



Energy research Centre of the Netherlands

# Verkenning potentieel en kosten van klimaat en energiemaatregelen voor Schoon en Zuinig

**M. Menkveld<sup>1</sup>**

**R.A. van den Wijngaart<sup>2</sup>**

**(ed.)**

<sup>1</sup> Energieonderzoek Centrum Nederland

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



ECN-E--07-032

Juli 2007

MNP 500115004

## Verantwoording

Dit rapport is geschreven in opdracht van het ministerie van VROM voor het projectsecretariaat van 'Klimaat en Energie: Schoon en Zuinig'. Contactpersonen bij VROM waren dhr. J. Bremmer en dhr. N. van den Hove.

Naast de editors hebben de volgende medewerkers een bijdrage geleverd: B. Daniëls, P. Kroon, A. Seebregts, M. Uytterlinde en R. Ybema (allen ECN) en G.J. van den Born, H. Elzenga, A. Hoen, K. Geurs, L. Meyer, J. Oude Lohuis, K. Peek, J. Ros, en H. van Zeijts (allen MNP).

Deze verkenning is gebruikt voor de informatievoorziening in de eerste 100 dagen van het kabinet en bij overleg met de doelgroepen. Het betreft geen doorrekening van het beleidsprogramma of werkprogramma van het kabinet. De kwantitatieve gegevens in dit rapport zijn gebaseerd op de berekeningen voor analyse van het regeerakkoord uit februari 2007.

## Abstract

ECN and MNP have undertaken a first exploration of the measures and policy instruments that can be implemented to achieve the new Dutch government's targets for energy and climate policy. The targets for 2020 that have been examined are a 30% greenhouse gas emission reduction, a 20% share for renewable energy and 2% energy conservation per year. The exploration shows that the targets for conservation and renewables are ambitious compared to current policy. ECN and MNP have examined two routes to achieve a 30% greenhouse gas emission reduction: a route with fixed sub targets for renewables and energy conservation and a route in which the greenhouse gas emission reduction will be reached on the most cost effective manner.

# Inhoud

Lijst van tabellen	5
Lijst van figuren	6
Samenvatting	7
<b>Deel I Nationale verkenning</b>	<b>11</b>
1. Aanpak	12
2. Klimaatdoelstelling	13
3. Energiebesparing	20
4. Aandeel duurzaam	23
5. Gevoeligheidsanalyse	25
6. Innovatie	29
<b>Deel II Sector documenten</b>	<b>33</b>
7. Industrie - deelnemers aan de emissiehandel	34
7.1 Samenvatting	34
7.2 Inleiding	34
7.3 Beleidsopgave sector	35
7.4 Opties	36
7.5 Instrumentatie	37
7.6 Twee pakketten uit verkenning ECN/MNP	39
8. Industrie - niet-deelnemers aan de CO <sub>2</sub> -emissiehandel	42
8.1 Samenvatting	42
8.2 Inleiding	42
8.3 Beleidsopgave sector	43
8.4 Opties	43
8.5 Instrumentatie	43
8.6 Twee pakketten uit verkenning ECN/MNP	45
9. Elektriciteitsproducenten	47
9.1 Samenvatting	47
9.2 Inleiding	48
9.3 Beleidsopgave sector	48
9.4 Opties	49
9.5 Instrumentatie	50
9.6 Twee pakketten uit verkenning ECN/MNP	52
10. Verkeer en Vervoer	55
10.1 Samenvatting	55
10.2 Inleiding	56
10.3 Beleidsopgave sector	56
10.4 Opties	58
10.5 Instrumentatie	62
10.6 Twee pakketten uit verkenning ECN/MNP	65
11. Landbouw	72
11.1 Samenvatting	72
11.2 Inleiding	72
11.3 Beleidsopgave sector	72
11.4 Opties	74
11.5 Instrumentatie	75

