutatie door optel-structureffect	-232	-232
verbruik op basis van sectorale groei	2.091	2.091
mutatie door dematerialisatie	-242	-260
verbruik op basis van fysieke productie	1.849	1.831
mutatie door nieuwe elektriciteitstoepassingen	138	138
verbruik na elektrificatie	1.987	1.969
besparing in processen	-285	-299
finaal verbruik na besparing	1.702	1.670
besparing door restwarmtelevering	0	-5
finaal verbruik na besparing (saldo)	1.702	1.665
besparing door aanbodtechnieken	-79	-77
verbruik incl. aanbodtechnieken	1.623	1.588

Het weergegeven pakket komt overeen met de Energiebesparingsnota (EZ'98)

Reductie in 2010

Uitgaande van het finaal verbruik bedraagt de CO₂-reductie van het optiepakket 1,9 Mton; tezamen met 0,3 Mton i.v.m. restwarmtelevering door raffinaderijen is de totale reductie 2,3 Mton. Verdergaand beleid, bijvoorbeeld toepassing van CO₂-reductiecertificaten, kan nog eens 3 Mton opleveren.

Instrumenteerbaarheid

Het volgende beleid wordt reeds verondersteld plaats te vinden in GC-actualisatie:

- De Meerjarenafspraken energie-efficiency (MJA's) zijn voor de industrie het belangrijkste lopende beleidsinstrument. De meeste MJA's lopen in 2000 af, maar momenteel wordt overleg gevoerd over voortzetting. In het scenario GC-actualisatie wordt uitgegaan van een vergelijkbare inspanning na 2000 als momenteel plaatsvindt. Benchmarking, intensivering van de naleving en het hanteren van een rendementscriterium van 15% op energiebesparende investeringen maken daarvan deel uit.
- Het lopende fiscale beleid (EIA en VAMIL).

Voor realisatie van het pakket worden de volgende instrumenten ingezet c.q. uitgebreid:

- Uitbreiden van de MJA's na 2000 met nieuwe thema's, met name materiaal-efficiency leidt tot 18 PJ meer dematerialisatie.
- Een verhoging van de REB met een factor 2.5. Voor slechts enkele sectoren, zoals de bouwnijverheid en de overige industrie betreft dit het marginale tarief. Het effect van de heffing bedraagt derhalve slechts 1 PJ.
- Fiscale faciliteiten voor energiebesparende investeringen, zoals de lopende EIA-regeling, uitbreiding budget 60 mln per jaar, effect ca 10 PJ.
- Stimuleren van de ontwikkeling van doorbraaktechnologie, daartoe wordt gedurende 12 jaar 40 mln per jaar uitgetrokken, effect enkele PJ, en groeiend na de budgetperiode.
- Stimuleren van gerichte restwarmtelevering van raffinaderijen, chemie en basismetaal, aan te wenden voor stadsverwarming, glastuinbouw andere processen. Bij een inzet van 20 mln per jaar gedurende 12 jaar is de te verwachten besparing ca 10 PJ, waarvan ongeveer de helft bij de raffinage plaatsvindt.
- Extra beleid gericht op het energie-extensieve midden- en kleinbedrijf met diverse programma's en via bouwvoorschriften (EPK). Effect van enkele PJ en groeiend na de budgetperiode, stimuleringskosten 8 mln per jaar.

De volgende beleidsalternatieven kunnen worden overwogen:

- Als alternatief wordt een verhoging voorzien in meer sectoren via een verhoging van zowel de WBM-heffing als de REB. Het betreft een verdubbeling in 1999 en een zelfde verhoging in 2003 die stapsgewijs zijn beslag krijgt naar volledige invoering in 2006. Deze in 2006 uiteindelijk verdrievoudigde WBM-heffing is van toepassing in de A, B en C-schijf. Deze additionele heffing heeft in de industrie slechts een beperkt effect van 3 PJ in 2010. Een dergelijke heffing heeft ook bij afwezigheid van het optiepakket een zelfde effect.
- Een verdergaande maatregel betreft de introductie van verhandelbare emissie reductiecertificaten. Met een prikkel van 150 f/ton CO₂ zijn, afhankelijk van de toepassingscriteria, in de industrie besparingen van 25 tot 75 PJ mogelijk.

Onder het bestaande MJA-beleid kan nieuw beleid gaan vallen als materiaalefficiency, restwarmtelevering en doorbraaktechnologie. Voor deze nieuwe thema's zal een methodiek dienen te worden ontwikkeld. Veel hangt af van de bereidwilligheid van de bedrijven hieraan te werken, het MJA-instrument is alleen voor het thema procestech-niek bewezen. Voor het thema materiaal-efficiency zullen bovendien convenanten moeten worden afgesloten met nieuwe doelgroepen. Het onderwerp doorbraaktech-nologie vereist een specifieke aanpak, waarbij per geval beoordeeld wordt hoe stimu-lering moet plaatsvinden. Het onderwerp restwarmtetoepassing vereist naast specifiek onderzoek ook een specifieke risico-afdekking tussen leverancier en gebruiker. Hier speelt de vereiste infrastructuur en de levensduur daarvan een belangrijke rol. Er dreigt een vacuüm te ontstaan tussen een terugtrekkende overheid en de energiebedrij-ven die voldoende rendement eisen. Het instrument van de emissiereductiecertificaten is nieuw en ingrijpend zodat wellicht eerst een experimentele fase vereist is. De overige beleidsinstrumenten zijn min of meer bestaand en derhalve voldoende instrumen-teerbaar.

De kosten ten laste van de begroting bedragen 128 mln per jaar, exclusief uitvoeringskosten die worden geschat op 10 mln per jaar.

Implementatietempo

Het MJA-beleid betreffende nieuwe thema's sluit aan op bestaand beleid dat m.i.v. 2000 een nieuwe ronde ingaat, maar waarvoor het potentieelonderzoek en het onderhandelen ca 5 jaar in beslag zal nemen. Afzonderlijke projecten kunnen evenwel nu starten in het kader van lopende of nieuwe convenanten. De CO₂-reductie tengevolge van met name doorbraaktechnologie en strengere bouwvoorschriften komt pas op lange termijn (20 jaar). Generieke instrumenten zoals extra EIA en heffingen kunnen op korte termijn geïmplementeerd worden, de effecten treden geleidelijk op. Het instrument van de emissiereductie-certificaten vereist een implementatieperiode van ca 10 jaar.

Kosten

De totale extra investeringen tot aan 2010 ten opzichte van GC bedragen circa 900 mln. De uitgespaarde energiekosten liggen iets hoger dan de som van jaarlijkse kapitaalslasten en overige kosten (bijv. bediening en onderhoud). De netto jaarlijkse kosten voor de sector (eindverbruikersbenadering) in het peiljaar 2010 bedragen daarmee *f* -58 mln, uit nationale optiek *f* -123 mln. De kosteneffectiviteit is respectievelijk -25 en -50 *f*/ton CO₂. De verwachte kosten van maatregelen, die worden gestimuleerd door een systeem van reductiecertificaten bedragen circa 150 *f*/ton volgens de eindverbruikersbenadering en 100 *f*/ton volgens nationale kosten.

Draagvlak

Het draagvlak voor continuering van MJA's is groot, mits geen onrendabele maatregelen geëist worden en heffingen voor MJA-bedrijven achterwege blijven. Verhoging van de WBM-heffing kan belangrijke schade toebrengen aan het MJA-beleid. Emissiereductiecertificaten wijken af van het principe 'de vervuiler betaalt', er zijn twijfels over de uitvoerbaarheid.

Gevoeligheid van de uitkomsten t.a.v. toekomstige ontwikkelingen

Vooraf dematerialisatie en elektrificatie zijn belangrijke autonome effecten die beïnvloed worden door de economische ontwikkeling. De gevoeligheid voor energieprijzen is niet bijzonder groot.

6.7 Energiebesparing in de landbouw

Het onderwerp landbouw wordt toegespitst op de glastuinbouw. Het berekende finaal verbruik in basisscenario GC-actualisatie in 2010, uitgedrukt in PJ primair, bedraagt 204 PJ t.o.v. 154 PJ in 1990. In GC-actualisatie zijn reeds een groot aantal ontwikkelingen verondersteld (zie Tabel 2). Aanvullend hierop zijn in het optiepakket een aantal maatregelen uitgewerkt. De genoemde beleidsmaatregelen zijn, evenals in de EBN, gericht op het afgesloten convenant Glastuinbouw en Milieu (65% verbetering van de energie-efficiency in 2010 t.o.v. 1980). In de EBN is een voorlopige doorrekening uitgevoerd, in het optiedocument is deze verder geconcretiseerd, zodanig dat de doelstelling van het convenant wordt gerealiseerd. Daardoor is de reductie in het optiedocument t.o.v. EBN flink toegenomen. De optie bestaat uit de volgende elementen:

- Toepassing van energiezuiniger teeltmethoden door zuiniger klimaatregeling, meer gebruik van schermen en andere gedragsopties. Om de hoge areaalproductiviteit uit GC te realiseren is per een ha kas toenemende energie-inzet vereist. De maatregel houdt in dat deze intensivering van het areaalgebruik 18 PJ minder hoog wordt.
- Minder gebruik van assimilatiebelichting (5 PJ).
- Verbeteringen aan de kastechiek, waaronder verbeterde lichttoetreding, klimaatcomputers, isolatie, betere condensoren, warmte-opslag van CO₂-branders. Totaal betreft dit technische besparing ter grootte van 11 PJ.
- Verbeteringen aanbodtechniek, vooral verhoging van het aandeel eigen warmtekrachtkoppeling en warmte van derden. Dit betreft extra inzet van warmte van derden met een besparing ter grootte van 4 PJ.

Tabel 6.2 *Decompositie energieverbruik in PJ primair in de glastuinbouw, 2010*

	GC-actualisatie	GC-optie
verbruik op basis van omzet	293	293
mutatie door upgrading product	-22	-22
verbruik op basis van fysieke productie	271	271
mutatie door areaalproductiviteit	-115	-115
verbruik op basis van areaal	157	157
mutatie door intensivering areaalgebruik	50	32
verbruik na intensivering	206	188
mutatie door assimilatiecultuur	21	16
verbruik na elektrificatie	227	204
mutatie door technische besparing kas	-23	-34
finaal verbruik na besparing	204	170
besparing door aanbodtechnieken (cf. MJA)	-19	-23
verbruik incl. aanbodtechnieken	185	147

Reductie in 2010

Uitgaande van het finaal verbruik bedraagt de CO₂-reductie van het optiepakket 1,8 Mton. Dit is exclusief 0,2 Mton reductie door besparing via aanbodtechniek, zoals warmte van derden die is opgenomen bij de optie centrale warmte- en elektriciteitsopwekking.

Instrumenteerbaarheid

Het volgende beleid wordt reeds verondersteld plaats te vinden in GC-actualisatie.

- stimuleren van warmte van derden via herstructureringssteun en het OEI-project (optimale energie infrastructuur),
- fiscale faciliteiten voor energiebesparende investeringen, zoals de lopende EIA-regeling en de Groen-label kas,
- het R&D-programma voor energie-efficiency met inzet 5 mln per jaar,
- voortzetting van de MJA-glastuinbouw op vergelijkbare wijze als nu plaatsvindt zonder individuele benadering van bedrijven.

Voor realisatie van de optie worden de volgende instrumenten ingezet c.q. uitgebreid:

- het R&D-programma energie-efficiency met 5 mln per jaar extra, effect 4 PJ,
- verruiming van de energie-investeringsaftrek (EIA) met een budget van 25 mln per jaar extra, effect 4 PJ,
- individualisering en aanscherping van de huidige MJA-E praktijk in het kader van de IMT-glastuinbouw, effect 26 PJ,
- aanvullend planologisch beleid, effect 4 PJ.

Zoals reeds is opgemerkt is de doelstelling van het afgesloten GLAMI-convenant 65% efficiencyverbetering in 2010 ten opzichte van 1980. Deze doelstelling is geconcretiseerd in het onderdeel IMT-energie van het GLAMI. Ten opzichte van bestaand convenantbeleid wordt een meer individuele benadering van bedrijven mogelijk in het kader van de IMT. Bedrijven kunnen kiezen voor regels volgens een AMVB of voor een eigen bedrijfsmilieuplan met een doelstelling voor efficiencyverbetering. Een kwantitatieve invulling van de AMVB of richtlijnen voor BMP's zijn in voorbereiding. De optie is zodanig gekwantificeerd dat de GLAMI-doelstelling van 65% gehaald wordt. Volgens de gehanteerde rekenwijze en veronderstellingen is het daarbij behorende maximale verbruik in 2010 147 PJ primair (zie tabel 2). Invulling van de IMT-doelstelling valt uiteen in besparing via warmte van derden, waar individuele bedrijven slechts beperkt invloed op hebben, en overige besparing. Voor meer toepassing van warmte en CO₂ van derden is veelal inrichting van nieuw gebied vereist. Restwarmtebenutting zal in de praktijk kunnen stuiten op economische en planologische beperkingen. Hier is aanvullend planologisch beleid vereist (aanwijzing bestemmingen). De doelstelling betreffende overige besparing wordt de verantwoordelijkheid van de individuele bedrijven. Zo nodig kan deze via de AMVB opgelegd worden en met sancties worden afgedwongen.

Een alternatief voor de IMT-maatregel biedt het verhogen van de marginale energiekosten voor glastuinders, via een heffing, eventueel gecombineerd met terugsluizing binnen de sector. Verhoging van de WBM heffing voor tuinders met een factor 3 tot 6.5 ct/m³ leidt tot een finaal verbruik na besparing van 179 PJ in 2010. Het beeld van het optiepakket van 170 PJ komt in zicht bij een verhoging met een factor 4. Hierbij is echter uitgegaan van een relatief hoge lange-termijn prijselasticiteit. Het LEI hanteert bijvoorbeeld een factor 10 (20 ct/m³) om hetzelfde effect te bereiken.

De kosten ten laste van de overheid bij bovenstaand beleid zouden *f* 5 mln bedragen voor R&D, *f* 25 mln voor EIA en ca *f* 10 mln/jaar voor implementatie en handhaving van het IMT-beleid.

Implementatietempo

Voor de R&D-subsidie en de EIA-verruiming zijn instrumenten aanwezig. Het effect op de energiebesparing is naar verwachting geleidelijk. De uitwerking van de IMT en de vertaling naar individuele besparingsdoelen zal bij het inwerking treden in 2000 naar verwachting gereed zijn. Voor het bereiken van de doelen wordt een lineair verloop verwacht met het behalen van de doelstelling in 2010.

Kosten

Het saldo van jaarlijkse kosten van de maatregelen bedraagt volgens de eindverbruikersbenadering in het peiljaar 2010, f 80 mln, uit nationale optiek f 435 mln. De kosteneffectiviteit is respectievelijk 50 en 250 f/ton CO₂. Het hogere bedrag bij de nationale optiek wordt vooral veroorzaakt door de lagere nationale schaduw prijzen voor bespaarde energie.

Het betreft voor de eindverbruiker derhalve per saldo bescheiden kosten, hetgeen evenwel niet hoeft te gelden voor alle afzonderlijke bedrijven of sectoren. Voor de glastuinbouw is o.a. sprake van een veel bescheidener stijging van het areaal met assimilatiebelichting dan in het basisscenario (globale cijfers totale landbouw: minder opbrengst in 2010 ca 800 mln, minder kapitaallasten ca 200 mln, minder energiekosten ca 600 mln).

Draagvlak

De algemene IMT-aanpak en doelstellingen worden breed gedragen. Het draagvlak bij individuele bedrijven om een zware doelstelling voor energie te bereiken is naar verwachting slechts ten dele aanwezig. Er is in de sector geen duidelijke motivatie voor aanzienlijk energiezuiniger teeltmethoden. Er is ook geen animo voor heffingen met terugsluizing in de sector, laat staan algemene heffingen.

Gevoeligheid voor autonome ontwikkelingen

De sector is sterk afhankelijk van de marktontwikkeling van haar producten. Op grond van het recente verleden wordt per eenheid areaal een lagere productiviteitsgroei gecombineerd met lagere energie-intensivering veel waarschijnlijker geacht dan de veronderstellingen van het scenario. Voorts hebben ondernemers slechts beperkte investeringsmogelijkheden voor energiebesparing en zijn daarbij afhankelijk van de rendementsontwikkeling. De sector is relatief gevoelig voor energieprijsveranderingen; het effect van een structurele prijsverhoging van bijvoorbeeld de BSB is echter niet eenvoudig in te schatten.

7. Duurzame energie

De beschrijvingen op het gebied van duurzame energie vertonen op verschillende vlakken overeenkomsten/overlap met de overige reductievelden. Belangrijkste reden hiervoor is dat bij de overige reductievelden voornamelijk gekeken wordt vanuit de doelgroepen (huishoudens, industrie, elektriciteitssector), terwijl de opties voor duurzame energie vanuit de invalshoek van de technologie worden beschreven. Bij de pakketsamenstelling zal waar nodig gecorrigeerd worden voor deze overlap. De opties in dit hoofdstuk hebben betrekking op zon, wind, biomassa (opgesplitst naar de energiedrager die wordt geproduceerd uit biomassa) en warmtepompen. Voor de optie Import van Duurzame Energie is geen aparte beschrijving opgesteld. Import van biomassa komt namelijk al in de betreffende optiebeschrijvingen naar voren. Van de overige opties (import van waterkracht, windkracht en/of zonne-energie) is op dit moment niet zodanige informatie beschikbaar, die een concrete beschrijving mogelijk maakt voor substantiële toepassing in 2010.

7.1 Zon PV

Met fotovoltaïsche systemen, ook wel PV-systemen genoemd (PV van Photo Voltaics), wordt invallend zonlicht direct omgezet in elektriciteit. Daarbij zijn er geen bewegende delen, is er geen sprake van geluidsemissies en vinden er geen directe andere emissies plaats. De mate van zonlichtinstraling bepaalt de hoeveelheid elektriciteit die wordt opgewekt. Dit betekent dat het aanbod (gestuurd door de hoeveelheid zonlicht) en de vraag veelal niet op elkaar zijn afgestemd. Op korte tot middellange termijn (tot na 2010) heeft het elektriciteitsnet echter voldoende capaciteit om als buffer op te kunnen treden. Naast netgekoppelde systemen zijn er zg. autonome systemen te onderscheiden. Hoewel de kosten voor autonome toepassingen op korte termijn lager zijn omdat in specifieke situaties een netuitbreiding kan komen te vervallen, is het potentieel ervoor beperkt. Daarom zal hier het zwaartepunt vooral op netgekoppelde systemen gelegd worden. Het is echter van belang erop te wijzen dat autonome systemen als een belangrijke opmaat gezien kunnen worden naar de grootschalige marktintroductie van netgekoppelde systemen, die vooralsnog duur zijn.

Reductie in 2010

Het technisch potentieel voor autonome systemen is beperkt tot zo'n 100 -200 MWp¹². Voor netgekoppelde systemen is het technisch potentieel binnen Nederland veel groter: schattingen variëren tussen de 30 GWp en 110 GWp¹³. Het maximum realiseerbare potentieel voor 2010 is echter veel kleiner en wordt vooral bepaald door de fysieke beperkingen in de hoeveelheid nieuw te bouwen productiecapaciteit. Naar schatting ligt het maximum realiseerbare potentieel op zo'n 800 MWp in 2010 en zo'n

¹² PV-convenant, bijlage 1: PV Introductieplan, opgesteld door het PV-Platform, 1997.

¹³ F.G.P. Corten en G.C. Bergsma: *Het potentieel van PV op daken en gevels in Nederland*, CE, 1995.

2500 MWp in 2020. Ter illustratie: de huidige productiecapaciteit in Nederland draagt 2 MWp/jaar en er zijn plannen deze capaciteit uit te breiden tot 20 MWp/jaar vòòr 2000.

De overheidsdoelstelling van 277 MWp in 2010 wordt in het GC-basis scenario niet gehaald. In het GC-EBN scenario wordt deze doelstelling ruimschoots gehaald. tevens is er in een variant geïnvventariseerd, wat het effect zou zijn van een verdrievoudiging van de REB en de BSB, in de tabel opgenomen als OD-variant.

In de volgende tabel is een overzicht gemaakt van het potentieel, de overheidsdoelstelling en de scenario resultaten voor 2010. De gegeven cijfers bevatten zowel de autonome systemen als ook de netgekoppelde systemen.

Tabel 7.1 *Het potentieel, de overheidsdoelstelling en de scenario resultaten voor 2010*

	Potentieel [MWp]	Doelstelling [MWp]	GC-basis		GC-EBN		OD-variant	
			[MWp]	[Mton]	[MWp]	[Mton]	[MWp]	[Mton]
PV (absoluut)	800	277	200	0,07	557	0,19	590	0,2
additioneel t.o.v. GC-basis					357	0,12	390	0,13

Instrumenteerbaarheid

Het in het GC-basis scenario opgenomen beleid betreft al het beleid dat nu al van kracht is of waartoe reeds beslissingen zijn genomen. Daarbij gaat het vnl. om de VAMIL, de EIA, financiering uit groenfondsen en de REB van 2,95 ct./kWh.

Voor de berekeningen in het kader van de EBN is als aanvullend beleid opgenomen:

- de REB wordt in 1999 verdubbeld, tevens wordt er indirect geprofiteerd van een verhoging van de BSB,
- het budget voor de EIA wordt m.i.v. 1999 extra verhoogd met 100 mln. gulden per jaar (waarvan een gedeelte beschikbaar is voor duurzaam),
- de invloed van Groene Stroom is opgenomen (afnemers van Groene Stroom betalen door vrijstelling van de REB-heffing hiervoor in dit scenario slechts iets meer dan 1 ct./kWh extra) Dit betekent dat meer geld uit Groene Stroom beschikbaar komt.

Voor berekeningen in het kader van de OD-variant is uitgegaan van het beleid zoals opgenomen in de EBN, met als aanvulling een verhoging van de REB tot 8,85 ct./kWh (drie maal de REB) in 2003. Voor Groene Stroom is uitgegaan van het nultarief.

Naast dit beleid kan gedacht worden aan een convenant met de e-sector (specifiek voor de implementatie van PV door de e-sector), verplichtstelling van een aandeel duurzame energie en groene BTW op PV-systemen (dit dient goedgekeurd te worden door de Europese Commissie). Daarnaast zijn reeds lopende of in voorbereiding zijnde ondersteunende maatregelen van belang zoals:

- vereenvoudiging van de voortrajecten (oplossen van bestuurlijke knelpunten, vrijstelling van een vergunningsvereiste),
- promotiecampagnes,
- opleiding van installateurs.

Implementatietempo

Bij uitstel van implementatie van het EBN-pakket met vier jaar wordt in 2010 slechts 46% van het effect uit het EBN-scenario gehaald. Ten opzichte van het GC-basis scenario wordt er dan 28% meer vermogen geplaatst en CO₂ gereduceerd (0,02 Mton CO₂ additioneel t.o.v. GC-basis).

Kosten

De ontwikkeling van de kosteneffectiviteit in f/ton CO₂ voor de eindverbruiker (in dit geval de energiebedrijven) en maatschappelijk is in de volgende tabel weergegeven. De maatschappelijke kosten in 2010 blijven vrijwel gelijk in het GC-EBN scenario t.o.v. het GC-basis scenario, terwijl de kosten voor de eindverbruiker licht dalen door de extra beleidsmaatregelen.

Tabel 7.2 *Ontwikkeling van de kosteneffectiviteit in f/ton CO₂*

	GC-basis	GC-EBN	OD-variant
Eindverbruiker			
- incl. stimulering	1.315	1.250	1.150
- excl. stimulering	1.850	1.500	1.450
Nationale kosten	750	600	550

Maatschappelijk draagvlak

Het maatschappelijk draagvlak voor PV-systemen is groot. Dit draagvlak zou nog verbeterd kunnen worden door lagere kosten van PV-systemen en een grotere aandacht voor integratie van PV-systemen in de architectuur. Verder is het motiveren en overtuigen van de installatiebranche en gemeenten een zeer belangrijk aspect.

Overige relevante aspecten

Aandacht dient gegeven te worden aan de levenscyclus-milieubalans. Bij productie en recycling kunnen, afhankelijk van de procesvoering, ongewenste milieu-effecten optreden, zoals het werken met en vrijkomen van milieubelastende materialen. Een verder aandachtspunt vormt de snelheid waarmee nieuwe productiecapaciteit gebouwd kan worden. Gezien de relatief lange voorbereidings- en bouw tijden kunnen hier knelpunten ontstaan op het moment dat de vraag sterk gaat toenemen.

Gevoeligheid van de uitkomsten t.a.v. toekomstige ontwikkelingen

Om de gevoeligheid van de resultaten in het EBN-scenario t.a.v. brandstofprijzen door te rekenen is het GC-EBN scenario doorgerekend met de brandstofprijzen van het EC-scenario. Het met deze lagere brandstofprijzen gerealiseerde potentieel ligt slechts ca. 5% lager t.o.v. het GC-EBN scenario met de oorspronkelijke brandstofprijzen.

7.2 Zon, thermisch

Bij zon-thermische energie (zon-th) wordt een medium -water, lucht- door zonlicht verwarmd, waarbij dit medium nuttig wordt ingezet voor tapwaterverwarming, ruimteverwarming of bedrijfsmatige processen. Er wordt onderscheid gemaakt tussen actieve en passieve zon-th: bij actieve zon-th wordt een toestel gebruikt om de omzetting te bewerkstelligen, bij passieve zon-th wordt de lucht in een gebouw door het binnenvallende zonlicht verwarmd. Dag- en nachtopslag en seizoensopslag kan het gebruik van actieve zon-th bevorderen doordat daarmee de mogelijkheid bestaat warmtevraag en warmteaanbod op elkaar af te stemmen. Op dit moment ligt de nadruk van het beleid op de marktintroductie van de zonneboiler. Hiertoe zal binnenkort een convenant tussen de belangrijkste marktpartijen worden ondertekend. Als Brussel hiertoe groen licht geeft, zal er tot ultimo 2000 subsidie worden verstrekt. De overheid gaat er van uit dat daarna de steeds scherpere Energie Prestatie Norm voor nieuwbouw woningen een voldoende prikkel tot verdere marktintroductie zal vormen. Behalve de subsidieregeling en een mogelijk convenant, voert Novem in opdracht van EZ het 'NOZ Thermische conversie' uit. In dit programma komen vrijwel alle aspecten van thermische zonne-energie aan de orde. Met deze instrumenten wil EZ de doelstellingen uit de Derde Energienota realiseren.

Reductie in 2010

In het Programma Thermische Zonne-energie 1997-2001 'Warmte uit Zonlicht' van Novem worden potentiëlen voor 2010 genoemd. Het gaat daarbij om het potentieel dat praktisch maximaal haalbaar is bij (zeer sterke) stimulering van de huidige technologieën, waarbij financieel-economische overwegingen nauwelijks een rol spelen (alles wat minder dan 600 f/ton CO₂-reductie kost). ECN heeft het huidige beleid tegen de achtergrond van het GC-scenario doorgerekend. De overheidsdoelstellingen blijken met het huidige beleid in dit scenario niet gerealiseerd te worden. Daarnaast is een berekening uitgevoerd met het extra beleid in het kader van de EBN.

In de volgende tabel is een overzicht gemaakt van het potentieel, de overheidsdoelstelling en de scenario resultaten voor 2010.

Tabel 7.3 *Het potentieel, de overheidsdoelstelling en de scenario resultaten 2010*

Klasse	eenheid	potentieel Novem	doelstelling	GC-basis	GC-EBN
Zonneboilers woningbouw	PJ	24,5	2,7	0,7	3,0
idem	Aantal (mln)	3,7	0,4	0,09	0,45
Diensten	PJ	1,4)	0,5	0,5
Landbouw	PJ	0,7	> 1,3	0,2	0,2
Industrie	PJ	9)	0,0	0,0
Passief (extra t.o.v. 1995)	PJ	4	2,0		
Extra potentieel door opslag	PJ	10,1			
Totaal (zonder passief)	PJ	45,7	4	1,4	3,7
CO ₂ -reductie	Mton	2,8	0,2	0,1	0,2
Prognose 2020 (zonder passief)	PJ		10	6,1	10
CO ₂ -reductie	Mton		0,6	0,3	0,6

Instrumenteerbaarheid

In het GC-scenario is het huidige beleid opgenomen:

- de huidige Regulerende Energie Belasting
- financiering uit groenfondsen (voor grotere projecten)
- specifieke subsidies (van Senter en EnergieNed)
- voor de non-profit sector de EPN
- voor de profit sector de EIA en VAMIL
- EPN voor nieuwbouw woningen
(EPC aangescherpt van 1,2 in 1998 tot 1,0 in 2000)

In het GC-EBN scenario is daar bovenop nog extra beleid meegenomen, ingaande in 1999

- verhoging van de REB met een factor 2,5
- verdere aanscherping van de EPC na 2000 (was 1,0 in 2000, wordt verder aangescherpt naar 0,6 in 2008)
- EPN / EPL voor utiliteitsbouw
- EPK bestaande woningen en utiliteitsbouw

Naast de bij de scenario's genoemde instrumenten valt er nog te denken aan het gunstiger maken van de weging van zonneboilers t.o.v. andere opties in de EPN-systematiek, verplichtstelling van aandeel duurzame energie en groene BTW op de systemen (hiervoor is goedkeuring van de Europese Commissie nodig). Verdere ondersteunende maatregelen zouden kunnen liggen in de sfeer van:

- vrijstelling van vergunningvereiste,
- promotiecampagnes,
- opleiding van installateurs.

Daarnaast is er de suggestie gedaan zonneboilers op woningen, of het voldoen aan een energienorm, aftrekbaar van de inkomstenbelasting te maken.

Implementatietempo

Omdat de implementatie o.i.v. dalende collectorprijzen exponentieel toeneemt, blijkt het effect van een vier jaar latere implementatie van het EBN-pakket in 2010 relatief groot te zijn, terwijl het effect ervan in 2020 minder groot is. In 2010 wordt dan slechts 42% van het resultaat met EBN gehaald: 1,6 PJ, en in 2020 93%: 9,3 PJ.

Kosten

Als maat voor de kosteneffectiviteit is m.n. gekeken naar de huishoudens, die leveren immers de grootste bijdrage aan de implementatie. Voor de eindverbruiker is er niet veel verschil tussen de kosteneffectiviteit in het GC-scenario en het EBN-scenario. Weliswaar zijn de gasprijzen (inclusief heffingen) in het EBN-scenario hoger, maar ook de bespaarde hoeveelheid gas per zonneboiler neemt af doordat het rendement van de referentietechnologie in dat scenario stijgt. In het EBN-scenario valt op dat de maatschappelijke kosten beduidend hoger zijn. Dit is te verklaren met het op een eerder tijdstip (en dus met hogere kosten) bijgeplaatste potentieel. De ontwikkeling van de

kosteneffectiviteit in $f/\text{ton CO}_2$ voor de eindverbruiker en maatschappelijk ziet er in 2010 als volgt uit:

Tabel 7.4 *De kosteneffectiviteit in $f/\text{ton CO}_2$*

	GC-basis	GC-EBN
Eindverbruiker	156	137
Maatschappelijk	259	340

Maatschappelijk draagvlak

Het maatschappelijk draagvlak voor zonneboilers is groot. Dit draagvlak zou nog verbeterd kunnen worden door een grotere aandacht voor integratie van zonneboilers in de architectuur. Verder is het motiveren en overtuigen van de installatiebranche en gemeenten een zeer belangrijk aspect.

7.3 Windenergie

Met behulp van windturbines kan elektriciteit opgewekt worden uit windkracht. Er valt onderscheid te maken naar windturbines die op land opgesteld zijn (onshore) en die op zee toegepast worden (offshore).

Reductie in 2010

Het praktisch potentieel voor windturbines wordt m.n. bepaald door de gemiddelde windsnelheid op een lokatie en de ruimtelijke inpassing in het landschap en in het elektriciteitsnet.

Volgens het meerjarenprogramma windenergie 1996-2000 van Novem (TWIN-2) draagt het maximum praktisch potentieel voor wind onshore 1500 MW, wat in 2010 gerealiseerd zou kunnen worden. Meer is technisch gezien zeer zeker mogelijk, maar wordt, ook in latere jaren, maatschappelijk niet aanvaardbaar geacht. Een veel groter uitbreidingspotentieel is er bij offshore windenergie. Een studie geeft aan dat het maximum technisch potentieel 200 GW bedraagt¹⁴ en leidt daaruit een praktisch potentieel van 10000 MW af, wat in 2030 gerealiseerd zou kunnen worden. Tot 2010 wordt uitgegaan van een praktisch potentieel van 2000 MW.

De potentiëlen in MW volgens ECN-berekeningen met bestaand beleid (GC-scenario) en aanvullend beleid (GC-EBN scenario) zijn in de onderstaande tabel aangegeven. Daarbij is uitgegaan van een hoger maximaal praktisch potentieel voor windenergie op land, zo'n 4000 MW. De overheidsdoelstelling van 2200 MW in 2010 wordt in het GC-basis scenario niet gehaald. In het GC-EBN scenario wordt deze doelstelling ruimschoots gehaald. In de OD-variant wordt nog een groter potentieel voorzien.

¹⁴ C. Bakker, J.P. Coelingh en L.A.G. Arkestijn, *Windenergie offshore: Watt anders*, E-connection, 1997.

In de volgende tabel is een overzicht gemaakt van het potentieel, de overheidsdoelstelling en de scenario resultaten voor 2010.

Tabel 7.5 *Het potentieel, de overheidsdoelstelling en de scenario resultaten 2010*

	Potentieel	Doelstelling	GC-basis		GC-EBN		OD-variant	
	[MW]	[MW]	[MW]	[Mton]	[MW]	[Mton]	[MW]	[Mton]
Onshore ¹⁾	4000	1500	1253	0,7	2038	1,2	2350	1,4
Onshore ²⁾	1500	1500	1253	0,7	1500	0,9	1500	0,9
Offshore	2000	700	-	-	600	0,4	900	0,6

¹⁾ Hierbij is uitgegaan van de ECN-berekeningen met een maximum praktisch potentieel van 4000 MW.

²⁾ Hierbij is uitgegaan van het maximum praktisch potentieel zoals genoemd in het meerjarenprogramma windenergie 1996-2000: 1500 MW.

Het reductiepotentieel ten opzichte van GC bedraagt dus 0,6 tot 1,3 Mton. In de hoofdstukken met de overzichtstabellen wordt uitgegaan van 0,9 Mton.

Instrumenteerbaarheid

Het in het GC-basis scenario opgenomen beleid betreft al het beleid dat nu al van kracht is of waartoe reeds beslissingen zijn genomen. Daarbij gaat het vnl. om de VAMIL, de EIA, financiering uit groenfondsen en de REB van 2,95 ct./kWh.

Voor de berekeningen in het kader van de EBN is als aanvullend beleid opgenomen:

- De REB wordt in 1999 verdubbeld, tevens wordt er indirect geprofiteerd van een verhoging van BSB.
- Het budget voor de EIA is m.i.v. 1999 verhoogd met 100 mln. gulden per jaar (een gedeelte hiervan is beschikbaar voor duurzaam).
- De invloed van Groene Stroom en het nihil tarief voor groene stroom is opgenomen.

Voor berekeningen in het kader van de OD-variant is uitgegaan van het beleid zoals opgenomen in de EBN, met als aanvulling een verhoging van de REB tot 8,85 ct./kWh (drie maal de REB) in 2003. Voor Groene Stroom is uitgegaan van het nultarief.

Naast dit beleid kan er gedacht worden aan een convenant met de e-sector of zou er voor de energiebedrijven een verplichting tot een aandeel elektriciteit opgewekt uit hernieuwbare bronnen ingezet kunnen worden. Ook verhandelbare CO₂-reductie certificaten kunnen een belangrijke rol spelen. Daarnaast zijn reeds lopende of in voorbereiding zijnde ondersteunende maatregelen van belang zoals:

- Vereenvoudiging van de voortrajecten (oplossen van bestuurlijke knelpunten, afronding / introductie van de AMvB Voorzieningen en Installaties).
- Promotiecampagnes ter bevordering van de maatschappelijke acceptatie.

Implementatietempo

Uitstel van implementatie van het EBN-pakket met vier jaar zou de CO₂-reductie doen dalen met 0,1 tot 0,2 Mton.

Kosten

De kosteneffectiviteit in f/ton CO₂ voor de eindverbruiker en maatschappelijk (in 2010) wordt in de volgende tabel weergegeven. Voor de eindverbruiker zijn deze kosten weergegeven inclusief en exclusief de stimuleringsmaatregelen, die gelden in de betreffende varianten.

Tabel 7.6 *De kosteneffectiviteit in f/ton CO₂*

	Onshore			Offshore		
	GC-basis	GC-EBN	OD-variant	GC-basis	GC-EBN	OD-variant
Eindverbruiker						
- incl. stimulering	118	92	39	-	233	127
- excl. stimulering	330	300	280	550	530	510
Maatschappelijk	110	100	80	220	210	200

De financiële prikkels blijken de kosten voor de eindverbruiker aanzienlijk te verlagen. Dit vertaalt zich bij onshore windenergie echter niet altijd in een navenant hoger potentieel, omdat de knelpunten die er zijn bij het vinden van geschikte lokaties en het verkrijgen van vergunningen in dat geval relatief toe zullen nemen. De daling in maatschappelijke kosten in de OD-variant bij onshore windenergie zijn vooral terug te voeren op de latere implementatie (na 2003) van een groter deel van het potentieel. In dat geval is er sprake van lagere investeringskosten vanwege een aangenomen kostendaling over de tijd.

Maatschappelijk draagvlak

Wat betreft het maatschappelijk draagvlak van onshore windenergie dient er onderscheid gemaakt te worden naar mate van abstractieniveau. Op een hoog abstractieniveau is het maatschappelijk draagvlak erg groot. Wanneer het echter gaat om specifieke lokaties dan blijkt het draagvlak van burgers die in de directe omgeving wonen sterk te dalen i.v.m. acoustische en optische hinder.

Onderzoek in het kader van het voorgenomen 100 MW demonstratieproject near shore windpark heeft aangetoond dat hiervoor een groot draagvlak aanwezig is.

Overige relevante aspecten

Aandacht dient gegeven te worden aan de levenscyclus-milieubalans. Aan het einde van de levenscyclus dient er aandacht gegeven te worden aan een zoveel mogelijk milieu-neutrale recycling van componenten zoals bijv. de kunststof rotorbladen.

Een aandachtspunt bij grootschalige integratie van windenergie in de Nederlandse energievoorziening vormt de zg. netinpassing. Door de fluctuerende opbrengst moet opslag of reservevermogen beschikbaar zijn. Dit laatste kan in de vorm van elektriciteitscentrales die een korte opstarttijd nodig hebben (bijv. gasturbines) of d.m.v. import van elektriciteit uit bijv. waterkracht.

Gevoeligheid van de uitkomsten t.a.v. toekomstige ontwikkelingen

Om de gevoeligheid van de resultaten in het EBN-scenario t.a.v. brandstofprijzen door te rekenen is het GC-EBN scenario doorgerekend met de brandstofprijzen van het EC-scenario. Het met deze lagere brandstofprijzen gerealiseerde potentieel ligt minder dan 5% lager t.o.v. het GC-EBN scenario met de oorspronkelijke brandstofprijzen.

7.4 Biomassa voor elektriciteitsproductie

Biomassa kan van binnenlandse oorsprong zijn - afval- en resthout en slib van o.a. rioolwaterzuiveringsinstallaties - of worden geïmporteerd. Biomassa kan (bij-)gestookt worden in bestaande kolengestookte centrales of in nieuwe biomassacentrales. Biomassateelt in Nederland is duurder dan import van hout of houtskool uit Baltische staten. Drie additionele varianten (a+b+c) met oplopende kosten worden beschouwd:

- Binnenlandse biomassa bijstoken in kolengestookte centrales.
- Houtskool uit Baltische staten bijstoken in kolengestookte centrales.
- Geïmporteerd hout (uit Baltische staten) stoken in biomassacentrales.

De keuze van deze varianten is enigszins arbitrair. Het bestaande beleid (Actie programma 'Duurzame energie in opmars') richt zich ook op een groot deel van deze varianten. Hieronder wordt het totale veld van biomassa-inzet weergegeven.

Reductie in 2010

Variant a (binnenlandse biomassa bijstoken in kolengestookte centrales)

Hout en slib vervangen 10% van de koleninzet in kolengestookte centrales (Tabel 7.7)

Tabel 7.7 CO₂-reductie in GC van biomassa bijstoken in kolengestookte centrales

	Vermogen [MW _e]	Koleninzet ¹⁾ [Mton/j]	Biomassa-inzet [Mton/j]	[PJ/j]	CO ₂ -reductie ²⁾ [Mton/CO ₂]
Amer	1.245	1,9	0,38	5,1	0,43
Maasvlakte	1.036	1,6	0,32	4,3	0,36
Hemweg	630	1,0	0,19	2,6	0,22
Gelderland	602	0,9	0,19	2,5	0,21
Borssele	403	0,6	0,12	1,7	0,14
Totaal	2.669	5,9	1,21	16,2	1,35

¹⁾ Referentie.

²⁾ Uitgaande van een vergassingsrendement van 90% (bij bijstoken treedt een vergelijkbaar verlies op door verkleinen en malen).

In het GC-scenario wordt inzet van tenminste ca. 16 PJ mogelijk geacht. Naar verwachting kan de inzet van binnenlandse biomassa in kolengestookte centrales nog verder worden opgevoerd tot ca. 20 PJ in 2010. Dat betekent een additionele CO₂-reductie van 0,3 Mton CO₂ ten opzichte van het referentieniveau. In dat geval is het biomassa-aandeel gemiddeld 12,5%. Aangenomen is dat het milieubeleid op het gebied van maximale bijstookpercentages waar nodig zal worden aangepast om een dergelijke inzet mogelijk te maken.

Variant b (houtskool bijstoken in kolengestookte centrales)

Aangenomen is dat 15 PJ houtskool, afkomstig van pyrolyse-installaties in Baltische staten, kan worden bijgestookt in kolengestookte centrales. De investeringen zijn beperkt tot de Baltische regio. De CO₂-reductie wordt geschat op 1,4 Mton CO₂.

Variant c (geïmporteerd hout stoken in biomassacentrales)

Behalve hout en slib (4 PJ additioneel, variant a) en houtskool (15 PJ, variant b), is naar schatting nog een additionele import mogelijk van ca. 15 PJ hout uit Baltische staten. De CO₂-reductie wordt geschat op 1,0 Mton CO₂.

Instrumenteerbaarheid

Energiebedrijven stoken alleen hout dat duurzaam is geteeld. In de Elektriciteitswet is voorzien in de mogelijkheid om een bepaald percentage inzet duurzame energie verplicht te stellen. Voor de additionele biomassa-inzet (een deel van variant a) kunnen nog de volgende instrumenten worden overwogen:

- verhoging REB
- energie-investeringsaftrek
- groene stroom
- maximale CO₂-emissie per geproduceerde hoeveelheid elektriciteit (convenant)
- aanpassing van de zogenoemde bijstookbrief van het Ministerie van VROM van 1994.

Implementatietempo

Tijdige marktverkenning, keuze van leveranciers en investeringsbeslissingen zijn nodig, o.a. in verband met de beperkte levensduur van enkele kolengestookte centrales. In het geval van een convenant dienen elektriciteitsbedrijven tijdig zicht te hebben op vrijwillige afspraken gedurende de budgetperiode (2008-2012). Optimale allocatie (centrales aan diep vaarwater) is bij varianten b en c van belang.

Kosten

Tabel 7.8 geeft de kosten van de varianten voor biomassainzet in elektriciteitscentrales.

Tabel 7.8 *Kosten biomassainzet in elektriciteitscentrales (zonder REB-vrijstelling)*

Variant	Referentie [PJ]	Extra potentieel [PJ]	Biomassa af centrale [f/GJ]	Investerings kosten [f/kWe]	CO ₂ - re- ductie [Mton CO ₂]	Kosteneffectiviteit eindverbruikers nationaal [f/ton CO ₂]	
a	>16	<2	0-3	3000-1500		60	15
		2	4	1500	<0,2	60	30
		8	8	0	0,2	45	45
b		15	8	0	1,4	45	45
c		15	7,5	2750	1,0	140	90
a t/m c		<34			<2,7		

Maatschappelijk draagvlak

Er is tot nu toe betrekkelijk weinig weerstand tegen elektriciteitsopwekking met biomassa. Vergassen en bijstoken (afval- en sloophout!), geeft geen milieubezwaren.

Overige relevante aspecten

Inzet van biomassa betekent geen hogere NO_x-emissie, wel lagere vliegproductie.

7.5 Biomassa voor biobrandstoffen

Momenteel worden in Nederland geen biobrandstoffen ingezet, ook in het referentiescenario worden geen ontwikkelingen verondersteld die leiden tot het gebruik van biobrandstoffen in de toekomst. Omdat nog weinig bekend is over mogelijke potentiële voor Nederland zijn in deze optiebeschrijving de volgende veronderstelling gehanteerd:

- In 2010 wordt 5% van het fossiele brandstofgebruik in het wegtransport vervangen door biobrandstoffen.
- Nederland importeert deze biobrandstoffen (de productie vindt dus plaats in het buitenland).

In Nederland wordt weliswaar de ontwikkeling van ethanol uit lignocellulosegewassen gesteund (Nedalco project in het kader van het CO₂-reductieplan), maar het onderzoek is op dit moment niet ver genoeg om te veronderstellen of deze productie een kansrijke optie is. Daarnaast voorziet Nederland in een demonstratiefabriek op HTU-gebied (biomassa omzetten in benzine of diesel). Grootschalig gebruik van biomethanol is op dit moment onzeker omdat er nog geen grote commerciële biomethanolproductieprocessen zijn.

Er wordt geen veronderstelling gedaan of de biobrandstoffen wel of niet worden bijgemengd bij de fossiele brandstoffen, of als aparte brandstoffen verkrijgbaar zijn aan de pomp. Methanol kan mogelijk bijgemengd worden bij fossiele diesel (10-15%) en dan zonder veel aanpassingen in bestaande dieselmotoren worden ingezet. Nader onderzoek zal dit moeten uitwijzen.

Reductie in 2010

Wanneer 5% van het wegtransport in 2010 op biobrandstoffen rijdt wordt een emissiereductie van circa 1,5 Mton CO₂ bereikt. Dit is een structureel effect dat na de eerste reductie verder zal toenemen omdat in het referentiescenario de CO₂-emissie van het wegverkeer verder toeneemt.

Instrumenteerbaarheid

De vereisten voor instrumenteerbaarheid zijn sterk afhankelijk van de beleidsmatige keuzen die in de nabije toekomst gemaakt zullen worden: a) welk type biobrand-

stof(fen) wordt gestimuleerd en ingezet, én b) op welke verkeerscategorieën gaat men zich richten (vrachtauto's, personenauto's, allebei)? In 1998 is de Nederlandse overheid twee projecten gestart, waarvan de uitkomsten belangrijke aanwijzingen kunnen geven welke kant het uit zal gaan met de inzet van biobrandstoffen in het Nederlandse wagenpark. In het eerste project wordt een demonstratiefabriek gebouwd (met EET-subsidie) om biomassa om te zetten in biocrude die vervolgens geraffineerd kan worden tot een diesel of een benzine. In het tweede project wordt beoogd de introductie van nieuwe gasvormige of vloeibare energiedragers in Nederland te stimuleren.

Implementatietempo

Ook het implementatietempo is afhankelijk van beleidskeuzen en de technologische ontwikkeling.

Kosten

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de gegevens die zijn gebruikt bij het maken van de kostenberekeningen.

Tabel 7.9 *Kostenberekeningen*

Kosten brandstof	Eindverbruiker [f/GJ]	Productiekosten [f/GJ]	Accijnzen [f/GJ]
Benzine	69,4	21,7	47,7
LPG	42,7	41	1,7
Diesel	44	17,3	26,7
Bio-ethanol	68-89	41 ¹⁾	26,7-47,7
Bio-methanol	67-88	35-45 ¹⁾	26,7-47,7

¹⁾ Bron: Beeldman et al, 1998¹⁵. inclusief kosten voor transport en distributie

Kosteneffectiviteit (f/ton CO ₂)	eindverbruikers	nationaal
Bio-ethanol	250 - 330	250 - 330
Bio-methanol	250 - 300	250 - 300

Overige relevante aspecten

- CO₂-reductie: de te bereiken CO₂-reductie is sterk afhankelijk van gehanteerde veronderstellingen en type biogewas dat wordt ingezet (methanol, ethanol en/of biodiesel en -benzine uit het HTU-procédé, het maken van crude uit biomassa). In (de Boo, 1993¹⁶ en Michaelis, 1995¹⁷) is berekend dat de emissiereductie van broeikasgassen voor de hele keten bij gebruik van ethanol en methanol tussen de 35% en 85% bedraagt.

¹⁵ Beeldman et, al.: Mogelijkheden voor CO₂-reductie in 2020. ECN (in voorbereiding), 1998.

¹⁶ W. de Boo, 1993. *Environmental and Energy Aspects of Liquid Biofuels*. Centrum voor energiebesparing en schone technologie, Delft.

¹⁷ L. Michaelis: *The abatement of airpollution from motor vehicles, the role of alternative fuels*. Journal of transport and economics and policy. Jan. 1995, page 71-84, 1995.

- Overige milieueffecten: bij vervanging van diesel door methanol worden de emissies van SO₂ volledig vermeden en dalen de NO_x-emissies met 15-70% (Harmelink et al, 1998)¹⁸. De VOS- emissies kunnen echter zonder verdere maatregelen bij gebruik van methanol in zware voertuigen toenemen. Bij gebruik van ethanol in plaats van benzine dalen alleen de emissies van VOS (maar de aldehyde-emissies stijgen) met circa 50%, de emissies van NO_x blijven op hetzelfde niveau.
- Relevantie voor bestaand beleid: door gebruik te maken van biobrandstoffen kan naast CO₂ reductie een gelijktijdige reductie van de SO₂ en NO_x-emissies worden gerealiseerd.
- De productie van biobrandstoffen kost ruimte en gaat gepaard met inzet van bestrijdingsmiddelen. Bij de vervanging van 5% van het fossiele brandstofgebruik door biobrandstoffen is, zonder verder efficiencyverbeteringen, circa 22 PJ biobrandstoffen nodig. Met behulp van gegevens uit (van Walwijk et al, 1994)¹⁹ is berekend dat dit een landbouwoppervlak vergt van 150.000 tot 350.000 ha (ondergrens voor ethanol uit suikerbiet en bovengrens uit tarwe).

Gevoeligheid van de uitkomsten t.a.v. toekomstige ontwikkelingen

Mogelijkheden voor de invoer of productie van biobrandstoffen.

Prijsonwikkeling van biobrandstoffen.

Technologische ontwikkeling in voertuigtechniek.

7.6 Productie van biogas uit natte reststromen

Productie van biogas uit natte reststromen - rioolwater, zuiveringsslib, gft, afval van de voedings- en genotmiddelenindustrie, mest, enz. - bevindt zich ten dele nog in het ontwikkelingsstadium. In specifieke gevallen is vergassing mogelijk (pluimveemest).

Anno 1996 bedraagt de productie van biogas uit reststromen, zoals afvalwater, 3,1 PJ. De potentieelschattingen zijn gedeeltelijk gebaseerd op praktijkgegevens uit Denemarken, omdat de Deense overheid sinds 1994 als beleid voert om mest samen met ander organisch afval (van de visindustrie, de voedingsmiddelenindustrie, slachtafval, gft) te vergisten. In 1994 werd 510.000 m³ mest en 175.000 m³ ander organisch afval vergist, waarbij ca. 0,45 PJ nuttige energie werd geproduceerd. De voordelen hiervan zijn:

- Compostering is duur en levert geen energie als bijproduct.
- Vergisting van mest met ander organisch afval is mogelijk bij een korte verblijftijd.
- Uitgegiste reststoffen (te gebruiken als meststof) voldoen aan eisen landbouw.
- De biogasproductie uit mest levert voldoende op om de transportkosten van de mest en de onderhouds- en bedieningskosten van de vergistingsinstallatie te dekken; de andere organische stoffen leveren een relatief hoge biogasproductie.

¹⁸ Harmelink et al.: *Vergaande CO₂-reducties: effecten op de emissies van NO_x, SO₂, fijn stof en VOS* (in voorbereiding), 1998.

¹⁹ Van Walwijk et al.: *Brandstoffen voor het wegverkeer*. Innas BV, Breda, 1994.

Er bestaat een groot en divers aanbod van vloeibare/natte reststromen:

- ca. 2,9 mln ton gft, waarvan ca. 1,45 mln ton (50%) gescheiden beschikbaar komt,
- ca. 2,4 mln ton zuiveringsslib,
- ca. 0,95 mln ton veeg-, markt-, plantsoen- en drijfafval,
- ca. 3,3 mln ton reststromen uit de voedings- en genotmiddelenindustrie,
- ca. 17 mln ton mestoverschotten (2-4% droge stof).

Een deel van dit potentieel is niet beschikbaar voor vergisting of vergassing. Dit betreft in het bijzonder slib van rioolwaterzuiveringsinstallaties. Dit slib zal naar verwachting voornamelijk worden bijgestookt in kolengestookte centrales. Van het mestoverschot van ca. 17 mln ton kan waarschijnlijk maximaal de helft in 2010 worden ingezet voor vergisting; overigens leent alleen zogenoemde stapelbare pluimveemest zich voor verwerking op een andere wijze, namelijk door vergassing of verbranding (gekoppeld aan elektriciteitsopwekking).

Reductie in 2010

In Tabel 2 is aangegeven wat het potentieel van vergisting van (drijf-)mest en ander organisch materiaal is, vergeleken met het potentieel conform het bestaande beleid.

Tabel 7.10 *Energiebesparings- en CO₂-reductiepotentieel van biogasproductie 2010¹*

	Mest [mln ton]	Ander organisch afval [mln ton]	Totaal [mln ton]	Biogasproductie [PJ]	CO ₂ -reductie [Mton CO ₂]
(Niveau 1990)				(2,1)	
Bestaand beleid	1,7	0,75	2,5	6,2	0,2
Additioneel beleid	8,5	3,0	11,5	12,4	0,6
Vershil	5,1	2,25	9	6,2	0,4

¹ Hier is alleen het potentieel geschat van (co-)vergisting van mest en ander organisch afval

Als ca. de helft van het overschot aan mest in 2010 zou worden vergist, samen met ander organisch afval, zou er een CO₂-reductie van 0,35 Mton ten opzichte van het bestaande beleid kunnen worden gerealiseerd.

Instrumenteerbaarheid

De instrumenten voor additioneel beleid zijn o.a.:

- verhoging REB
- energie-investeringsaftrek
- groene stroom
- heffing op overschotten van mest.

Implementatietempo

Er bestaat nu weinig stimulans om mestoverschotten en andere organisch afval (o.a. gft) in te zetten voor vergisting. De kosten van het biogas zijn hoog (60 ct/m³ aardgasequivalent). In aanmerking nemend dat voor een deel van het potentieel een kostendaling mogelijk is tot ca. 55 ct/m³ aardgasequivalent, voornamelijk door een optimale

inzet van mest en ander organisch afval (dat een grotere gasproductie per m³ afval heeft), is de economische rentabiliteit bij de huidige gas- en elektriciteitsprijzen marginaal. Verhoging van de REB kan de rentabiliteit van vergisting + elektriciteitsopwekking op een aanvaardbaar niveau brengen. Bij het achterwege blijven van zulke stimulansen zullen maar weinig projecten worden gerealiseerd.

Kosten

Als richtwaarde kan worden uitgegaan van kosten van biogas, oplopend van 50 ct/m³ voor dat deel van het potentieel dat met het bestaande beleid kan worden ontwikkeld (6,2 PJ biogas), tot 55 ct/m³ (3,1 PJ biogas) en 60 ct/m³ (nog eens 3,1 PJ biogas). Als deze hoeveelheden biogas worden ingezet voor elektriciteitsopwekking met gasmotoren, moet worden gerekend met investeringskosten van ca. NLG 2000/kWe. De bedrijfstijd kan hoog zijn (7000 uur/jaar). Uitgaande van vervanging van aardgas door biogas bedragen de kosten vanuit de eindverbruikersbenadering bij 2 × REB ca. 60 f/ton, zonder REB 180 f/ton en vanuit de nationale kostenbenadering circa 180 f/ton.

Maatschappelijk draagvlak

Voor vergisting op middelgrote schaal (een aantal veeteeltbedrijven) is naar verwachting voldoende draagvlak te vinden. De uitgegiste reststoffen kunnen weer bij agrarische bedrijven worden benut als meststof.

Overige relevante aspecten

Periodieke controle op de samenstelling van de uitgegiste reststoffen (hygiëne) is nodig.

7.7 Warmtepompen

Bij woningen en kantoorgebouwen kan extra bespaard worden op het energieverbruik door het toepassen van elektrische warmtepompen t.b.v. het conditioneren, d.w.z. verwarmen en eventueel ook koelen, van de verblijfsruimten. Doordat hierbij omgevingswarmte wordt benut, wordt de warmtepomp gerekend tot de categorie duurzame energie. Bij huishoudens kan de warmtepomp ook warm tapwater leveren. Tegenover 100% besparing op het gasverbruik staat extra elektriciteitsverbruik dat, ten koste van omzetverliezen en emissies, moet worden opgewekt in centrales. Per saldo wordt 20-50% bespaard op het primaire energieverbruik. Vooral bij woningen en gebouwen is toepassing goed mogelijk vanwege de behoefte aan lage temperatuur warmte voor verwarming en warm tapwater. Bij toepassing van air-conditioning in gebouwen kan de warmtepomp zowel voor verwarming in de winter, als voor koeling in de zomer, worden gebruikt.

Reductie in 2010

Het totale reductiepotentieel in 2010 bedraagt 3 PJ primaire energie bij gebouwen en 4 PJ bij woningen. De primaire besparing en de extra emissiereductie rond 2010 zijn bepaald met een COP (coefficient of performance) voor de warmtepomp van 2 - 4 en een elektriciteitsproductie die grotendeels gebaseerd is op efficiënte gascentrales. *De mogelijke reductie van de CO₂-uitstoot bedraagt in totaal 0,4-0,5 Mton.*

Instrumenteerbaarheid

De toepassingsmogelijkheden van warmtepompen lopen in de praktijk zeer sterk uiteen; het is daarom niet mogelijk deze techniek direct voor te schrijven. Stimulering kan gebeuren via het financieel aantrekkelijker maken van de investering, of door het stellen van algemene eisen aan het energieverbruik voor ruimte-conditionering. Bij dit laatste geldt dat bij zeer zuinige woningen investeren in een gas- en een elektriciteitsnet relatief kostbaar wordt; een keuze voor alleen elektriciteit in combinatie met een warmtepomp lijkt dan aantrekkelijk.

In te zetten instrumenten:

- scherpere energie prestatie norm (EPN) voor woningen en gebouwen,
- energie prestatie op lokatie (EPL),
- hogere energie-heffingen (REB) op gas en elektriciteit,
- fiscale faciliteiten EIA/VAMIL (gebouwen),
- speciale elektriciteitstarieven voor warmtepompen (optioneel),
- convenanten met woningbouwverenigingen, projectontwikkelaars, architecten en branche-organisaties van aanbieders/installateurs van energie-installaties.

De generieke verhoging van de REB-heffing op elektriciteit werkt contra-productief op de implementatie van de warmtepomp. Bij huishoudens zijn geen subsidies of fiscale faciliteiten verondersteld. Indien vrijstelling van het betalen van REB en speciale tarieven op basis van marginale kosten worden verondersteld, is een hogere dan de vermelde emissiereductie mogelijk.

Warmtepompen zullen vooral bij nieuwbouw worden toegepast, omdat in dat geval de meerkosten van de warmtepompen (gedeeltelijk) kunnen worden gecompenseerd door het uitsparen van een gasnet. Projectontwikkelaars en architecten moeten worden betrokken bij de besparingsactiviteiten omdat in het voor-stadium van bouwen vaak nog geen gebruikers van de woningen en gebouwen bekend zijn. De aanbieders van installaties kunnen er voor zorgen dat de juiste kennis beschikbaar komt op het moment van het maken van het ontwerp van de energievoorziening van het gebouw.

Implementatietempo

De warmtepomp is, qua toepassing in allerlei situaties, een nog niet uitontwikkelde techniek. Daarom hangt het implementatietempo niet alleen af van de kosten/batenverhouding maar ook van de tijd die het kost om voldoende praktijkkennis op te doen. Daarnaast hangt het besparingseffect af van de hoeveelheid nieuwbouw, welke laatste direct gekoppeld is aan de economische groei in de scenario's. Indien de warmtepomp

in 2010 is doorgebroken zal de bijdrage daarna nog sterk toenemen door de sterkere concurrentiepositie en de flinke toename van de hoeveelheid zeer zuinige nieuwbouw.

Kosten

De kosten worden bijna geheel veroorzaakt door de extra investeringen t.o.v. een HR-ketel. Bij de vertaling naar jaarlijkse kosten wordt een levensduur van 15 jaar gehanteerd. Tegenover de bruto kosten staat de verlaging van de energierekening, welke mede afhangt van de verhouding tussen gas- en elektriciteitsprijs. De kosteneffectiviteit vanuit de verbruiker bedraagt hiermee 125 f/ton; die vanuit maatschappelijke kosten bedraagt 110 f/ton.

Overige relevante aspecten

Om allerlei redenen is er momenteel een trend om meer air-conditioning systemen toe te passen. Dit stimuleert indirect de toepassing van de warmtepomp voor verwarming omdat deze ook gebruikt kan worden voor koeling. Hoewel gunstig voor de besparing bij verwarming leidt dit per saldo niet tot een lager verbruik.

Gebruik van warmtebronnen met een constante temperatuur, zoals afgewerkte ventilatielucht of grondwater, heeft als voordeel boven gebruik van buitenlucht dat deze ook beschikbaar is in winterse perioden. Dit kan echter gevolgen hebben voor de plaats van de installatie in woningen en gebouwen en de kosten.

Een geschikt back-up systeem voor het opvangen van vraagpieken tijdens koudeperiodes is zeer belangrijk. Indien hiervoor elektriciteit wordt gebruikt daalt de besparing sterk. Gasverbruik als back-up vereist echter een relatief grote investering voor een klein jaarverbruik.

De warmtepomp is een strategische optie; ze kan de afzet van elektriciteitsbedrijven doen toenemen ten koste van de positie van de gasdistributiebedrijven. De opstelling van deze actoren speelt ook een grote rol in de kansen voor de warmtepomp.

8. CENTRALE ELEKTRICITEITSPRODUCTIE

De ontwikkeling van het totale elektriciteitspark in Nederland in het GC-scenario leidt in 2010 tot een park met een geleidelijk toenemend aandeel van aardgas. Nieuwbouwvermogen betreft voornamelijk warmte/kracht-vermogen, nieuwbouw van kolen- of kerncentrales vindt niet plaats. Wel vindt voor twee kolencentrales levensduurverlenging plaats. Binnen dit park zijn er de volgende mogelijkheden om te komen tot CO₂-reductie.

8.1 Omschakeling van kolencentrales op aardgas

Bij de bestaande kolencentrales in Nederland is het technisch mogelijk de koleninzet te vervangen door gasinzet. Hiervoor zijn geen additionele investeringen nodig. In 1997 heeft de Minister van Economische Zaken in een brief aan de Kamer de consequenties van deze optie beschreven. De gegevens in deze optiebeschrijving zijn grotendeels gebaseerd op deze brief, waarbij de uitgangspunten waar nodig zijn gebaseerd op het GC-scenario voor 2010.

Reductie in 2010

Het totaal opgestelde kolenvermogen in Nederland bedraagt in het GC-scenario in 2010 ruim 3900 MW. Hiervan zijn 2 centrales van totaal circa 1200 MW niet geschikt voor het verstoken van aardgas. Ook dient hierop in mindering te worden gebracht de bijstook van biomassa in enkele kolencentrales. In 2010 bedraagt dit circa 200 MW. Er resteert dus circa 2500 MW, waarbij omschakeling mogelijk is. Bij de productie van elektriciteit uit dit kolenvermogen komt in totaal 9,7 Mton CO₂ vrij. Indien al deze kolen zouden worden vervangen door aardgas, resteert een emissie van 5,8 Mton CO₂. De mogelijke reductie bedraagt dus 3,9 Mton. Op langere termijn neemt door de sluiting van kolencentrales het potentieel van deze optie af. In 2020 bedraagt het nog circa 2 Mton.

Instrumenteerbaarheid

Bij de identificatie van instrumenten dient bedacht te worden, dat er zonder extra beleid voor de sector zelf geen stimulans zal zijn om deze maatregel te treffen, gelet op de kosten. Een belangrijke vraag is of deze extra kosten kunnen worden doorberekend aan (bepaalde groepen) eindverbruikers, ofwel dat de sector door de overheid wordt gecompenseerd voor de extra kosten.

Relevant voor de instrumenteerbaarheid is dat bij deze optie relatief weinig actoren betrokken zijn, het gaat om 5 kolencentrales die eigendom zijn van de drie elektriciteitsproductiebedrijven in Nederland (EZH, UNA, EPZ).

Er zijn diverse mogelijkheden om de inzet van aardgas in plaats van kolen te stimuleren:

- Convenant over een maximale CO₂-emissie per geproduceerde hoeveelheid elektriciteit.
- Verhandelbare reductiecertificaten.
- Verhoging brandstoffenbelasting, waardoor de verhouding tussen de gas- en de kolenprijs verandert (of introductie van een heffing, zoals die geldt in het EC-scenario, zie ook de laatste paragraaf van deze beschrijving). De veranderde prijsverhouding leidt tot wijzigingen in de concurrentiepositie. Er zal daarom onderzocht moeten worden of een dergelijke verhoging toegestaan is binnen de Europese regelgeving.

Implementatietempo

Deze optie is fysiek relatief snel implementeerbaar, doordat geen additionele investeringen nodig zijn. In beginsel zou doorvoering van de maatregel daarmee kunnen worden uitgesteld tot vlak voor de budgetperiode 2008-2012. De tijd die ligt tussen de beslissing tot omschakeling en de daadwerkelijke omschakeling kan echter wel invloed hebben op de kosten. Het is van belang dat de sector de tijd krijgt om deze maatregel door te voeren, omdat daarmee extra kosten verbonden aan het opzeggen van langlopende contracten kunnen worden voorkomen. Ook kunnen wellicht bedienings- en onderhoudskosten worden uitgespaard, omdat de milieuvorzieningen die aanwezig zijn voor kolenstook, niet nodig zijn zodra wordt overgeschakeld op aardgas. Ook voor de overheid is het relevant tijdig zekerheid te krijgen dat de maatregel wordt doorgevoerd.

Kosten

Het grootste deel van de kosten van het omschakelen van kolen op aardgas bestaat uit het verschil in brandstofprijs tussen kolen en aardgas. De gasprijs voor centrales in het GC-scenario bedraagt in 2010, 7 f/GJ en de kolenprijs 5,2 f/GJ. Dit leidt voor de sector tot een totaal verschil in kosten van circa 185 miljoen f/jaar. De kosteneffectiviteit volgens eindverbruikerskosten bedraagt dus circa 50 f/ton, uitgaande van de huidige brandstoffenbelasting. Indien wordt uitgegaan van een verdrievoudiging van de brandstoffenbelasting op kolen, terwijl die voor aardgas voor centrales gelijk blijft, verbetert de kosteneffectiviteit tot 0 f/ton. Vanuit maatschappelijke kosten berekend bedragen de kosten in beide gevallen 60 f/ton. Bij de kostenberekening is geen rekening gehouden met een veranderde optimalisatie van de elektriciteitsproductie, verminderde bedienings- en onderhoudskosten, verminderde opbrengst kolenreststoffen, werkgelegenheidseffecten, etc. Het valt echter niet te verwachten, dat dit een substantieel effect heeft op de kosteneffectiviteit.

Maatschappelijk draagvlak

Er bestaan geen principiële bezwaren bij maatschappelijke organisaties tegen het stoken van aardgas in plaats van kolen, een organisatie als Greenpeace heeft zich hier sterk voor gemaakt.

Overige relevante aspecten

Omschakeling van kolen naar aardgas heeft als neveneffect dat ook de verzurende emissie van de elektriciteitssector afneemt (SO₂-emissie daalt met 7-8 kton). Binnen de in het NMP3 aangekondigde vereveningssytematiek levert dit financiële voordelen op die de kosten van omschakeling enigszins kunnen verlagen.

Deze optie heeft weinig innovatiegehalte en biedt als zodanig ook geen uitzicht op technologie-ontwikkeling op de lange termijn. Hij is slechts toepasbaar op de huidige reeds bestaande kolencentrales.

Overschakeling op aardgas leidt ertoe, dat in deze eenheden aardgas met een relatief laag rendement wordt omgezet in elektriciteit en daarmee tot een minder efficiënte benutting van aardgas.

Als gevolg van liberalisering van de gasmarkt kan het zijn dat de prijsstructuur van aardgas zodanig verandert, dat de prijs van gas over het jaar varieert (laag in de zomer en hoog in de winter). In dat geval zouden de kosten van omschakeling lager kunnen uitvallen dan wel baten kunnen opleveren als dit alleen gebeurt tijdens periodes met lage gasprijzen. De te bereiken CO₂-reductie neemt hiermee echter ook af.

Bij een liberaliserende elektriciteitsmarkt zal het steeds moeilijker worden de kosten van deze maatregelen door te berekenen in de energieprijzen. Daarmee wordt de kans groter dat vanuit de overheid financiële compensatie geboden moet worden. Belangrijk aandachtspunt hierbij is in hoeverre dit is toegestaan binnen de Europese regelgeving.

Het vervangen van de kolenstook door aardgas kan bij enkele centrales consequenties hebben dat de bijstook van biomassa niet meer mogelijk is. In dat geval wordt biomassa-input vervangen door aardgas en neemt het CO₂-reductiepotentieel licht af.

Gevoeligheid van de uitkomsten t.a.v. toekomstige ontwikkelingen

De mogelijke CO₂-reductie en de kosten hangen gedeeltelijk af van het achtergrondscenario. Ten eerste verschillen de brandstofprijzen per scenario, maar ook het opgestelde vermogen en de bedrijfstijden vertonen verschillen. In EC is geen levensduurverlenging van 2 kolencentrales verondersteld. Het betreft hier echter de twee centrales die niet kunnen overschakelen op aardgas, dus dat heeft voor deze optie geen consequenties. In EC en in DE is het potentieel voor CO₂-reductie nog iets hoger dan in GC, omdat de bedrijfstijd van de kolencentrales circa 10% hoger ligt (4,3 Mton). Tevens is in het EC-scenario het verschil tussen de kolenprijs en de gasprijs voor centrales onder invloed van een Europese heffing beduidend lager. Onderstaande tabel geeft aan dat de omvang van de brandstoffenbelasting grote invloed heeft op de kosteneffectiviteit gezien vanuit de eindverbruiker.

Tabel 8.1 *Brandstoffenbelasting versus kosteneffectiviteit*

Scenario	Eindverbruikerskosten		Nationale kosten	
	Kosten	Effectiviteit	Kosten	Effectiviteit
	[mln f/jaar]	[f/ton]	[mln f/jaar]	[f/ton]
GC	185	50	230	60
GC-3 × WBM	0	0	230	60
EC met EU-heffing	35	8	170	40
EC zonder EU-heffing	130	30	170	40

8.2 Geen levensduurverlenging van kolencentrales

Voor twee bestaande kolencentrales, die begin jaren '80 in bedrijf zijn genomen is in GC levensduurverlenging verondersteld. Dit zijn eenheden met een totaal vermogen van 1250 MW. Indien deze levensduurverlenging niet plaatsvindt kan ten opzichte van GC CO₂-reductie bereikt worden. Dit kan gecombineerd worden met vervanging door ofwel schoner vermogen (duurzaam, warmte/ kracht, CO₂-verwijdering, kernenergie), dan wel om besparingen op de vraag op te vangen. De CO₂-reductie van de vervroegde uit bedrijf name, van extra 'schoon' vermogen en van besparing op de vraag worden alle berekend ten opzichte van het gemiddelde park. Dit betekent dat bij een combinatie van vervroegd uit bedrijf nemen en meer schoon vermogen/elektriciteitsbesparing de berekende effecten bij elkaar kunnen worden opgeteld. Bij de optiebeschrijving wordt ter illustratie uitgegaan van vervanging door warmte/kracht.

Indien gestreefd wordt naar vervanging van dit vermogen door w/k dient met de ontwikkeling van w/k in het GC-scenario rekening te worden gehouden.

Jaar	Opgesteld vermogen
1990	3200 MW
1995	5000 MW
2000	8000 MW
2010	15000 MW

Reductie in 2010

De CO₂-emissie van de twee eenheden in 2010 bedraagt 4,9 Mton. Indien van dit vermogen de levensduur niet verlengd wordt, wordt ten opzichte van het gemiddelde park 2,8 Mton CO₂ gereduceerd. Het type vermogen, dat hiervoor in de plaats komt bepaalt of en in hoeverre er nog extra CO₂ wordt gereduceerd. In het geval van warmte/kracht vindt een extra CO₂-reductie plaats van 0,4 Mton.

Instrumenteerbaarheid

Zonder extra beleid zal er voor de sector geen stimulans zijn om deze maatregel te treffen. In het kader van de liberalisering van de elektriciteitsmarkt zullen producenten in principe vrij zijn bestaande centrales langer open te houden, de landelijke overheid

kan hier geen invloed meer op uitoefenen d.m.v. van het Elektriciteitsplan. De overheid zal dus actief beleid moeten voeren om sluiting te bewerkstelligen. Een belangrijke vraag die resteert, is of deze extra kosten kunnen worden doorberekend aan (bepaalde groepen) eindverbruikers, ofwel dat de sector door de overheid wordt gecompenseerd voor de extra kosten. Instrumenten om sluiting te stimuleren zijn:

- Convenant over een maximale CO₂-emissie per geproduceerde hoeveelheid elektriciteit.
- Verhoging brandstoffenbelasting, waardoor het stoken op kolen minder aantrekkelijk wordt (zie ook de laatste paragraaf van deze beschrijving). De veranderde prijsverhouding leidt tot wijzigingen in de concurrentiepositie. Er zal daarom onderzocht moeten worden of een dergelijke verhoging toegestaan is binnen de Europese regelgeving.

Implementatietempo

De sluiting van de centrales zou in principe kunnen worden uitgesteld tot vlak voor de budgetperiode 2008-2012. Er is echter een aantal redenen waarom een dergelijk besluit beter eerder kan worden genomen. Voor nieuw vermogen, dat in de plaats zou komen van dit vermogen, geldt in het algemeen een bouwtijd van enkele jaren. Voor besluiten tot nieuw vermogen is het daarom ook van belang, dat tijdig duidelijkheid ontstaat. Ook gelet op bijv. inkoopcontracten van kolen, personeel, etc is het verstandiger om hierover vroegtijdig duidelijkheid te hebben. Als dit besluit namelijk te lang wordt uitgesteld zullen er hogere kosten verbonden zijn aan het terugdraaien van aangegane verplichtingen.

Kosten

De gemiddelde variabele kosten voor elektriciteit uit kolencentrales bedraagt circa 6 cent/kWh. Deze kosten liggen, rekening houdend met de bedrijfstijd van de kolencentrales, circa 1 cent/kWh lager dan de kosten van het gemiddelde park. De extra kosten bij sluiting van beide centrales bedragen circa 60 miljoen f/jaar. De kosteneffectiviteit van het uit bedrijf nemen bedraagt vanuit de eindverbruikersbenadering 20 f/ton. Bij een verdrievoudiging van de brandstoffenbelasting op kolen worden de variabele kosten ongeveer gelijk aan die van een vervangende eenheid en levert uit bedrijf name dus geen extra meerkosten op. Vanuit nationale kostenoptiek bedragen de kosten ca. 30 f/ton.

Overige relevante aspecten

De uit bedrijf name zorgt tevens voor een reductie van de verzurende emissies. Deze daling hangt af van het vervangende vermogen, ten opzichte van het gemiddelde park daalt de SO₂-emissie met circa 3 kton, de NO_x-emissie met circa 5 kton. Binnen de in het NMP3 aangekondigde vereveningssytematiek levert dit financiële voordelen op die de kosten van vervroegde uit bedrijf name kunnen verlagen.

Gevoeligheid van de uitkomsten t.a.v. toekomstige ontwikkelingen

De mogelijke CO₂-reductie en de kosten hangen gedeeltelijk af van het achtergrondscenario. Ten eerste verschillen de brandstofprijzen per scenario, maar ook het opgestelde vermogen en de bedrijfstijden vertonen verschillen. In EC is door de prijsontwikkeling geen levensduurverlenging van de 2 betreffende kolencentrales verondersteld. In het DE-scenario is het potentieel voor CO₂-reductie nog iets hoger dan in GC, omdat de bedrijfstijd van de kolencentrales circa 10% hoger ligt.

Tabel 8.2 De mogelijke CO₂-reductie en de kosten

Scenario	Eindverbruikerskosten		Nationale kosten	
	Kosten	Effectiviteit	Kosten	Effectiviteit
	[mln f/jaar]	[f/ton]	[mln f/jaar]	[f/ton]
GC	60	20	100	35
GC-3 × WBM	0	0	100	35
EC met EU-heffing	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
EC zonder EU-heffing	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
DE	110	35	150	50

8.3 Inzet van kernenergie voor elektriciteitsproductie

In het GC-scenario vindt in 2010 geen productie van elektriciteit meer plaats op basis van kernenergie. Bij de productie van elektriciteit uit kernenergie komt geen CO₂ vrij, waarmee het een optie is om CO₂-reductie te bereiken. Er zijn twee mogelijkheden om te komen tot productie van elektriciteit uit kernenergie. Naast de bouw van een nieuwe kerncentrale, bestaat ook de mogelijkheid om de kerncentrale in Borssele, waarvoor sluiting wordt voorzien in 2004, langer open te houden.

Reductie in 2010

De centrale van Borssele heeft een vermogen van 450 MW. Bij een bedrijfstijd van 6500 uur levert deze centrale circa 10 PJ elektriciteit per jaar. De gemiddelde CO₂-emissie in GC-2010 bedraagt 0,1 Mton per PJ. De uitgespaarde CO₂ komt daarmee op 1 Mton. Gelet op de levensduur van de centrale (in bedrijf name in 1973) geldt het potentieel van deze optie niet voor na de budgetperiode.

Voor een nieuwe kerncentrale kan gekozen worden uit verschillende types en vermogens. Deze keuze bepaalt mede de hoeveelheid CO₂ die kan worden gereduceerd. Bij een eenheid van 1000 MW bedraagt de CO₂-reductie circa 2,3 Mton. In tegenstelling tot de levensduurverlenging van Borssele geldt dit reductiepotentieel ook op langere termijn.

Instrumenteerbaarheid

Voor de instrumenteerbaarheid dient onderscheid gemaakt te worden tussen enerzijds de levensduurverlenging van Borssele en anderzijds de bouw van een nieuwe kerncentrale.

Levensduurverlenging

- Bij de behandeling van het elektriciteitsplan 1995-2004 heeft de Tweede Kamer in 1994 aangegeven niet in te stemmen met de voorgestelde levensduurverlenging van de centrale van Borssele; voor het alsnog overgaan tot levensduurverlenging zal een nieuw politiek besluit nodig zijn.
- Aangezien het langer openhouden van Borssele kosteneffectief is (m.a.w. het levert de sector opbrengsten op), is geen financiële stimulans vereist. Gegeven eerdere financiële afspraken bij de besluitvorming over Borssele staat het nog open in hoeverre dit financiële voordeel bij de sector zelf terecht komt, dan wel bij de overheid.

Nieuwbouw

Ook voor de nieuwbouw van kerncentrales zal er eerst een politieke uitspraak gedaan moeten worden over de aanvaardbaarheid van deze optie. In tegenstelling tot levensduurverlenging is nieuwbouw van kerncentrales vanuit kosten oogpunt in het GC-scenario niet aantrekkelijk. Mogelijke instrumenten om tot nieuwbouw van kerncentrales te komen zijn:

- Convenant over een maximale CO₂-emissie per geproduceerde hoeveelheid elektriciteit.
- Verhandelbare reductiecertificaten.
- Verhoging van de brandstoffenbelasting (waardoor fossiele brandstoffen duurder worden).

Implementatietempo

De beslissing tot het langer in bedrijf houden van Borssele kan technisch gezien uitgesteld worden tot vlak voor de nu geplande sluiting (1 januari 2004). Voor de eigenaar van de centrale zal het echter noodzakelijk zijn hier eerder duidelijkheid over te hebben. In dit geval ontstaat namelijk tijd voor het aanpassen van contracten met langlopende verplichtingen (bijv. voor opwerking van afval, continuïteit van bedrijfsvoering etc.).