11.6	Twee pakketten uit verkenning van ECN/MNP	77
12.	Gebouwde omgeving	79
12.1	Samenvatting	79
12.2	Inleiding	79
12.3	Beleidsopgave sector	80
12.4	Opties	81
12.5	Instrumentatie	83
12.6	Twee pakketten uit verkenning ECN/MNP	86
13.	Overige Broeikasgassen	88
13.1	Samenvatting	88
13.2	Inleiding	88
13.3	Beleidsopgave sector	88
13.4	Opties	90
13.5	Instrumentatie	92
13.6	Twee routes uit verkenning ECN/MNP	93
	Referenties	96
	Bijlage A Tabellen bij figuren	98
	Bijlage B Emissies van N <sub>2</sub> O, CH <sub>4</sub> en F-gassen (historisch en projecties)	99

## Lijst van tabellen

Tabel 2.1	<i>Broeikasgasreductie en nationale kosten naar sectoren</i>	16
Tabel 2.2	<i>Ontwikkeling directe emissies CO<sub>2</sub> per sector en overige broeikasgassen</i>	16
Tabel 3.1	<i>Besparingen en besparingstempo per sector</i>	21
Tabel 5.1	<i>Emissies per sector</i>	27
Tabel 5.2	<i>BBP groei, emissie, doel en reductieopgave van broeikasgassen in scenario's van de WLO en de Referentieraming</i>	27
Tabel 5.3	<i>Verschil in geraamde en gerealiseerde ontwikkeling tussen 2002 en 2005 per sector, oorzaken en mogelijke consequentie voor raming 2020</i>	28
Tabel 6.1	<i>Innovaties in de berekeningen van ECN/MNP</i>	29
Tabel 7.1	<i>CO<sub>2</sub>-reductie, besparing, duurzaam en nationale kosten Industrie - deelnemers aan CO<sub>2</sub>-emissiehandel in vast en flexibel pakket</i>	41
Tabel 8.1	<i>CO<sub>2</sub>-reductie, besparing, duurzaam en nationale kosten Industrie - niet deelnemers aan CO<sub>2</sub>-emissiehandel in vast en flexibel pakket</i>	46
Tabel 9.1	<i>CO<sub>2</sub>-emissies en aandeel hernieuwbare elektriciteit</i>	49
Tabel 9.2	<i>CO<sub>2</sub>-reductie, besparing, duurzaam en nationale kosten Elektriciteitsproducenten in vast en flexibel pakket</i>	54
Tabel 10.1	<i>CO<sub>2</sub>-reductie, besparing, duurzaam en nationale kosten sector Verkeer en Vervoer in vast en flexibel pakket</i>	71
Tabel 11.1	<i>Beschikbare en toekomstige technologieën voor CO<sub>2</sub>-reductie</i>	75
Tabel 11.2	<i>CO<sub>2</sub>-reductie, besparing, duurzaam en nationale kosten landbouw in vast en flexibel pakket</i>	78
Tabel 12.1	<i>Potentiële CO<sub>2</sub>-reductie gebouwde omgeving uit Optiedocument ECN/MNP</i>	81
Tabel 12.2	<i>Beschikbare en toekomstige technologieën voor CO<sub>2</sub>-reductie</i>	82
Tabel 12.3	<i>CO<sub>2</sub>-reductie, besparing, duurzaam en nationale kosten gebouwde omgeving in vast en flexibel pakket</i>	87
Tabel 13.1	<i>BKG-reductie opties overige broeikasgassen</i>	95
Tabel A.1	<i>Tabel bij Figuur 2.1</i>	98
Tabel A.2	<i>Tabel bij Figuur 2.2</i>	98
Tabel A.3	<i>Tabel bij Figuur 3.1</i>	98
Tabel A.4	<i>Tabel bij Figuur 4.1</i>	98