Voor de nieuwbouw van een kerncentrale zal o.a. het huidige Structuurschema Elektriciteitsvoorziening, waarin geen vestigingsplaatsen voor kerncentrales zijn opgenomen, moeten worden gewijzigd. Er wordt geschat, dat de minimaal benodigde tijd voor nieuwbouw van een kerncentrale (incl. wettelijke procedures) momenteel circa 10 jaar bedraagt. Om een nieuwe kerncentrale te kunnen realiseren in de budgetperiode zou aan het begin van de komende regeerperiode een positief besluit over kernenergie nodig zijn.

Kosten

Bij het langer in bedrijf houden van Borssele wordt voorzien dat weinig additionele investeringen nodig zijn. De kosten bestaan uit de variabele kosten (brandstofkosten en kosten van bediening en onderhoud). Deze worden in totaal geschat op 5,5 cent/kWh. De daadwerkelijk uitgespaarde kosten hangen af van de productie die door deze centrale wordt vervangen. Geschat wordt dat de gemiddelde kosten voor een te vervangen centrale met een dergelijke bedrijfstijd circa 6,5 cent/kWh bedragen. De jaarlijkse opbrengsten zijn daarmee f 30 miljoen. De kosteneffectiviteit ligt dus rond de $-30 f/ton$ (vanuit de eindverbruikersbenadering en vanuit nationaal kostenooptiekpunt).

De productiekosten van een nieuwe kerncentrale hangen mede samen met het type reactor. Ook voor een eenmaal gekozen type gelden er nog onzekerheden m.b.t. de kosten, voornamelijk ten aanzien van de investeringen. Geschat wordt dat de kosten per kWh circa 9 cent bedragen vanuit nationale kostenoptiek en 15 cent vanuit de eindverbruikersoptiek. Hiervan uitgaand komt de kosteneffectiviteit rond de $70 f/ton$ vanuit de nationale kostenbenadering en op f 180 bij de eindverbruikersbenadering.

Maatschappelijk draagvlak

Jaarlijks wordt er door het ministerie van VROM een onderzoek uitgevoerd naar de maatschappelijke acceptatie van verschillende energievormen, waaronder kernenergie, de Energiemonitor. In de laatste peiling van november 1997 geeft iets minder dan 10% van de geënquêteerden aan voorstander te zijn van de nieuwbouw van kerncentrales in Nederland. Ongeveer een derde geeft aan dat zij niet voor nieuwbouw van centrales zijn, maar wel de bestaande centrales willen openhouden. Hierbij is echter niet expliciet gevraagd naar levensduurverlenging. De belangrijkste redenen voor het geringe maatschappelijk draagvlak zijn de afvalproblematiek en de veiligheidsrisico's.

Overige relevante aspecten

Inzet van kernenergie leidt tot een verlaging van de verzurende emissies door de elektriciteitssector. Ten opzichte van het gemiddelde park daalt bij het langer in bedrijf houden van Borssele de SO₂-emissie met circa 0,5 kton, de NO_x-emissie met circa 2 kton. Voor nieuwbouw zijn deze effecten ruim 2 maal zo groot. Binnen de in het NMP3 aangekondigde vereveningssytematiek levert dit financiële voordelen op. Inzet van kernenergie zal er toe leiden dat de hoeveelheid op te slaan radio-actief afval toeneemt. Er zal dus behoefte zijn aan uitbreiding van de bestaande dan wel nieuwe locaties.

Gevoeligheid van de uitkomsten t.a.v. toekomstige ontwikkelingen

Het potentieel van deze optie is in zoverre scenario-afhankelijk, dat de brandstofmix van het park lichte verschillen kent en daarmee ook de vermeden CO₂-emissie. Dit effect is in 2010 echter beperkt. Ook bestaan er geringe verschillen in energieprijzen tussen de drie scenario's. Daarmee veranderen de kosten van centrales die eventueel vervangen zouden worden. Als gevolg hiervan zal toepassing van kernenergie in het DE-scenario (met de lagere fossiele brandstofprijzen) waarschijnlijk iets duurder zijn.

8.4 Extra warmte-aftap bij bestaande centrales

Er bestaan in Nederland diverse elektriciteitscentrales, waarbij (een gedeelte van) de warmte door middel van warmtedistributie wordt benut voor de verwarming van woningen/kantoren/tuinbouw. Er zijn echter mogelijkheden deze warmtelevering op verschillende plaatsen uit te breiden, dan wel enkele nieuwe projecten te starten.

Reductie in 2010

In het kader van het Integraal Milieuplan Energiesector (IMES) is een inventarisatie gemaakt van de mogelijkheden van extra warmte-aftap bij bestaande centrales. Tot aan het jaar 2010 wordt het potentieel geschat op 10 PJ warmtelevering. Dit levert een totale emissiereductie van 0,4 Mton in 2010.

Instrumenteerbaarheid

Er zijn verschillende instrumenten mogelijk om het aftappen van warmte te stimuleren. Enkele daarvan worden nu ook al toegepast. De levering van warmte valt niet onder de regulerende energiebelasting, waardoor dit voordeel ten goede komt aan de exploitant van een warmtenet, ervan uitgaande dat het warmtetarief het gastarief volgt. De benutting van restwarmte wordt in de Energie-Prestatie op Lokatie (EPL) gunstig gewaardeerd. Hierdoor komt deze optie, waar mogelijk, snel in beeld bij discussies over een Optimale Energie Infrastructuur. Ook wordt momenteel gekeken naar een aanpassing van de EPN, waarin warmtelevering beter gewaardeerd wordt.

Financiële instrumenten die de aantrekkelijkheid van warmte-aftap vergroten zijn:

- Verhoging van de Regulerende Energie Belasting: vooral in de bestaande bouw zorgt een verhoging van de REB ervoor, dat de warmte (door de koppeling van de prijs aan aardgas) meer waard wordt.
- Investeringsubsidies (zoals bijvoorbeeld verstrekt in het kader van CO₂-reductieplan).
- Verhandelbare reductiecertificaten.

Er kan extra draagvlak voor deze optie worden gecreëerd indien er met de energiesector een convenant wordt afgesloten over CO₂-reductie.

Implementatietempo

Om te zorgen dat deze optie geïmplementeerd wordt voor de budgetperiode is vanuit verschillende overwegingen haast geboden.

- De procedures en de aanleg van een nieuw warmtenet vergt minimaal enkele jaren.
- Momenteel worden op veel Vinex-lokaties beslissingen over infrastructuurkeuzes voorbereid/genomen. Als deze beslissingen voor de eerste fases niet op warmtelevering zijn uitgekomen worden de mogelijkheden voor warmtelevering in latere fases steeds kleiner.

- De bestaande centrales hebben alle een beperkte levensduur. Hoe langer gewacht wordt met een beslissing over warmte-aftap, over des te minder jaren kan de hiervoor benodigde investering worden afgeschreven.

Kosten

De kosten van warmte-aftap kunnen sterk verschillen per lokatie. Dit hangt ondermeer af van:

- de afstand van de centrale tot de lokatie van warmtelevering,
- de sector waaraan warmte wordt geleverd (gebouwde omgeving, tuinbouw, industrie),
- de eenheid waarvan wordt afgetapt (elektriciteitscentrale, afvalverbranding),
- geografische kenmerken (grondstructuur, andere infrastructuren als waterwegen, autowegen, spoorlijnen, etc),
- de mate waarin andere infrastructuur/conversie-apparatuur wordt uitgespaard.

Op basis van gegevens in het integraal milieuplan van de energiesector (IMES) zijn de kosten bepaald voor verschillende sectoren. De kostenrange die hieruit kan worden afgeleid op basis van de eindverbruikersbenadering ligt tussen de -80 en + 160 f/ton. Vanuit de nationale kostenbenadering bedraagt de kosteneffectiviteit 35 tot 180 f/per ton.

Maatschappelijk draagvlak

In de jaren '80 bestond er grote maatschappelijke weerstand tegen stadsverwarming. Dit werd veroorzaakt door een aantal zaken (bemetering, kosten, etc) die nu grotendeels zijn ondervangen. Het imago van warmtedistributie is hierdoor sterk verbeterd.

Gevoeligheid van de uitkomsten t.a.v. toekomstige ontwikkelingen

Het potentieel is redelijk robuust, aangezien in geen van de 3 scenario's substantiële stijging van warmte-aftap bij bestaande centrales is voorzien. De kosten voor de eindverbruikers/distributiebedrijven hangen naast de lokatie-afhankelijke omstandigheden sterk af van de brandstofprijzen en het gevoerde beleid (heffingen, subsidies).

9. OVERIGE BROEIKASGASSEN

Naast CO₂ is er nog een aantal gassen dat een bijdrage levert aan het versterkte broeikas-effect. Van deze zogenaamde overige broeikasgassen zijn voor Nederland met name de gassen methaan (CH₄), lachgas (N₂O), HFK's, PFK's en SF₆ van belang. De bijdrage van de overige broeikasgassen aan het versterkte broeikas-effect ligt per kg geëmitteerde stof een factor 21 tot 23900 hoger dan voor CO₂. Dit wordt uitgedrukt met de zogenaamde Global Warming Potential (GWP) van een stof. In tabel 1 zijn de GWP's van de overige broeikasgassen ten opzichte van CO₂ aangegeven.

Tabel 9.1 *Global Warming Potential van de overige broeikasgassen*

Stof	GWP
CO ₂	1
CH ₄	21
N ₂ O	310
HFK's	140 - 11.700
PFK's	6.500 - 9.200
SF ₆	23.900

De bijdrage van de overige broeikasgassen (in CO₂-eq.) aan de totale broeikasgasemissie lag in de periode 1990-1995 in Nederland op ongeveer 25%. In het referentiescenario daalt dit aandeel in 2010 tot 14%. Dit is met name het gevolg van de daling van de methaanemissies bij de landbouw en de afvalverwijdering. De emissies van de andere broeikasgassen blijven op hetzelfde niveau of nemen toe. De relatief sterke stijging van de emissies van HFK's in het referentiescenario is het gevolg van het huidige verbod op het gebruik van CFK's en het toekomstige verbod (2015) op het gebruik van HCFK's. In het referentiescenario is verondersteld dat als vervangende stoffen met name HFK's worden ingezet.

Tabel 2 geeft een overzicht van de emissies van de overige broeikasgassen met een onderverdeling naar de verschillende doelgroepen of toepassingsgebieden. Hierbij moet worden opgemerkt dat de gepresenteerde getallen omgeven zijn met grote onzekerheid, omdat voor een groot aantal bronnen geen goede emissiegegevens beschikbaar zijn. Dit geldt eveneens voor de reducties zoals gepresenteerd in de verschillende optiebeschrijvingen.

In het verleden is een groot aantal studies (o.a. Matthijsen et al, 1996, van Brummelen et al, 1996) uitgevoerd naar mogelijkheden om de emissies van de overige broeikasgassen te reduceren. Voor dit optiedocument is een selectie gemaakt uit de gepresenteerde mogelijkheid op basis van discussies met experts in het veld. Belangrijkste selectiecriteria vormen de mogelijkheden om een optie voor 2010 te implementeren. Dit betekent dat een aantal opties die omgeven zijn met te grote onzekerheden ten aanzien van de hoogte van de emissies, technische en/of economische mogelijkheden om de emissies te reduceren niet zijn opgenomen.

De volgende opties zijn afgefallen:

- *Methaanreductie bij gasdistributie.* De kosten van mogelijke maatregelen (versnelde vervanging van gietijzeren pijpleidingen) zijn zeer hoog, waardoor deze maatregelen als economisch niet haalbaar zijn ingeschat.
- *Methaanreductie in de landbouw door vermindering pensfermentatie.* Door voeraanpassingen kan een verdere verhoging van de productie worden bereikt en is het mogelijk de methaanemissies ten gevolge van pensfermentatie verder te reduceren. Momenteel bestaat nog veel onzekerheid omtrent de reductiemogelijkheden met name in relatie tot andere milieuproblemen in de landbouw. In het kader van het Reductieplan Overige Broeikasgassen is dit een punt van nader onderzoek.
- *N₂O-emissies bij de landbouw.* Voor zover emissiereducties worden bereikt liften deze mee met beleid gericht op een efficiënter gebruik van stikstof. Daarnaast zijn er een aantal (toekomstige) ontwikkelingen in de landbouw (mestinjectie, diepstrooisel stallen) gericht op een vermindering van de ammoniak emissie die mogelijk zorgen voor een stijging van de N₂O-emissies. Mogelijkheden om de emissies te reduceren zijn in deze studie niet meegenomen omdat momenteel onvoldoende (betrouwbare) gegevens beschikbaar zijn over reductiemogelijkheden voor de eerste budgetperiode.

Tabel 9.2 *Overzicht van de emissies van de overige broeikasgassen in het referentiescenario (GC) in Nederland voor de periode 1990-2020 in CO₂-eq.*

	1990	1995	2010 ^{1),2),3)}	2020 ^{1),2),3)}
Totaal broeikasgassen (temp gecorrigeerd)	223	237	259	286
Totaal broeikasgassen (temp ongecorrigeerd)	217	234	259	286
Totaal overige broeikasgassen	56	58	48	52
Methaan	27	25	13	9
landbouw	11	10	7	6
afvalverwijdering	12	10	4	1
energiebedrijven	4	4	2	1
overig	0	1	0	1
N ₂ O	20	22	21	22
verkeer	2	2	2	2
landbouw	7	9	7	6
industrie	10	10	11	12
overig	1	1	1	2
HFK's	4,9	6,7	9	16
procesemissies	4,8	6,3	3,2	3,2
alternatieve toepassing voor CFK	0,1	0,4	5,8	12,9
PFK's	2,5	2,4	2,6	3,0
aluminiumproductie	2,3	2,2	1,4	1,4
alternatieve toepassing voor CFK	0,2	0,2	1,2	1,6
SF ₆ ⁴⁾	1,4	1,5	2,0	2,3
elektriciteitssector	1,4	1,5	1,9	2,2
overig	0,0	0,0	0,1	0,1

¹⁾ Emissies uit Milieuverkenning 4 (RIVM, 1997), dus niet gecorrigeerd voor de effecten van het NMP3 beleid en de effecten van het CO₂-reductieplan (3 Mton).

²⁾ Prognose voor methaan en N₂O zijn tegen de achtergrond van het Global Competition (GC) scenario uit de vierde Milieuverkenning (RIVM, 1997).

³⁾ Prognose voor HFK's, PFK's en SF₆ zijn tegen de achtergrond van het European Renaissance (ER) scenario uit derde Milieuverkenning (RIVM, 1993 en Matthijsen, 1996).

⁴⁾ Potentiële emissies waarbij is verondersteld jaarlijks gebruik=jaarlijkse emissie.

9.1 Reductie van methaanemissies bij de afvalstortplaatsen

In 1995 vormden de methaanemissies bij de afvalstortplaatsen 40% van de totale methaanemissies in Nederland. In het GC referentiescenario dalen de emissies bij afvalstorts met 60% over de periode 1995-2010 en resteert in 2010 een emissie van 4 Mton CO₂-equivalenten. De daling is een gevolg van het bestaande beleid (preventie en hergebruik van afval, Besluit stortverboden, Stortbesluit bodembescherming, uitbreiding van de verbrandingscapaciteit, verhoging storttarieven) dat leidt tot:

1. een daling van de hoeveelheid gestort afval met 75% tussen 1995 en 2010,
2. een daling van het aandeel verteerbaar organisch materiaal met 70%,
3. een toename van de hoeveelheid gewonnen methaan tot 2010 (RIVM, 1997b). Bij de toekomstige stortgaswinning is verondersteld dat stortplaatsen al in de opbouwfase gas onttrekken conform NER en Stortbesluit. In 1996 werd 170 miljoen m³ stortgas gewonnen. Hiervan werd bijna 75% benut voor energieopwekking en de rest afgefakkeld.

Mogelijkheden voor verdergaande reductie van de methaanemissies bij afvalstorts zijn:

1. *Verbeteren/verhogen van de stortgaswinning bij nog meer voormalige stortplaatsen.* Het aantal voormalige stortplaatsen dat in aanmerking komt voor verhoging van stortgaswinning is mede afhankelijk van a) de voortgang van de monitoring van voormalige stortplaatsen in het kader van het bodemsaneringsbeleid en b) de mogelijkheid om beheerders te overtuigen uit milieuoogpunt van belang zijnde maatregelen te nemen die geen geld meer opleveren.
2. *Verbeteren van de oxidatiecapaciteit van de toplaag.* Afhankelijk van de omstandigheden zou de oxidatie van methaan in de toplaag kunnen toenemen van de veronderstelde 10% tot 50% voor recent gesloten stortplaatsen (speculatieve inschatting in Oonk, 1998). Het verbeteren van de oxidatiecapaciteit van de toplaag kan in principe bij alle stortplaatsen worden toegepast, maar maakt vooral kans op recent afgesloten stortplaatsen waar de winning niet aanwezig is of niet optimaal is (Goumans et al, 1996, blz 125).
3. *Infiltratie van methanogene bacteriën bevattend percolatiewater.* In Nederland gaat een proefproject lopen met de infiltratie van methanogeen percolatiewater (Oonk, 1998). De proef wordt uitgevoerd op het residu van een scheidingsinstallatie en is zeker niet zonder meer vergelijkbaar met andere stortplaatsen (waar inmiddels ook minder organisch materiaal wordt gestort).

Voor de drie mogelijkheden zijn er momenteel technieken beschikbaar of in een pilot-fase.

Reductie in 2010

Bij volledige implementatie van bovenstaande drie mogelijkheden kan in 2010 een reductie van 0,3 Mton CO₂-eq. worden bereikt (0,0 Mton bij oude stortplaatsen (in 2010 leveren oude stortplaatsen nauwelijks meer een bijdrage), 0,2 Mton door verbeteren van de oxidatie van de toplaag en 0,1 Mton door infiltratie van methanogeen percolaat). Bij de inschatting van dit reductiepotentieel is verondersteld dat de hoeveelheid gewonnen methaan onvoldoende is voor een rendabele energieopwekking. De rendabele stortgaswinningprojecten zijn reeds meegenomen in het referentiesce-

nario. In de periode na 2010 neemt het reductiepotentieel af omdat de hoeveelheid gestort organisch afval in het referentiescenario verder daalt. In 2020 resteert nog een reductiepotentieel van 0,1 Mton CO₂-eq.

Instrumenteerbaarheid

- *Voorlichting aan vergunningverleners en exploitanten van stortplaatsen vergroten.* In de NER was, in afwachting van een wijzigingsbesluit van het Stortbesluit, opgenomen dat stortplaatsexploitanten al bij de opbouw van de stortplaats voorzieningen moesten treffen om het vrijkomende stortgas op te vangen en te verwerken. In het 'Besluit van 5 januari 1998 tot wijziging van het Stortbesluit Bodembescherming en het Inrichtingen- en vergunningenbesluit milieubeheer in verband met onder meer de nazorg van stortplaatsen', is dit overgenomen. Alleen wanneer het duidelijk is dat het opvangen en bewerken milieuhygiënisch niet doelmatig is (als voorbeeld wordt een stortplaats voor alleen bouw- en sloopafval genoemd) mag er van worden afgezien. Het voorgaande houdt in dat een groot deel van het stortgas gewonnen moet worden. Dit is op het ogenblik nog niet in voldoende mate het geval.
- Door middel van *fiscale maatregelen* zou de winning en het affakkelen van stortgas aantrekkelijk gemaakt kunnen worden.

Implementatietempo

Het kost circa drie jaar om regelgeving aan te passen. Daarom moet vanaf nu actie worden ondernomen om enkele proeven op te zetten. Tegelijk kan wetgeving worden voorbereid zodat bij goede resultaten binnen enkele jaren bovenstaande maatregelen verplicht gesteld kunnen worden. Dit betekent dat in 2010 het volledige reductiepotentieel ingezet kan zijn.

Kosten

Verbeteren van de oxidatiecapaciteit van de toplaag.

- eindverbruikerskosten: 0-21 f/ton CO₂-eq.
- nationale kosten: 0-12 f/ton CO₂-eq.

Geschatte kosten: 500.000 gulden per stortplaats (Goumans et al, 1996, blz 125). Wanneer afvalstoffen worden gebruikt zou de operatie kosten neutraal kunnen worden uitgevoerd. Aantal stortplaatsen: 50 (alleen recent afgesloten stortplaatsen).

Infiltratie van methanogene bacteriën bevattend percolatiewater

- eindverbruikerskosten: 9 f/ton CO₂-eq.
- nationale benadering: 5 f/ton CO₂-eq.

Geschatte kosten: 500.000 gulden per stortplaats; aantal stortplaatsen: 10.

Overige relevante aspecten

- Innovatiegehalte: mogelijkheden om de ontwikkelde technieken te verkopen aan landen waar minder belang wordt gehecht aan hergebruik en verbranden.
- Relevantie voor bestaand beleid: om de emissiereductie in het referentiescenario te realiseren zal maximaal moeten worden ingezet op de uitvoering en de handhaving van het bestaande beleid. Voor het realiseren van de hier beschreven opties zal rekening gehouden moeten worden met het bestaande (afval- en bodemsanerings)beleid. Het is de vraag of de twee laatst beschreven opties stroken met het beleid waarin zo min mogelijk organisch materiaal moet worden gestort en waarbij de stortplaats zo droog mogelijk gehouden moet worden. Een probleem bij voorafmalige stortplaatsen wordt nog gevormd door de onduidelijkheid wie aanspreekpunt is.

Gevoeligheid van de uitkomsten t.a.v. toekomstige ontwikkelingen

De uitkomsten zijn gevoelig voor:

- veronderstellingen ten aanzien van hoeveelheid en samenstelling van het gestorte afval,
- de stortgasvorming bij veranderende samenstelling van het afval in de komende jaren,
- handhaving van bestaand beleid ten aanzien van stortplaatsen.

9.2 Reductie van methaanemissies bij olie- en gaswinning

Een belangrijke bron voor methaanemissies vormt de gaswinning op zee (circa 2 Mton CO₂-eq./jaar in 1996) (VROM et al, 1997). In de periode 1990-1996 is de gaswinning op zee met bijna 55% toegenomen. Doordat technische maatregelen zijn genomen en nieuwe platforms met relatief schonere productietechnologieën in gebruik zijn genomen is de CH₄-emissie minder snel gestegen. In het referentiescenario is verondersteld dat door de uitputting van kleine offshore velden en de toenemende marginale winningskosten op de Noordzee de gaswinning snel daalt. De methaanemissies zijn in 2010 alleen al door dit volume-effect bijna 80% lager dan in 1995 (restemissie 2010: 17 kton CH₄ ofwel 0,36 Mton CO₂-eq.). In 1995 is een milieuconvenant afgesloten met de olie- en gaswinningssector (looptijd tot 2010). In dit convenant is voor methaan een emissiereductietaakstelling voor het jaar 2000 van 10% ten opzichte van 1990 vastgelegd op basis van implementatie van Stand der Techniek. Uit het Industrie Milieuplan (1995-1998) blijkt dat de industrie deze reductie wil bereiken door het nemen van maatregelen gericht op het beperken van ventemissies offshore. In het kader van de Bijzondere regeling NeR voor offshore installaties worden in 1997 en 1998 metingen verricht naar diffuse lekverliezen. Tevens dienen installaties in het jaar 2000 te voldoen aan de stand der techniek. Uit de jaarlijkse voortgangsrapportage van de branche blijkt dat de reductiedoelstelling van 10% in 2000 zeker gehaald gaat worden. Bij de berekening in het kader van de vierde Milieuverkenning is nog geen rekening gehouden met het feit dat de olie- en gaswinning na 1995 technische maatregelen treft om de methaanemissies te reduceren.

Methaanemissies bij de gaswinning kunnen in de periode 1990-2015 worden gereduceerd door (de Jager, 1996 en Nogepa, 1996 en NAM, 1995):

1. Reductie van diffuse emissies bij ondermeer afsluiters en andere appendages (meetprogramma voor opsporing en monitoring van diffuse emissies, beter onderhoud).
2. Verkleinen van de procesgasstromen (minder drukverlaging bij het meten van de condensaatflow, lagere circulatiesnelheid en andere absorbers bij gasdroging).
3. Een betere benutting van gas op de platforms (recompressie van procesgasstromen, gebruik voor eigen energie-opwekking).
4. Affakkelen in plaats van afblazen op platforms.

De maatregelen uit categorie 1 (meetprogramma) worden momenteel uitgevoerd. Op basis van de resultaten wordt bekeken welke maatregelen uit categorie 2 toegepast kunnen worden. De mogelijk te behalen emissiereductie is onzeker. De maatregelen van optie 3 en 4 zijn te duur of te risicovol als retrofit-optie, maar wel geschikt bij nieuwe platforms. Deze maatregelen worden reeds toegepast en hebben circa 10% emissiereductie opgeleverd.

Bovengenoemde maatregelen kunnen samen bijdragen aan een daling van de methaanemissie per eenheid gewonnen aardgas met circa 90%. Een deel van het potentieel is in de periode 1990-1995 al gerealiseerd (ca. 15%) zodat de emissiefactor in de budgetperiode (steekjaar 2010) ten opzichte van het referentiescenario (waarin geen extra technische maatregelen waren verondersteld) nog met ca. 60% kan worden gereduceerd.

Reductie in 2010

Bij de offshore gaswinning is het reductiepotentieel ca. 0,2 Mton CO₂-eq. in 2010. Hierbij is rekening gehouden met de beperkte mogelijkheden voor het treffen van maatregelen op bestaande platforms.

Instrumenteerbaarheid

In het NOGEPA convenant tussen de overheid en NOGEPA zijn emissiereductiedoelstellingen voor methaan vastgelegd (zie verder toelichting op de optie).

Implementatietempo

Technieken voor het reduceren van de emissies bij de gaswinning worden nu reeds uitgevoerd. In het referentiescenario is hier nog geen rekening mee gehouden. Deels zal de emissiereductie bij offshore winning 'autonoom' geschieden bij het installeren van nieuwe platforms en het abandonneren van oude platforms en uitvoeren van de vigerende BMP's.

Kosten

Verkleinen procesgasstromen bij nieuwe en bestaande offshore platforms(de Jager, 1993).

- Eindverbruikerskosten: 11 f/ ton CO₂-eq.
- Nationale kosten: 5 f/ton CO₂-eq.

Toelichting: Investering per platform 0,25 miljoen gulden, reductie emissie 200 ton methaan/jaar.

Meetprogramma en beter onderhoud voor bestrijding diffuse emissies.

- Eindverbruikerskosten: 25 f/ ton CO₂-eq.
- Nationale kosten: 25 f/ton CO₂-eq.

Toelichting: Investeringskosten verwaarloosbaar; schatting personele kosten per platform ca. 25.000 gulden , reductie emissie 50 ton methaan/jaar (eigen inschatting RIVM).

Betere benutting van gas op nieuwe offshore platforms(de Jager, 1993).

- Eindverbruikerskosten: 7 f/ ton CO₂-eq.
- Nationale kosten: -5 f/ton CO₂-eq.

Toelichting: De toepassing voor eigen energie-opwekking is een relatief goedkope maatregel terwijl recompressie terug in het gasnet duur is. Gemiddeld vergt de optie een investering van 1 miljoen gulden per platform waarmee jaarlijks 400 ton emissie methaan wordt vermeden. De economische waarde van het gebruikte gas is ca. 300 gulden/ ton methaan.

Affakkelen in plaats van afblazen op nieuwe offshore platforms (de Jager, 1993).

- Eindverbruikerskosten: 60 f/ ton CO₂-eq.
- Nationale kosten: 30 f/ton CO₂-eq.

Toelichting: Investering 0,75 miljoen gulden per platform met reductie van ca. 100 ton methaan per jaar.

Gevoeligheid van de uitkomsten t.a.v. toekomstige ontwikkelingen

De getallen zijn omkleed met grote onzekerheid, vooral waar het de reductie bij offshore gaswinning betreft. Dit hangt samen met de scenario-veronderstellingen van het sterk dalende volume van offshore energiewinning, terwijl de NOGEPa in haar eigen scenario tot 2000 nog uitgaat van een groei van de gaswinning op de Noordzee.

9.3 Reductie van methaanemissies door mestvergisting bij de landbouw

De landbouw was in 1995 verantwoordelijk voor 40% van de Nederlandse methaanemissies; 30% door pensfermentatie en 10% bij de opslag van mest (Spakman et al, 1997). De emissies van methaan dalen in de periode 1995-2010 in het referentiescenario met 25%. Deze daling is met name het gevolg van het krimpen van de hoeveelheid melkvee in het referentiescenario met meer dan 25% (RIVM, 1997). Een moge-

lijkheid om de emissies bij de opslag van mest te reduceren is de kleinschalige vergisting van mest op bedrijfsniveau, waarbij de rundveebedrijven het meeste perspectief hebben. Deze optie is niet in het referentiescenario meegenomen. Deze optie overlapt gedeeltelijk met de optie beschreven onder 7.6 (productie van biogas uit natte reststromen).

Bij de vergisting van mest op bedrijfsniveau kan de gevormde methaan worden afgefakkeld of gebruikt worden voor energieopwekking in een warmte/kracht-installatie. Hierbij kan een onderscheid gemaakt worden tussen vergisting bij 35°C en bij 15°C. In het eerste geval ligt de methaanproductie ongeveer een factor 20 hoger (de Jager et al, 1993), maar is energie nodig om de mest op temperatuur te houden. Bij deze opties gaat het om bestaande technieken, die in principe snel toegepast zouden kunnen worden. Experimenten op het gebied van mestvergisting in het verleden waren niet overwegend positief. De installaties gaven veel storingen onder andere ten gevolge van het feit dat de aanvoer van methaan bij mestvergisting niet constant is. Mogelijk dat nader onderzoek nodig is om storingsgevoeligheid te verminderen. De effecten van vergisting op de reductie van methaanemissies bij mestopslag zijn niet exact bekend en sterk afhankelijk van de condities in de stallen en tijdens de opslag voor vergisting. In (de Jager et al, 1993) is een reductie verondersteld van 50%, waarmee in het referentiescenario in 2010 het technische reductiepotentieel circa 1 Mton CO₂-eq. bedraagt. Dit is onder de veronderstelling dat in 2010 alle mest tijdelijk wordt opgeslagen in mestsilo's en wordt vergist. Bij gebruik van biogas in een warmte/kracht-installatie wordt eveneens aardgas uitgespaard waardoor de totale reductie van broeikasgassen wordt vergroot. Het technische reductiepotentieel neemt na de budgetperiode af omdat de veestapel in het referentiescenario verder inkrimpt en de geproduceerde hoeveelheid mest daalt.

Reductie in 2010

In (Nijssen et al, 1997) is de rentabiliteit van mestvergisting bij melkveebedrijven onderzocht voor de situatie waarbij mest bij 35 °C wordt vergist en het gevormde biogas in een warmte/kracht-installatie wordt ingezet. Bij de in deze studie gehanteerde veronderstellingen is mestvergisting aantrekkelijk voor bedrijven met een omvang groter dan 100 tot 125 melkkoeien gecombineerd met summerfeeding (vee staat zowel in de zomer als in de winter permanent op stal) of met beperkt weiden en een verhoging van de terugleververgoeding voor elektriciteit van 11 naar 16 cent/kWh. De schatting is dat in 2010 circa 25% van de melkveebedrijven een omvang zullen hebben die voldoende is om mestvergisting in combinatie met energieopwekking rendabel te maken. De schatting is dat 25% van het technische potentieel voor methaanreductie van de melkveehouderijen gerealiseerd zal kunnen worden. Verder is verondersteld dat een klein gedeelte van de bedrijven zal overgaan op het affakkelen van methaan. Totaal levert dit een emissiereductie van 0,1- 0,2 Mton CO₂-eq. Na de eerste budgetperiode groeit het aantal melkveebedrijven met voldoende omvang en zou de reductie op kunnen lopen tot 0,2-0,4 Mton CO₂-eq. in 2020.

Instrumenteerbaarheid

- Vergisten en affakkelen verplicht stellen bij (realisering van nieuwe) mestopslag, bijvoorbeeld door dit te koppelen aan het systeem van Groen-Label stallen.
- Regelgeving mestopslag (AMvB mestbassins) aanpassen en uitbreiden met eisen voor methaanemissies.
- Verhoging REB.
- Door middel van een VAMIL-regeling het afdekken van mest en de winning van methaan stimuleren.

Implementatietempo

Onder het huidige mestbeleid zijn boeren verplicht hun mest (een gedeelte van het jaar) op te slaan, waardoor ze verplicht zijn een mestopslag te realiseren die mogelijk gecombineerd kan worden met een verdere reductie van de methaanemissies. Verder zie opmerkingen onder kopje 'reductie budgetperiode'. Verder blijkt uit ervaringen met het ontwikkelen en aanscherpen van de milieuwetgeving (in de landbouw) dat het aanpassen van regelgeving enkele jaren in beslag neemt. Daarom zal reeds in deze kabinetsperiode gestart moeten worden met de voorbereiding van het beleid om in de eerste budgetperiode enig effect te kunnen bereiken.

Kosten

Mestvergisting met een verhoogde methaanproductie bij 35 °C en energieproductie

- eindverbruikerskosten: -35 tot -11 f/ton CO₂.
- nationale kosten: -10 tot +10 f/ton CO₂.

Toelichting: Investeringskosten in mestvergisting bij 35 °C met een verhoogde methaanproductie in combinatie met een productie van energie bedragen 500-1000 f/m³ verwerkingscapaciteit (de Jager et al, 1993).

Mestvergisting bij normale temperaturen (bij 15 °C) en affakkelen van de methaan.

- eindverbruikerskosten: 100-120 f/ton CO₂.
- nationale kosten: 75-85 f/ton CO₂.

Toelichting: Investeringskosten voor de isolatie van een mestsilo worden geschat op 80-100 f/m³ verwerkingscapaciteit en de jaarlijkse onderhouds- en bedieningskosten zijn 10% van de investeringen (de Jager et al, 1993).

Maatschappelijk draagvlak

In het verleden zijn geen positieve ervaringen opgedaan met mestvergisting. De apparatuur was zeer storingsgevoelig en boeren zijn veelal onbekend met de techniek.

Overige relevante aspecten

- Relevantie voor bestaand beleid: mogelijkheid om mee te liften met het mestbeleid en beleid gericht op stimuleren van duurzaam energiegebruik.
- Overige milieueffecten: gevolgen voor N₂O zijn onduidelijk.

Gevoeligheid van de uitkomsten t.a.v. toekomstige ontwikkelingen

- Onzekerheid over de schaafeffecten van deze optie: in hoeverre is schaalvergroting noodzakelijk voor het bereiken van economische voordeel.
- Veronderstelde beleidsontwikkelingen ten aanzien van (volume)ontwikkelingen in de landbouw.

9.4 Reductie van N₂O-emissies in het wegverkeer

In verbrandingsmotoren ontstaan kleine hoeveelheden N₂O. In voertuigen die zijn uitgerust met een geregelde driewegkatalysator treedt daarnaast ook vorming van N₂O in de katalysator op. De vorming van N₂O treedt voornamelijk op in het opwarmtraject van de katalysator. Over de omvang en de wijze waarop N₂O-emissies in verkeer moeten worden aangepakt bestaat nog veel onzekerheid. Bij de berekeningen in het kader van de vierde Milieuverkenning is verondersteld dat de N₂O-emissies bij nieuwe personeneauto's proportioneel dalen met de afname van de (geregelementeerde) NO_x-emissies. Deze veronderstelling bleek na overleg met deskundigen niet erg robuust. Goumans *et al.*(1996) melden dat het verkorten van de opwarmtijd van de katalysator met het doel de emissies van VOS en CO te reduceren wellicht ook een verlaging van de N₂O-emissie tot het gevolg heeft. Volgens anderen is dit nog onzeker aangezien niet duidelijk is onder welke omstandigheden N₂O nu precies ontstaat.

De optie beoogt om op termijn te komen tot reductie van N₂O-emissies in wegverkeer door ontwikkeling van emissiewetgeving in EU-verband. Aan de volgende stappen wordt gedacht:

1. Het opzetten van een emissie-meetprogramma.
2. Onderzoek naar technische mogelijkheden om de N₂O-emissies te beperken.
3. Op basis van uitkomsten van stap 1 en 2 het opzetten en uitvoeren van een emissiewetgevingstraject in EU-verband. Daartoe is het onderwerp N₂O reeds geagendeerd in 'Auto-Oil-2'.

Reductie in 2010

Gezien alle onzekerheden rond de huidige en toekomstige emissieniveaus van N₂O en van de technische mogelijkheden om de emissies te reduceren, is nog niet goed mogelijk een reductieschatting te maken. Op grond van de huidige gebrekkige inzichten, lijkt een reductie mogelijk van ruwweg 0,5-1 Mton CO₂-equivalenten per jaar.

Instrumenteerbaarheid

Eerst moet het mogelijke probleem beter in kaart worden gebracht. Voor instrumenteerbaarheid is een goed meetprogramma noodzakelijk en een goed onderzoek naar technische mogelijkheden om de emissie te reduceren. Het lijkt dan mogelijk om in analogie met stoffen als NO_x, VOS e.d. emissiewetgeving in EU-verband voor N₂O van de grond te tillen.

Implementatietempo

Het implementatietempo is van groot belang op de emissiereductie in de budgetperiode. Pas wanneer emissiewetgeving in EU-verband van kracht wordt, beginnen nieuwe auto's met lagere N₂O-emissiefactoren ten opzichte van de referentie in het park te penetreren. Komt de wetgeving vanaf 2006 van de grond, dan rijdt in 2010 ruwweg 40-50% van de benzine-personenauto's met een verbeterde katalysator rond, komt het pas vanaf 2008-2010 van de grond dan gaat het om minder dan 20%.

Kosten

- eindverbruiker: circa 30-270 f/ton CO₂.
- nationale kosten: circa 25-225 f/ton CO₂.

Zoals bij het reductie-effect kan bij de kostenberekening op dit moment slechts gebruik worden gemaakt van een inschatting van experts. De kosteneffectiviteit is berekend door uit te gaande van meerkosten van f 50 tot f 200 per nieuw verkochte benzine-auto vanaf 2006. (Hierbij is verondersteld dat de kosten alleen gemaakt worden om de katalysator te verbeteren ten behoeve van een verbeterde reductie van N₂O. Het is echter zeer wel denkbaar dat andere stoffen eveneens verder gereduceerd zullen worden en dat de gemaakte kosten niet volledig mogen worden toegerekend aan het klimaatbeleid).

Gevoeligheid van de uitkomsten t.a.v. toekomstige ontwikkelingen

De uitkomsten van de reductiemogelijkheden van de N₂O-emissies en de kosten in 2010 zijn gevoelig voor de resultaten van het mogelijk op te zetten meet- en onderzoeksprogramma.

9.5 Reductie van N₂O-emissies bij de salpeterzuur productie

De N₂O-emissies binnen de industrie zijn in de periode 1990-1995 circa 10 Mton CO₂-eq. per jaar. De belangrijkste bron van N₂O-emissies binnen de industrie is de salpeterzuurproductie met een aandeel van circa 85%. De overige 15% komt met name vrij bij de productie van caprolactam en acrylonitril (Spakman et al, 1997)²⁰. De productie van salpeterzuur vindt in Nederland momenteel plaats bij drie bedrijven op de volgende locaties: DSM Geleen, DSM IJmuiden, Hydro Agri Sluiskil, Kemira Agro Pernis en Kemira Agro Rozenburg. In het referentiescenario is verondersteld dat tot 2010 geen technieken beschikbaar komen om de emissie van N₂O bij de salpeterzuurproductie te reduceren en groeit de emissie van N₂O met 13% over de periode 1995-2010. Dit optiedocument gaat verder alleen in op de mogelijkheden om de emissies bij de salpeterzuurproductie te verminderen omdat dit de meest kansrijke optie lijkt.

²⁰ Spakman et al.: Methode voor de berekening van broeikasgasemissies. Publicatiereeks Emissieregistratie Nr. 37, 1997.