## Lijst van figuren

Figuur 2.1	<i>Broeikasgasreductie in 2020 naar thema in een route met (vast) of zonder (flexibel) vaste subdoelen voor besparing en duurzaam</i>	13
Figuur 2.2	<i>Nationale kosten broeikasgasreductie in 2020 naar thema in een route met (vast) of zonder (flexibel) vaste subdoelen voor besparing en duurzaam</i>	14
Figuur 2.3	<i>Verdeling broeikasgasreductie in 2020 naar sectoren in een route met (vast) of zonder (flexibel) vaste subdoelen voor besparing en duurzaam</i>	15
Figuur 2.4	<i>Reductie van de directe emissies t.o.v. het referentiescenario in 2020</i>	17
Figuur 2.5	<i>Daling van de directe emissies t.o.v. het referentiejaar 1990</i>	17
Figuur 3.1	<i>Additionele energiebesparing in 2020 t.o.v. het referentiescenario naar sectoren</i>	20
Figuur 4.1	<i>Duurzame energie naar bron</i>	23
Figuur 5.1	<i>Kostencurve broeikasgasreductie opties vaste route</i>	26
Figuur 7.1	<i>CO<sub>2</sub>-emissiecijfers industrie (historisch en projecties)</i>	35
Figuur 9.1	<i>CO<sub>2</sub>-emissiecijfers elektriciteitsproducenten (historisch en projecties)</i>	48
Figuur 10.1	<i>CO<sub>2</sub>-emissiecijfers Verkeer en Vervoer (historisch en projecties)</i>	57
Figuur 10.2	<i>Aangrijpingspunten in keten tussen economie naar milieubelasting</i>	58
Figuur 11.1	<i>Directe emissies landbouw</i>	73
Figuur 12.1	<i>CO<sub>2</sub>-emissiecijfers gebouwde omgeving (historisch en projecties)</i>	80
Figuur 13.1	<i>Emissies van overige broeikasgassen (historisch en projecties)</i>	89
Figuur B.1	<i>N<sub>2</sub>O-emissiecijfers Chemische industrie (historisch - 1990 t/m 2005 - projecties, vast en flexibel)</i>	99
Figuur B.2	<i>CH<sub>4</sub>-emissiecijfers Stortplaatsen (historisch - 1990 t/m 2005 - projecties, vast en flexibel)</i>	100
Figuur B.3	<i>CH<sub>4</sub>- en N<sub>2</sub>O-emissiecijfers Overige deelsectoren (historisch, 1990 t/m 2005, projecties, vast en flexibel)</i>	100
Figuur B.4	<i>Emissies F-gassen (HFKs, PFKs, SF<sub>6</sub>) uit de industrie (historisch - 1990 t/m 2005 projecties, vast en flexibel)</i>	101
Figuur B.5	<i>N<sub>2</sub>O-emissiecijfers landbouw, in miljoen ton CO<sub>2</sub>-equivalenten (historisch en projecties)</i>	102
Figuur B.6	<i>CH<sub>4</sub>-emissiecijfers landbouw, in miljoen ton CO<sub>2</sub>-equivalenten (historisch en projecties)</i>	102

## Samenvatting

Door ECN en MNP is een ruwe verkenning gedaan naar het potentieel en kosten van technische en gedragsmaatregelen die genomen kunnen worden om de doelstellingen van de Regering op het gebied van energie- en klimaatbeleid te realiseren. De onderzochte doelstellingen voor 2020 zijn 30% vermindering van de uitstoot van broeikasgassen, een 20% aandeel voor duurzame energie en een energiebesparingstempo van 2% per jaar. Beleidsinstrumenten om de maatregelen te implementeren zijn kwalitatief op sectorniveau verkend, maar zijn met uitzondering van de sector verkeer en vervoer niet op effectiviteit gekwantificeerd. Met de verkenning beogen ECN en MNP inzicht te geven in de beschikbare en mogelijke maatregelen op nationaal en sectorniveau. Concrete beleidsplannen van de ministeries waren tijdens de studie niet beschikbaar en zijn niet meegenomen in deze verkenning.

Deze verkenning is gebruikt voor de informatievoorziening in de eerste 100 dagen van het kabinet en bij overleg met de doelgroepen. Het betreft geen doorrekening van het beleidsprogramma of werkprogramma van het kabinet. De kwantitatieve gegevens in dit rapport zijn gebaseerd op de berekeningen voor analyse van het regeerakkoord uit februari 2007.