In principe zijn twee technische routes mogelijk om de emissies van N₂O bij de salpeterzuurproductie te reduceren:

1. Procesgeïntegreerde maatregelen; bij nieuwe fabrieken worden deze maatregelen reeds toegepast waardoor de N₂O-emissie met 50%-70% wordt gereduceerd.
2. End-of-pipe maatregelen (tail-gas-concept); in dit geval wordt de N₂O in de rookgassen met behulp van een katalysator gereduceerd tot N₂ en O₂. Deze maatregel kan zowel bij oude als nieuwe installaties worden toegepast. en leidt naar verwachting tot een emissiereductie van circa 90% (TNO, 1997) Momenteel is nog geen katalysator beschikbaar om de emissies van N₂O bij de salpeterzuurproductie te reduceren, maar de verwachting is dat deze voor de eerste budgetperiode beschikbaar zal komen. Recent is een haalbaarheidsstudie afgerond waaruit blijkt dat er technologische mogelijkheden liggen voor de ontwikkeling van een katalysator in het temperatuursgebied beneden 450°C (TNO, 1997).

Dit optiedocument gaat verder alleen in op de toepassing van end-of-pipe maatregelen omdat dit voor de eerste budgetperiode de meest kansrijke opties lijkt.

Reductie in 2010

De emissie van N₂O bij de salpeterzuurproductie bedraagt in 2010 in het referentiescenario 9,5 Mton CO₂-eq. Met behulp van katalytische reductie kan een emissiereductie van circa 8,5 Mton CO₂-eq. worden bereikt. Dit is een structureel effect, waarbij na de eerste budgetperiode de reductie kan oplopen tot 9 Mton CO₂-eq. in 2020.

Instrumenteerbaarheid

- Als eerste stap zal een 'letter of intent' opgesteld worden tussen overheid en bedrijfsleven. Tevens kunnen in het convenant met de chemische industrie afspraken worden gemaakt met betrekking tot het meten van de N₂O-emissies en in een later stadium tot de te treffen maatregelen. Vervolgens zullen de individuele bedrijven in hun Bedrijfsmilieuplannen (BMP's) maatregelen op moeten nemen of het traject aan moeten geven dat leidt tot een reductie van de N₂O-emissies. De BMP's onderscheiden zekere en onzekere maatregelen, waarbij in het convenant is afgesproken dat de zekere maatregelen in ieder geval worden getroffen. Op het moment dat een katalysator beschikbaar komt valt deze binnen de categorie zekere maatregelen. Op dat moment kan de maatregel ook worden voorgeschreven in de vergunning en worden opgenomen in de NER.
- Om de ontwikkeling en introductie van een katalysator te stimuleren is door de overheid geld beschikbaar gesteld voor onderzoek middels de SMT-regeling. In een later stadium kan door de overheid ook voor demonstratie en geld beschikbaar gesteld worden.

Implementatietempo

- De emissies zijn afkomstig van een bekend en beperkt aantal puntbronnen. Op het moment dat een katalysator beschikbaar komt is het technisch mogelijk deze op de termijn van ongeveer een jaar te plaatsen (dit is enigszins afhankelijk van de omstandigheden op de productielocatie).
- De Integrale Milieutaakstellingen voor de Chemie (IMT) uit 1993 bevat de te bereiken tussendoelstellingen voor de sector. Elke vier jaar wordt in gezamenlijk overleg bekeken in hoeverre de taakstellingen moeten worden bijgesteld. Bij een eventuele bijstelling zullen vervolgens de bedrijven in hun BMP (die elke 4 jaar wordt geactualiseerd) maatregelen op moeten nemen die leiden tot de emissiereductie zoals overeengekomen in de IMT. Conclusie: om het reductiepotentieel bij het beschikbaar komen van een katalysator te realiseren zullen zo spoedig mogelijk acties ingezet moeten worden voor opname van zekere en voorwaardelijke maatregelen met de daarbij behorende voorwaarden in het BMP. Bij uitstel van deze acties tot een volgende kabinetsperiode bestaat het gevaar dat er onvoldoende druk komt op de ontwikkeling van een katalysator.

Kosten

In (TNO, 1997) zijn kostenberekeningen gemaakt voor een fictieve salpeterzuurfabriek waarbij katalytische reductie wordt toegepast. De kosteneffectiviteit van *katalytische reductie bij de salpeterzuurproductie* bedraagt:

- eindverbruikerskosten: 1 - 6 f/ton CO₂
- nationale kosten: 1 - 4 f/ton CO₂

Toelichting: Bij de bovenkant van de kostenrange gaat het om de toepassing van katalysatoren bij bestaande installaties waar relatief weinig ruimte is voor het plaatsen van de katalysator, waardoor veel aanpassingen noodzakelijk zijn.

Overige relevante aspecten

Innovatiegehalte: onderzoeken zijn momenteel gericht op het ontwikkelen van een katalysator bij de salpeterzuurproductie. De mogelijkheid bestaat dat de gevonden katalysator breder toepasbaar is bijvoorbeeld bij de productie van caprolactam en acrylonitril. Onder de veronderstelling dat bij deze productieprocessen dezelfde procentuele reductie bereikt kan worden leidt dit tot een additionele reductie van 1,4 Mton in 2010.

Gevoeligheid van de uitkomsten t.a.v. toekomstige ontwikkelingen

De veronderstellingen ten aanzien van de volumeontwikkelingen bij de salpeterzuurproductie zijn deels gevoelig voor ontwikkelingen in de (Nederlandse) landbouw ten aanzien van de afzet van kunstmest.

9.6 Reductie HFK-, PFK- en SF₆ emissies bij gebruik als alternatief voor CFK's en halonen

De emissies van HFK's waren in 1995 ongeveer 6,7 Mton CO₂-eq. (Spakman et al, 1997). In het referentiescenario groeien de emissies van HFK's over de periode 1995-2010 met circa 30% tot 9 Mton CO₂-eq. Deze sterke groei is het gevolg van de veronderstelling dat door het in werking treden van het Montreal Protocol het gebruik van CFK's, halonen en een aantal andere chloor- en broomhoudende ozonaantasters wordt uitgebannen en ter vervanging HFK's (en in mindere mate PFK's en SF₆) worden gebruikt. De emissies kunnen ruwweg worden onderscheiden naar de emissies bij:

1. gebruik als drijfgas,
2. blazen van open schuimen,
3. gebruik als reinigings- of oplosmiddel,
4. gebruik als brandblusmiddel,
5. gesloten schuimen (zowel in productie, gebruiks- als afvalfase),
6. lekkage van HFK's uit koelapparatuur en warmtepompen (zowel stationair als ook mobiel),
7. de verpakking van HFK's,
8. de productie van HCFK.

In het referentiescenario is verondersteld dat geen extra maatregelen worden getroffen om het gebruik en de emissies van HFK's voor de toepassingen 1 t/m 7 te verminderen. Wel zijn een aantal autonome ontwikkelingen en maatregelen die in de pijplijn zaten meegenomen.

- Van de emissies bij koelinstallaties is verondersteld dat door autonome vervanging van oude stationaire koelinstallaties door lekdichtere nieuwe koelinstallaties in 2010 een gemiddeld lekpercentage van 5% wordt bereikt.

De emissies van HFK-23 bij de productie van HCFK worden beperkt door het installeren van een naverbrander. In het referentiescenario is verondersteld dat een naverbrander wordt geïnstalleerd waardoor de emissies met 50% reduceren (Matthijssen et al., 1996).

- De emissies van PFK's (CF₄ en C₂F₆) ten gevolge van het gebruik van PFK's als substituut voor stoffen die onder het Montreal Protocol vallen bedragen in 1995 ongeveer 0,2 Mton. In het referentiescenario stijgen deze emissie door verdere substitutie tot circa 1,5 Mton CO₂-eq. in 2010. PFK's worden met name toegepast als reinigings-, oplos-, koel- en blusmiddel.

De toepassingen en het gebruik van HFK's is zeer divers en over verschillende doelgroepen verdeeld. Het is in het kader van deze optiebeschrijving niet mogelijk alle toepassingen in detail te beschrijven, daarom is gekozen een beschrijving van opties op een wat hoger abstractieniveau.

Mogelijke opties om de emissies te beperken zijn:

1. *Verminderen emissie bij de productie van HCFK-22 door het installeren van een naverbrander.* In het milieujaarverslag over 1996 van de Nederlandse producent van HCFK-22 staat vermeld dat in 1997 een naverbrander wordt geïnstalleerd (Du Pont, 1996). waardoor de emissies van HFK-23 in 1997 met 50% en eind 1999 met 90% zullen dalen. Dit leidt tot een daling van de emissies ten opzichte van het referentiescenario met 2,5 Mton²¹ CO₂-eq.
2. *Substitutie van CFK's, halonen en HCFK's door alternatieve stoffen die geen bijdrage leveren aan het klimaateffect of door stoffen met een lage GWP (bepaalde HFK's; geen PFK's en SF₆) voor zover technische en/of economisch verantwoord.* In Kroeze (1995) is aangegeven dat wereldwijd voor 90-100% van de stoffen die onder het Montreal Protocol vallen alternatieven anders dan fluorkoolwaterstoffen beschikbaar zijn. In (Van der Steen en Van Brummelen, 1997) is aangegeven dat voor alle typen stationaire koelinstallaties een ontwikkeling gaande is in de richting van (natuurlijke) koelmiddelen. Dit betekent dat technisch in principe de emissies voor vrijwel alle toepassingsgebieden vermeden kunnen worden. Hierbij moet worden opgemerkt dat niet alle alternatieven zich in de praktijk reeds hebben bewezen (veiligheid, toxiciteit), zodat het moeilijk is een inschatting te geven van het reductiepotentieel voor de budgetperiode. Bij het onderdeel 'Reductie in de budgetperiode' is daarom expliciet aangegeven welke veronderstellingen zijn gemaakt bij het inschatten van de potentiëlen.
3. *Verminderen van gebruik en daarmee van de emissies door het compacter maken van installaties.* (Van der Steen en Van Brummelen, 1997) melden dat een trend waarneembaar is naar compactere koelinstallaties waardoor minder koelmiddel nodig is en de installaties eveneens lekdichter worden. Dit is echter niet verder gekwantificeerd. In het referentiescenario is reeds een trend verondersteld naar compactere stationaire koelinstallaties. In dit optiedocument zal daarom verder geen aandacht worden besteed aan deze optie.
4. *Verminderen van de emissies door hergebruik van koelmiddelen.* In het referentiescenario is verondersteld dat alleen bij huishoudelijke koelinstallaties de koelmiddelen voor 50% worden hergebruikt. Bij de berekening van mogelijke reducties voor de budgetperiode is verondersteld dat technisch een hergebruikspercentage voor zowel stationaire als mobiele koelinstallaties van 80% haalbaar is.
5. *Verminderen van de emissies bij de productie van gesloten schuimen.* In het referentiescenario is verondersteld dat 10% van de hoeveelheid HFK's gebruikt bij gesloten schuimen vrijkomt in de productiefase. Dit kan teruggebracht worden tot 5% (Kroeze, 1995).
6. *Verminderen van de lekverliezen bij koelinstallaties.* Het referentiescenario veronderstelt voor 2010 een gemiddeld lekpercentage van de op dat moment aanwezige voorraad van 5% voor grote stationaire koelinstallaties (nieuwe koelinstallaties halen momenteel al een lekpercentage van 5% (HIMH(1997))), 1% voor huishoudelijke koelinstallaties en 33% voor mobiele installaties. (Van der Steen en Van Brummelen, 1997) geven aan dat een lekpercentage van 1% voor grote nieuwe stationaire koelinstallaties technisch haalbaar is. Verder is aangegeven dat lekverliezen voor autoairco's uiteenlopen van 10-50%. Voor de budgetperiode is verondersteld dat een lekpercentage van 10% voor nieuwe autoairco's technisch haalbaar is.

²¹ Extra reductie van 200 ton HFK-23. Resterende emissie in 2010 0,6 Mton.

Reductie in 2010

De volgende opties zijn geselecteerd als mogelijke maatregelen voor de budgetperiode:

1. *Installeren van een naverbrander bij de productie van HFK's: 2,5 Mton* in 2010.
2. *Toepassen van alternatieven voor gebruik van HFK's, PFK's en SF₆ als aerosol, open schuimen, reinigingsmiddel en brandblusmiddel.* Onder de veronderstelling dat voor 50% van deze toepassingen in 2010 een alternatief beschikbaar is kan een emissiereductie van circa **1 Mton** worden bereikt.
3. *Toepassen van alternatieven voor gebruik van HFK's en PFK's als koelmiddelen in nieuwe stationaire en mobiele koelinstallaties: 0,5 Mton* in 2010. Hierbij is verondersteld dat vanaf 2005 in alle nieuw verkochte koelinstallaties een alternatief koelmiddel wordt toegepast. Dit is een structureel effect waarbij de maatregel na 2010 een groter effect zal hebben omdat het gebruik van deze stoffen in het referentiescenario verder penetreert. Retrofit van bestaande installaties naar gebruik voor alternatieve koelmiddelen is niet als optie opgenomen omdat dit vanuit kostentechnisch oogpunt niet aantrekkelijk is (Hoogkamer, 1997 in Van der Steen en Van Brummelen, 1997).
4. *Toepassen van alternatieven voor gebruik van HFK's in gesloten schuimen: 1,8 Mton* in 2010. Hierbij is eveneens verondersteld dat vanaf 2005 voor de productie van gesloten schuimen geen HFK's meer gebruikt gaan worden. Zowel de emissies bij de productie als in de gebruiksfase worden hierbij voorkomen.
5. *Hergebruik van koelmiddelen: 0,2 Mton* in 2010. Hierbij is verondersteld dat in 2010 80% van de koelmiddelen die in 2010 vrijkomen worden hergebruikt.
6. *Verminderen van de emissies bij de productie van gesloten schuimen* levert een emissiereductie van circa **0,5 Mton** in 2010.
7. *Verminderen lekverliezen bij nieuwe koelinstallaties: 0,4 Mton* voor stationaire koelinstallaties en **0,3 Mton** voor mobiele koelinstallaties in 2010. Hierbij is verondersteld dat voor alle nieuwe stationaire koelinstallaties vanaf 2000 een lekpercentage van 1% haalbaar is, voor mobiele koelinstallaties wordt 10% haalbaar geacht.

Rekening houdend met overlappende maatregelen (bij toepassing van alternatieve koelmiddelen heeft maatregel om lekverliezen te verminderen geen effect) bedraagt de totale emissiereductie in 2010 tussen de **4 - 6 Mton CO₂-eq**. Voor alle maatregelen geldt dat de emissiereductie structureel is en na 2010 op het zelfde blijft (installeren naverbrander) of toeneemt (overige toepassingen) doordat in het referentiescenario het gebruik van deze stoffen verder toeneemt.

Instrumenteerbaarheid

Om bovengenoemd reductiepotentieel in 2010 te halen zijn verschillende instrumenten denkbaar;

- Aanpassen van de VAMIL-regeling zodat het aantrekkelijk wordt om bij de aanschaf van een nieuwe koelinstallatie over te gaan op een alternatief koelmiddel met een CO₂-efficiënte performance (momenteel worden via de VAMIL-lijst nieuwe koelinstallaties die gebruik maken van HCFK 22 en HFK 134a als koudemiddel ondersteund, de stimulering zou zich ook kunnen gaan richten op gebruik van alternatieve koudemiddelen als ammoniak, koolwaterstoffen, water etc.).
- Voorlichting/scholing om kennis van alternatieve koelmiddelen te vergroten.

- Convenanten met producenten om afspraken te maken over gebruik van alternatieven voor HFK's of laag-GWP HFK's.
- Wettelijke voorschriften ten aanzien van gebruik van koelmiddelen in de afdankfase. Voor CFK's waren/zijn een beperkt aantal WCA-vergunninghouders die een vergunning hadden voor het bewaren en verwerken van CFK's. Datzelfde zou kunnen worden gedaan voor HFK's.
- Wettelijke voorschriften ten aanzien van de lekdichtheid van apparaten. Momenteel is reeds een Regeling lekdichtheidsvoorschriften koelinstallaties (RLK) voor commerciële en industriële koelinstallaties van kracht. Mogelijk kan deze worden uitgebreid met voorschriften voor mobiele installaties. In beide gevallen is handhaving van de normstelling zeer belangrijk.

In hoeverre met bovengenoemde instrumenten dit potentieel ook daadwerkelijk gehaald kan worden is niet aan te geven. Dit hangt onder ander af van het tempo en de intensiteit waarmee instrumenten worden ingezet en gehandhaafd. Verder wordt een groot gedeelte van de toepassing niet in Nederland geproduceerd, zodat uitvoerbaarheid afhankelijk is van het bereiken van overeenstemming in EU-verband.

Implementatietempo

- De onbekendheid met het gebruik van alternatieve koelmiddelen kan vertragend werken op verdere penetratie van deze middelen. Daarom zal zo snel mogelijk begonnen moeten worden met voorlichting/demonstratieprojecten voor gebruik van deze koelmiddelen.
- Convenanten met producenten over gebruik van alternatieven zullen zo spoedig mogelijk gemaakt moeten worden omdat voor de introductie van alternatieven minimaal 3 jaar nodig is. (Convenanten met producenten van PUR-schuim en brandblusmiddelen zijn in voorbereiding).
- Voor een uitbreiding van de wettelijke voorschriften ten aanzien van de lekdichtheid van apparaten en het bewaren en verwerken van HFK's is circa 2 nodig.

Kosten

Voor de beschreven opties zijn veelal geen gedetailleerde kostengegevens bekend. In de meeste studies (Van der Steen et al, 1997 en van Brummelen et al, 1996) wordt voor maatregelen gericht op de reductie van de HFK-emissies een range van 0-50 f/ton CO₂ aangehouden. Van onderstaande opties zijn gedetailleerde gegevens gevonden in de literatuur:

Installeren van een naverbrander:

- eindverbruikerskosten: circa 0,5 f/ton CO₂-eq.
- nationale kosten: circa 0,3 f/ton CO₂-eq.

Toepassen van alternatieve koelmiddelen in nieuwe stationaire koelinstallaties.

- eindverbruikerskosten: circa 20 f/ton CO₂-eq
- nationale kosten: circa 10 f/ton CO₂-eq.

Toelichting: In (Grenco, 1996 in Van der Steen et al, 1997) is aangegeven dat een koelinstallatie op ammoniak 20-30% duurder is dan een vergelijkbare installatie op HFK's.

Toepassen van alternatieve koelmiddelen in mobiele koelinstallaties.

- eindverbruikerskosten: circa 4 f/ton CO₂-eq
- nationale kosten: circa 3 f/ton CO₂-eq.

Toelichting: In (Dijkstra, 1997 in Van der Steen en Van Brummelen, 1997) is aangegeven dat het retrofitten van een autoairco naar koolwaterstoffen circa 20 dollar kost, waarbij 800-900 gr koudemiddel wordt vervangen. Voor nieuwe installaties zullen de kosten mogelijk lager liggen.

Verminderen lekverliezen: stationaire koeling.

- eindverbruikerskosten: circa 80 f/ton CO₂-eq
- nationale kosten: circa 50 f/ton CO₂-eq.

Toelichting: In (Van der Steen en Van Brummelen, 1997) is aangegeven het lekdichter maken van een bestaande koelinstallatie van 100 kW circa 5000 gulden kost (voor nieuwe installaties zullen de extra kosten om de lekverliezen te beperken mogelijk lager liggen).

Maatschappelijk draagvlak

Van producenten/gebruikers van HFK's die in het kader van het Montreal Protocol recent zijn overgaan van CFK's op HFK's valt mogelijk weerstand te verwachten wanneer ze opnieuw kosten (investeringen en tijdsinspanning) moeten maken. Dit kan zoveel mogelijk voorkomen worden door in een zo vroeg mogelijk stadium de sector te bewegen de alternatieven te kiezen met een lage potentiële uitstoot van broeikasgasen in plaats van bepaalde stoffen eerst te introduceren en later opnieuw een transitie te moeten maken.

Overige relevante aspecten

- Bij de toepassing van alternatieven voor HFK's zal goed gekeken moeten worden naar veiligheid en volksgezondheidsaspecten (toxiciteit). Van sommige alternatieven is bijvoorbeeld bekend dat deze bijzonder brandbaar zijn (ammoniak) of dat ontploffingsgevaar bestaat (koolwaterstoffen).
- In sommige gevallen kan de vervanging of de vermindering van het gebruik van HFK's leiden tot een verhoging van het energiegebruik (bijv. als gevolg van een andere isolatiewaarde van het isolatiemiddelen bij een gegeven materiaaldikte). Voor de beschreven opties was het niet mogelijk deze afweging in kaart te brengen.

Gevoeligheid van de uitkomsten t.a.v. toekomstige ontwikkelingen

Belangrijkste onzekerheden in het referentiescenario ten aanzien van de emissies van HFK's zijn:

- Veronderstellingen ten aanzien de substitutiepercentage van CFK's en halonen door HFK's, PFK's en SF₆, met name die met een hoge GWP.
- Groeimarkt van autoairco's. In het referentiescenario is verondersteld dat in 2010 38% van de nieuwe auto's is uitgerust met een airco. In (Van der Steen et al, 1997)

is aangegeven dat het percentage van 40% waarschijnlijk reeds eerder bereikt zal worden.

9.7 Reductie van PFK-emissies bij de aluminiumproductie

De emissies van PFK's bedroegen in 1995 circa 2,4 Mton CO₂-eq., waarvan 2,2 Mton afkomstig van de aluminiumproductie²² (Spakman et al, 1997). In het referentiescenario dalen de PFK-emissies bij de aluminiumproductie tot 1,4 Mton in 2010 (Matthijssen, 1996). In het referentiescenario is verondersteld dat bij het aflopen van het energiecontract van Aldel in 2006 de productie van aluminium zal worden gestaakt. In 2010 resteert dan nog één aluminiumproducent in Nederland (Pechiney) met een productie van circa 175.000 ton aluminium per jaar.

Bij de berekening van de emissies in het referentiescenario is *geén* rekening gehouden met een daling van de PFK-emissies ten gevolge van veranderingen of verbeteringen in de procesvoering. Ten tijde van het opstellen van de berekeningen was hier nog onvoldoende over bekend. Uit het BMP van Pechiney kan echter worden afgeleid dat de emissies in 2010 waarschijnlijk lager liggen dan verondersteld in het referentiescenario. Pechiney is in 1996 begonnen met het ombouwen en testen van 6 ovens van zijvoeding naar middenvoeding. De testfase zal in 1998 worden afgerond. Bij het definitief overgaan van zijvoeding op middenvoeding dalen de PFK-emissies bij Pechiney met circa 85%.

Reductie in 2010

Bij de overgang van zij- op middenvoeding dalen de emissies ten opzichte van het referentiep pad met 1,2 Mton²³ CO₂-eq. in 2010.

Instrumenteerbaarheid

Realisatie van deze maatregel is afhankelijk van de verlenging van het energiecontract van Pechiney na 2002 (Holtring, 1998). Bij verlenging van het contract zullen de maatregelen worden uitgevoerd en dalen de PFK emissies met 1,2 Mton CO₂-eq. en resteert een emissie van 0,2 Mton CO₂-eq. in 2010. Indien het energiecontract niet wordt verlengd zal de productie van aluminium worden gestaakt (zie verder gevoeligheden voor toekomstige ontwikkelingen).

²² Mogelijke opties voor het reduceren van de PFK-emissies bij de overige toepassingen komen aan bod bij de optiebeschrijving over HFK's en PFK's als vervanger van CFK's.

²³ Hierin zijn de effecten van de besparingen op electriciteit niet meegenomen, deze bedragen ongeveer 0.03 Mton (zie verder onder kopje kosten).

Implementatietempo

Wanneer de testfase in 1998 succesvol wordt afgesloten kan het nieuwe productieproces in principe worden geïmplementeerd. De verwachting is dat dit op een termijn van 1 tot 2 jaar kan worden gerealiseerd. Bij verlenging van het energiecontract in 2002 is er dus nog voldoende tijd om de veranderingen voor de eerste budgetperiode te realiseren.

Kosten

Het overschakelen van zij- naar middenvoeding levert netto baten op ten gevolge van de hieraan verbonden besparing op energiekosten. Deze energie-baten zijn bedrijfsvertrouwelijke informatie. De eindverbruikers en nationale kosten zijn dus negatief, maar getalswaarden zijn niet te geven. In de overzichten opgenomen in de hoofdstukken 12 en 13 zijn de kosten van deze optie op nul gezet.

Toelichting: In (Aluminium-Verlag, 1998) zijn investeringskentallen opgenomen voor het moderniseren van een aluminiumsmelter van 300-900 US\$ per ton geproduceerde aluminium en wordt een besparing bereikt op het energiegebruik van 200-900 kWh/ton aluminium. Onder modernisering wordt onder andere verstaan; het aanbrengen van beter isolatie, installatie van computergestuurde proces controle, automatisering van de voeding en ombouwen van zij- of middenvoeding naar puntvoeding. In dit document is geen verdere uitsplitsing gemaakt. Verder moet worden opgemerkt dat het primaire doel van het doorvoeren van deze maatregelen is een verbeterde procesvoering - en beheersing (verminderen anode-effect). De reductie van de PFK lift dus een mee.

Overige relevante aspecten

De emissies worden momenteel geschat op basis van meetgegevens uit het buitenland. Voor een goede monitoring zal een meetprogramma moeten worden opgezet om de emissiereducties goed te kunnen volgen.

Gevoeligheid van de uitkomsten t.a.v. toekomstige ontwikkelingen.

De uitkomsten zijn gevoelig voor veronderstellingen ten aanzien van het wel of niet verlengen van de energiecontracten met de Nederlandse aluminiumproducenten. In deze optiebeschrijving is verondersteld dat in 2010 in Nederland nog één aluminiumproducent aanwezig is.

Echter bij:

1. Het *open blijven* van beide aluminiumproducenten zal in 2010 de emissie circa 0,1 Mton hoger liggen dan verondersteld in dit optiedocument. Aldel is in de tweede helft van 1997 gestart met het ombouwen van ovens van zijvoeding naar middenvoeding. De ombouw zal in 1999 gereed zijn waardoor de emissies bij Aldel met circa 60% zullen dalen (Holtring, 1998).
2. *Sluiting* van beide producenten wordt in 2010 een extra reductie van circa 0,7 Mton CO₂-eq. bereikt (0,2 Mton PFK's en circa 0,5 Mton CO₂ door de verminderde vraag naar elektriciteit (circa 5 PJ in 2010)).

9.8 Reductie van SF₆-emissies bij vermogensschakelaars en van PFK- en SF₆-emissies bij de chipsproductie

In 1995 hadden de potentiële SF₆-emissies met 1,5 Mton CO₂-eq. een aandeel van circa 0,5% in de totale emissies van broeikasgassen in Nederland. In de periode 1995-2010 stijgen deze potentiële emissies tot ongeveer 2 Mton CO₂-eq. maar blijft het aandeel in de totale emissie gelijk. De belangrijkste toepassing (95%) van SF₆ is het gebruik als isolatie- en/of blusmedium in elektrotechnische schakelaars (Matthijssen en Kroeze, 1996), gevolgd door het gebruik van SF₆ en PFK's als etsmiddel in de chipsindustrie. Hierbij moet worden opgemerkt dat dit de potentiële emissies betreft en niet zoals bij de andere broeikasgassen de actuele emissies. Potentiële emissies zijn gebaseerd op het totale jaarlijkse gebruik van SF₆ in Nederland, waarbij wordt verondersteld dat de jaarlijks gebruikte hoeveelheid gelijk is aan de jaarlijks geëmitteerde hoeveelheid.

Op basis van recent verkregen informatie heeft het RIVM een schatting gemaakt van de actuele emissies van SF₆ in Nederland (Olivier en Bakker, 1998). Daarbij zijn historische mondiale gebruiksgegevens van SF₆ per toepassing volgens een landenprofiel per toepassing verdeeld over individuele landen. Met deze methodiek bedragen de actuele emissies van SF₆ in 2010 circa 1,8 Mton, waarvan circa 60% afkomstig van de elektriciteitssector (Tabel 1).

Tabel 9.3 *Geschat verbruik en emissies van toepassingen van SF₆ in Nederland in 1990 en 1995, [Mton CO₂-eq./jaar]*

Eenheid	Verbruik		Emissies		Projectie voor 2010
	1990	1995	1990	1995	
Vermogensschakelaars	0,9	0,7	0,1	0,2	1,0
Halfgeleiderindustrie	0,1	0,2	0,1	0,2	0,5
Overige toepassingen	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3
Totaal	1,2	1,2	0,3	0,6	1,8
Opgave in Second Nat. Comm. ¹⁾	1,4	1,5	1,4	1,5	2,0

Bron: EDGAR V3.0 (Olivier en Bakker, 1998)

¹⁾ Potentiële emissies (= gebruik)

Uitgangspunt bij de beschrijving van de opties is dat SF₆ zowel in vermogensschakelaars als bij de chipsproductie toegepast blijven worden. In vermogensschakelaar zijn de alternatieven voor SF₆ namelijk minder veilig en betrouwbaar en daarom is het niet reëel om te veronderstellen dat SF₆ niet meer toegepast zal worden. In de chipsindustrie zijn initiatieven genomen om de emissies bij het gebruik van PFK's en SF₆ zoveel mogelijk te beperken.

Mogelijke opties voor reductie van de emissies zijn:

1. Vergroten lektheid van bestaande en nieuwe vermogensschakelaars (nu 1% volgens IEC-voorschrift) tot 0,1%.
2. Terugwinning van SF₆ bij afdanken van vermogensschakelaars.
3. Verminderen van de emissies die optreden bij het incidenteel testen van nieuwe apparatuur en het repareren van bestaande apparatuur (nu nog 5%-20% per appa-

raat, indien testen/repareren noodzakelijk is) kan worden teruggebracht tot 1% (Van der Steen en Van Brummelen, 1997).

4. Verminderen emissies door terugwinning of verbranding van geëmitteerde SF₆ in de chipindustrie.

De eerste drie opties betreffen maatregelen gericht op 'good housekeeping' en vragen geen (of beperkte) investeringen. Onbekend is in hoeverre retrofit (om de lektheid te vergroten) van bestaande vermogensschakelaars technisch en kosteneffectief mogelijk is. Voor maatregelen in de chipindustrie zijn momenteel technieken in ontwikkeling in de VS en verscheidene Amerikaanse fabrikanten hebben reeds een convenant voor emissiebeperking met de EPA getekend (Dutrow, 1998, pers. comm.; Air products, 1998).

Reductie in 2010

Het emissiereductiepotentieel is gebaseerd op de actuele emissieschattingen uit tabel 1 en wordt in 2010 geschat op ca. 1,0 Mton CO₂-eq. (0,5 Mton bij vermogensschakelaars en 0,5 Mton bij de chipsindustrie). Dit betreft een structureel effect dat na de eerste budgetperiode in het referentiescenario tot 2020 op ongeveer hetzelfde niveau blijft. Bij overige toepassingen is emissiereductie van SF₆ mogelijk door het gebruik te beperken tot lekdichte toepassingen, resp. door terugwinning en hergebruik.

Instrumenteerbaarheid

Door voorschriften voor de vermindering van de emissies bij reparatie en testen (handling) van vermogensschakelaars op te nemen in een convenant of een wettelijke regeling kunnen deze emissies worden aangepakt. Schakelaarfabrikanten werken reeds aan een emissiereductie van SF₆ bij de handling van schakelaars (Van der Steen en Van Brummelen, 1997) deze voornemens zouden in een convenant vastgelegd kunnen worden. Bij de chipsproductie zou een vergelijkbare route gevolgd kunnen worden.

Implementatietempo

In Nederland zijn slechts enkele producenten van vermogensschakelaars het betreft dus een relatief kleine sector. Daarnaast zijn afspraken of regelgeving met de gebruikersgroep van vermogensschakelaars (Sep en distributiebedrijven) van belang. Deze groep is iets groter dan het aantal Nederlandse producenten en kunnen ook in het buitenland geproduceerde schakelaars toepassen. Omdat er technieken beschikbaar zijn om de emissies bij de handling te verkleinen, is het waarschijnlijk relatief eenvoudig om afspraken te maken met de gebruikers. In Nederland is er één producent van chips (Philips Semiconductors).

Kosten

Over de kosten voor de vermindering van de emissies van SF₆ zijn geen exacte gegevens bekend. (Van der Steen en Van Brummelen, 1997) schatten dat de kosten voor

verbeterde handling en recycling op 0-50 f/ton CO₂-eq. (eindverbruikers- en nationale kosten). In de overzichtstabellen in hoofdstuk 12 en 13 is voor deze opties het gemiddelde van deze range (25 f/ton CO₂-eq.) meegenomen.

Maatschappelijk draagvlak

Producenten van SF₆ bieden gebruikers reeds aan om de SF₆ uit afgedankte apparatuur terug te nemen en geschikt te maken voor hergebruik.

Overige relevante aspecten

- Overige milieueffecten: bij chipsindustrie worden tevens andere stoffen (waaronder ook andere fluorverbindingen zoals NF₃ en CH₃F) afgevangen.
- Relevantie voor bestaand beleid: het bestaande beleid (Montreal Protocol) verbiedt het gebruik van CFK's, halonen en een aantal andere chloor- en broomhoudende ozonaantasters. Voor een aantal toepassingen bestaat de mogelijkheid voornoemde stoffen te vervangen door SF₆. In het referentiescenario is echter verondersteld dat 95% van het SF₆-gebruik zogenaamd Pre-Montreal gebruik is, daarmee bestaat geen gevaar van een doorkruising van deze optie met bestaand beleid.

Gevoeligheid van de uitkomsten t.a.v. toekomstige ontwikkelingen

Veronderstellingen ten aanzien van de substitutiepercentage van stoffen die onder het Montreal protocol vallen door vervangende stoffen.

10. CO₂-VASTLEGGING

Dit hoofdstuk over CO₂-vastlegging beschrijft twee manieren om CO₂ vast te leggen. De eerste heeft betrekking op de vastlegging van CO₂ in bossen, de tweede op het afvangen en opslaan van CO₂ in de bodem (in lege gasvelden, dan wel in aquifers).

10.1 CO₂-vastlegging in bossen

Groeiende bossen nemen CO₂ uit de atmosfeer op via het foto-synthetisch effect. De koolstof wordt daarbij vastgelegd (bomen groeien) terwijl zuurstof wordt uitgestoten. Daarmee helpen groeiende bossen om de concentratie van CO₂ in de atmosfeer te verminderen. In het kader van het Kyoto protocol is bepaald dat geëmitteerde CO₂ die wordt vastgelegd in bossen ('sinks') onder bepaalde voorwaarden mee mag worden geteld voor het behalen van de CO₂-reductiedoelstellingen. Tot nu toe is deze vastlegging in Nederland niet meegerekend, in het referentiescenario is de CO₂-vastlegging in bossen daarom niet op de totale CO₂-uitstoot in mindering gebracht.

In het protocol is bepaald dat alleen de vastlegging van CO₂ in bossen die na 1 januari 1990 zijn gerealiseerd mag worden meegerekend (voor zover zij onder de nog af te spreken definities van 'bebossing' en 'herbebossing' vallen) en dat moet worden gecorrigeerd voor koolstof die verloren gaat door ontbossing. Na de kap van het bos is fysiek nog sprake van vastlegging van de koolstof in de uit hout gemaakte producten, alhoewel de huidige IPCC richtlijnen houtkap als een bron behandelen. De IPCC veronderstelt dus dat de koolstof vastgelegd in het geogste hout hetzelfde jaar in de lucht komt en rekent vooralsnog niet met een koolstofopslagtraject gedurende houtgebruik. In het Kyoto protocol zijn hier ook geen afspraken over gemaakt, maar het is mogelijk dat tijdens de COP4 (1998) en COP/MOP1 (2002) hier nadere afspraken over gemaakt zullen worden. Het is nog onduidelijk of deze afspraken zullen gelden voor de eerste reductieperiode (zie verdere uitleg optiebeschrijvingen over flexibele instrumenten).

Uitgangspunt bij de CO₂-vastlegging in bossen vormt de *actuele vastlegging* in een bepaald jaar, waarbij rekening wordt gehouden met de leeftijd van het bos. Tijdens de omloop van een bos is de opslag niet constant. In een jong bos wordt relatief weinig CO₂ vastgelegd, de vastlegging gaat vervolgens naar een maximum toe en neemt aan het eind van de omlooptijd weer af.

10.1.1 CO₂-vastlegging in Nederlandse bossen

Zoals reeds vermeld in de inleiding werd CO₂-vastlegging tot nu toe niet in mindering gebracht op de Nederlandse CO₂-emissie. Dit betekent dat de effecten van beleid gericht op de uitbreiding van het bosareaal in Nederland tot nu toe niet zijn meegenomen.

men. Beleid in het referentiescenario gericht op de uitbreiding van het bosareaal bestaat uit:

- Stimulering Bosuitbreiding Landbouwgronden (SBL-regeling) inmiddels opgegaan in Programma Beheer.
- Aankoop van grond door de overheid voor realiseren van bos in het kader van de Ecologische Hoofdstructuur.

In tegenstelling tot andere optiebeschrijvingen beschrijft deze optie zowel de effecten van het bestaande beleid als mogelijkheden om de CO₂-vastlegging in bossen te vergroten ten opzichte van beleid dat reeds in gang is gezet.

Ten aanzien van de vastlegging van CO₂ in bossen zijn nog veel factoren onbekend waardoor in de literatuur uiteenlopende getallen worden genoemd. In (Spakman et al, 1997) wordt voor de vastlegging van CO₂ in Nederlandse bossen gerekend met een koolstofgehalte voor levend hout van 250 kg C/m³ (0,9 ton CO₂/m³). In (Nilsson et al, 1995) wordt voor Europa een koolstofgehalte van 300 kg C/m³ (1,1 ton CO₂/m³) aangehouden. Voor dit optiedocument is gerekend met 0,9 ton CO₂/m³. In tabel 1 zijn enkele kentallen van in Nederland gebruikte bostypen gegeven.

Tabel 10.1 *Gemiddelde bijgroeisnelheid van aantal in Nederland gebruikte bostypen*

	eik/beuk	vuren	populieren
omlooptijd (jr) ¹⁾	150	75	15
gemiddelde bijgroeisnelheid (m ³ /ha.jaar)	5	12	16
bijgroeisnelheid in jaar 5 (m ³ /ha.jaar)	0,5	0	12
bijgroeisnelheid in jaar 10 (m ³ /ha.jaar)	2	7	26
bijgroeisnelheid in jaar 15 (m ³ /ha.jaar)	3,5	9	43
bijgroeisnelheid in jaar 20 (m ³ /ha.jaar)	5	13	-
bijgroeisnelheid in jaar 50 (m ³ /ha.jaar)	7	16	-

¹⁾ Aantal jaren dat verstrijkt voordat het bos wordt gekapt.

Bron: Sikkema et al, (1994) en Nabuurs, (1998).

Reductie in 2010

Bestaand beleid: omvang

In de periode 1990-1995 heeft netto 5728 ha bosuitbreiding plaatsgevonden (RIVM et al, 1997), waarmee 73% van de taakstelling voor deze periode werd gerealiseerd. Grootste knelpunt is de Randstad waar slechts 36% van de taakstelling is gerealiseerd. Voor de periode 1994-2020 wordt een netto uitbreiding van het bosareaal beoogd met 75.000 ha, waarvan 63.800 ha taakstellend is. De bosuitbreiding is als volgt verdeeld: 1) 9.800 ha in de Randstad en overig stedelijk gebied en 2) 54.000 ha in het landelijke gebied waarvan 30.000 ha op voormalige landbouwgronden. In een optimistisch scenario (waarbij het tempo van bosuitbreiding wordt opgevoerd van circa 1000 ha/jaar naar 2500 ha/jaar, waarbij het taakstellend gedeelte dus in ieder geval wordt gerealiseerd) is in 2010 t.o.v. 1990 bij bestaand beleid circa 45.000 ha bosuitbreiding gerealiseerd.

Bestaand beleid: samenstelling

In (RIVM et al, 1997) is aangegeven dat in 1985 circa 90 % van het Nederlandse bos bestaat uit langzaam groeiende soorten als eik en beuk. Het bestaande beleid gericht

op uitbreiding van het bosareaal is eveneens gericht op aanplant van deze soorten, daarom is verondersteld dat de samenstelling van het bos niet verandert.

In 2010 wordt circa **0,1 Mton** CO₂ vastgelegd. Deze vastlegging zal na de eerste budgetperiode verder toenemen omdat met name voor de langzaam groeiende soorten de snelheid waarmee CO₂ wordt vastgelegd toeneemt.

Aanvullende mogelijkheden

De CO₂-vastlegging in Nederlandse bossen zou voor de budgetperiode mogelijk kunnen worden vergroot door 1) het versnellen van de aanleg van bossen en 2) verschuivingen in de samenstelling van het bos naar soorten die op de korte termijn sneller CO₂ vastleggen. Een grove schatting van mogelijke effecten van deze maatregelen (20% i.p.v. 10% snelgroeiend hout en versnelde aanleg van 10% van het te realiseren areaal) laat een additioneel effect van 0,05 Mton zien.

Instrumenteerbaarheid

Voor *versnelling* van de uitbreiding van het bosareaal zou aangesloten kunnen worden bij de huidige regeling:

1. Programma Beheer (voormalig Stimulering Bosuitbreiding op Landbouwgrond (SBL)) of
2. aankoop van gronden in het kader van de Ecologische Hoofd Structuur (EHS).

Ad 1) Deze regeling voorziet in een eenmalige bijdrage voor de aanleg van het bos op landbouwgronden van 3000-5000 gulden per ha plus een compensatieregeling van 1200-1600 f/ha.jaar voor 20 jaar. Momenteel heeft deze regeling alleen in het Noorden van het land, waar de landbouwgrond goedkoop is (circa 30.000 gulden per ha), enig succes (Nabuurs, 1998). Om de beoogde bosuitbreiding op voormalige landbouwgronden te bereiken of te versnellen zal de financiële prikkel voor een groot aantal gebieden dus verhoogd moeten worden. Hierbij kan worden gedacht aan:

- Verhoging van subsidies in het kader van de huidige regeling.
- Opzetten van een systeem van CO₂-certificaten. Momenteel wordt gewerkt aan de opzet van zo'n systeem, waarbij bedrijven en particulieren hun CO₂-emissie afkopen door certificaten te kopen. Tegenover een certificaat van bijvoorbeeld 5 ton CO₂ in jaar x staat 1 ha bos die in jaar x 5 ton CO₂ vastlegt. De prijs van certificaten wordt bepaald door de markt, als bodemprijs wordt momenteel gedacht aan 50 f/ton CO₂ (gekoppeld aan hoogte van de huidige REB, die neerkomt op een heffing van 54 f/ton CO₂). De verwachting is dat als gevolg van verplichting in het kader van het Kyoto protocol duurdere maatregelen getroffen moeten worden waardoor de certificaten in prijs zullen stijgen. Voor (potentiële) bosbouwers vormt de mogelijkheid van verkoop van de CO₂ rechten een extra financiële prikkel (naast de bestaande subsidieregelingen in het kader van het programma beheer) om bos aan te leggen. Bij verkoop van de CO₂-rechten neemt de bosbouwer de verplichting op zich het bos zo te beheren dat dit bos de geplande CO₂ ook daadwerkelijk vastlegt. Het geld en de certificaten zullen worden beheerd door het Nationaal Groenfonds. Deze organisatie is ook verantwoordelijk voor het evenwicht tussen verkochte certificaten en het bosoppervlak waar CO₂ wordt vastgelegd. (Rietema, 1998).

- Vrijwillige instrumenten als ‘Trees for travel’. Dit is een idee afkomstig uit de Verenigde Staten waarbij de CO₂-uitstoot veroorzaakt door vliegreizen wordt gecompenseerd door de aanplant van bomen in eigen land of in het buitenland. Reisororganisaties spelen met het idee dit instrument te introduceren in Nederland (Rietema, 1998).

Ad 2) De aankoop van gronden in het kader van de EHS zou versneld plaats kunnen vinden waardoor sneller CO₂ wordt vastgelegd.

Een *verschuiving in de samenstelling* van het bosareaal naar soorten die sneller CO₂ vastleggen kan worden bereikt door de huidige voorschriften voor aanplant van bos aan te passen zodat het mogelijk wordt om ook snelgroeiende bostypen aan te planten. Hiermee kunnen tevens de opbrengsten uit bosbouw worden vergroot.

Implementatietempo

De aanplant van bossen kost tijd, vooral organisatorisch. De vastleggingsnelheid varieert vervolgens in de tijd, waardoor de initiële vastlegging door jonge aanplant gering is. In de loop van de tijd wordt meer CO₂ opgeslagen. Uitstel van de maatregel betekent dan ook dat de reductie vertraging oploopt door (a) een geringer areaal in het steekjaar, (b) geringere leeftijd van het aangeplante areaal. Instrumenten om aanplant te versnellen of een verschuiving in de samenstelling te bewerkstelligen moeten dus zo snel mogelijk worden ingezet.

Kosten

In onderstaande berekeningen zijn de kosten voor bosaanplant in zijn geheel toegerekend aan de CO₂-opslag functie van het bos. Bossen hebben in Nederland echter met name een natuur- en recreatieve functie, zodat de kosten niet in zijn geheel aan het klimaatbeleid toegerekend kunnen worden. Voor de kosteneffectiviteit zijn bij deze optie ranges gepresenteerd. Voor de overzichtstabellen in hoofdstuk 12 en 13 is steeds het gemiddelde van de hele reeds voor de eindverbruikers en de nationale kosten opgenomen.

Bij het huidige beleid zijn de kosten van CO₂ vastlegging als volgt:

1) Aankoop van gronden voor bosaanplant, uitbreiding van de EHS

	Randstad	Noorden	
Eindverbruikerskosten	600-1.700	350-1.000	f/ton CO ₂
Nationale kosten	350-700	150-350	f/ton CO ₂

Toelichting: in de berekeningen is alleen rekening gehouden met de grondverwervingskosten, dus kosten van aanplant en beheer zijn buiten beschouwing gelaten. Randstad: kosten 50000 f/ha. Noorden: kosten 30.000 f/ha. De onderkant van de kostenrange is bij aanplant van langzaam groeiend bos en de bovenkant voor snelgroeiend bos. Verder is voor de CO₂-opslag gerekende met de gemiddelde vastlegging van CO₂. In (Nabuurs et al, 1997) worden studies geciteerd waarin kosten zijn berekend van 150-2000 f/ton CO₂. De onderkant van de range houdt alleen rekening met

de aankoop van grond terwijl bij de bovenkant ook rekening is gehouden met aanleg en beheer.

2) *Bosaanplant op landbouwgronden.*

In het kader van de rapportage van de commissie Van der Vaart is door het IKC-Natuurbeheer een berekening gemaakt van de kosten bij de overgang van landbouw naar bosbouw. Hierbij is voor een drietal regio's waar bosuitbreiding op landbouwgronden plaats zou moeten vinden een berekening gemaakt voor een representatief bedrijf voor de betreffende regio. In onderstaande tabel zijn de resultaten samengevat. Bij de huidige regelingen is alleen bosbouw buiten de randstad vanuit bedrijfseconomisch oogpunt aantrekkelijk (opbrengsten aangegeven met een - bij de kosteneffectiviteit). Bij introductie van CO₂-certificaten kan zouden ook akkerbouwbedrijven in de veenkoloniën overgehaald kunnen worden. De realisatie van bos in de Randstad blijft echter een probleem.

Tabel 10.1 *Bosuitbreiding op landbouwgronden*

	Veeteelt bedrijf		Akkerbouwbedrijf		
	in de Randstad	veenkoloniën	buiten de Randstad		
Eindverbruikerskosten	+150 - +600	-40 - +20	-70 - -80		f/ton CO ₂
Nationale kosten	+300 - +1.000	+80 - +350	+50 - +250		f/ton CO ₂

Toelichting: bij deze berekening is rekening gehouden met het verlies in opbrengsten per ha bij de overgang van landbouw naar bosbouw. Verder is bij de eindverbruikerskosten rekening gehouden met subsidieregeling zoals deze momenteel (bij huidig beleid) beschikbaar zijn (subsidieregeling Programma Beheer en de vrijstelling van inkomstenbelasting voor inkomen verkregen uit bosbouw) en zijn conform de benadering voor het optiedocument geen aanvullende subsidies ingezet.

Maatschappelijk draagvlak

Boeren zullen huiverig zijn voor de omschakeling van landbouw naar bosbouw vanwege de waardedaling van hun grond. Dit hangt samen met verplichtingen vanuit de Boswet; in het algemeen mag bosgrond later niet weer worden vrijgegeven voor een productieve bestemming. Mogelijkheden worden bekeken om een onderscheid te maken tussen blijvend en tijdelijk bos (Nota Bene: wil het bos mee kunnen tellen onder het Kyoto Protocol dan moet het bos behouden blijven en kan er dus geen sprake zijn van een tijdelijk bos: dan verandert immers de opslag in een emissie op het moment van kap).

Overige relevante aspecten

Relevantie voor bestaand beleid: sluit aan bij de doelstelling van het bestaande beleid voor zover gericht op de uitbreiding van het areaal duurzaam beheerd bos.

Gevoeligheid van uitkomsten t.a.v. toekomstige ontwikkelingen

Ontwikkelingen in de prijs van landbouwproducten en landbouwgrond zijn in principe in hoge mate van invloed op het tempo waarin uitbreiding van het bosareaal wordt gerealiseerd. In (RIVM et al, 1997) is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd voor grondprijzen voor de verwerving van de EHS, hieruit blijkt dat grondprijzen in het GC scenario zullen stijgen met ongeveer 1% in 2015 ten opzichte van de prijzen in 1991-1994 en in EC met ongeveer 2%.

10.1.2 CO₂-vastlegging in buitenlandse bossen

In het Kyoto protocol is bepaald dat CO₂-vastlegging in bossen in Annex I-landen, die in het kader van Joint Implementation projecten worden aangelegd, mee mogen worden geteld voor het behalen van de Nederlandse doelstelling. Het protocol is nog onduidelijk over de CO₂-vastlegging in bossen in niet-Annex I-landen, die vallen onder het Clean Development Mechanism (CDM). In dit optiedocument is verondersteld dat deze vastlegging niet meetelt voor het behalen van de Nederlandse doelstelling, 'vastlegging' is niet als zodanig genoemd wordt. Mogelijk dat tijdens de COP4 hier meer duidelijkheid over zal komen, dit bepaalt ook mede de mogelijkheden voor de inzet van instrumenten door de Nederlandse overheid (zie verdere uitleg optiebeschrijvingen over flexibele instrumenten).

De lopende en voorgenomen projecten voor de aanleg van bossen in het buitenland ressorteren alle onder de stichting FACE van de samenwerkende elektriciteitsproductie bedrijven. Het gaat daarbij uiteindelijk om 170.000 ha in Tsjechië, Equador, Uganda en Maleisië die allemaal na 1990 is aangeplant. Een project van 34.000 ha aanplant in Indonesië is nog in de voorbereidende fase (FACE, 1997).

Reductie in 2010

Tabel 10.2 geeft een overzicht van de projecten die door de stichting FACE worden uitgevoerd of voorbereid. Bij de berekening van het reductiepotentieel is gebruikt gemaakt van de getallen zoals opgegeven door FACE.

Tabel 10.2 *Overzicht van projecten FACE in uitvoering en voorbereiding 2010*

	[ha]	CO ₂ -vastlegging ¹⁾ [ton /ha per jaar]	CO ₂ vastlegging ³⁾ in 2010 [Mton]
Jl: Tsjechië	14.000	6	0,1
CDM: Sabah Maleisië	14.000	9	0,1
CDM: Equador	75.000	16	2,0
CDM: Uganda	27.000	11	0,2
CDM: Indonesië	35.000	9 ²⁾	0,2

¹⁾ Bron: Verweij J.A., 1997²⁴

²⁾ vastlegging gelijk gesteld aan Sabah Maleisië

³⁾ uitgaande van groeicurven in (Sikkema et al, 1994)

²⁴ J.A. Verweij, *Re/afforestation and the Market for Joint Implementation*. Stichting FACE, 1997.

In 2010 wordt in *Annex I* landen circa 0,1 Mton CO₂ per jaar vastgelegd en in de *niet Annex I*-landen circa 2,5 Mton CO₂ per jaar.

Instrumenteerbaarheid

Voor projecten die worden gerealiseerd in het kader van JI (en mogelijk in de toekomst CDM) zijn vereisten voor instrumenteerbaarheid de beschikbaarheid van geld. Dit geld kan door de overheid beschikbaar worden gesteld uit de algemene middelen of door sectoren worden gedragen die een taakstelling voor CO₂ op zich hebben genomen. De projecten die ressorteren onder de stichting FACE worden momenteel in zijn geheel gefinancierd door de SEP. Andere instrumenten die mogelijk zouden kunnen worden ingezet zijn verhandelbare emissierechten of buitenlandse boscertificaten.

Implementatietempo

De aanplant van bossen kost tijd, vooral organisatorisch. De vastleggingsnelheid varieert vervolgens in de tijd, waardoor de initiële vastlegging door jonge aanplant gering is. In de loop van de tijd wordt meer CO₂ opgeslagen. Uitstel van de maatregel betekent dan ook dat de reductie vertraging oploopt door (a) een geringer areaal in het steekjaar, (b) geringere leeftijd van het aangeplante areaal. Om in de eerste budgetperiode nog aanvullende emissiereductie te kunnen realiseren, bovenop de reductie die al worden bereikt door de FACE projecten, zullen dus zo snel mogelijk acties moeten worden ingezet. Tussen het maken van plannen en de eerste aanplant zit bij de stichting FACE ongeveer 3 jaar.

Kosten	Annex I	niet-Annex I	
eindverbruikerskosten	40	1-12	f/ton CO ₂
nationale kosten	20	1-6	f/ton CO ₂

De kostenberekeningen zijn gebaseerd op de contractuele verplichting zoals vermeld in (FACE, 1996) en de algemene beheerskosten voor 1996 die vervolgens constant zijn verondersteld voor de hele afschrijvingstermijn. Verder zijn de projecten afgeschreven over de rotatieperiode van het bos. De in deze paragraaf gepresenteerde kosten zijn *niet te vergelijken met de kosten zoals genoemd bij de CO₂ vastlegging in Nederlandse bossen*. 'Face koopt geen grond en ook geen bomen, maar investeert in slechts één functie van het bos: de capaciteit om CO₂ vast te leggen. Andere partijen, bijvoorbeeld de bouseigenaar, dragen bij om ander opbrengsten uit het bos te halen' (FACE, 1997). De financiële verplichtingen van de stichting FACE, op basis waarvan de kosteneffectiviteit is berekend, betreffen dus de huidige kosten voor het verwerven van de CO₂ rechten van in het buitenland vastgelegde CO₂. Naast de projecten van de stichting FACE zijn er momenteel slechts een klein aantal andere projecten bekend dat betrekking heeft op de aanleg van bos (Brown et al 1996 in Nabuurs et al, 1996) ten behoeve van koolstofvastlegging. Wanneer 'vastlegging' onder CDM wordt toegevoegd als mogelijkheid voor het halen van emissiedoelstellingen zullen meerdere landen zich op dit soort projecten storten zodat de kosten mogelijk flink zullen stijgen.

Overige relevante aspecten

De wijze waarop de uitvoering van nieuwe bossen ter hand wordt genomen bepaalt in hoeverre er positieve of negatieve effecten optreden in de landen waar de bossen worden aangeplant. Positief is o.a. de werkgelegenheid die de aanplant en het onderhoud met zich meebrengt. Ook kan de natuurwaarde van het gebied stijgen, kan de waterhuishouding verbeteren en wordt erosie voorkomen. Bij onzorgvuldige uitvoering kunnen echter monoculturen ontstaan en kan de waterhuishouding worden verstoord. Verdere nadelen kunnen zijn dat gebieden met bos worden beplant die de oorspronkelijke bewoners dwingen elders te gaan wonen waarbij op de nieuwe woonplaats door kap of platbranden nieuwe landbouwgronden worden gecreëerd. In niet-Annex-I landen, die in het kader van het Kyoto protocol geen doelstelling hebben gekregen, bestaat het gevaar dat gelijktijdig kap en aanplant plaats vindt. Zowel de aanplant van nieuwe bossen als de kap van bestaande bossen levert ze straks namelijk geld op terwijl zij niet worden afgerekend op een eigen doelstelling.

Gevoeligheid van uitkomsten t.a.v. toekomstige ontwikkelingen

Vastleggingsprojecten in het buitenland zijn in principe onafhankelijk van toekomstige binnenlandse economische ontwikkelingen. Ze zijn echter wel afhankelijk van de ontwikkelingen (met name economische en demografische ontwikkelingen zijn van invloed op de benodigde hoeveelheid landbouwgrond) in het gastland.

10.2 CO₂-afvang en opslag

In verschillende sectoren kan CO₂ worden afgevangen en opgeslagen. In het optiedocument wordt het onderscheid gemaakt tussen de industrie en de elektriciteitssector. De belangrijkste reden voor de twee aparte beschrijvingen is, naast het verschil in actor, voornamelijk het verschil in kosten tussen de twee sectoren.

10.2.1 CO₂-afvang en opslag in de industrie

Het is mogelijk om 90% of meer van de CO₂, die bij grote industriële installaties vrijkomt, af te vangen. De CO₂ wordt dan afgevoerd per pijpleiding en geïnjecteerd in een aquifer (watervoerende laag in de ondergrond), in een leeg aardgasveld (deze zijn nu nog niet beschikbaar en in 2010 waarschijnlijk ook niet) of (misschien) in een kolenlaag. In een aquifer verdringt de CO₂ het aanwezige water. In een kolenlaag hecht de CO₂ aan de steenkool waarbij het aan de kolenlagen geabsorbeerde methaangas verdreven wordt en gewonnen kan worden. De Ministeries van Economische Zaken en VROM hebben een viertal kennisinstituten opdracht gegeven om een haalbaarheidsonderzoek naar dit concept te formuleren. Dit onderzoek moet voor de zomer van 1999 zijn afgerond en moet een beeld geven van de mogelijkheden in Nederland voor deze optie.

Bij CO₂-verwijdering is het belangrijk onderscheid te maken naar de vorm waarin CO₂ beschikbaar komt bij de industriële installaties. De vormen die in de periode tot 2010 het meest relevant zijn:

- CO₂ komt vrij als een zuivere gasstroom. Deze situatie doet zich onder andere voor bij waterstofproductie in raffinaderijen op basis van residu-vergassing en in de ammoniakproductie.
- CO₂ zit in een rookgas of procesgasstroom met een normaal of licht verhoogd CO₂-gehalte. Bij deze tweede vorm is het nodig om de CO₂ uit het gasmengsel te verwijderen. Voor de scheiding moeten investeringen in gasscheiding plaatsvinden en er is extra energie nodig voor de gasscheiding. Aan deze vorm van CO₂-afvang wordt hier verder geen aandacht gegeven, omdat de kosten die eraan verbonden zijn, relatief hoog zijn.

Reductie in 2010

In 2010 komt volgens het GC-scenario in de industrie 5,7 Mton (vrijwel) zuivere CO₂ vrij. Het gaat hierbij om 15 tot 20 installatie op zo'n 6 verschillende locaties. Het is aannemelijk dat voor 2010 realisering van CO₂-afvang niet bij al deze installaties mogelijk is of niet aantrekkelijk is (te korte resterende levensduur). Een redelijk schatting lijkt dat in 2010 bij driekwart van de installaties CO₂ kan worden afgevangen. Dan draagt het reductiepotentieel 4,3 Mton CO₂ per jaar.

Instrumenteerbaarheid

CO₂-afvang en -opslag bij de industrie is een grootschalige technologie waarbij voor de uitvoering maar weinig actoren nodig zijn. CO₂-opslag is een activiteit die op dit moment niet zelfstandig inkomsten kan genereren voor een mogelijk op te richten CO₂-opslagbedrijf, tenzij de overheid bijdraagt of de randvoorwaarden schept voor bijdragen. Dit laatste zou kunnen door de introductie van een systeem van verhandelbare reductiecertificaten uit te geven.

Implementatietempo

Als men het bovengenoemde potentieel voor 2010 wil benutten, is het noodzakelijk om snel de eerste ervaringen op te doen. Er zijn plannen voor een proefproject voor opslag van CO₂ die vrijkomt bij de waterstofproductie van een raffinaderij (PER+), maar een beslissing over financiële overheidssteun is vooreerst uitgesteld. Alvorens dit project van start kan gaan moeten enige aanvullende studies en testboringen worden gedaan, daarnaast moeten engineering studies en een MER worden uitgevoerd. Dit vergt bij een voorspoedig verloop ongeveer 3 jaar. Op 25 september 1998 is een wetsvoorstel voor een nieuwe Mijnbouwwet naar het parlement gezonden. Dat wetsvoorstel bevat ook een wettelijke regeling voor het opslaan van stoffen in de diepe ondergrond. Dat betekent dat voor wat betreft de vergunningen er een traject moet worden doorlopen wat aansluit bij dat voor het opsoren en winnen van delfstoffen. De bouw/aanleg van een leiding tracé, injectiefaciliteiten, etc. duurt ruim een jaar, waarna minimaal een jaar ervaring op moet worden gedaan voordat beslissingen aangaande vervolgprijzen kunnen worden genomen. Ervan uitgaande dat dit proefproject suc-

cesvol verloopt en in een eerste en een tweede vervolgstap meerdere installaties worden aangepast (hier is per vervolgstap bij een voorspoedig verloop ongeveer 2 keer 4 jaar mee gemoeid), dan is het net mogelijk om per 2010 CO₂-opslag gerealiseerd te hebben bij driekwart van de installaties waarbij CO₂ in zuivere vorm vrijkomt.

Kosten

De range voor de maatschappelijke kosten voor CO₂-opslag op basis van processen waarbij CO₂ in zuivere vorm beschikbaar komt en onshore in aquifers wordt opgeslagen is 24 tot 47 gulden per ton CO₂. Volgens optimistische schattingen uit studies voor de PER+ raffinaderij, waarbij de CO₂ slechts over een traject van 6 kilometer getransporteerd hoeft te worden, kunnen de kosten volgens 24 gulden per ton CO₂ bedragen. Voor een ongunstige locatie, waarbij de CO₂ over een afstand van 100 km moet worden getransporteerd en meer proefboringen moeten worden gedaan, bedragen de maatschappelijke kosten 47 gulden per ton CO₂. De range voor de eindverbruikerskosten is 28 tot 67 gulden per ton CO₂. De verdeling van de kosten voor verschillende projecten is niet symmetrisch. Daarom zal het gemiddelde van de kosten lager zijn dan het gemiddelde van de gunstige en minder gunstige locaties, zoals hier boven aangegeven. De schatting voor de gemiddelde kosten van CO₂-afvang bij de industrie bedraagt 33 gulden per ton CO₂ voor de maatschappelijke kosten en 44 gulden per ton CO₂ voor de eindverbruikerskosten.

Er zijn met name ten aanzien van de bovengrens van de kosten onzekerheden. Onderzoek naar onder meer de kosten van opslag op locaties waar zuivere CO₂-bronnen staan, moet de grootste onzekerheid wegnemen.

Maatschappelijk draagvlak

De mening van actoren houdt onder meer verband met hun houding ten aanzien van het klimaatprobleem en in hoeverre men van mening is dat andere opties afdoende zijn om CO₂-emissies terug te brengen.

De milieubeweging is verdeeld. Men is enerzijds van mening dat CO₂-opslag de ontwikkeling naar een echt duurzame energievoorziening kan belemmeren. Anderszijds wordt gedacht dat CO₂-opslag een noodzakelijke tijdelijke maatregel is voor CO₂-reductie, voordat een energievoorziening op basis van duurzame energiebronnen is gerealiseerd.

Er kan ruwweg gesteld worden dat het draagvlak voor CO₂-afvang bij de industrie niet groot is. CO₂-opvang brengt altijd kosten met zich mee. De industrie wenst deze kosten niet voor haar rekening te nemen. Shell heeft wel een positieve intentie afgegeven voor een demonstratieproject, waarbij het bedrijf de CO₂ beschikbaar zou stellen.

Overige relevante aspecten

CO₂-opslag biedt geen voordelen voor het energie- en industrie beleid met betrekking concurrentiekracht, voorzieningszekerheid, etc. Daarentegen is er nu een moment

waarop investeringen in kennis en ervaring in CO₂-opslag later eventueel exportmogelijkheden van kennis en techniek kunnen opleveren, aangezien kennis en ervaring met CO₂-opslagactiviteiten ook in het buitenland nog nauwelijks heeft plaatsgevonden.

CO₂-opslag in lege aardgasvelden levert naar verwachting geen problemen op het gebied van milieu-aantasting of veiligheid, aangezien deze velden over een lange tijdsperiode een afsluiting hebben bewezen. Lege aardgasvelden zijn echter nog niet beschikbaar. De ondergrondse opslag van CO₂ in aquifers kent nog onzekerheden. De eigenschappen van de afsluitende laag zijn belangrijk. Via onderzoek kan bepaald worden of het CO₂ langzaam kan weglekken naar de oppervlakte. Via een demonstratieproject kan ervaring met CO₂-opslag worden opgedaan om meer zekerheid over deze optie te krijgen. De opslagcapaciteit in de ondergrond is voldoende groot om gedurende enkele tientallen jaren een substantieel deel van de Nederlandse CO₂-emissies in op te slaan. Over de opslag van CO₂ in kolenlagen is relatief weinig bekend; medio volgend jaar moeten de uitkomsten van een haalbaarheidsstudie bekend zijn. Het is nog niet bewezen dat de risico's van opslag onshore, in verband met het mogelijk ontsnappen van het CO₂, hanteerbaar zullen zijn en daarom kan mogelijk een uitweg richting offshore opslag gekozen worden.

Bij CO₂-afvang worden de emissies van CO₂ en methaan die bij winning en transport van aardgas of kolen plaatsvinden niet verminderd. Deze 'indirecte' emissies zijn significant bij import van energiedragers (2-10% van de 'directe' emissies). Bij geïmporteerde energiedragers worden deze emissies overigens niet aan Nederland toegerekend.

Ondergrondse CO₂-opslag zal concurrentie ondervinden van het gebruik van de ondergrondse opslagcapaciteit voor andere doeleinden met name voor de opslag van aardgas (bij lege aardgasvelden) maar ook voor warmtewinning (aquifers).

Het is nodig om een MER-procedure te volgen en er moet voldaan worden aan de wettelijke regeling voor het opslaan van stoffen in de ondergrond. Hoewel de risico's voor CO₂-transport via leidingen zeer klein lijken, is het niet uit te sluiten dat omwonenden van een leidingtracé hierom protest zullen aantekenen.

Gevoeligheid van de uitkomsten t.a.v. toekomstige ontwikkelingen

De zuivere CO₂-stromen zijn in het EC-scenario iets kleiner dan in het GC scenario. De kosten zijn vergelijkbaar van omvang.

Na 2010 is het potentieel voor industriële toepassingen van CO₂-opslag, waarbij CO₂ als een zuivere gasstroom vrijkomt, vergelijkbaar van omvang. Er is na 2010 een aanzienlijk aanvullend potentieel voor toepassingen voor CO₂-afvang waarbij de CO₂ bij grote installaties uit de rookgas wordt gescheiden (dit laatste is wel een optie met hogere kosten).

10.2.2 CO₂-afvang en opslag bij elektriciteitscentrales

Bij elektriciteitscentrales kan CO₂ worden afgevangen. CO₂-afvang is zowel mogelijk bij gasgestookte centrales als bij kolengestookte centrales. De CO₂ wordt na het afvangen afgevoerd per pijpleiding en geïnjecteerd in een aquifer (watervoerende laag in de ondergrond), in een leeg aardgasveld (deze zijn nu nog niet beschikbaar en in 2010 waarschijnlijk ook niet) of (misschien) in een kolenlaag. In een aquifer verdringt de CO₂ het aanwezige water. In een kolenlaag hecht de CO₂ aan de steenkool waarbij het aan de kolenlagen geabsorbeerde methaangas verdreven wordt en gewonnen kan worden. Dit concept wordt op dit moment bestudeerd door de TU-Delft. Daarnaast is EZ met TNO-NITG in overleg over het opstarten van een onderzoeksproject waarbij ook VROM betrokken is. Deze optie verkeert nog volledig in de onderzoeksfase.

Bij CO₂-verwijdering bij elektriciteitscentrales moet de CO₂ altijd uit een gasmengsel worden afgescheiden. Dit is mogelijk op twee plaatsen:

- Voor de verbranding vindt scheiding van CO₂ plaats uit een vergassingsmengsel.
- CO₂ wordt gescheiden vanuit de rookgassen.

CO₂-afvang is veel duurder (en vaak niet meer mogelijk) bij bestaande centrales.

Reductiepotentieel in 2010

Er wordt vanuit gegaan dat bij een aanzienlijk deel van nieuw te bouwen gas-STEG centrales, warmteplanelen en industriële STEG-centrales (tezamen 7 Mton), bij de bestaande Eemscentrale (3 Mton) en de twee nieuwste bestaande kolencentrales (Hemweg 8 en Amer goed voor 4 Mton) CO₂-afvang kan worden toegepast. Het potentieel voor CO₂-reductie in 2010 is hiermee geschat op 14 Mton CO₂. Bij een zeer voortvarende implementatie is dit te realiseren.

Instrumenteerbaarheid

CO₂-afvang en -opslag bij de elektriciteitscentrales is een grootschalige technologie waarbij voor de uitvoering maar weinig actoren nodig zijn. CO₂-opslag is een activiteit die op dit moment niet zelfstandig inkomsten kan genereren voor een mogelijk op te richten CO₂-opslagbedrijf, tenzij de overheid de kosten voor haar rekening neemt of de randvoorwaarden scheidt voor bijdragen. Stimulering kan mogelijk plaatsvinden door verhandelbare reductiecertificaten uit te geven.

Implementatietempo

Als men het bovengenoemde potentieel voor 2010 wil benutten, is het noodzakelijk om snel ervaring op te doen, zowel met injectie van CO₂ in de ondergrond als met het afvangen van CO₂ bij centrales. Het realiseren van het bovengenoemde potentieel vereist dat ongeveer 20 bestaande en nieuwe gas-STEGs en twee bestaande poederkoolcentrales geschikt zijn gemaakt voor CO₂-afvang. Realisatie hiervan voor 2010 vereist een strak implementatie-traject waarin weinig tegenvallers mogen plaatsvinden.

Kosten

De eindverbruikerskosten voor CO₂-opslag bedragen bij nieuwe gas-STEGs ongeveer 125 gulden per ton CO₂. De maatschappelijke kosten zijn ongeveer 85 gulden per ton CO₂. Bij bestaande gas-STEGs kunnen de kosten afhankelijk van de levensduur van de centrale na het ombouwen. Gemiddeld over het geschetste potentieel zijn de eindverbruikerskosten 200 gulden per ton CO₂ en de maatschappelijke kosten 140 gulden per ton CO₂. Bij bestaande poederkoolcentrales bedragen de kosten circa 100 tot 150 gulden per ton CO₂. Vanuit nationale kostenoptiek liggen de kosten circa 50 f/ton lager.

Maatschappelijk draagvlak

De mening van actoren houdt onder meer verband met hun houding ten aanzien van het klimaatprobleem en in hoeverre men van mening is dat andere opties afdoende zijn om CO₂-emissies terug te brengen.

De milieubeweging is verdeeld. Men is enerzijds van mening dat CO₂-opslag de ontwikkeling naar een echt duurzame energievoorziening kan belemmeren. Anderszijds wordt gedacht dat CO₂-opslag een noodzakelijke tijdelijke maatregel is voor CO₂-reductie, voordat een energievoorziening op basis van duurzame energiebronnen is gerealiseerd.

Uit opinie-onderzoek onder de Nederlandse bevolking blijkt dat CO₂-afvang en -opslag gekoppeld aan een kolencentrale op meer steun kan rekenen dan traditionele kolencentrales.

Overige relevante aspecten

CO₂-opslag in lege aardgasvelden levert naar verwachting geen problemen op het gebied van milieu-aantasting of veiligheid, aangezien deze velden over een lange tijdsperiode een afsluiting hebben bewezen. Lege aardgasvelden zijn nog niet beschikbaar. De ondergrondse opslag van CO₂ in aquifers kent nog onzekerheden. De eigenschappen van de afsluitende laag zijn belangrijk. Via onderzoek kan bepaald worden of het CO₂ langzaam kan weglekken naar de oppervlakte.

De optie CO₂-afvang kan eventueel een heel belangrijke optie worden voor het verminderen van de CO₂-uitstoot in landen waar de energievoorziening sterk op kolen is gebaseerd, zoals China, India, Australië en de Verenigde Staten. Eventuele ervaringen zouden kunnen bijdragen om de kansen voor toepassing in dergelijke landen te vergroten.

Bij centrales met CO₂-afvang wordt een groter beslag gedaan op voorraden van aardgas of kolen voor de productie van een vaste hoeveelheid elektriciteit dan bij centrales zonder CO₂-afvang. Gezien de omvang van de voorraden is dit bij kolengestookte centrales minder een probleem dan bij gasgestookte centrales. Ondergrondse CO₂-opslag zal concurrentie ondervinden van het gebruik van de ondergrondse opslagcapaciteit voor andere doeleinden met name voor de opslag van aardgas (bij lege aard-

gasvelden) maar ook voor warmtewinning (aquifers). Bij CO₂-afvang worden de emissies van CO₂ en methaan die bij winning en transport van aardgas of kolen plaatsvinden niet verminderd. Deze 'indirecte' emissies zijn significant bij import van energiedragers (2-10% van de 'directe' emissies). Bij geïmporteerde energiedragers worden deze emissies overigens niet aan Nederland toegerekend.

Het is nodig om een MER-procedure te volgen. Hoewel de risico's voor CO₂-transport via leidingen zeer klein lijken, is het niet uit te sluiten dat omwonenden van een leidingtracé hierom protest zullen aantekenen.

Gevoeligheid van de uitkomsten t.a.v. toekomstige ontwikkelingen

In het EC-scenario kan iets minder CO₂ bij elektriciteitscentrales worden afgevangen. De kosten zijn vergelijkbaar.

11. FLEXIBELE INSTRUMENTEN

Het Kyoto Protocol biedt Nederland de volgende mogelijkheden om een gedeelte van de nationale emissiereductieverplichting in het buitenland te voldoen:

- Joint Implementation met Annex I landen
- Handel in emissierechten met Annex I landen
- Clean Development Mechanism met niet-Annex I landen.

Gezien de grote overeenkomsten tussen de drie flexibele instrumenten worden de reductie-opties in het buitenland gezamenlijk in één hoofdstuk behandeld. Per aspect wordt waar relevant nader ingegaan op de verschillen tussen de instrumenten.

11.1 Beschrijving instrumenten

11.1.1 Joint Implementation

In het Kyoto Protocol is in artikel 6 de mogelijkheid opgenomen van Joint Implementation (JI) tussen Annex I Partijen. Volgens het artikel kunnen emissiereductie-eenheden voortvloeiend uit projecten in Annex I landen worden overgedragen aan andere Annex I Partijen. De emissiereductie-eenheden moeten worden afgetrokken dan wel bijgeteld bij de afgesproken emissie in de budgetperiode van de betrokken Partijen (art. 3 lid 10 en 11). De verkregen emissiereductie-eenheden dienen aanvullend te zijn op de reductie die in het eigen land wordt gerealiseerd. CoP/MoP-1²⁵ kan richtlijnen ontwikkelen voor de implementatie van dit artikel. Het is de bedoeling dat CoP-4 (november 1998) hierover een besluit neemt.

In 1995 is door Partijen bij het klimaatverdrag overeengekomen te starten met een Joint Implementation proeffase (Activities Implemented Jointly (AIJ)). Dit betreft zowel projecten met Annex I als niet-Annex I landen. Voor 2000 zal een besluit worden genomen over de JI proeffase en een eventuele nadere invulling. In dat kader zal ook een besluit moeten worden genomen over reeds in de proeffase opgestarte projecten die op grond van artikel 6 van het Protocol mee zouden kunnen tellen.

Dit hoofdstuk staat ook in verband met het hoofdstuk over CO₂-vastlegging aangezien Joint Implementation credits onder meer via bosbouwprojecten in het buitenland verkregen kunnen worden.

²⁵ Op grond van artikel 13 zal de eerste MoP plaatsvinden na het in werkingtreden van het Protocol. De inwerkingtreding van het Protocol is afhankelijk van het aantal landen dat geratificeerd heeft (art. 25). Naar verwachting zal dit rond het jaar 2002 zijn.

11.1.2 Handel in emissierechten

Op grond van artikel 17 van het Kyoto Protocol kunnen Partijen, opgenomen in Annex B bij het Protocol, deelnemen aan handel in emissierechten. De rechten worden bijgeteld dan wel afgetrokken van de afgesproken emissie in de budgetperiode van de betrokken Partijen. Net als Joint Implementation dienen de verkregen emissie-eenheden aanvullend te zijn op de reducties die in eigen land worden gerealiseerd.

Het verschil tussen JI en handel in emissierechten is dat bij JI de emissiereductie is gekoppeld aan een project terwijl bij verhandelbare emissierechten het om reductie-credits gaat zonder dat de reductiewijze bekend hoeft te zijn. Daardoor hoeft voor verhandelbare emissierechten, in tegenstelling tot bij JI projecten, geen referentiescenario (baseline) te worden vastgesteld daar de landen een quotum voor de totale emissie krijgen. Aangezien handel in emissierechten in tegenstelling tot JI niet projectgebonden is, spelen de voordelen van overdracht van technologie en know-how geen rol. Hoe de combinatie van de twee systemen formeel wordt geregeld en wat de implicaties in de praktijk zullen zijn is vooralsnog onduidelijk.

De CoP dient een verder invulling te geven van dit artikel door het opstellen van onder andere regels en richtlijnen. Het is de bedoeling dat CoP-4 (november 1998) hiertoe een eerste aanzet geeft.

11.1.3 Clean Development Mechanism

Artikel 12 van het Kyoto Protocol biedt Annex I landen de mogelijkheid een gedeelte van haar reductieverplichting te voldoen via het uitvoeren van emissiereductieprojecten in niet-Annex I landen die geen emissiereductie verplichting op zich hebben genomen. Deze vorm van flexibiliteit wordt het Clean Development Mechanism (CDM) genoemd. Vooralsnog lijkt het Clean Development Mechanism met niet-Annex I landen op het vòòr Kyoto bekende Joint Implementation met als voornaamste verschil dat behaalde credits in niet-Annex I landen reeds vanaf 2000 mogen meetellen bij de nationale reductiedoelstelling voor de eerste budgetperiode. Hiermee is een spaaroptie (banking) mogelijk geworden. Daarnaast heeft CDM het expliciete doel om niet Annex I landen te ondersteunen bij het realiseren van een duurzame ontwikkeling en bij te dragen aan het uiteindelijke doel van het klimaatverdrag.

Een belangrijk verschil met de twee andere instrumenten is dat het CDM emissiereducties realiseert in landen zonder reductieverplichting. Het gevolg is dat de omvang van de emissie in Annex I toeneemt.

In het artikel is vooralsnog geen specifieke verwijzing naar de mogelijkheid om CDM credits via CO₂-vastlegging te verkrijgen. CoP/MoP-1 dient modaliteiten (wijze van behandeling en uitvoering) en procedures te ontwikkelen voor de uitvoering van het CDM. Het is de bedoeling om tijdens CoP-4 een werkprogramma overeen te komen dat leidt tot de opstelling van deze modaliteiten en procedures.

11.2 Mogelijke emissiereductie in budgetperiode 2008-2012

11.2.1 Joint Implementation

Uit diverse pre-Kyoto studies komt naar voren dat het kosten-effectieve reductiepotentieel in Midden- en Oosteuropa (MOE) aanzienlijk is. In ECN (1997)²⁶ werd het JI potentieel in de MOE Annex I landen²⁷ op 1.200 tot 2.000 Mton CO₂-reductie geschat. Nederland zou bij een reductieverplichting van 10% voor Westerse Annex I landen, ongeveer eenderde tot de helft van de totale reductieverplichting in het buitenland kunnen realiseren (15 tot 30 Mton). De uitkomsten van Kyoto hebben echter invloed op dit potentieel. De MOE Annex I landen hebben een (aanzienlijke) verplichting op zich genomen, zodat verwacht mag worden dat het aanbod kleiner zal zijn. Daar staat tegenover dat in Kyoto de mogelijkheid is gecreëerd om emissiereductie in de niet-Annex I landen te realiseren (zelfs met een spaaroptie vanaf 2000). Dit zal de vraag op de MOE markt doen afnemen. Verder tellen sinds Kyoto drie nieuwe broeikasgassen en sinks eveneens mee voor de doelstelling²⁸. Verwacht mag worden dat dit het makkelijker maakt voor landen om hun doelstelling te realiseren, wat eveneens de vraag zal verkleinen.