### *Uitgangspunten*

De verkenning is uitgevoerd tegen de achtergrond van het hoge economische groeiscenario Global Economy met hoge olieprijsen (prijspeil 2000). Om het klimaatdoel (-30% in 2020 ten opzichte van 1990) te bereiken moet de emissie van broeikasgassen in dit referentiescenario jaarlijks met circa 95 Mton worden gereduceerd in 2020. Aangenomen is dat een deel hiervan via aankoop van reducties in het buitenland (Joint Implementation en Clean Development Mechanismen) plaatsvindt. Dit deel is gelijk gesteld aan de hoeveelheid die de overheid jaarlijks aankoopt in de Kyoto-periode 2008-2012, zijnde 20 Mton per jaar. Daarnaast is de nieuwbouw van kernenergiecentrales niet als optie meegenomen.

### *Doelstelling klimaat (flexibele route)*

In een eerste route is verkend hoe het klimaatdoel tegen zo laag mogelijke nationale kosten kan worden bereikt. Als uitgangspunt wordt flexibel omgegaan met de doelstellingen van energiebesparing en duurzame energie, dat wil zeggen: zij zijn ondergeschikt aan het klimaatdoel en hoeven niet gehaald te worden. De nationale kosten om het klimaatdoel te halen bedragen dan inclusief de aankoop van buitenlandse reducties € 3 à 4 miljard per jaar extra in 2020 ten opzichte van het referentiescenario. Hierbij worden alle klimaatmaatregelen ingezet met lagere kosten dan ongeveer € 200 per ton vermeden CO<sub>2</sub>-equivalent. De grootste bijdrage wordt geleverd door energiebesparing gevolgd door duurzame energie, CO<sub>2</sub>-afvang en -opslag (CCS) en tenslotte reductie van niet-CO<sub>2</sub>-broeikasgassen. Het tempo van energiebesparing bedraagt in het referentiescenario 0,9% per jaar in de periode tot 2020 waarvan 0,3% per jaar door het bestaande beleid. Om het klimaatdoel te realiseren, stijgt het energiebesparingstempo naar 1,8% per jaar in de periode 2010 tot 2020. Het aandeel duurzame energie neemt toe van 7% in 2020 in het referentiescenario naar 16% in 2020. In het referentiescenario is verondersteld dat de MEP-regeling als instrument niet zou wijzigen tussen 2005 en 2020. Inmiddels is de MEP-regeling bevroren en kan het referentiescenario niet meer als 'autonome ontwikkeling onder bestaand beleid' worden beschouwd.

### *Doelstellingen klimaat, besparing en duurzaam (vaste route)*

In een tweede route is verkend hoe naast het klimaatdoel ook de doelen voor energiebesparing en duurzame energie tegen zo laag mogelijke kosten kunnen worden bereikt. De nationale kosten om alle drie de doelen te halen bedragen € 8 à 9 miljard per jaar in 2020 (extra ten opzichte van het referentiescenario). Door 2% besparing tegen zo laag mogelijke kosten te realiseren, worden de mogelijkheden voor duurzame elektriciteitsproductie beperkt. Om 20% duurzaam te

bereiken, is daarom een grote inzet van biobrandstoffen in het verkeer en groen gas in andere sectoren nodig. Energiebesparing en duurzaam zorgen in deze route met vaste doelen ervoor dat het klimaatdoel al voor het overgrote deel wordt bereikt. Ten opzichte van de flexibele route is nog maar beperkt gebruik van CO<sub>2</sub>-afvang en -opslag (CCS) en reductie van overige broeikasgassen nodig.

#### *Gevoeligheidsanalyse van vaste route*

Voor een aantal factoren is nagegaan of andere uitgangspunten kunnen leiden tot lagere nationale kosten in de vaste route. Uit de gevoeligheidsanalyses komt het volgende beeld naar voren voor het potentieel aan technische en gedragsmaatregelen om de klimaat- én energiedoelen te realiseren:

- Het later bereiken van het energiebesparingsdoel te weten 2% per jaar vanaf 2015 in plaats van 2010 én afzien van brandstofsubstitutie in de elektriciteitsproductie leiden tot lagere kosten in 2020. Hoe groot de lagere kosten zijn is moeilijk te bepalen. Hiervoor is nader onderzoek nodig. Vooralsnog wordt een ruime bandbreedte ingeschat met een ondergrens van € 6 miljard tot een bovengrens van € 8 miljard in 2020.
- Een optimistische(r) inschatting van energiebesparing door verkeersmaatregelen met lage kosten leidt (nog eens) tot € 2 miljard lagere kosten.
- Noch een lagere economische groei in het referentiescenario noch de gerealiseerde emissies van de afgelopen jaren zijn op dit moment aanleiding om de nationale kosten anders in te schatten.