Ten opzichte van de situatie voor Kyoto zal de vraag op de markt voor JI vanuit de EU ook worden verkleind, omdat de EU een minder ambitieuze doelstelling op zich heeft genomen (8% reductie i.p.v. 10% (15%)). Ook de vraag vanuit de niet-EU Westerse Annex I landen²⁹ zal kleiner zijn aangezien de reductieverplichting van deze landen eveneens minder ambitieus is dan verondersteld.

Verder is in de pre-Kyoto studie uitgegaan van een volledig transparant werkende markt. Strategisch gedrag, bijvoorbeeld in de vorm van broeikasgasreductiesamenwerkingsverbanden (zoals mogelijk de genoemde 'umbrella group' van de Verenigde Staten, Japan, Australië en Canada met Rusland en de Oekraïne), beïnvloed de speelruimte voor partijen buiten een dergelijk verband vanzelfsprekend in grote mate.

Al met al bestaat er (nog) onzekerheid over vraag en aanbod van JI. Het is dan ook niet mogelijk om een betrouwbare schatting te geven van het voor Nederland beschikbare potentieel aan JI. Bovendien is er naast de onzekerheden over vraag en aanbod nog onduidelijkheid over de (institutionele) details van het instrument JI (zie 11.3). Dit maakt een schatting van het potentieel aan JI onbetrouwbaarder.

²⁶ A.K. van Harmelen, S.N.M. van Rooijen (ECN) i.s.m. C.J. Jepma en W. van der Gaast (JIN Foundation): *Joint Implementation met Midden- en Oosteuropa - Mogelijkheden en beperkingen bij de realisatie van de Nederlandse CO₂-reductiedoelstelling in de periode 2000-2010*, ECN-C--97-078, 1997.

²⁷ Het gaat hierbij met name om de volgende landen: Roemenië, Bulgarije, Rusland, Oekraïne, Polen en Tsjechië.

²⁸ Ten opzichte van de macro-resultaten van de ECN pre-Kyoto studies, die gebaseerd zijn op energiereleerde CO₂-reductie, vindt een uitbreiding met vijf broeikasgassen plaats.

²⁹ Met de Westerse Annex I landen worden de OECD Annex I landen bedoeld.

11.2.2 Handel in emissierechten

In ECN (1997)³⁰ is een model van verhandelbare CO₂-emissierechten voor de Annex I landen doorgerekend. Uitgaande van de pre-Kyoto verdeling binnen de EU en -10% voor de andere OECD landen zou Nederland ongeveer eenderde tot de helft van de totale reductieverplichting aan buitenlandse reductiecredits kunnen kopen. Er zijn echter belangrijke verschillen tussen de uitgangspunten in de genoemde studie en de situatie na Kyoto. De reductieverplichting van de Westerse Annex I landen is lager dan verondersteld (lagere vraag) terwijl de MOE Annex I landen een hogere verplichting op zich genomen hebben (kleiner aanbod). Wel moet worden opgemerkt dat de plafonds voor enkele MOE Annex I landen boven de verwachte emissieniveau's in de eerste budgetperiode liggen, zodat een deel van het aanbod van deze landen in feite 'hot air' handel is, omdat emissies worden verhandeld die niet zouden worden uitgestoten.

In Kyoto is de mogelijkheid gecreëerd om emissiereductie in de niet-Annex I landen te realiseren. Het Clean Development Mechanism (met spaaroptie) zal de vraag op de emissierechten markt van de Annex I landen doen afnemen, omdat tegen lagere prijzen rechten via CDM kunnen worden verworven. Verder tellen sinds Kyoto drie nieuwe broeikasgassen en sinks eveneens mee voor de doelstelling. Verwacht mag worden dat dit het makkelijker maakt voor landen om hun doelstelling te realiseren, wat eveneens de vraag zal verkleinen.

In de berekeningen is uitgegaan van een perfect werkende markt zonder strategisch gedrag. De mogelijkheid is echter aanwezig dat verschillende landen onderling afspraken maken over handel in rechten, waardoor voor andere landen alleen nog duurdere opties overblijven. Een mogelijk voorbeeld hiervan is de hierboven genoemde 'umbrella group', welke de markt voor kopers buiten de samenwerkingsovereenkomst kan verkleinen.

Alhoewel het Kyoto Protocol niet duidelijk is over de relatie tussen handel in emissierechten (artikel 17) en JI (artikel 6) lijkt het er ten eerste op dat zowel rechten die worden verhandeld als de kredieten die met JI projecten worden verworven bijgeteld dan wel afgetrokken worden van de reductiedoelstelling van het kopende respectievelijk verkopende land (art. 3, lid 10 en 11). Dit betekent dat handel in emissierechten ten koste gaat van het potentieel voor JI en vice versa. Bovendien zullen de prijzen voor enerzijds JI en anderzijds emissierechten handel gerelateerd zijn.

Handel en JI zijn in principe mogelijk tussen alle Annex I landen. Het lijkt echter meer voor de hand te liggen dat enerzijds de Westerse landen onderling eerder zullen gaan handelen in emissierechten, en dat anderzijds JI projecten tot stand zullen komen met MOE landen. Deze landen lenen zich (in politiek, economisch en technisch opzicht) immers beter voor JI projecten met know-how en technologie-overdracht waarvan het Westerse bedrijfsleven via toenemende export eventueel eveneens de vruchten kan plukken. Per saldo is er (nog) veel onzeker over vraag en aanbod op de emissierechten markt. Het is dan ook niet mogelijk om een betrouwbare schatting te geven van het aandeel dat Nederland op de markt kan hebben.

³⁰ P.R. Koutstaal, T. Kram en S.N.M. van Rooijen: *Verhandelbare CO₂-emissierechten*, ECN-C--98-039.

11.2.3 Clean Development Mechanism

Er is weinig materiaal voor handen over kosteneffectieve broeikasgasreductiepotenties in niet-Annex I landen. Indien de mondiale volume-ontwikkelingen van (energiegerelateerde) CO₂-emissies worden beschouwd komt naar voren dat de niet-Annex I landen, met ruim 12.000 Mton³¹, in 2010 verantwoordelijk zijn voor ruim 40% van de totale CO₂-emissie. Ruim 40% van de CO₂-emissies van niet-Annex I landen zal door China worden uitgestoten. Andere Aziatische landen en Latijns Amerika zijn verantwoordelijk voor nogmaals 40% van de emissies van de niet-Annex I landen.

De geschetste CO₂-emissie-ontwikkeling maakt het aannemelijk dat de niet-Annex I landen over een zeer aanzienlijk kosteneffectief broeikasgasreductiepotentieel beschikken³². Een exacte raming van het potentieel voor CDM is echter door enerzijds een gebrek aan data en anderzijds de (institutionele) onzekerheden over het instrument niet mogelijk.

11.3 Politieke, bestuurlijke en organisatorische vereisten voor instrumenteerbaarheid

Zoals genoemd bestaan er op dit moment nog vele onzekerheden over de nadere invulling van de paragrafen in het Protocol over flexibele instrumenten (art. 6, 12 en 17). Het is van groot belang dat er op internationaal niveau meer duidelijkheid komt over de nadere uitwerkingen van de instrumenten.

Belangrijke vragen zijn:

- Op welke wijze worden de flexibele instrumenten vormgegeven?
- Worden JI, handel in emissierechten en CDM een zaak van de overheid, van het bedrijfsleven of van beide?
- Hoe wordt omgegaan met monitoring en verificatie?
- Op welke wijze wordt het nakomingsregime (compliance) vormgegeven?
- Bij welke partij (koper of verkoper) komt de uiteindelijke verantwoording te liggen (seller/byer liability)?
- In het Protocol wordt genoemd dat buitenlandse reductie-activiteiten 'aanvullend' op binnenlands beleid dienen te zijn. Wat wordt als 'aanvullend' beschouwd?³³
- Worden flexibele instrumenten voor alle zes de broeikasgassen en sinks toegestaan?
- Hoe komen transacties op de emissierechten markt tot stand (beurs, bilaterale handel)?
- Hoe hoog zijn de transactiekosten van handel in emissierechten?
- Worden er emissieplafonds voor specifieke economische sectoren geïntroduceerd?

³¹ IEA (1995).

³² Voor de juiste verhoudingen dienen ook de emissiedata van de overige 5 broeikasgassen en de sinks opgenomen te worden. Deze gegevens zijn vooralsnog niet beschikbaar.

³³ Tijdens de Europese Milieuraad van maart jongstleden is besloten de handel binnen het Annex I gebied te limiteren aan een nader te definiëren plafond. Voor CDM zal een aparte regeling worden getroffen. Deze plafonds dienen vanzelfsprekend in lijn te zijn met de afspraken die hierover in internationaal verband worden gemaakt.

- Op welke wijze worden bij JI en CDM baselines vastgesteld en additionaliteit bepaald?
- Wat gebeurt er met de credits van JI en CDM als de baseline achteraf onjuist blijkt te zijn?
- Op welke wijze worden de credits die met een JI of CDM project kunnen worden verdiend verdeeld (vrije onderhandeling, FCCC richtlijnen)?
- Op welke wijze wordt omgegaan met de mogelijke frictie tussen JI/CDM gelden (uitgegeven door nationale overheden aan nationaal bedrijfsleven) en het akkoord van Helsinki en de EU mededingingswetgeving?³⁴

Het Kyoto Protocol stelt dat tijdens de CoP/MoP-1 nadere invulling kan ('may') worden gegeven aan richtlijnen voor implementatie van de artikelen over JI en CDM. Deze formulering laat de mogelijkheid van het eerder nemen van besluiten, mogelijk tijdens CoP-4 (eind 1998), open. Ten aanzien van JI staat de EU op het standpunt dat uiterlijk CoP-5 een besluit dient te nemen over de richtlijnen voor JI. Deze richtlijnen zullen door CoP/MoP-1 bekrachtigd moeten worden. Tijdens CoP-4 zal duidelijk worden of dit standpunt gesteund wordt. Voor de uitwerking van emissiehandel en CDM zal een werkprogramma worden opgesteld. Naar het zich laat aanzien zal door CoP-4 een besluit worden genomen over dit programma.

Onderstaand kader geeft een overzicht van de verwachte besluitvorming ten aanzien van de drie flexibele instrumenten.

Joint Implementation	CoP-4	Besluit over ontwikkeling van richtlijnen implementatie artikel
	CoP/MoP-1	Besluit over richtlijnen implementatie artikel
Handel in Emissierechten	CoP-4	Besluit over werkprogramma voor ontwikkeling regels en richtlijnen
Clean Development Mechanism	CoP-4	Besluit over werkprogramma voor ontwikkeling modaliteiten en procedures
	CoP/MoP-1	Besluit over modaliteiten en procedures

Voor een goed werkend systeem van verhandelbare emissierechten is het van belang dat de emissies van de verschillende landen nauwkeuring worden geverifieerd zodat er geen emissierechten worden verkocht die niet worden gedekt door feitelijke emissiereducties. Zonder goede controle en verificatie van de verhandelde rechten wordt handel in emissierechten letterlijk handel in lucht, 'Nothing should be traded that cannot be measured, recorded and reported, or trading becomes a shell game' (Kete, OECD, 1992, p.102). Dit betekent dat deelnemende landen nauwkeurige en verifieerbare data moeten kunnen verstrekken over de hoogte van het emissieniveau. Niet alle Annex I landen zullen hieraan kunnen voldoen, dit zal met name problemen geven voor een

³⁴ In de situatie dat de uitvoering van JI en CDM gefinancierd wordt door nationale overheden kan frictie ontstaan met het akkoord van Helsinki en de EU mededingingswetgeving. Het verlenen van grants ter ondersteuning van het nationaal bedrijfsleven is in strijd met het internationale mededingingsregime. Bij een project, gefinancierd uit nationale middelen, is in beginsel international tendering verplicht. In EU kader zal de Europese Commissie dit nader onderzoeken.

aantal landen uit Midden- en Oost-Europa. Bovendien zal het voor sommige Annex I landen moeilijk zijn om een goed en controleerbaar registratiesysteem op te zetten. Dit zou pleiten voor een systeem waarin in eerste instantie alleen handel in CO₂ mogelijk wordt. In bijvoorbeeld een tweede budgetperiode zou het aantal gassen waarin gehandeld kan worden kunnen worden uitgebreid, indien monitoring en verificatie op voldoende niveau is gebracht.

Naast een nadere uitwerking van de flexibele instrumenten in de internationale onderhandelingen zal binnen Nederland moeten worden bekeken hoe flexibele instrumenten in het broeikasbeleid wordt vormgegeven. Hierbij moet worden bedacht dat de vorm die JI, verhandelbare emissierechten en CDM uiteindelijk zullen krijgen consequenties zullen hebben voor de wijze waarop deze instrumenten in het Nederlandse beleid kunnen worden ingepast. De bestuurlijke en organisatorische vereisten voor de flexibele instrumenten in Nederland worden sterk bepaald door de vraag of de overheid handelt in emissierechten dan wel JI of CDM-projecten uitvoert of dat bedrijven zelf actief worden in handel en projecten in het buitenland³⁵. Is het alleen de overheid die handelt in rechten of projecten financiert³⁶, dan zal aanvullende regelgeving in mindere mate noodzakelijk zijn om flexibele instrumenten mogelijk te maken. Wel is er de vraag in hoeverre de overheid investeringen in JI of CDM projecten aan alleen Nederlandse bedrijven kan gunnen zonder in strijd te zijn met het akkoord van Helsinki en EU mededingingswetgeving.

Indien het initiatief niet bij de overheid komt te liggen is het noodzakelijk dat bedrijven of sectoren incentives krijgen om zelf actief te worden op de emissierechten markt of om te investeren in JI/CDM-projecten. Hiervoor zijn verschillende mogelijkheden aanwezig:

1. Bedrijven en sectoren kunnen een emissieplafond opgelegd krijgen. De door JI, handel in emissierechten of CDM verkregen credits kunnen gebruikt worden om aan het plafond te voldoen. Dit betreft een systeem van verhandelbare rechten voor de desbetreffende sectoren.
2. Het investeren in JI/CDM-projecten of het kopen van emissierechten kan fiscaal aantrekkelijk worden gemaakt, bijvoorbeeld door de verkregen credits aftrekbaar te maken van de te betalen REB.
3. Een variant op de in punt twee genoemde fiscale stimulering betreft het systeem van verhandelbare reductiecertificaten. In dit systeem kunnen door JI, handel of CDM verdiende credits als certificaten op de markt worden gebracht.
4. Bedrijven kunnen vrijwillig rechten kopen of aan JI/CDM-projecten deelnemen, bijvoorbeeld vanwege afspraken in een MJA, of omdat de credits gebruikt worden om 'klimaatgecompenseerde' producten op de markt te brengen.

Op de korte termijn is het aantal opties relatief beperkt door het reeds bestaande beleid, zoals de afspraken met het bedrijfsleven over benchmarking en lopende MJA's. Gegeven deze afspraken zal een systeem met emissieplafonds voor het bedrijfsleven

³⁵ In beginsel is, afhankelijk van de verdere uitwerking van het Protocol, een combinatie van actoreniveau's mogelijk. In principe kunnen bedrijven zowel met bedrijven in andere landen als met andere overheden handelen. Op dit moment is alleen bij JI en CDM een verwijzing naar 'private entities'. Voor emissiehandel zal hierover een apart CoP besluit genomen moeten worden.

³⁶ Hierbij kan bijvoorbeeld een vorm gekozen worden waarbij bedrijven kunnen inschrijven op een overheidsaanbesteding van broeikasgasemissiereductie voor x gulden per ton.

zoals verhandelbare emissierechten de eerste jaren niet mogelijk zijn. Het bedrijfsleven zal daarom op vrijwillige basis moeten worden gestimuleerd. Dit kan door fiscale prikkels, verhandelbare reductie-certificaten of via MJA's.

Op de langere termijn kunnen emissiedoelstellingen voor bedrijven wel een optie zijn (dit zou ook een eis kunnen worden in de nadere uitwerking van het Protocol voor bedrijven die internationaal willen gaan handelen). Voor een dergelijk sectoraal of nationaal systeem van verhandelbare rechten zal een aantal zaken moeten worden geregeld zoals de verdeling van de emissierechten, een systeem voor monitoring en verificatie en een centraal kantoor voor registratie³⁷. Het opzetten van een systeem van verhandelbare rechten, het wijzigen en invoeren van de noodzakelijke wetten en de verdeling van de rechten zal een aantal jaren vergen. Een vroegtijdige start lijkt dan ook noodzakelijk. Ter indicatie, de tijd gemoeid met het invoeren van een systeem van verhandelbare verzuringsrechten in Nederland is geschat op 8 jaar³⁸.

Credits die door handel of JI/CDM projecten in het buitenland zijn verkregen kunnen niet alleen waarde hebben voor bedrijven omdat ze als rechten kunnen worden gebruikt om aan een emissieplafond te voldoen, ze kunnen hun waarde ook ontlenen doordat ze recht geven op afdracht van de REB. Een bedrijf dat de REB betaalt zou in plaats daarvan een credit in het buitenland kunnen verwerven en dit vervolgens afdragen. Dit is aantrekkelijk voor bedrijven zolang de kosten van de credits lager zijn dan de REB die betaald moet worden per ton CO₂-equivalent. Om dit mogelijk te maken zal er een bepaling op moeten worden genomen in de REB regeling die dit mogelijk maakt, vergelijkbaar met de huidige regeling voor de REB vrijstelling voor groene stroom. De derde optie, de CO₂-reductiecertificaten, is een variant op de aftrek van de REB. In deze variant kunnen bedrijven hetzij in het buitenland, hetzij in eigen land credits of reductiecertificaten verwerven of creëren die vervolgens verkocht kunnen worden aan de distributiebedrijven die REB-plichtig zijn. Een uitgebreide beschrijving van een dergelijk systeem is opgenomen in *Discussie stuk CO₂-reductiecertificaten*, ECN, 1997.

Een incentive voor bedrijven hoeft niet alleen een financiële prikkel te zijn, bedrijven kunnen ook vrijwillig gaan handelen in emissierechten of investeren in JI/CDM projecten. Dit kan bijvoorbeeld vastgelegd worden in de MJA's. Bedrijven kunnen niet alleen vrijwillig afspraken maken in MJA's, het kan ook aantrekkelijk zijn voor bedrijven om credits te verwerven door handel of JI/CDM ten behoeve van het groene imago dat hiermee verworven kan worden. Deze credits kunnen ook direct worden gekoppeld aan producten welke daardoor 'schone' of 'klimaatgecompenseerde' producten worden, vergelijkbaar met groene stroom. Gegeven dat er een markt bestaat voor dit soort producten kan het aantrekkelijk zijn voor bedrijven om credits aan te schaffen en zich op deze niche-markt te begeven. Een voorbeeld hiervan is het Trees for Travel initiatief, waarbij de CO₂-uitstoot van bijvoorbeeld een vliegticket wordt gecompenseerd door CO₂-vastlegging in bossen. De overheid kan dit soort initiatieven stimuleren, waarbij eventueel ook gebruik kan worden gemaakt van financiële prikkels zoals subsidies of vermindering van de REB.

³⁷ P. Koutstaal: *Verhandelbare CO₂-emissierechten in Nederland en de EG*, DGE Beleidsstudies n^o1, 1992.

³⁸ Versteeg en Vos: *Verhandelbare emissierechten in het Nederlandse verzuringsbeleid*, rapport Lucht & Energie 116, 1995.

11.4 Implementatietempo

11.4.1 Joint Implementation

De nadere uitwerking van artikel 6 (JI) van het Kyoto Protocol zal consequenties hebben voor de rol van JI in het Nederlands beleid (zie hierboven). Alhoewel nog niet duidelijk is wanneer over de details van JI wordt besloten (mogelijk pas op de CoP/MoP-1) is het wel noodzakelijk op (korte) termijn beleidskeuzes ten aanzien van Joint Implementation te maken. Hierbij kunnen een tweetal richtingen uitgediept worden. Op de eerste plaats lijkt het verstandig het JI proefprogramma voor MOE Annex I landen op korte termijn grondig te evalueren (in plaats van te wachten tot het einde van de proeffase)³⁹. Zowel landen als typen projecten kunnen aan de hand van een aantal duidelijke criteria zoals de implementeerbaarheid, controleerbaarheid, reductiekosten (zowel hoogte als berekeningswijze) en potentieel geëvalueerd worden. Op basis van deze evaluatie kan de overheid vervolgens prioriteiten stellen ten aanzien van landen en projecten waarop de focus zal dienen te liggen, en beleidsrichtingen voor de komende periode bepalen. In de geselecteerde landen dienen op korte termijn de ervaringen verder uitgebreid te worden. Zowel het leggen van contacten als het doorlopen van het (institutionele) JI traject is een waardevolle basis voor toekomstige JI projecten. Daarnaast zullen concrete stappen moeten worden ondernomen om projecten op te starten die vanaf 2008 emissiecredits op gaan leveren, bijvoorbeeld door vroegtijdig contracten met gastlanden te sluiten.

Ten tweede zal de overheid de bestaande onzekerheden moeten reduceren door het opstellen van heldere criteria (baselinebepaling, monitoring & verificatietechnieken, creditverdeling, actorenniveau etc.) waar Nederland zich vervolgens internationaal sterk voor kan maken. Vanzelfsprekend zal Nederland in de klimaatonderhandelingen moeten streven naar een snelle besluitvorming over de uitwerking van JI.

11.4.2 Handel in emissierechten

Een verdere uitwerking van artikel 17 over verhandelbare emissierechten staat op het programma van CoP-4 (1998). Wellicht zal er daarom op korte termijn meer duidelijkheid zijn over de mogelijkheden van handel in emissierechten. De uitkomsten van de besprekingen over de details van emissie handel zijn op twee punten met name van belang voor het Nederlandse beleid. Ten eerste is het de vraag of transacties via een beurs moeten lopen of dat ze bilateraal mogen worden afgesloten. Het nadeel van bilaterale transacties is dat een goed werkende markt met één prijs zich moeilijker zal

³⁹ Uit voorlopige ervaringen blijkt dat de Nederlandse overheid met name te kampen heeft met de zogenaamde 'Letter of Intent' die, ten behoeve van de implementatie van het JI project, door de overheden van de gastlanden getekend dient te worden. Deze lokale overheden zijn veelal weinig coöperatief in het tekenen van de verklaring. Zaken als angst voor het nemen van verantwoordelijkheden, bureaucratie en weerstand tegen het instrument zijn mogelijke verklaringen.

Vooralsnog worden de Nederlandse JI projecten, met name gericht op energiebesparing in de gebouwde omgeving en de industrie en brandstofconversieprojecten, in Midden- en Oosteuropa voor 100% gefinancierd uit overheidsgelden. Het vinden van Nederlandse partners voor projecten in Middeneuropa is dan ook geen knelpunt. In Rusland en de Oekraïne vormt het slechte investeringsklimaat wel een belemmerende factor.

kunnen ontwikkelen, zeker als alleen landen mogen handelen. Het gevaar is dan aanwezig dat een aantal landen in onderlinge akkoorden de goedkopere rechten opkopen, zodat voor de andere landen slechts de duurdere rechten overblijven. Het mag worden verwacht dat vooral de grotere landen op deze wijze van strategisch gedrag kunnen profiteren (zie hierboven onder punt 3, de 'umbrella group'). Een internationale beurs voor emissiehandel zal de genoemde nadelen kunnen ondervangen.

Het tweede belangrijke punt is de vraag of ook bedrijven in emissierechten mogen handelen. Als dit mogelijk wordt gemaakt is het zaak dat in het Nederlandse beleid prikkels worden ingebouwd voor bedrijven om actief te worden op de emissierechten markt. Het zou kunnen dat bedrijven alleen mogen handelen over de grens als ze zelf een emissieplafond krijgen opgelegd. In die situatie zal ook voor Nederlandse sectoren emissierechten moeten worden geïntroduceerd, indien Nederlandse bedrijven actief willen worden op de markt⁴⁰. Als bijkomend voordeel kan genoemd worden dat handel door bedrijven veelal kosten-effectiever zal zijn.

11.4.3 Clean Development Mechanism

De genoemde punten in paragraaf 11.4.1 zijn grotendeels eveneens van toepassing op het implementatietempo van het Clean Development Mechanism. Voordat internationale afspraken over CDM rond zijn dient de Nederlandse overheid reeds initiatief te nemen. De voor JI genoemde richtingen, de lering van de ervaringen met het AIJ-programma Actions Implemented Jointly en de noodzaak om bestaande onzekerheden te reduceren, zijn ook voor CDM van belang. Aangezien CDM projecten al vanaf 2000 (via banking) mogen meetellen voor de eerste budgetperiode is het nemen van snelle stappen ten aanzien van het CDM-beleid van groot belang.

11.5 Reductiekosten

11.5.1 Joint Implementation en handel in emissierechten

ECN berekeningen met een model voor handel (zowel via Joint Implementation als verhandelbare emissierechten) in CO₂-emissiereductie voor de Annex I landen geven een evenwichtsprijs van 20 resp. 30 US\$95⁴¹ per ton CO₂ (afhankelijk van het wel dan wel niet veronderstellen van een rendabel reductiepotentieel in MOE Annex I). Dit betreffen nationale kosten. Er is hierbij uitgegaan van een integrale reductiedoelstelling bij Westerse Annex I landen van 8%.

Sinds Kyoto zijn echter niet alleen de reductiedoelstellingen voor de Westerse Annex I landen veranderd ten opzichte van de in de studie gehanteerde reductiepercentages,

⁴⁰ De vraag hierbij is wel hoe emissieplafonds voor specifieke sectoren in verschillende landen worden vastgesteld. Gegeven de uniforme prijs bij handel in emissierechten is de initiële verdeling bepalend voor de positie die bedrijven in zullen nemen op de markt.

⁴¹ Deze 30 US\$95 ligt onder de in de JI studie geraamde 40 US\$95. Dit wordt veroorzaakt door de minder ambitieuze reductiedoelstelling van Westerse Annex I landen en de mogelijkheid van JI aanbod vanuit Westerse landen.

er zijn nog andere factoren die effect hebben op de prijs. Hoewel deze factoren (nog) niet kwantificeerbaar zijn kunnen ze de prijs aanzienlijk beïnvloeden, hetzij positief hetzij negatief. Tabel 11.1 geeft een overzicht van de verschillende factoren. JI en handel zijn beide in de tabel opgenomen. Bij een goed werkende transparante markt binnen het Annex I gebied zal de evenwichtsprijs van beide instrumenten naar een zelfde niveau tenderen.

Tabel 11.1 *Kostenfactoren JI en VER in aanvulling op modelberekening*

	Effect op prijs (JI)	Effect op prijs (VER)
De MOE landen hebben in Kyoto doelstellingen op zich genomen waar in de berekeningen nog geen rekening is gehouden. Hierdoor zal de prijs van credits/rechten stijgen.	+	+
De niet-EU Westerse Annex I landen hebben in Kyoto een minder ambitieuze reductiedoelstelling dan 8% op zich genomen. Dit leidt tot een lagere vraag en daarmee lagere prijs.	-	-
Transactiekosten verhogen de kosten van buitenlandse emissiereductie.	+	+
Credit sharing verhoogt de reductiekosten voor JI projecten omdat slechts een deel van de gecreëerde credits voor de investeerder zijn.	+	
CDM met niet-Annex I landen verlaagt de vraag naar en prijs van JI credits/emissierechten.	-	-
De uitbreiding naar zes gassen en sinks vergemakkelijkt het behalen van de reductiedoelstellingen, waardoor de kosten zullen dalen.	-	-

Gegeven de onzekerheden bij de verschillende factoren is het niet mogelijk om momenteel een betrouwbare schatting te geven van de prijs voor credits/emissierechten binnen het Annex I gebied.

11.5.2 Clean Development Mechanism

Zoals aangegeven is weinig studiemateriaal beschikbaar waarin CDM reductiepotentieel en kosten berekend zijn. Wel kan een vergelijking worden gemaakt tussen JI en CDM. Op basis van deze vergelijking kan worden aangegeven hoe de prijs van CDM zich zal verhouden tot JI (zie tabel 11.2). Uitgangspunt voor dit vergelijk vormt de prijs voor JI zoals vermeldt in paragraaf 11.5.1 (tussen de 20 en 30 US\$95 per ton CO₂-reductie) en de aanvullingen van tabel 11.1.

Tabel 11.2 *Verschillen tussen CDM en JI*

	Effect op prijs
Het CO ₂ -emissieniveau van de niet-Annex I landen ligt in 2010 drie maal boven het niveau van de MOE Annex I landen. Als gevolg van een dergelijk groot potentieel zal de creditprijs vermoedelijk op een lager niveau liggen.	-
Aanvullende doelstellingen CDM projecten (duurzame ontwikkeling en adaptatie maatregelen) hebben een prijsopdrijvend effect.	+
Monitoring en verificatie in de niet-Annex I landen is moeizamer. De lasten van monitoring en verificatie zullen de creditprijs verhogen.	+
Omdat de gecreëerde credits geen waarde hebben voor de niet-Annex I landen (geen reductieverplichting) kan de credit sharing positiever uitvallen dan bij projecten binnen het Annex I gebied, waardoor de prijs daalt.	-

Gegeven de onzekerheden bij de verschillende factoren is het niet mogelijk om momenteel een betrouwbare schatting te geven van de kosten van CDM-projecten. Wel mag worden verwacht dat de prijs voor CDM initieel lager zal komen te liggen dan voor JI. Zijn CDM-credits vrij uitwisselbaar met JI-credits en verhandelbare rechten, dan zal er uiteindelijk één prijs zijn voor de credits/rechten van alle drie de instrumenten.

11.6 Maatschappelijk draagvlak

11.6.1 Joint Implementation

Over het maatschappelijk draagvlak voor JI is weinig bekend.

11.6.2 Handel in emissierechten

De acceptatie van emissiehandel door de overheid lijkt redelijk groot, al zijn er geluiden dat Nederland de uitstoot in eigen land behoort te reduceren. Een belangrijk deel van de milieubeweging staat positief tegenover emissiehandel door overheid en bedrijven, er is echter een deel dat tegen handel in emissierechten is. Het bedrijfsleven staat huiverig tegenover het idee dat bedrijven zelf moeten gaan handelen, enerzijds omdat ze bang zijn beschuldigd te worden 'vuil' te zijn als ze emissierechten kopen, anderzijds omdat ze vinden dat ze met benchmarking reeds voldoende acties ondernemen. Commitment ten aanzien van een emissieplafond lijkt moeilijk haalbaar.

11.6.3 Clean Development Mechanism

Het realiseren van een gedeelte van de nationale reductieverplichting in niet-Annex I landen ligt maatschappelijk gezien gevoeliger dan het realiseren van dergelijke projecten in overige Annex I landen. Het energieverbruik en daarmee het CO₂-emissieniveau in de niet-Annex I landen ligt relatief (per capita) op een aanmerkelijk lager niveau dan in de Annex I landen het geval is. Dit grote verschil tussen beide groepen landen kan tot de opinie leiden dat de Westerse landen via CDM op een goedkope manier van hun eigen verplichtingen afkomen zonder dat een trendbreuk in het eigen consumptie en productiepatroon optreedt. De in het Protocol opgenomen doelstelling dat CDM projecten expliciet dienen bij te dragen aan duurzame ontwikkeling in ontwikkelingslanden en aan adaptatie maatregelen zal het maatschappelijk draagvlak voor dit instrument echter vermoedelijk vergroten.

11.7 Macro-economische effecten

Joint Implementation, handel in emissierechten en het Clean Development Mechanism kunnen de totale kosten van broeikasgasemissiereductie verlagen, hetgeen een positief effect heeft op de economische ontwikkeling.

Investerings in JI/CDM-projecten zijn investeringen in het buitenland. Deze investeringen zijn daarom geen directe stimulans voor de Nederlandse economie. Wel kan een investering in een JI/CDM-project opdrachten opleveren voor het Nederlandse bedrijfsleven, hetgeen een positief effect heeft op de economische ontwikkeling. Het is echter de vraag of de OECD/EU-regelgeving het mogelijk maakt om Nederlandse bedrijven te bevoordelen bij investeringen in buitenlandse emissiereductieprojecten. De inkoop van emissierechten in andere landen impliceert dat bestedingen buiten Nederland plaats vinden en zijn daarom geen directe stimulans voor de Nederlandse economie.

11.8 Overige relevante aspecten: lange termijn perspectief

Wat betreft het lange termijn perspectief kan worden opgemerkt dat de instrumenten Joint Implementation, handel in emissierechten en het Clean Development Mechanisme in de tweede budgetperiode (na 2012) vermoedelijk nog van kracht zullen zijn. Het is zelfs aannemelijk dat deze internationale instrumenten in de tijd een meer volwassen status zullen verkrijgen. Zo mag worden verwacht dat een systeem van verhandelbare rechten steeds meer gassen en sinks zal omvatten (als dit niet reeds vanaf het begin mogelijk is). Ook ligt het voor de hand dat steeds meer partijen op de markt actief zullen kunnen worden (zoals bedrijven). Het is wel de vraag of JI en emissiehandel naast elkaar zullen blijven bestaan voor landen met een emissieplafond (Annex I) zoals tijdens de eerste budgetperiode het geval zal zijn.

De ruimte voor JI en CDM wordt vermoedelijk kleiner aangezien gaandeweg meer reductieprojecten in de gastlanden zullen worden gerealiseerd en deze landen zich aan (scherpere) reductieverplichtingen zullen committeren waardoor de ruimte voor bui-

tenlandse partijen eveneens afneemt. Gegeven verdergaande reductiedoelstellingen in de tweede budgetperiode is de behoefte aan flexibele instrumenten groter om een efficiënte emissiereductie te realiseren. De ontwikkelingen van de prijs van credits in de tweede budgetperiode zijn moeilijk te voorspellen.

11.9 Gevoeligheid van de uitkomsten ten aanzien van toekomstige ontwikkelingen

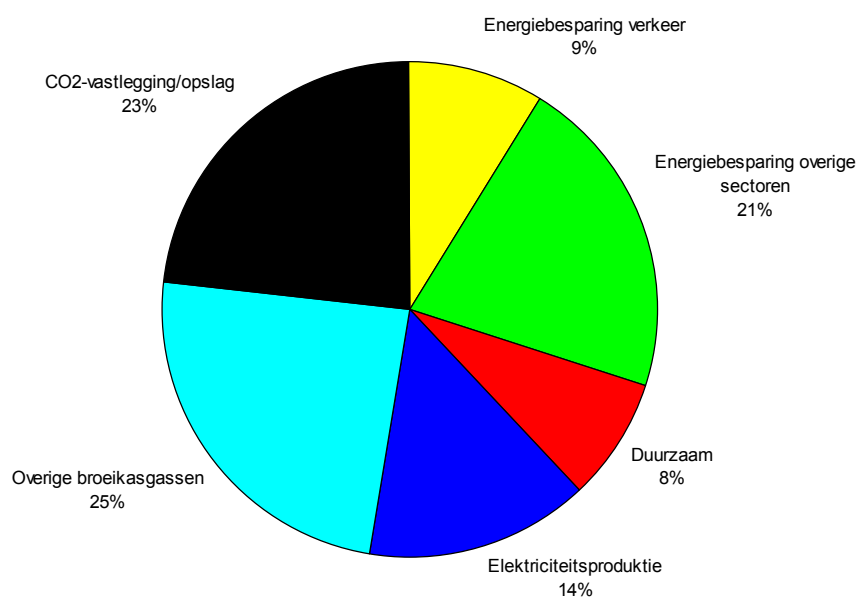
Herhaalde malen is reeds gewezen op de grote onzekerheden die rond de emissiereductie-opties in het buitenland bestaan. Zowel het potentieel (Mton reductie) als de kosten waartegen deze buitenlandse reducties behaald kunnen worden zal geruime tijd onzeker blijven. Tijdens CoP-4 (eind 1998) en CoP/MoP-1 kunnen institutionele zaken geregeld worden. De praktijk zal vervolgens over de resterende onzekerheden duidelijkheid moeten verschaffen.

12. DWARSDOORSNEDES

In dit hoofdstuk worden de gegevens, zoals die beschreven zijn in de vorige hoofdstukken gepresenteerd in zogenaamde dwarsdoorsnedes. Op deze manier kan voor verschillende aspecten relatief snel een totaaloverzicht worden verkregen. Het gaat hier in eerste instantie om de meer kwantitatieve aspecten, zoals de totaal mogelijke reductie, de verdeling van deze reductie over de reductievelden, de totale kosten (al dan niet opgesplitst per reductieveld). Deze dwarsdoorsnedes worden voornamelijk grafisch gepresenteerd. In hoofdstuk 13 is een tabel opgenomen waaruit de gehanteerde cijfers kunnen worden gedestilleerd.

12.1 Totaaloverzicht reductiepotentieel en kosten

Met de beschreven opties kan ten opzichte van het GC-scenario in 2010 een totale CO₂-reductie bereikt worden van bijna 73 Mton. Onderstaande figuur geeft aan hoe de verdeling van deze reductie is over de onderscheiden reductievelden (rekening houdend met overlap).

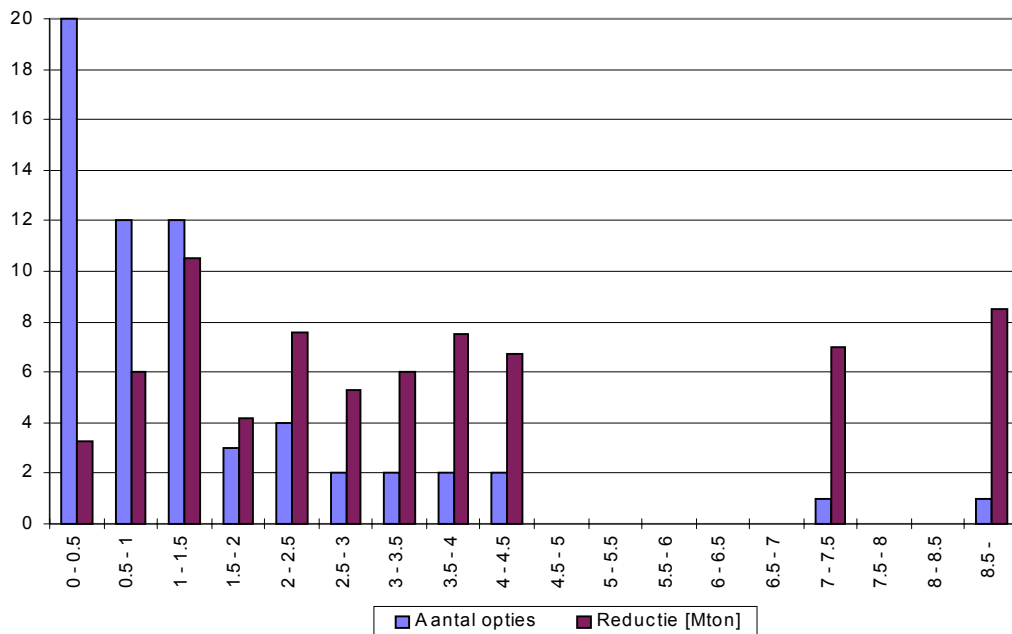


Figuur 12.1 *Verdeling totale reductiepotentieel over de reductievelden in 2010*

Het grootste potentieel ligt in de reductievelden overige broeikasgassen en CO₂-vastlegging/opslag. Tezamen voorzien deze velden in de helft van het potentieel. Energiebesparing in de overige sectoren en emissiereductie bij de elektriciteitsproductie zijn qua potentieel nummer 3 en 4 en voorzien samen in circa 1/3 van het to-

tale potentieel. De reductievelden verkeer en duurzame energie zijn de kleinste met 9% en 8%, tezamen ongeveer 1/6 van het reductiepotentieel.

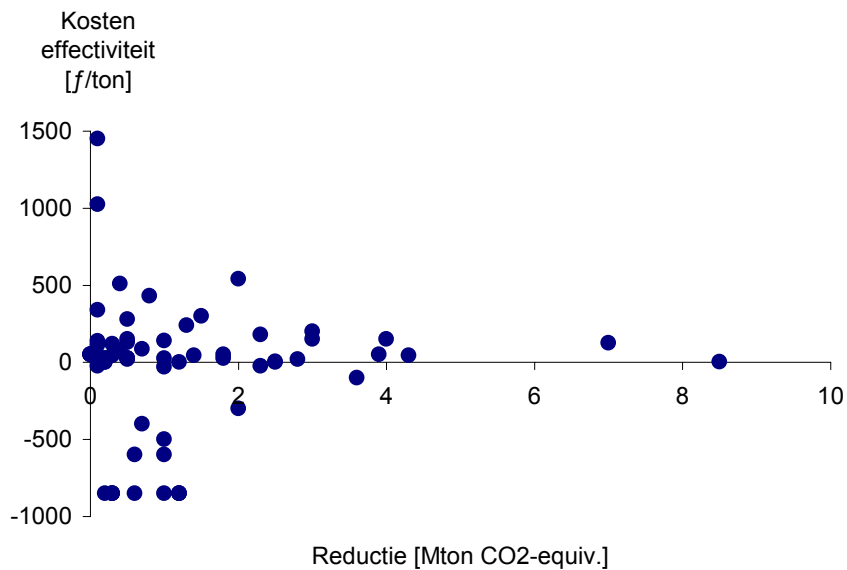
Het potentieel van bijna 73 Mton bestaat uit in totaal 61 opties. Dit betekent een gemiddelde reductie per optie van 1,2 Mton. De omvang van de opties varieert echter sterk. Figuur 12.2 toont de verdeling van opties over verschillende potentieelklassen.



Figuur 12.2 Aantal opties per potentieelklasse en bijbehorende emissiereductie

De figuur geeft aan dat bijna een derde van de opties een potentieel heeft van minder dan 0,5 Mton. De totale CO₂-reductie die hiermee bereikt wordt bedraagt ruim 3 Mton. De twee opties met de grootste potentiëlen zijn de reductie van N₂O-emissie in de salpeterzuurindustrie en CO₂-afvang en opslag bij elektriciteitscentrales, die een emissiereductie opleveren van 8,5 respectievelijk 7 Mton. Overigens dient hierbij bedacht te worden, dat één optie kan bestaan uit enkele projecten door een beperkt aantal actoren (zoals bijv. bij CO₂-opslag bij de industrie en elektriciteitscentrales), maar ook uit groot aantal kleine maatregelen door zeer veel actoren (zoals bijv. energiebesparing door huishoudens).

Omdat zowel de kosten als het potentieel belangrijk zijn bij het in kaart brengen van de verschillende opties is in Figuur 12.3 een zogenaamd potentieel/ kosteneffectiviteitsdiagram opgenomen. De figuur geeft een globale indruk van de aantrekkelijkheid van opties vanuit dit perspectief (het meest aantrekkelijk zijn opties met een groot potentieel tegen lage kosten).



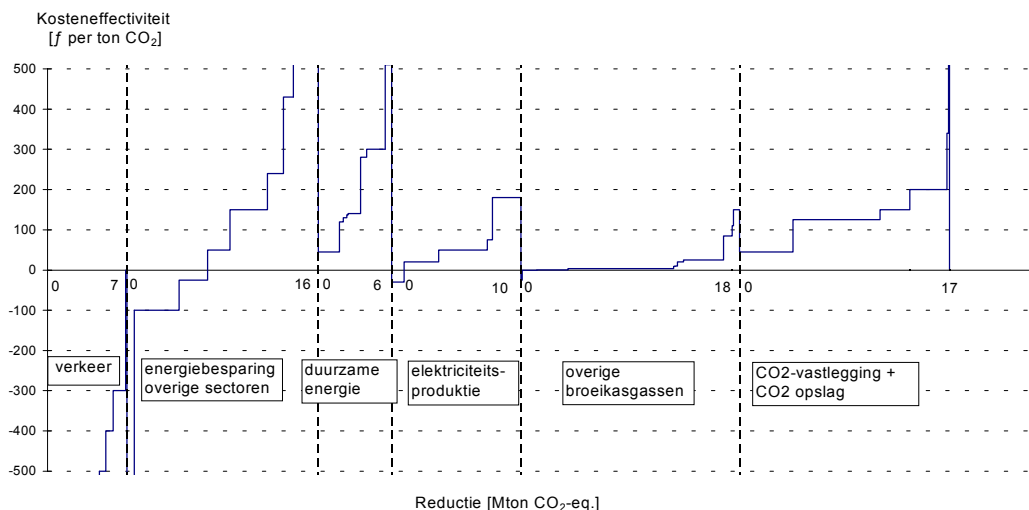
Figuur 12.3 *Potentieel/kosteneffectiviteits-diagram (eindverbruikersbenadering)*

Figuur 12.3 maakt duidelijk, dat het grootste deel van de opties qua potentieel en kosteneffectiviteit in dezelfde range zit. Een aantal uitschieters wordt duidelijk. Op kosteneffectiviteitsgebied zijn dat enerzijds de opties bij verkeer (lage kosten) en anderzijds de bosaanplant in Nederland en zon-PV (hoge kosten). Gelet op de combinatie van kosten en potentieel lijkt de reductie van de N_2O -emissie in de salpeterzuurindustrie (8,5 Mton, kosteneffectiviteit licht positief) zeer aantrekkelijk.

De netto kosten van alle opties tezamen (d.w.z. de kosten van opties met kosten groter dan 0) bedragen ruim 6 miljard per jaar, hetgeen neerkomt op gemiddelde kosteneffectiviteit van 85 f/ton. De kosteneffectiviteit per optie vertoont echter grote variaties, van -850 tot +1450 f/ton CO_2 , zoals ook blijkt uit Figuur 12.4. Ter illustratie wordt in onderstaande paragrafen nader ingegaan op de verschillende reductievelen.

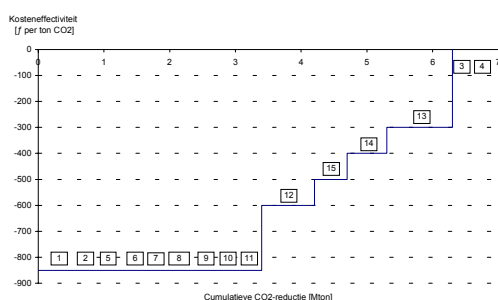
12.2 Overzicht per reductievel

In paragraaf 12.1 is een totaaloverzicht van het potentieel gegeven. In Figuur 12.4 is een combinatie gemaakt van de potentiëlen per reductievel, gecombineerd met de bijbehorende kosteneffectiviteit voor de eindverbruikers. De opties zijn hierbij per reductievel gerangschikt op kosteneffectiviteit.



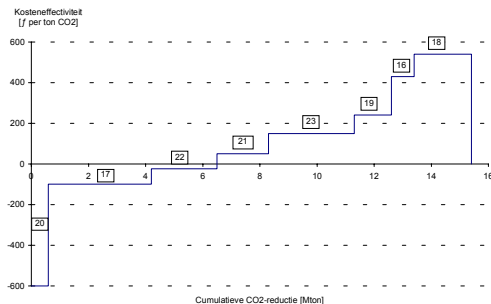
Figuur 12.4 Kosteneffectiviteit per reductieveld, eindverbruikersbenadering

Bovenstaande figuur vormt een nadere illustratie van het totaal overzicht, zoals dat is gepresenteerd in Figuur 12.3. Per reductieveld kan globaal worden afgelezen wat de omvang van het potentieel is en de spreiding in de kosteneffectiviteit. Ter verduidelijking geven onderstaande figuren een overzicht per reductieveld, analoog aan Figuur 12.4. Voor de duidelijkheid van de figuren zijn de gehanteerde schalen op de x-as en de y-as zoveel mogelijk afgestemd op het reductieveld. Dit betekent echter dat de vorm van de grafieken in de verschillende deelfiguren niet zonder meer met elkaar vergelijkbaar is. De aangegeven cijfers in de figuren corresponderen met de maatregelen uit de lijst in hoofdstuk 13, waarin de opties zijn gerangschikt naar reductieveld.



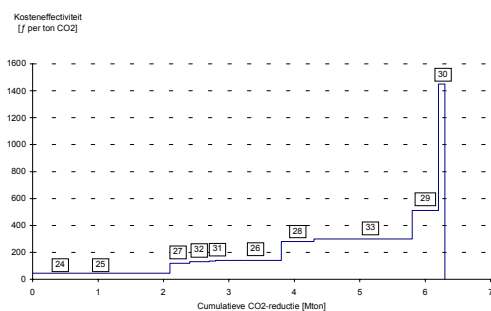
Figuur 12.5a CO₂-reductie transport

Alle opties bij het reductieveld energiebesparing verkeer kennen bij de gehanteerde kostenmethodiek negatieve kosten. Het gaat hier bijvoorbeeld om langzamer/minder rijden en het aanschaffen van zuiniger auto's. Deze opties lijden doorgaans niet tot meer investeringen, terwijl er wel uitgespaarde energie tegenover staat. De kosten van de maatregelen variëren tussen de -850 en 0 f/per ton. In deze kosten is niet de lastenverhoging als gevolg van de accijnsverhoging opgenomen.



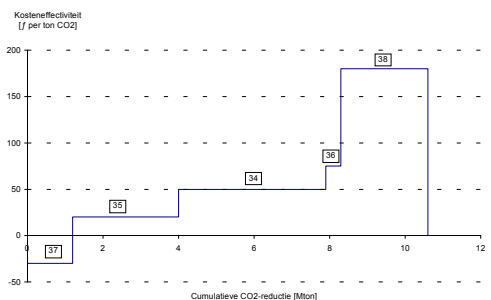
Figuur 12.5b *Energiebesparing overige eindverbruikssectoren*

De kosten van CO₂-reductie door energiebesparing in de overige sectoren vertonen een grote spreiding, van -600 tot bijna + 400 f/ton. Hierbij dient vermeld te worden dat deze uitkomsten zeer gevoelig zijn voor de gehanteerde uitgangspunten voor wat betreft investeringen, discontovoet en energieprijis. Het totale potentieel bedraagt bijna 14 Mton, de gemiddelde kosten circa 70 f/ton.



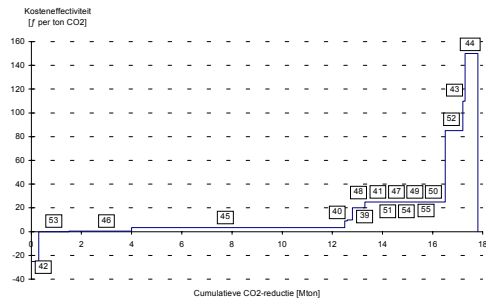
Figuur 12.5c *Duurzame energie*

Alle opties voor duurzame energie en daaruit resulterende CO₂-reductie kennen positieve kosten, variërend van 50 tot 1400 f/ton. Deze kosten zijn berekend exclusief de stimuleringsregelingen als de vrijstelling voor de REB en fiscale regelingen als EIA en VAMIL. De gemiddelde kosten bedragen circa 200 f/ton.



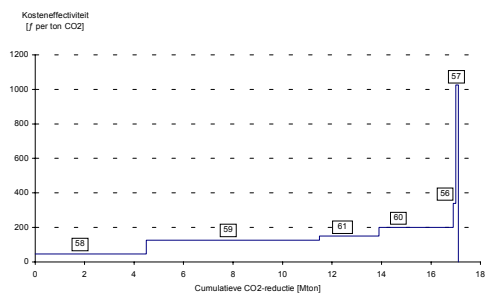
Figuur 12.5d *Elektriciteitsproductie*

Onder de opties binnen de elektriciteitsproductiesector vallen niet de apart onderscheiden velden als duurzame energie en CO₂-opslag. Er is één optie met negatieve kosten, te weten het langer openhouden van de kerncentrale in Borssele. Het totale potentieel bedraagt ruim 10 Mton, de kosten variëren tussen de -30 en + 180 f/ton met gemiddelde kosten van circa 65 f/ton CO₂.



Figuur 12.5e Overige broeikasgassen

De kosten van de opties voor reductie van overige broeikasgassen variëren tussen de -20 en +140 f/ton. Op de energiewinning uit methaan na kennen alle maatregelen positieve kosten. Het zijn namelijk vaak maatregelen waar geen opbrengsten (zoals uitgespaarde energie) tegenover staan. Vergeleken met de andere reductievelden zijn de kosten echter lager, gemiddeld 15 f/ton. Het totale potentieel bedraagt een kleine 18 Mton.



Figuur 12.5f CO₂-vastlegging/opslag

Het potentieel voor CO₂-vastlegging/opslag is vergelijkbaar met dat van de overige broeikasgassen. Ook hier betreft het opties met positieve kosten, doordat bij de meeste van deze maatregelen doorgaans weinig/geen opbrengsten staan tegenover de kosten. De kosten liggen tussen de 50 en 1000 f/ton en bedragen gemiddeld zo'n 130 f/ton.

12.3 Gevoeligheid voor REB

Voor een aantal opties is de hoogte van de Regulerende Energiebelasting van belang voor de kosten, zoals de eindverbruiker die ervaart. In onderstaande tabel is aangegeven hoe de kosteneffectiviteit van de verschillende opties varieert bij verschillende heffingshoogtes. De variant met 2,5×REB komt overeen met een verdubbeling van de opbrengst van de energiebelasting, zoals die is opgenomen in het belastingplan van de 21^e eeuw en in het regeerakkoord (3,4 miljard). De variant met 3×REB en 3×BSB dient ter illustratie. Dit representeert een variant waarin in 2002 zou worden besloten de opbrengst van de energiebelasting nogmaals te verhogen.

Optie	Potentieel ⁴² Mton	Kosten eindverbruikers [f/ton]			
		geen REB	1×REB	2,5×REB	3×REB/BSB
Huishoudens: nieuwbouw	0,8	560	510	430	400
Huishoudens: bestaande bouw	3,6	50	-10	-100	-140
Utiliteitsbouw: nieuwbouw	2,0	630	590	540	520
Utiliteitsbouw: bestaande bouw	1,3	340	300	240	220
Huish. + U-bouw: elektrische apparaten	0,6	-450	-550	-650	-750
Binnenlandse biomassa: elektriciteit/warmte	0,3	45	10	-45	-60
Import houtskool: elektriciteit/warmte	1,4	45	10	-45	-60
Import biomassa: elektriciteit/warmte	1	140	100	50	20
Biomassa: gas	0,3	180	120	30	0
Windenergie: on shore	0,5	280	200	80	40
Windenergie: off shore	0,4	510	430	310	270
Zon: PV	0,1	1.450	1.370	1.250	1.150
Zon: thermisch	0,1	250	200	140	120
Warmtepomp	0,5	166	150	125	120
Extra warmte-aftap bestaande centrales	0,4	120	100	75	65
Agrarische sector	1,8	110	90	50	30
Industrie	2,2	-25	-25	-25	-25
Omschakeling van kolencentrales op aardgas	3,9	50	50	50	0
Geen levensduurverlenging kolencentrales	2,8	20	20	20	0

Voor alle opties geldt, dat ze aantrekkelijker worden bij een verhoging van de REB. De mate waarin verschilt echter. Dit hangt ondermeer af van het gedeelte van de vraag, waarop de REB van toepassing is en of het besparing op gas dan wel elektriciteit betreft.

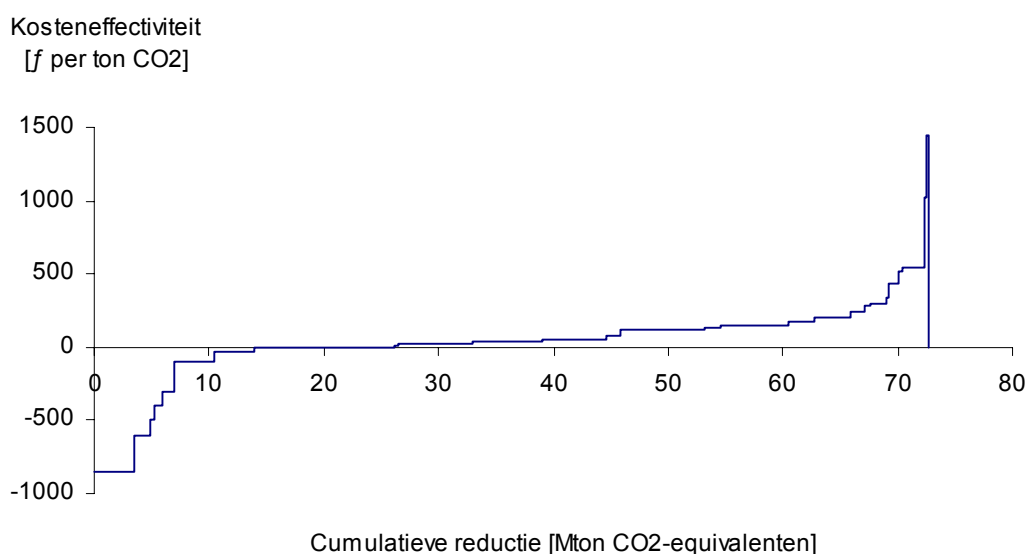
⁴² Dit betreft het potentieel, zoals berekend in het optiedocument. Bij een andere waarde voor de REB kan voor enkele opties het potentieel veranderen.

13. PAKKETSAMENSTELLING

Uit de hiervoor beschreven opties kunnen op diverse manieren pakketten worden samengesteld om verschillende reductiepercentages van broeikasgasemissies te bereiken. Dit hoofdstuk geeft allereerst een beschrijving van de pakketsamenstelling, wanneer ranking plaats vindt op basis van de kosteneffectiviteit. Er is hierbij gekozen voor de kosteneffectiviteit op basis van de eindverbruikerskosten, omdat dit de beste indicatie geeft van de kosten/opbrengsten voor degene die de maatregel dient uit te voeren. Daarnaast geeft paragraaf 13.3 een analyse van de invloed van andere criteria op de pakketsamenstelling.

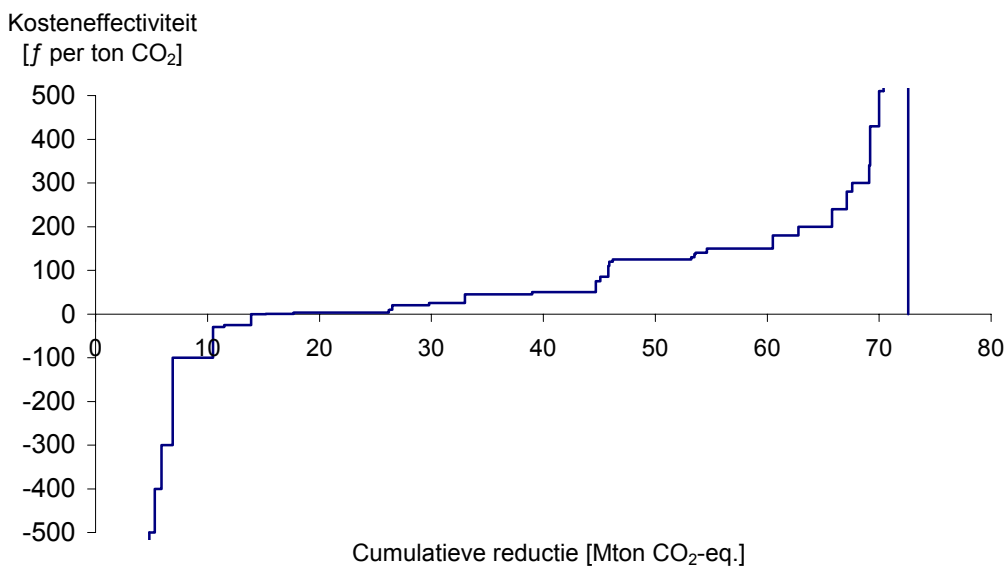
13.1 Kostencurves

Onderstaande figuur toont de kostencurve, waarbij de binnenlandse opties gerangschikt zijn naar kosteneffectiviteit volgens de eindverbruikersbenadering. Hierbij is gecorrigeerd voor de belangrijkste overlap tussen de verschillende opties.



Figuur 13.1 *Kostencurve binnenlandse CO₂-reductie in 2010 (eindverbruikers benadering)*

De figuur geeft aan dat tegen een kosteneffectiviteit van kleiner dan of gelijk aan 0 f/ton circa 15 Mton haalbaar is. De totale reductie bedraagt, zoals in hoofdstuk 12 al bepaald, een kleine 73 Mton. De kosteneffectiviteit varieert tussen de -850 f/ton en +1450 f/ton. Door de grote uitschieters, zowel aan de onderkant als aan de bovenkant van de figuur, is het kostenniveau in het gebied van 25 tot 60 Mton moeilijk te onderscheiden. Daartoe is in Figuur 13.2 dezelfde figuur opgenomen, alleen zijn nu de waarden onder de -f 500 en boven de +f 500 weggelaten.

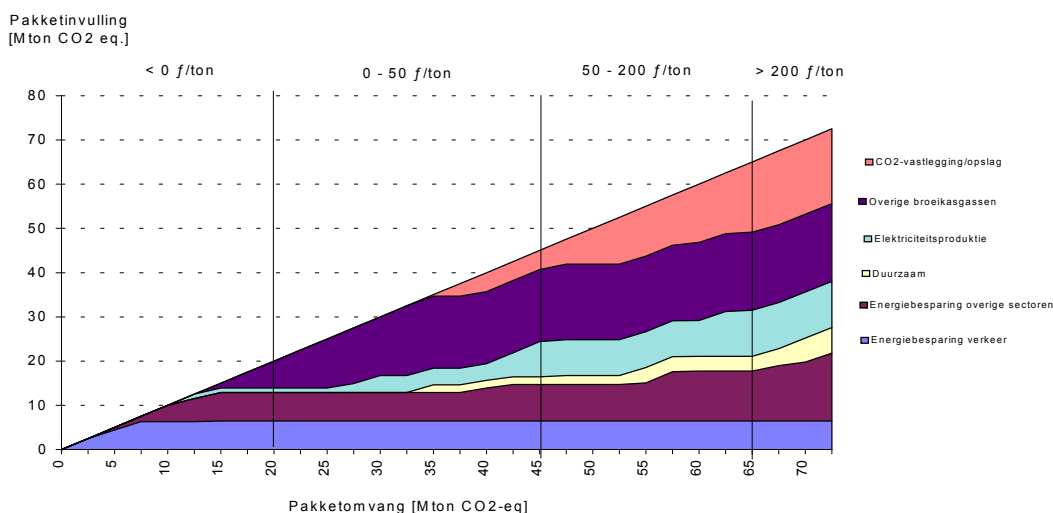


Figuur 13.2 *Kostencurve binnenlandse CO₂-reductie, y-as afgekapt bij +/- 500 f/ton*

Uit de figuur kan worden afgeleid hoe hoog de marginale kosten zijn van extra CO₂-reductie bij een gegeven reductieniveau. Bij 15 Mton liggen de kosten nog rond de 0, bij 30 Mton op circa 25 f/ton en bij 45 Mton op circa 100 f/ton CO₂-equivalent.

13.2 Pakketsamenstelling

Om een beeld te geven van de plaats van de verschillende reductievelden op de kostencurve, is in onderstaande figuur weergegeven welk aandeel de reductievelden leveren bij verschillende omvang van reductiepakketten. Hierbij is uitgegaan van pakquetsamenstelling volledig op basis van de kosteneffectiviteit volgens de eindverbruikersbenadering.



Figuur 13.3 *Pakketinvulling binnenlandse reductie bij variërende pakketomvang op basis van kosteneffectiviteit eindverbruikers [Mton CO₂-eq.]*

CO₂-reductie door energiebesparing in de transportsector is het meest kosteneffectief en daarom het eerste reductieveld dat een bijdrage levert in bovenstaande grafiek. Tot aan het pakket van 15 Mton leveren ook energiebesparing in de overige sectoren en de elektriciteitsproductie een bijdrage. Daarna vertonen de overige broeikasgassen een sterke groei, later gevolgd door CO₂-vastlegging/opslag en duurzame energie. De totale verdeling bij het pakket van bijna 73 Mton komt overeen met de Figuur 12.1. Tabel 13.1 toont de opties, waarbij gerankt is op basis van kosteneffectiviteit. Tevens zijn in de tabel de cumulatieve kosten en investeringen aangegeven. Bij optelling van opties dient rekening te worden gehouden met eventuele overlap, in het geval de opties op het zelfde verbruik betrekking hebben. Deze overlap, die vooral optreedt bij de transportsector en de HFK's, is zoveel mogelijk per optie verwerkt. Dit betekent, dat bij opties die overlap vertonen met eerder genoemde opties binnen die reductievelden niet het volledige potentieel van de afzonderlijke optie bij het totaal wordt opgeteld. In de tabel is d.m.v. arcering aangegeven waar de grenzen liggen van pakketten van respectievelijk 15, 25, 35 en 45 Mton.

Tabel 13.1 *Opties gerangschikt naar kosteneffectiviteit eindverbruikers*

Optie	Potentieel			Kosten			Investerings	
		eindverbruiker		nationaal		tot en met 2010		
	[Mton]	cumulatief [Mton]	[f/ton]	cumulatief [mln f/jaar]	[f/ton]	cumulatief [mln f/jaar]	[mln f]	cumulatief [mln f]
Minder kilometers: Accijnsverhoging 1999 ⁴³	1,2	1,2	-850	0	-300	0	0	0
Minder kilometers: Accijnsverhoging 2003	1,2	1,2	-850	0	-300	0	0	0
Minder kilometers:Fiscale maatregelen	0,3	1,3	-850	0	-250	0	0	0
Zuiniger auto's: Accijnsverhoging 1999	1,2	2,5	-850	0	-300	0	0	0
Zuiniger auto's: Accijnsverhoging 2003	0,6	2,5	-850	0	-300	0	0	0
Zuiniger auto's: Energie-etikettering	0,2	2,6	-850	0	-300	0	0	0
Zuiniger auto's: Differentiatie BPM	1,0	3,1	-850	0	-300	0	0	0
Zuiniger auto's: Grondslag MRB brandstofverbruik	0,3	3,2	-850	0	-300	0	0	0
Zuinigers auto's:Verhogen banden-spanning	0,3	3,4	-850	0	-300	0	0	0
Lagere snelheden: versterkte handhaving	1,0	4,2	-600	0	-150	0	0	0
Huish. + U-bouw: elektrische apparaten	0,6	4,8	-600	0	-120	0	300	300
Econometer, boordcomputer en cruisecontrol	1,0	5,3	-500	0	-100	0	0	300
Snelheidsbegrenzers vrachtvoertuigen 80 km/u	0,7	5,9	-400	0	-200	0	0	300
Lagere snelheden:100 km/u plus versterkte handhaving	2,0	6,9	-300	0	200	400	0	300
Huishoudens: bestaande bouw	3,6	10,5	-100	0	185	1.066	13.000	13.300
Kernenergie, bestaand	1,0	11,5	-30	0	-30	1.066	0	13.300
Industrie	2,3	13,8	-25	0	-53	1.066	900	14.200
Methaan/landbouw/mestvergisting/energiewinning	0,1	13,9	-25	0	0	1.066	30	14.230
Minder kilometers: Rekening rijden	0,2	14,0	0	0	0	1.066	0	14.230
Minder Kilometers: beperking korte autoritten	0,2	14,0	0	0	0	1.066	0	14.230
PFK's-aluminiumproductie	1,2	15,2	0	0	0	1.066	0	14.230
HFK's-installeren naverbrander	2,5	17,7	0,5	1	0,3	1.067	17	14.247
N ₂ O/salpeterzuurproductie	8,5	26,2	3,5	31	2,5	1.088	126	14.373
Methaan/afval/percolatie	0,1	26,3	9	32	5	1.089	5	14.378
Methaan/afval/verbeteren oxidatie	0,2	26,5	10	34	6	1.090	25	14.403
Vervroegd buiten bedrijf stellen	2,8	29,3	20	90	35	1.188	0	14.403
HFK's-toepassen alternatieven, koelmiddelen	0,5	29,8	20	100	10	1.193	200	14.603
Tabel 13.1 <i>vervolg</i>	[Mton]	[Mton]	[f/ton]	[mln f/jaar]	[f/ton]	[mln f/jaar]	[mln f]	[mln f]

⁴³ Dit instrument leidt tot een lastenverhoging van de doelgroep van circa f 5 miljard.

Methaan/olie en gaswinning	0,2	30,0	25	105	15	1.196	35	14.638
HFK's-toepassen alternatieven, harde schuimen	1,8	30,9	25	127	25	1.241	290	14.928
HFK's-toepassen alternatieven, aerosolen	1,0	31,3	25	137	25	1.266	200	15.128
HFK's-hergebruik koelmiddelen	0,2	31,5	25	142	25	1.271	0	15.128
HFK's-verminderen emissies productie gesloten schuimen	0,5	32,0	25	155	25	1.283	75	15.203
SF ₆ -chipsindustrie	0,5	32,5	25	167	25	1.296	75	15.278
SF ₆ -vermogensschakelaars	0,5	33,0	25	180	25	1.308	80	15.358
Binnenlandse biomassa: elektriciteit/warmte	0,3	33,3	45	193	45	1.322	0	15.358
Houtskool: elektriciteit/warmte	1,4	34,7	45	256	45	1.385	0	15.358
CO ₂ -opslag industrie	4,3	39,0	45	450	30	1.514	500	15.858
Agrarische sector	1,8	40,8	50	540	250	1.964	-1.200	15.858
Omschakeling kolen op aardgas	3,9	44,7	50	735	60	2.198	0	15.858
Extra warmte-aftap bestaande centrales	0,4	45,1	75	765	75	2.228	1.000	16.858
HFK's-verminderen lekkages	0,7	45,8	85	824	50	2.263	340	17.198
Methaan/landbouw/mestvergisting/affakkellen	0,1	45,9	110	835	80	2.271	40	17.238
Biomassa: gas	0,3	46,2	120	871	180	2.325	0	17.238
CO ₂ -opslag elektriciteitscentrales, nieuwe STEG	7,0	53,2	125	1.746	85	2.920	3.500	20.738
Warmtepomp	0,5	53,5	130	1.785	110	2.975	0	20.738
Zon: thermisch	0,1	53,6	137	1.799	340	3.009	900	21.638
Import biomassa: elektriciteit/warmte	1,0	54,6	140	1.939	90	3.099	800	22.438
Industrie,certificaten	3,0	57,6	150	2.389	100	3.399	1.000	23.438
N ₂ O/Verkeer	0,5	58,1	150	2.464	75	3.436	600	24.038
CO ₂ -opslag elektriciteitscentrales, poederkool	4,0	60,5	150	2.824	100	3.836	2.500	26.538
Kernenergie nieuw	2,3	62,8	180	3.238	70	3.997	5.000	31.538
CO ₂ -opslag elektriciteitscentrales, best. STEG	3,0	65,8	200	3.838	140	4.417	1.800	33.338
Utiliteitsbouw; bestaande bouw	1,3	67,1	240	4.150	170	4.638	5.500	38.838
Windenergie; on shore	0,5	67,6	280	4.290	80	4.678	1.900	40.738
Biobrandstoffen verkeer	1,5	69,1	300	4.740	300	5.128	0	40.738
CO ₂ -vastlegging Ned. Bossen/landbouwgronden	0,1	69,2	340	4.774	525	5.181	0	40.738
Huishoudens nieuwbouw	0,8	70,0	430	5.118	400	5.501	6.000	46.738
Windenergie; off shore	0,4	70,4	510	5.322	200	5.581	2.850	49.588
Utiliteitsbouw; nieuwbouw	2,0	72,4	540	6.402	320	6.221	10.000	59.588
CO ₂ -vastlegging Ned. Bossen/EHS	0,1	72,5	1.025	6.505	425	6.263	500	60.088
Zon PV	0,1	72,6	1.450	6.650	550	6.318	1.600	61.688

De omvang van de benodigde *binnenlandse* CO₂-reductie ligt nog niet vast. Deze wordt bepaald door het gedeelte van de doelstelling dat met flexibele instrumenten wordt ingevuld. Zoals aangegeven in hoofdstuk 2 bedraagt de totaal benodigde extra emissiereductie voor Nederland bij een emissiereductie van 6% 50 Mton in het GC-scenario. Om het relevante speelveld in kaart te brengen is in Tabel 13.2 voor 4 binnenlandse reductieniveaus (15, 25, 35 en 45 Mton) aangegeven, welke kosten dit met zich mee zou brengen bij invulling op basis van kosteneffectiviteit. Er wordt van uitgegaan, dat het verschil tussen de genoemde binnenlandse reductieniveaus en de doelstelling wordt overbrugd door de flexibele instrumenten. Tabel 13.2 is gebaseerd op tabel 13.1 met een overzicht van alle opties in volgorde van kosteneffectiviteit.

Tabel 13.2 *Overzicht van pakketkosten bij beleidsopgave 50 Mton*

Binnenlandse reductie [Mton]	Cumulatieve Investeringsen [mld f]	Kosten (eind- Marginale kosten verbr) uitbreiding pakket [mln f/jaar] [f/ton]	Buitenlandse reductie ⁴⁴ [Mton]	Kosten flex. Instr. ⁴⁵ [mln f/jaar]
15	14,2	0	35	1.400
25	14,4	27	25	1.000
35	15,4	270	15	600
45	16,6	760	5	200

Ook uit Tabel 13.2 blijkt dat de eerste 15 Mton volledig kan worden ingevuld met opties die een kosteneffectiviteit hebben kleiner dan of gelijk aan 0. De volgende 10 Mton kan bereikt worden tegen relatief lage kosten (gemiddeld 3 f/ton), dit betreft vooral enkele opties bij de overige broeikasgassen. De gemiddelde kosten van de volgende 10 Mton stijgen al tot 24 f/ton, terwijl uitbreiding van het pakket van 35 tot 45 Mton gemiddeld 49 f/ton kost. De kosten nemen bij een hogere binnenlandse reductie dus meer dan evenredig toe. Dit kan leiden tot relatief grote kostenstijgingen wanneer een bepaald potentieel aan het begin van de curve niet wordt gerealiseerd en opties aan het eind van de curve dienen te worden gerealiseerd. Ter illustratie: als in het pakket van 45 Mton 5 Mton van de opties met kosten kleiner dan 0 niet wordt gerealiseerd en wordt gecompenseerd met aanvullende binnenlandse maatregelen, dan nemen de kosten met bijna 600 miljoen per jaar toe. Dit betekent ten opzichte van de in de tabel genoemde 760 miljoen een stijging van 80%.

13.3 Gevoeligheden bij de kosteneffectiviteitsberekening van opties

Bij de beoordeling van de verschillende opties dient met verschillende overwegingen rekening te worden gehouden. De hier gepresenteerde uitkomsten voor wat betreft de kosten zijn niet de enige maatstaf voor de door de doelgroepen ervaren voor/nadelen van de genoemde optie. Voor bijna alle opties waarvoor de kosteneffectiviteit negatief is, geldt dat er juist andere redenen zijn waardoor zij niet worden toegepast in het referentiescenario (bijv. verhoging van lasten bij verhoging heffing/accijns, comfortver-

⁴⁴ Uitgaande van een totale doelstelling van 50 Mton CO₂-reductie ten opzichte van GC.

⁴⁵ Bij een veronderstelde gemiddelde prijs van f 40 per ton (ECN-C--97-078). Hierbij is tevens verondersteld, dat de kosteneffectiviteit onafhankelijk is van het potentieel dat door Nederland wordt benut.

lies, maatschappelijk draagvlak, etc). Een tweede belangrijk aspect is dat op basis van deze kosteneffectiviteiten geen absolute uitspraken kunnen worden gedaan over verschillende opties. De potentiële en kosten zijn berekend tegen de achtergrond van het GC-scenario. Daarmee hangen deze potentiële en kosten van extra CO₂-reductie mede af van het feit, hoeveel van de betreffende optie al in het referentiescenario is gerealiseerd.

Ten aanzien van de kosten dient met enkele belangrijke aspecten rekening te worden gehouden. Ten eerste is bij de kostenberekening een begrensde kostenbegrip gehanteerd. Alleen de financiële kosten zijn meegenomen, kosten van verlies aan comfort, privé tijdverlies, etc zijn niet in kosten uitgedrukt. Verder zijn bovenstaande kosten berekend bij de energieprijzen van het GC-scenario. Van de beschreven opties is een gedeelte onafhankelijk van de energieprijzen (zoals de overige broeikasgassen en CO₂-vastlegging in bossen), van een gedeelte nemen de kosten toe bij stijgende prijzen (bijvoorbeeld CO₂-afvang en opslag) en van een ander gedeelte nemen de kosten juist af (bijvoorbeeld energiebesparing en duurzame energie). Tevens kunnen de absolute bedragen van de kosteneffectiviteiten voor enkele opties sterk variëren. Dit geldt voornamelijk voor opties waar de opbrengsten en de kosten van dezelfde orde van grootte zijn. Een kleine mutatie in één van beide componenten kan dan grote verschillen opleveren. Bijvoorbeeld voor besparing in de utiliteitsbouw geldt, dat de kosteneffectiviteit ruim 200 f/ton zou verbeteren, als voor de disconteringsvoet 8% in plaats van 15% zou worden gehanteerd. De kosteneffectiviteit en de daaruit voortvloeiende ranking dient dus met voorzichtigheid te worden gehanteerd.

Ten aanzien van de investeringen in de technologie kan worden opgemerkt, dat de kosten van sommige technologieën relatief vast liggen, terwijl voor andere opties geldt, dat bij daadwerkelijke implementatie substantiële kostendalingen verwacht mogen worden. Bij de optiebeschrijvingen is aangesloten bij de technologie-ontwikkeling zoals die is voorzien in het GC-scenario en is geen extra ontwikkeling verondersteld als gevolg van het toepassen van bepaalde opties.

13.4 De invloed van andere criteria op de pakketsamenstelling

In het voorgaande paragrafen is een aantal optiepakketten (binnenlandse reductie van 15, 25, 35 en 45 Mton) samengesteld, waarbij de ranking plaats vond op basis van de *kosteneffectiviteit voor de eindverbruikers*. Deze paragraaf schetst een aantal varianten op deze pakketten wanneer, naast de kosteneffectiviteit voor de eindverbruikers, rekening gehouden wordt met andere aspecten. Doel van deze exercitie is om enig inzicht te krijgen in de invloed van deze andere aspecten op; 1) de ranking van de opties en 2) de hoogte van de totale kosten van een optiepakket.⁴⁶

⁴⁶ Voor een uitgebreide verantwoording van de methodiek en de resultaten wordt verwezen naar Harmelink en Beeldman, 1998.

Onderzoeksopzet

Uitgangspunt bij deze exercitie vormt de informatie die voor de verschillende opties ten bate van het optiedocument is verzameld. Uitgangspunt bij de verdere operationalisatie was dat op basis van de informatie in het optiedocument de opties objectief gescoord moesten kunnen worden (dus geen expert judgement).

De opties zijn gescoord op drie criteria:

1. *'Milieubreed'*: De mogelijke bijdrage van een optie aan het halen van milieudoelstellingen op de lange en korte termijn. Hierbij is gekeken of een optie betrekking heeft op een reeds bewezen techniek of dat nog een ontwikkelingstraject moet worden doorlopen voordat een techniek kan worden ingezet. Verder zijn in de beoordeling de mogelijkheden van een optie om ook na de eerste budgetperiode nog bij te dragen aan een verdere emissiereductie meegenomen evenals de positieve en/of negatieve gevolgen die een optie kan hebben op andere milieuproblemen.
2. *'Kostenbreed'*: De kosten en baten van de opties vanuit de optiek van de BV Nederland (nationale kosten) en de eindverbruiker (eindverbruikerskosten en -lasten volgens de methodiek milieukosten). Daarnaast is rekening gehouden met de lastenverhoging die een doelgroep mogelijk ondervindt bij inzet van een bepaald instrument. Hiermee kan inzicht verkregen worden in de mate waarin weerstand bij de eindverbruikers verwacht kan worden.
3. *'Instrumentatie'*: De inzet van instrumenten in relatie tot kenmerken van de doelgroep. Dit criterium zegt iets over; a) het tempo waarin opties geïnstrumenteerd kunnen worden. (hiervoor is gekeken in hoeverre een optie geïnstrumenteerd kan worden met bestaand instrumentarium of dat nieuw instrumentarium ontwikkeld moet worden) en b) de instrumentenkeuze in relatie tot kenmerken van de doelgroep. Bij het tweede punt is de veronderstelling dat bepaalde combinaties doelgroepen en ingezet instrument beter/slechter scoren in termen van handhaafbaarheid of te verwachten effect. De keuze voor combinaties van doelgroepen en instrumenten zijn onder andere gebaseerd op situatiekenmerken en beleidsinstrumenten in (WRR, 1992).