Hieronder volgt een toelichting op de onderzochte gevoeligheidsfactoren.

#### *Besparingspotentieel*

De kosten van het energiebesparingsdoel zijn zeer gevoelig voor de aanname over de omvang van de realiseerbare besparingen. Voor het energiebesparingsdoel van 2% per jaar moet vrijwel het gehele ingeschatte besparingspotentieel worden benut, inclusief dure besparingsmaatregelen. Een ruimere inschatting van het potentieel van goedkope besparingen maakt de dure besparingen overbodig. Bij een groter beschikbaar besparingspotentieel in de ene sector kunnen er daardoor verschuivingen optreden in het besparingspakket van alle sectoren. Uit een gevoeligheidsanalyse blijkt dat bij een ruimere aanname van het besparingspotentieel in de verkeerssector de totale kosten van de vaste route met € 2 miljard kunnen dalen.

#### *Later bereiken van het energiebesparingsdoel*

In de vaste route is als uitgangspunt voor het energiebesparingtempo aangesloten bij een motie uit de Tweede Kamer (Van der Ham/Spies, 2005): het geleidelijk opvoeren van het besparingstempo van 1% per jaar in 2005 naar 2% per jaar in 2010 en de daaropvolgende jaren. Het realiseren van 2% besparing per jaar op een later moment, bijvoorbeeld pas in 2015, levert niet per sé lagere kosten op. Veel besparingsmaatregelen hebben namelijk betrekking op investeringen die gebonden zijn aan een natuurlijk moment of vervangingscyclus. Een latere fasering van intensivering van het besparingsbeleid betekent dat in de eerste jaren besparingspotentieel onbenut blijft. In latere jaren zijn dan toch dure besparingsmaatregelen nodig om het doel van 2% per jaar te realiseren. Een consequentie van het later halen van het energiebesparingsdoel kan zijn dat in de beginperiode de kosten lager zijn maar de kosten voor besparing in 2020 even groot zijn als in de vaste route. Omdat een deel van het besparingspotentieel in de eerste jaren niet is benut zijn extra andere maatregelen nodig om toch het klimaatdoel te realiseren. Hoe de kosten precies uitvallen vergt nadere analyse. Een ruwe schatting is dat de kosten van de vaste route even groot tot maximaal € 2 miljard lager zijn indien het energiebesparingsdoel later wordt bereikt.

#### *Mogelijkheden voor hernieuwbare energie*

In de vaste route vindt veel brandstofsubstitutie plaats in de elektriciteitsopwekking. Er wordt gas gestookt in plaats van kolen omdat gascentrales energie-efficiënt zijn. Dat zal Nederland af-



hankelijker maken van aardgas dat in de toekomst in toenemende mate moet worden geïmporteerd van buiten de EU. Om de afhankelijkheid van aardgas te beperken is in een gevoeligheidsanalyse afgezien van de maatregel van brandstofsubstitutie. Hierdoor is meer inzet van biomassa in kolencentrales mogelijk en kan duurzame elektriciteitsopwekking een grotere bijdrage leveren aan de doelstelling voor duurzame energie, en is minder inzet van biobrandstoffen en groen gas nodig. De totale kosten van hernieuwbare energie nemen daardoor af. De kostenrange van de duurzame energiemaatregelen bedraagt € 3 tot 4 miljard in 2020, afhankelijk van het wel of niet maximaal inzetten van biomassa in kolencentrales.

#### *Lagere economische groei*

In de verkenning is uitgegaan van een scenario met een hogere economische groei (2,9% per jaar) dan in het regeerakkoord (2,0% per jaar). Voor het realiseren van de klimaat- en energie-doelen bij een economische groei volgens het regeerakkoord is minder reductie van broeikasgasemissies nodig. Indien de doelstellingen voor duurzaam en energiebesparing hetzelfde blijven heeft dit echter nauwelijks consequenties voor de totale nationale kosten. Weliswaar zijn reductie van overige broeikasgassen en CO<sub>2</sub>-opslag niet langer nodig maar het vervallen van deze relatief goedkope opties levert nauwelijks kostenbesparing op. Daarnaast geldt dat het effect van de lagere economische groei op het energiegebruik relatief beperkt is. Dit komt doordat de ont koppeling van economische groei en energiegebruik minder groot is bij een lagere economische groei. De structuur van de economie beweegt zich namelijk minder in een energie-extensieve richting. Tevens is de energiebesparing minder groot vanwege minder uitbreiding en aanschaf van (energie-efficiënte) productiecapaciteit van bedrijven en consumptiegoederen.

#### *Daling van de emissies in de afgelopen jaren*

De gerealiseerde broeikasgasemissie in 2005 is aanmerkelijk lager dan de emissie die in het gebruikte groeiscenario voor 2005 is geraamd. Dit is echter geen aanleiding om de raming voor 2020 naar beneden bij te stellen. Het verschil in geraamde en gerealiseerde ontwikkeling tussen 2002 (het startjaar van de raming voor 2020) en 2005 heeft de volgende oorzaken: toename van de import van elektriciteit welke vanwege nieuw vermogen na 2010 weer zal dalen; lagere groei van de elektriciteitsvraag en productie in de industrie welke waarschijnlijk het gevolg is van een stagnerende conjunctuur van de afgelopen jaren en inmiddels weer is aangetrokken; een maatregel bij de aluminiumindustrie met lagere PFK-emissie tot gevolg welke op een later moment is ingeboekt in de raming.

#### *Beperkingen van de verkenning*

In de verkenning zijn opties gekozen op basis van nationale kosten in 2020. In werkelijkheid kunnen heel andere factoren de keuze voor opties bepalen zoals instrumenteerbaarheid, EU-beleid, draagvlak en lange termijn overwegingen. Een andere keuze zal tot hogere kosten leiden dan in het naar nationale kosten geoptimaliseerde pakket van ECN/MNP.

Effecten op de voorzieningszekerheid, luchtkwaliteit, macro-economische effecten en flexibiliteit in de aankoop van JI/CDM zijn in de verkenning niet onderzocht. Ook het welvaartsverlies van ander gedrag bijvoorbeeld het effect van een kilometerheffing op het minder rijden of het rijden in een kleinere auto is niet in de kosten meegenomen.

#### *Innovaties*

Door innovatie worden bestaande en nieuwe technieken efficiënter en nemen de kosten af. In de verkenning speelt versnelling van innovatie een belangrijke rol om de doelstellingen van het kabinet te realiseren. Daarbij is uitgegaan van voorzichtige inschattingen die gebaseerd zijn op ontwikkelingen zoals deze zich in het verleden bij energie en andere technieken hebben voorgedaan. Daling van de investeringskosten door leereffecten is gebaseerd op een net zo grote kans (50%) dat de innovatie sneller zal verlopen als de kans dat deze langzamer zal verlopen. Tevens zijn nieuwe technologieën als beschikbaar verondersteld die nu nog niet op de markt zijn. De bijdrage van innovatieve technieken aan de klimaatdoelstelling is 30 tot 50 procent van de bin-

nenlandse emissiereductie in beide routes. Het is daarom van belang de kansen voor innovatie van deze technieken te benutten, maar gelijktijdig is het van belang niet blind te varen op optimistische kosteninschattingen. Als de veronderstelde innovaties niet waargemaakt worden zullen de door ECN/MNP ingezette technologieën minder kunnen bijdragen en zijn de kosten hoger dan berekend.

#### *Leeswijzer en samenvatting per sector*

Het eerste deel van het rapport betreft de nationale verkenning van het potentieel en de kosten. In het tweede deel vindt een uitwerking plaats op sectorniveau. De mogelijke technische en gedragsmaatregelen en inzet en effecten van deze maatregelen in de vaste en flexibele route worden beschreven. Daarnaast worden ook beleidsmogelijkheden op sectorniveau kwalitatief beschreven. Bij de sector verkeer en vervoer zijn technische en gedragsmaatregelen veelal moeilijk te scheiden van de beleidsinstrumentatie. Bij deze sector zijn daarom veelal de effecten gekwantificeerd voor mogelijke beleidsinstrumenten (in plaats van de technische en gedragsmaatregelen zoals bij de andere sectoren). De resultaten van iedere sector zijn samengevat in de sectorhoofdstukken van het tweede deel.