Bovengenoemde criteria zijn geoperationaliseerd aan de hand van een negental vragen (drie vragen per criterium) waarop de individuele opties op een schaal van 1 tot 5 zijn gescoord. Dit betreft de volgende vragen:

- Kunnen de emissies van de bron bestreden worden met een reeds bewezen techniek of moet de techniek nog worden ontwikkeld?
- Wat zijn theoretisch de mogelijkheden voor emissiereductie van de optie na 2010?
- Levert deze optie ook een bijdrage aan de oplossing van andere milieuproblemen/toepassing van andere opties bij implementatie van de optie?
- Kosteneffectiviteit van de maatregel/optie op basis van de directe financiële kosten/baten volgens de eindverbruikersbenadering.
- Kosteneffectiviteit van de maatregel/optie op basis van de directe financiële kosten/baten volgens de nationale kostenbenadering.
- Leidt het ingezette instrument bij de doelgroep tot een verhoging van de netto lasten?
- Kan de optie geïnstrumenteerd worden met bestaand instrumentarium of moet nieuw beleid/instrumentarium worden ontwikkeld?

- Wat zijn de theoretische mogelijkheden voor handhaving van het beleid (hardheid van het instrument)?
- Wat zijn de kenmerken van de doelgroep waarop het instrument is gericht?

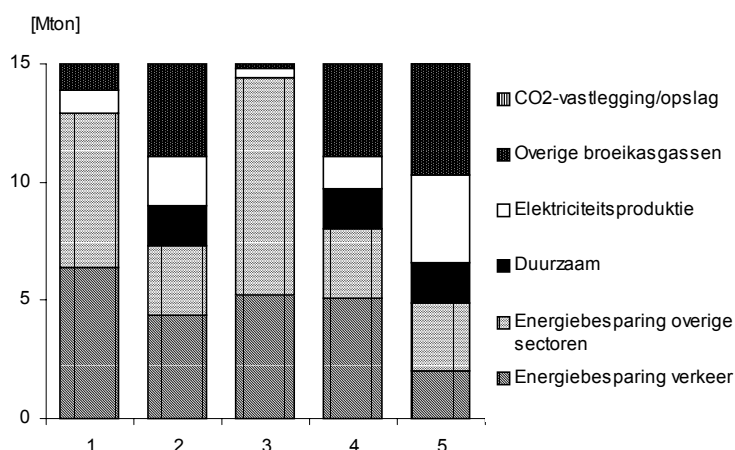
Om de vragen die betrekking hebben op de criteria kosteneffectiviteit en instrumenteerbaarheid te kunnen beantwoorden diende een keuze te worden gemaakt voor instrumenten. Aangezien de keuze voor instrumenten pas in een later stadium van het voorbereidingstraject van de Uitvoeringsnota plaatsvindt, is per optie door ECN/RIVM een keuze gemaakt voor een bepaald type instrument. Vervolgens is per opties een score bepaald per criterium. Deze scores zijn gebruikt voor het doorrekenen van de varianten per optiepakket.

De gevoeligheid voor andere criteria dan de kosteneffectiviteit volgens de eindverbruikersbenadering van de ranking van de opties en de totale kosten voor de optiepakketten (binnenlandse reductie van respectievelijk 15, 25, 35 en 45 Mton) is geanalyseerd aan de hand van een viertal varianten. Hierbij vormt de ranking van de opties op basis van kosteneffectiviteit van de eindverbruikers steeds het uitgangspunt (*variant 1*). In de vier varianten wordt telkens op één van de drie andere criteria de nadruk gelegd. Daarmee ontstaan 5 varianten die er als volgt uit zien:

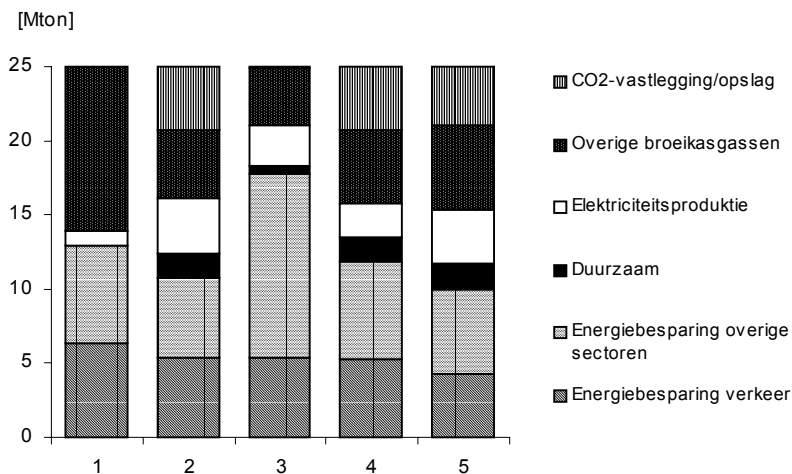
Variant	Ranking van de opties en bepalen van de totale kosten op basis van;
1	kosteneffectiviteit eindverbruikers (hoofdstuk 12)
2	totaalscore met gelijke weging van de drie criteria
3	totaalscore met de nadruk op criterium 'milieubreed'
4	totaalscore met de nadruk op criterium 'kostenbreed'
5	totaalscore met de nadruk op criterium instrumenteerbaarheid

Resultaten

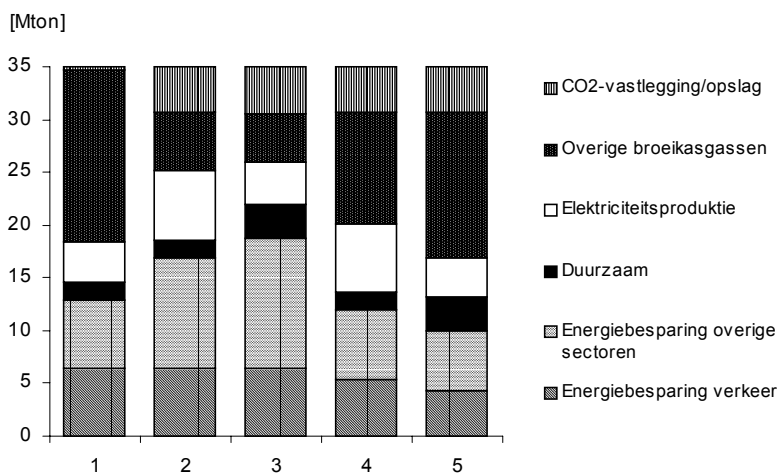
Figuren 13.4 t/m 13.7 geven de verdeling van de emissiereductie over de reductievelen voor de verschillende varianten bij een binnenlandse reductie van respectievelijk 15, 25, 35 en 45 Mton.



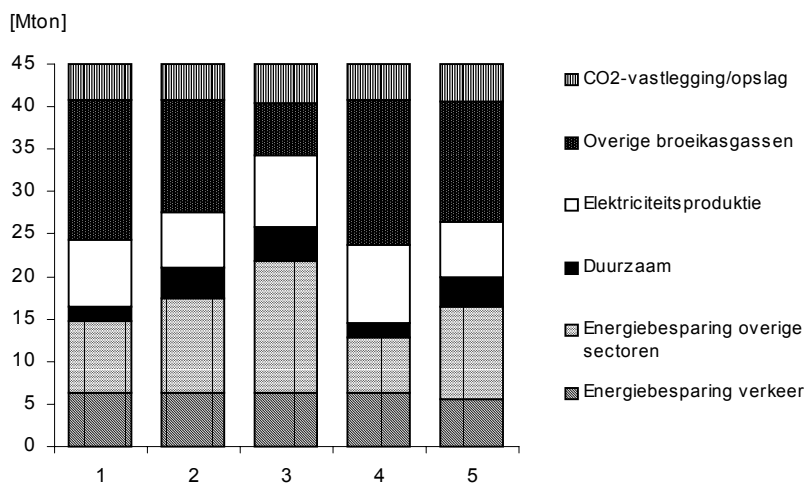
Figuur 13.4 Verdeling van emissiereductie voor de verschillende varianten bij een binnenlandse reductie van 15 Mton.



Figuur 13.5 *Verdeling van emissiereductie voor de verschillende varianten bij een binnenlandse reductie van 25 Mton.*



Figuur 13.6 *Verdeling van emissiereductie voor de verschillende varianten bij een binnenlandse reductie van 35 Mton.*

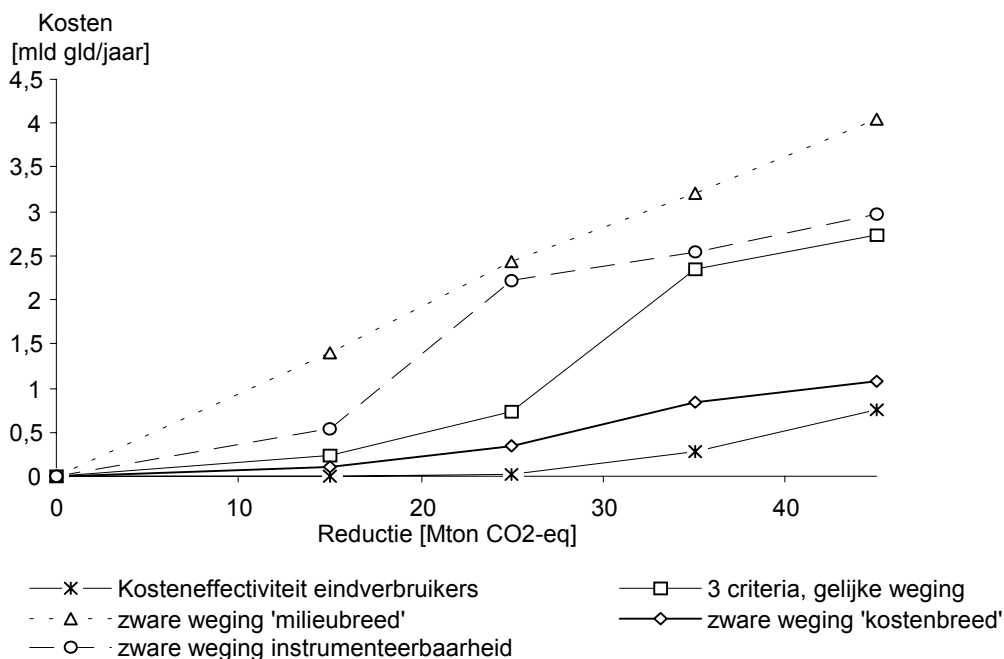


Figuur 13.7 *Verdeling van emissiereductie voor de verschillende varianten bij een binnenlandse reductie van 45 Mton.*

De Figuren 13.4 t/m 13.7 laten zien dat bij een ranking van de opties op basis van kosteneffectiviteit van de eindverbruikers de nadruk ligt op energiebesparing, maar dat al vrij snel met name de overige broeikasgassen naar voren komen. Pas bij een binnenlandse reductie groter dan 35 Mton komt CO₂-vastlegging en -opslag in beeld. Uit bovenstaande exercitie blijkt dat bij pakketten met een relatief kleine binnenlandse reductie de verschuiving tussen opties in de verschillende varianten relatief groot is (Figuren 13.4 en 13.5). Dit is met name een gevolg van het feit dat in deze pakketten sommige opties net wel dan weer net niet in een bepaalde variant terecht komen. In het pakket van 15 Mton met een grote nadruk op instrumenteerbaarheid komen bijvoorbeeld de overige broeikasgassen al substantieel naar voren, bij ranking op kosteneffectiviteit of milieubreed spelen ze nog vrijwel geen rol. Ditzelfde geldt (zij het in iets mindere mate) voor de elektriciteitsproductie.

De verschuivingen tussen de varianten bij pakketten met een grote binnenlandse reductie zijn relatief gering (Figuur 13.6 en 13.7). Alleen in het pakket waarin de nadruk ligt op 'milieubreed' komen duidelijke verschillen naar voren. De bijdrage van de overige broeikasgassen neemt hierin sterk af, terwijl deze plaats voornamelijk wordt ingenomen door energiebesparing in de overige sectoren en in mindere mate elektriciteitsproductie en duurzame energie. Dit komt doordat de laatstgenoemde velden opties bevatten die vaak ook een bijdrage leveren aan de vermindering van andere milieuproblemen.

De kosten van de verschillende pakketten zijn weergegeven in onderstaande figuur.



Figuur 13.8 Jaarlijkse kosten van de verschillende pakketten in 2010

Ten aanzien van de kosten valt op, dat de totale kosten van een pakket met 45 Mton binnenlandse CO₂-reductie in 2010 variëren tussen de 0,7 en 4 miljard per jaar. De ranking naar kosteneffectiviteit levert hierbij logischerwijs het pakket op met de laagste kosten. Voor het pakket waarbij 'milieubreed' zwaarder weegt is hierboven al geconcludeerd, dat daarin de meeste verschuivingen optreden. Het is hiermee ook het duurste pakket. Een zwaardere weging van 'milieubreed' houdt in dat opties die een bijdrage leveren aan de oplossing van andere milieuproblemen en ook reductiemogelijkheden voor de langere termijn bieden beter scoren. In z'n algemeenheid kan worden geconcludeerd dat het criterium dat wordt gehanteerd, in sterke mate de totale kosten van het reductiepakket bepaalt.

Tabel 13.3 Opties gerangschikt naar reductievel

	Potentieel	Kosten		Investerings
	[Mton]	eindverbruiker [f/ton]	nationaal [f/ton]	tot en met 2010 [mld f]
1 Minder kilometers: Accijnsverhoging 1999 ⁴⁷	1,2	-850	-300	0
2 Minder kilometers: Accijnsverhoging 2003	1,2	-850	-300	0
3 Minder kilometers: Rekening rijden	0,2	0	0	0
4 Minder Kilometers: beperking korte autoritten	0,2	0	0	0
5 Minder kilometers:Fiscale maatregelen	0,3	-850	-250	0
6 Zuiniger auto's: Accijnsverhoging 1999	1,2	-850	-300	0
7 Zuiniger auto's: Accijnsverhoging 2003	0,6	-850	-300	0
8 Zuiniger auto's: Energie-etikettering	0,2	-850	-300	0
9 Zuiniger auto's: Differentiatie BPM	1	-850	-300	0
10 Zuiniger auto's: Grondslag MRB brandstofverbruik	0,3	-850	-300	0
11 Zuinigere auto's: Verhogen banden-spanning	0,3	-850	-300	0
12 Lagere snelheden: versterkte handhaving	1	-600	-150	0
13 Lagere snelheden:100 km/u plus versterkte handhaving	2	-300	200	0
14 snelheidsbegrenzers vrachtoertuigen 89 naar 80 km/u	0,7	-400	-200	0
15 econometer, boordcomputer en cruisecontrol	1	-500	-100	0
16 Huishoudens: nieuwbouw	0,8	430	400	6.000
17 Huishoudens: bestaande bouw	3,6	-100	185	13.000
18 Utiliteitsbouw: nieuwbouw	2	540	320	10.900
19 Utiliteitsbouw: bestaande bouw	1,3	240	170	5500
20 Huish. + U-bouw: elektrische apparaten	0,6	-600	-120	300
21 Agrarische sector	1,8	50	250	-1.200
22 Industrie	2,3	-25	-53	900
23 Industrie,certificaten	3	150	100	1.000
24 Binnenlandse biomassa: elektriciteit/warmte	0,3	45	45	0
25 Houtskool: elektriciteit/warmte	1,4	45	45	0
26 Import biomassa: elektriciteit/warmte	1	140	90	800
27 Biomassa: gas	0,3	120	180	
28 Windenergie: on shore	0,5	280	80	1.900
29 Windenergie: off shore	0,4	510	200	2.850
30 Zon: PV	0,1	1450	550	1.600
31 Zon: thermisch	0,1	137	340	900
32 Warmtepomp	0,5	130	110	
33 Biobrandstoffen verkeer	1,5	300	300	0
34 Omschakeling kolen op aardgas	3,9	50	60	0
35 Vervroegd buiten bedrijf stellen	2,8	20	35	0
36 Extra warmte-aftap best. centrales	0,4	75	75	1.000
37 Kernenergie, nieuw	2,3	180	70	5.000
38 Kernenergie, bestaand	1	-30	-30	0
39 Methaan/afval/verbeteren oxidatie	0,2	10	6	25
40 Methaan/afval/percolatie	0,1	9	5	5
41 Methaan/olie en gaswinning	0,2	25	15	35
42 Methaan/landbouw/mestvergisting/energiewinning	0,1	-25	0	30
43 Methaan/landbouw/mestvergisting/affakkellen	0,1	110	80	40
44 N ₂ O/Verkeer	0,5	150	75	600
45 N ₂ O /salpeterzuurproductie	8,5	3,5	2,5	126
46 HFK's-installeren naverbrander	2,5	0,5	0,3	17
47 HFK's-toepassen alternatieven, harde schuimen	1,8	25	25	290
48 HFK's-toepassen alternatieven, koelmiddelen	0,5	20	10	200
49 HFK's-toepassen alternatieven, aerosolen	1	25	25	200
50 HFK's-hergebruik koelmiddelen	0,2	25	25	
51 HFK's-verminderen emissies productie gesloten schuimen	0,5	25	25	75
52 HFK's-verminderen lekkages	0,7	85	50	340
53 PFK's-aluminiumproductie	1,2	0	0	0
54 SF ₆ -chipsindustrie	0,5	25	25	75
55 SF ₆ -vermogensschakelaars	0,5	25	25	80
56 CO ₂ -vastlegging Ned. bossen / landbouwgronden	0,1	340	525	0
57 CO ₂ -vastlegging Ned. bossen / EHS	0,1	1025	425	500
58 CO ₂ -opslag industrie	4,3	45	30	500
59 CO ₂ -opslag elektriciteitscentrales, nieuwe STEG	7	125	85	3500
60 CO ₂ -opslag elektriciteitscentrales, best. STEG	3	200	140	1800
61 CO ₂ -opslag elektriciteitscentrales, poederkool	4	150	100	2500

⁴⁷ Dit instrument leidt tot een lastenverhoging van de doelgroep van circa f 5 miljard.

	Regelgeving	Heffingen	Instrumenten		Financiële stimulering	Gevoeligheid	
			Convenanten	Certificaten		Voorlichting	energieprijzen (+/-) ⁴⁸
1.		accijns					-
2.		accijns					-
3.		x					-
4.	x					x	-
5.		MRB/BPM					-
6.		accijns					-
7.		accijns					-
8.						x	-
9.		BPM					-
10.		MRB					-
11.	APK		auto-ind			x	-
12.	x						-
13.	x						-
14.	x		x				-
15.			x			x	-
16.	EPN/EPL	REB				x	-
17.	EPK	REB			subsidie	x	-
18.	EPN/EPL	REB				x	-
19.	EPK	REB			x	x	-
20.	normering	REB					-
21.	EPL/WMB	REB/BSB					-
22.		REB/BSB	MJA				-
23.				x			-
24.	VPD				VAMIL/EIA/REB		-
25.	VPD				VAMIL/EIA/REB		-
26.	VPD				VAMIL/EIA/REB		-
27.	VPD				VAMIL/EIA/REB		-
28.	VPD		E-sector,MAP		VAMIL/EIA/REB		-
29.	VPD		E-sector,MAP		VAMIL/EIA/REB		-
30.	VPD		E-sector,MAP		VAMIL/EIA/REB		-
31.	EPN/EPL/EPK	REB	MAP		x		-
32.	EPN/EPL/EPK	REB			x		-
33.		accijns/MRB/BPM					-
34.		BSB	E-sector	x			+
35.		BSB	E-sector				+
36.	EPN/EPL	REB	E-sector	x	subsidies		-
37.	MER,SEV	BSB	E-sector	x			-
38.	pol. besluit		E-sector				-
39.	stortbesluit	REB				x	0
40.	stortbesluit					x	0
41.			NOGEPA				0
42.	GroenLabel/AmvB	REB			VAMIL	x	-
43.	GroenLabel/AmvB	REB			VAMIL	x	0
44.					onderzoek	meetpro- gramma	0
45.			industrie		techn.ontw.		0
46.							0
47.			producenten		VAMIL	x	0
48.			producenten		VAMIL	x	0
49.			producenten		VAMIL	x	0
50.	WCA						0
51.			industrie				0
52.	RLK						0
53.			BMP				0
54.	wettelijk		fabrikanten				0
55.	wettelijk		fabrikanten				0
56.			x	Trees for Travel	SBL		0
57.				Trees for Travel	EHS		0
58.			MJA	x	x		+
59.			E-sector	x	x		+
60.			E-sector	x	x		+
61.			E-sector	x	x		+

⁴⁸ + = bij toenemende prijzen neemt kosteneffectiviteit toe (wordt minder gunstig); 0 = onafhankelijk van energieprijzen; - = bij stijgende prijzen neemt kosteneffectiviteit af.

REFERENTIES

- *Primary Aluminium Smelters and Producers of the World*. Compiled by R. Pawlek, Aluminium Verlag 1998.
- *Economie en Fysieke Omgeving. Beleidsopgaven en oplossingsrichting 1995-2020*. SDU, Den Haag, CPB, 1997.
- D. de Jager en K. Blok: *Cost-effectiveness of emission-reducing measures for methane in the Netherlands*. Ecofys, Utrecht.
- du Pont: *Responsible care verslag 1996, 1997*.
- Dutrow: pers. comm. *Air products*, 1998.
- *Nationale Energie Verkenningen 1995-2020. Trends en thema's*, ECN-I--98-051, Petten 1998.
- Jaarverslag 1996, FACE, 1997.
- M.G.M Harmelink en M. Beeldman: *Achtergrondrapport bij criteria-analyse voor het optiedocument*. RIVM/ECN. Interne notitie, 1998.
- Aktie grote koelinstallaties, HIMH (1997).
- Holtring: Memo PFK-uitworp aluminiumindustrie. VROM, 1998.
- J.J.M. Goumans, J.M. de Ruiter en J.J.D. van der Steen: *Beleidsontwerpend onderzoek inzake het voorbereiden en onderhouden van actieprogramma's voor de niet-CO₂ broeikasgassen methaan en distikstofoxide*. Novem, Utrecht, 1996.
- C. Kroeze: *Fluorocarbons and SF₆. Global emission inventory and options for control*. RIVM rapportnummer 773001007, Bilthoven, 1995.
- C. Matthijssen, C. Kroeze: *Emissies van HFK's, PFK's, FIK's en SF₆ in Nederland in 1990, 1994, 2000, 2005, 2010 en 2020*. RIVM, Bilthoven, 1996.
- G.J. Nabuurs: Schriftelijke informatie over groeisnelheid eik/beuk, 1998
- G.J. Nabuurs: Mondelinge mededeling, 1998
- G.J. Nabuurs: G.H.J. Mohren, M.F.F.W. Jans, *Kosteneffectiviteit van koolstofvastlegging in bos*. IBN-DLO rapportnummer 248, 1996
- *BedrijfsMilieuPlan offshore 1995-1996*. Nederlandse Aardolie Maatschappij, Assen, 1995.
- J.M.A. Nijssen, S.J.F. Antuma, A.T.J. van Scheppingen: *Perspectieven mestvergisting op Nederlandse Melkveebedrijven*. Publicatie 122. Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden (PR), Lelystad, 1997
- S. Nilson, W. Schopfhauser: *The carbon cycle-sequestration potential of a global afforestation programme*, Climate Change 30, pag. 267-293, 1995
- *NOGEPa Industrie Milieu Plan - Uitvoering Olie- en Gaswinningsindustrie 1995-1998*. Grontmij, de Bilt, 28 november 1996.
- J.G.J. Olivier en J. Bakker: *Historical emissions of HFCs, PFCs and SF₆ 1950-1995. Consumption and emission estimates per country 1950-1995 and global emissions on 1°x1°*, EDGAR V3.0. RIVM, Concept, 1998
- H. Oonk: *Methane emissions from landfills - options for control*. TNO, MEP, Apeldoorn, (in voorbereiding)
- H.D. Samson: *Nationale Milieuverkenning 3 1993-2015*, Tjeenk Willink bv, RIVM, Alphen aan den Rijn, 1993.

- H.D. Samson: *Nationale Milieuverkenning 4 1997-2020*, Tjeenk Willink bv, RIVM, Alphen aan den Rijn, 1997.
- H.D. Samson: *Natuurverkenning 1997*. Samson H.D. Tjeenk Willink bv, RIVM, IKC, DLO, Alphen aan den Rijn, 1997.
- Rietema: Mondelinge mededeling Ministerie van LNV 28-4-1998 en fax d.d. 11-5-1998.
- R. Sikkema, G.J. Nabuurs: *Bossen en hout op de koolstofbalans*. Stichting Bos en Hout, Wageningen, 1994.
- J. Spakman, J.G.J. Olivier, M.M.J. van Loon: *Greenhouse gas emissions in the Netherlands 1990-1996: Updated methodology*. RIVM rapportnummer 728001008, Bilthoven, 1997
- Spakman et al: *Methode voor de berekening van broeikasgasemissies*. Ministerie van Vrom, Hoofinspectie Milieuhygiene, Den Haag, 1997
- Van Brummelen et al.: *Lange termijn opties voor emissiereductie van broeikasgassen*. Ecofys, Utrecht, 1997
- J.J.D. van der Steen en M. van Brummelen: *Het broeikaseffect en het gebruik van HFK's, PFK's en SF₆. -een studie naar: het gebruik, de emissie en de reductiemogelijkheden*. Novem en Ecofys, Utrecht, 1997
- J.A. Verweij: *Re/afforestation and the Market for Joint Implementation*. Stichting FACE, 1997
- Rapportage commissie van der Vaart: *Vergroening belastingstelsel*.
- VROM et al: *Emissies in Nederland. Trends, thema's en doelgroepen 1995 en ramingen 1996*. Hoofinspectie Milieuhygiene, Den Haag. (dit wijkt af van de getallen die de NOGEPa in haar milieujaarverslag rapporteert), 1997.
- *Uitvoeringsnota Klimaatbeleid: optiepakketten* (versie na bespreking SKIE 29-4-98), VROM, 1998.
- *Catalytic Reduction of Nitrous Oxide from Nitric Acid Tail Gases- Executive Project Summary*. TNO-MEP, Apeldoorn, TNO (1997).
- *Milieubeleid. Strategie, instrumenten en handhaafbaarheid*, Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid, WRR, 1992.
- A.N. Bleijenberg: *Verkeer, milieu en economie: over kosten en baten*, In: *Cursus Verkeer en Milieu*, Delft: Stichting Postacademisch Onderwijs in de Vervoerswetenschappen en Verkeerskunde, 1993.
- K.T. Geurs, G.P. van Wee: *Effecten van prijsbeleid op verkeer en vervoer*, rapport nr. 773002005, Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
- K.T. Geurs, R.M.M. van den Brink, J.A. Annema, G.P. van Wee: *Verkeer en vervoer in de Nationale Milieuverkenning 4*, rapportnr. 773002 011, Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, 1998.
- M. Kroon: *Schriftelijke informatie ten behoeve van dit rapport*, Den Haag: Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 1998.
- C.J. Louisse, H.A. Katteler, J.M.C. van Vliet: *Kansen voor gemeentelijk fietsbeleid*. Verkeerskunde, nummer 5, p.40-44, 1993.
- *Grenseffecten van veranderingen in de prijsstelling van motorbrandstoffen (alleen de samenvatting is beschikbaar)*, Nederlands Economisch Instituut, Rotterdam, NEI 1998.
- G. Renes en O. Schmidt-Reps: *Koopkracht- en verdelingseffecten van duurdere mobiliteit*, In: H.J. Meurs en E.J. Verroen (red.), *Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk*, Delft: CVS, 1995.

- S.A. Rienstra, P. Rietveld: *Mag het ietsje minder snel? Het Maatschappelijk Draagvlak voor Wijzigingen in het Beleid ten aanzien van de Snelheid van het autoverkeer; een survey*, Amsterdam: Vrije Universiteit Amsterdam, 1995
- T. Rooijers, *Rijsnelheid en Attitudes jegens Overschrijding van de Limiet van Verschillende Groepen Autogebruikers*, Groningen: Rijksuniversiteit Groningen, 1997.
- E. Verhoef, P. Nijkamp, P. Rietveld: *The social Feasibility of Road Pricing*, TI 5-97-7, Amsterdam: Tinbergen Institute, Vrije Universiteit Amsterdam, 1996.
- *Samenwerken aan Bereikbaarheid*, Den Haag: Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1996a.
- *Transport in Balans*, Den Haag: Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1996b.
- *Actieprogramma Duurzame Energie 1997-2000*, Tweede Kamer, Vergaderjaar 1996-1997, 25276, nr. 1, 1997
- *Meerjarenprogramma windenergie 1996-2000 TWIM-2*, Novem, 1996
- *Programma Thermische zonne-energie 1997-2001 'Warmte uit Zonlicht'*, Novem, 1997
- *Brochure Zonneboilers - stand van zaken begin 1998*, Ten Kroode & Van Zee, i.o.v. Novem, 1998.
- *PV-convenant, bijlage 1:PV introductieplan*, opgesteld door het PV-platform, 1997.
- F.G.P. Corten en G.C. Bergsma: *Het potentieel van PV op daken en gevels in Nederland*, CE, 1995.
- C. Bakker, J.P. Coelingh en L.A.G. Arkestijn: *Windenergie offshore: Watt anders*, E-connection 1997.
- N.J.A. van der Velden e.a.: *Quick scan CO₂-emissie en landbouw*, Interne nota 487 LEI-DLO, i.s.m. ECN, IKC-L, december 1997
- *Convenant glastuinbouw en milieu 1995-2010 met Integrale Milieu Taakstelling (IMT)*
(192 pp. ongedateerde publicatie, uitgever onbekend)
- P. Kroon e.a.: *Achtergronddocument Energiebesparingsnota 1998*, ECN, nog te publiceren
- *Volkshuisvesting in cijfers 1996*, Ministerie van VROM, ISBN 90-803468-1-0, 1997
- *Energieprestatie van woningen en woongebouwen*, Nederlands Normalisatie-instituut, Delft, 1994.
- *EPC = 1,0 en lager in de woningbouw*, Novem, Utrecht, juni 1997.
- *Macrobeeld sociale huursector 1995*, Ministerie van VROM, Den Haag, april 1997.
- *De kwaliteit van de Nederlandse woningvoorraad 1995*, Ministerie van VROM, Den Haag, oktober 1997.
- *KWR '94-'96 Analyse Energie en Water (+ bijlagen)*, Damen Consultants, Arnhem, 1998.
- *Key issues in the design of new mechanisms under the Kyoto Protocol*, OECD, Paris, 1998.
- D. Gielen e.a.: *Post-Kyoto, Effecten op het Klimaatbeleid van de Europese Unie*, Energieonderzoek Centrum Nederland, Petten, ECN-C-98-040, 1998.
- P.R. Koutstaal, T. Kram, S.N.M. van Rooijen: *Verhandelbare CO₂-emissierechten*, Petten, ECN-C-98-039, 1997
- A.K. van Harmelen e.a.: *Joint Implementation met Midden- en Oost-Europa*, Petten, ECN-C-97-078, 1997

- M. Beeldman e.a.: *Mogelijkheden voor CO₂-reductie in 2020*, Petten, ECN-C-98-041, 1998.
- *International Nuclear Congress-Atoms for Energy Volume 1*, pag. 69-75, Safety related upgrading of existing nuclear power plants in the Netherlands.
- Integraal Milieuplan Energiesector, Arnhem, diverse gegevens, 1997/1998.
- Brief van de minister van Economische Zaken, Reductie CO₂-emissies + bijlage, vergaderjaar 1996-1997, 25026 nr. 3, 1997.
- *Kostenraming CO₂ opslag in de diepe ondergrond*, Stork Engineering Consultancy, VROM/DGM Zaaknr 97140021, april 1997.
- CE: Symposiumverslag *CO₂-opslag - Panacee voor het klimaatprobleem?* - gehouden op 25 november 1997 te Den Haag.
- M. van Brummelen: *Lange-termijn opties voor emissie-reductie van broeikasgassen*, Ecofys, M706.3, 1996.
- O. van Hilten, O. Kroon, M. Beeldman: *Energieaanbod en CO₂-reductie in 2010/2015*, Petten, ECN-C--94-023, 1994.
- *CO₂-verwijdering: milieu aspecten*, IWACO B.V., Rapport 332.7190, Den Bosch, 1994.

Lijst met afkortingen

APK	Algemene Periodieke Autokeuring
BMP	Bedrijfs Milieu Plan
BPM	Belasting Personenauto's en Motorrijwielen
BSB	Brandstoffenbelasting
EHS	Ecologische Hoofd Stuctuur
EIA	Energie Investeringsaftrek
EPK	Energie Prestatie Keuring
EPL	Energie Prestatie op Lokatie
EPN	Energie Prestatie Norm
MAP	Milie Actie Plan
MER	Milieu Effect Rapportage
MJA	Meer Jaren Afspraak
MRB	Motor Rijtuigen Belasting
REB	Regulerende Energie Belasting
RLK	Regeling Lekdichtheidsvoorschriften Koelinstallaties
SEV	Structuurschema Elektriciteits Voorziening
VAMIL	Vervroegde Afschrijving Milieu Investering
VPD	Verplicht Percentage Duurzame energie
WCA	Wet Chemisch Afval

Bijlage A Verschillen met Energiebesparingsnota

Wat betreft energiebesparing is zoveel mogelijk aangesloten bij de Energiebesparingsnota (EBN) van april 1998. In deze nota worden in de bijlage ook enkele cijfers gegeven over de kosteneffectiviteit, d.w.z. de extra jaarlijkse kosten t.o.v. de jaarlijkse reductie van de CO₂-uitstoot. Om een aantal redenen verschilt de in het Optiedocument gepresenteerde kosteneffectiviteit. Het verschil wordt in deze bijlage toegelicht.

Allereerst verschilt het aggregatieniveau van EBN en Optiedocument. In de nota worden cijfers gegeven voor de totale gebouwde omgeving, industrie/landbouw en het totaal. In het Optiedocument wordt een verdergaande opsplitsing doorgevoerd (zie het reductieveld 'Energiebesparing overige sectoren'). Bij een onderlinge vergelijking blijft de optie 'Industrie, CO₂-certificaten' buiten beschouwing; inbegrepen is de optie 'Warmtepompen' in het reductieveld 'Duurzame energie'.

In de tabel staan de reducties en kosteneffectiviteiten voor de opties uit het Optiedocument; hieruit is een gewogen kosteneffectiviteit afgeleid die qua definitie vergelijkbaar is met de waarden uit de nota.

Tabel A.1 *Reducties en kosteneffectiviteiten*

Optie	Reductie (Mton)	Kosteneffectiviteit verbruikers (f/ton)	
		Optiedocument	EBN
Huishoudens:			
- bestaande woningen	3,6	-100	
- nieuwbouw	0,8	430	
- apparaten	0,6	-600	
Utiliteitsbouw:			
- bestaande bouw	1,3	240	
- nieuwbouw	2,0	540	
- warmtepomp	0,3	130	
<i>Subtotaal</i>	<i>8,5</i>	<i>113</i>	<i>108</i>
Industrie	2,3	-25	
Land- en tuinbouw	1,8	50	
<i>Subtotaal</i>	<i>4,1</i>	<i>3</i>	<i>120</i>
Totaal pakket EBN	12,6	77	111

De verschillen bij de totale gebouwde omgeving (incl. apparaten) lijken hier klein; dit is echter een gevolg van enkele elkaar opheffende invloeden van verschilfactoren.

De belangrijkste verschillen worden veroorzaakt door:

- andere gehanteerde parameters voor levensduur en discontovoeten, n.a.v. de nieuwe Milieukostenmethodiek,
- concretisering beleid land- en tuinbouw i.v.m. het opstellen van het IMT,
- beschouwde periode/energieprijzen.

Daarnaast treden er kleinere verschillen op bij de besparingen en daaruit af te leiden CO₂-reductie. Deze hangen samen met een iets andere invulling van de pakketten n.a.v. de definitieve omschrijving in de Besparingsnota.

Bij woningen worden hier de jaarlijkse kapitaalskosten berekend met een levensduur van 20 jaar; in de EBN is dit 25 jaar. Bij die levensduur zou de hier gegeven kosteneffectiviteit iets gunstiger worden; bij bestaande woningen -130, bij nieuwe 370. Bij de utiliteitsbouw wordt een levensduur van 20 jaar en een discontovoet van 15% gehanteerd; in de EBN was dit 25 jaar resp. 8%. Dit laatste heeft een aanzienlijk effect op de kosteneffectiviteit; bij de parameters uit de EBN valt de kosteneffectiviteit veel gunstiger uit dan in de tabel is vermeld (b.v. 170 i.p.v. 540 f/ton voor nieuwbouw). Voor de totale gebouwde omgeving zouden parameters cf de EBN een kosteneffectiviteit opleveren van -40 f/ton, i.p.v. +110 f/ton in het optiedocument. De kosteneffectiviteit verslechtert dus in het Optiedocument.

De genoemde beleidsmaatregelen in de glastuinbouw in zowel optiedocument als EBN zijn gericht op het afgesloten covenant Glastuinbouw en Milieu (65% efficiencyverbetering in 2010 ten opzichte van 1980). In de EBN is een voorlopige doorrekening uitgevoerd, in het optiedocument is deze verder geconcretiseerd, zodanig dat de doelstelling van het covenant wordt gerealiseerd. Daardoor is de reductie flink toegenomen. Daarnaast is er het effect van de hier gehanteerde lagere rentevoet (8%), terwijl in de EBN uitgegaan is van 15% (omgekeerde situatie van de utiliteit). In totaal gaat de kosteneffectiviteit van 150 f/ton in de EBN naar 50 f/ton. Bij de industrie geldt eenzelfde effect omdat de EBN uitgaat van een lagere levensduur (10 jaar) vergeleken met het Optiedocument (20 jaar). Bij de bedrijven verbetert de kosteneffectiviteit dus in het Optiedocument.

Bovenop de verschillen in gehanteerde parameters en beperkte aanpassing van de cases komt een andere belangrijke factor, namelijk de energieprijzen. Deze hangt samen met de wijze van beschouwing van besparings/reductie-opties. In de EBN wordt de periode 1998-2010 beschouwd en worden daarom de gemiddeld geldende prijzen gehanteerd. In het Optiedocument wordt de situatie in 2010 beschouwd en daarom de energieprijzen uit 2010 genomen. Omdat de prijzen stijgen is dezelfde hoeveelheid besparing in het Optiedocument (in 2010) meer waard. Men vindt dus in het Optiedocument een gunstiger kosteneffectiviteit dan bij de aanpak in de EBN. Ter illustratie, de hier bepaalde 113 f/ton voor de gebouwde omgeving zou men met de gemiddelde prijzen uit de EBN 170 f/ton worden.

Bij de gebouwde omgeving lijkt de invloed van de andere energieprijzen de invloed van andere parameters te compenseren; daardoor wordt in beide gevallen ongeveer 100 f/ton gevonden.

Bij de bedrijven vallen de invloeden van een andere prijs en andere parameters beide gunstig uit voor de kosteneffectiviteit in het Optiedocument. Daarom ligt de waarde van de kosteneffectiviteit hier beduidend lager dan bij de aanpak in de EBN. Beide ontwikkelingen tezamen leiden tot een iets gunstiger kosteneffectiviteit voor het totale pakket (zie tabel, laatste regel).

De andere genoemde factoren t.a.v. het ontstaan van verschillen kunnen op detailniveau ook het beeld beïnvloeden; op het hier beschouwde geaggregeerde niveau doen ze niet wezenlijk af aan bovenstaande conclusie.

In het algemeen geldt overigens dat bij besparingsopties de kosteneffectiviteit nogal gevoelig is voor relatief kleine veranderingen in de uitgangspunten. De reden is dat de kosten vaak het saldo zijn van twee grote bedragen van dezelfde orde van grootte: de kapitaalskosten en de energiekostenbesparing. Bijvoorbeeld, indien beide posten 10% veranderen in tegengestelde richting, kan dit bij de gebouwde omgeving 100 *f*/ton schelen in de waarde van de kosteneffectiviteit.

Bijlage B Uitgangspunten bij berekeningen

Tabel B.1 *Energieprijzen 2010 (incl. heffing en niet terugvorderbare BTW)*

	Aardgas [ct/m ³]	Elektriciteit [ct/kWh]
Huishoudens (incl. BTW))	80	31
Utiliteitsbouw	60	23
Industrie	23	13
Land- en tuinbouw	33	26
Nationaal	22	9

Tabel B.2 *Gehanteerde discontovoeten*

Huishoudens	8%
Utiliteitsbouw	15%
Industrie	15%
Land- en tuinbouw	8%
Energiebedrijven	15%
Nationale kosten	5%

Tabel B.3 *Emissiecijfers*

Aardgas	0,056 Mton/PJ
Kolen	0,094 Mton/PJ
Olie	0,073 Mton/PJ
Elektriciteit	0,1 Mton/PJ