# **Deel I Nationale verkenning**

## 1. Aanpak

In het project ‘Klimaat en energie: Schoon en Zuinig’ geeft het kabinet invulling aan de energie- en klimaatdoelstellingen uit het coalitieakkoord. De hoofdlijnen van deze invulling zijn opgenomen in het beleidsprogramma van het kabinet. Ter voorbereiding hiervan voert de minister van VROM (als projectminister) overleg met relevante groepen uit de samenleving, de doelgroepen en maatschappelijke organisaties. Ten behoeve van deze voorbereiding en het te voeren overleg heeft de minister gevraagd om bestaande informatie over mogelijke maatregelen, instrumenten en kosten in een handzame vorm te bundelen.

ECN en MNP maken daarbij gebruik van enkele studies die recent zijn opgesteld, waaronder:

- Potentieel verkenning reductie van uitstoot broeikasgassen in 2020 (Optiedocument), ECN/MNP, februari 2006.
- Instrumenten voor energiebesparing, ECN, december 2006, ECN-C--06-057.
- De ECN/MNP-analyse van de energie en klimaatdoelen in het regeerakkoord die is beschreven in: Milieu en duurzaamheid in regeerakkoord 2007, MNP, februari 2007.

In de ECN/MNP-analyse zijn twee routes doorgerekend voor de doelstelling van 30% broeikasgasreductie: één met en één zonder vaste subdoelen voor energiebesparing (2% per jaar) en duurzaam (20%). Dit leidt tot grote verschillen in de invulling van de CO<sub>2</sub>-reductie. Beide routes worden in dit document toegelicht. Bij de invulling van de doelstelling is alleen gekeken naar opties die in 2020 een bijdrage kunnen leveren aan de reductie van broeikasgasemissies. Niet is gekeken naar technologieën die wel van belang kunnen zijn voor de reductie van broeikasgasemissies op langere termijn en die vanuit het oogpunt van innovatie aandacht verdienen.

De verkenning is uitgevoerd tegen de achtergrond van het GE-scenario uit de Referentieramingen 2005-2020, geactualiseerd voor een beleidswijziging t.a.v. wind op zee en voor een hoge olieprijs en uitgaande van het huidige beleid<sup>1</sup>. Een meer recente versie van het GE-scenario is beschreven in de studie Welzijn en leefomgeving (CPB/MNP/RPB, 2006)<sup>2</sup> en wijkt ten aanzien van de emissies van enkele sectoren met name transport af van de Referentieramingen. Op hoofdlijnen zijn de resultaten van de verkenning ook geldig ten opzichte van het GE-scenario met hoge olieprijsen uit (CPB, 2006). Op sectorniveau, onder andere voor transport, kunnen er echter verschillen bestaan wat betreft de reductiepotentiëlen en kosten.

Effecten op de voorzieningszekerheid, luchtkwaliteit, macro-economische effecten en flexibiliteit in de aankoop van JI/CDM zijn in de verkenning niet onderzocht.

Naast deze nationale verkenning wordt in sectordocumenten een vertaalslag gemaakt van nationale doelen naar de sectoren en worden maatregelen en instrumenten verkend om in dat sectorale beeld te voorzien. Daarnaast wordt een relatie gelegd met technologische innovaties die voor deze sector relevant zijn, zoals aangegeven door de platforms onder de energietransitie van de Taskforce Energietransitie.

---

<sup>1</sup> Dit achtergrondscenario is beschreven in Daniëls en Farla, 2006: Potentieelverkenning klimaatdoelstellingen en energiebesparing tot 2020, Analyses met het Optiedocument energie en emissies 2010/2020, ECN-C--05-106/MNP-773001039, Petten/Bilthoven, januari 2006.

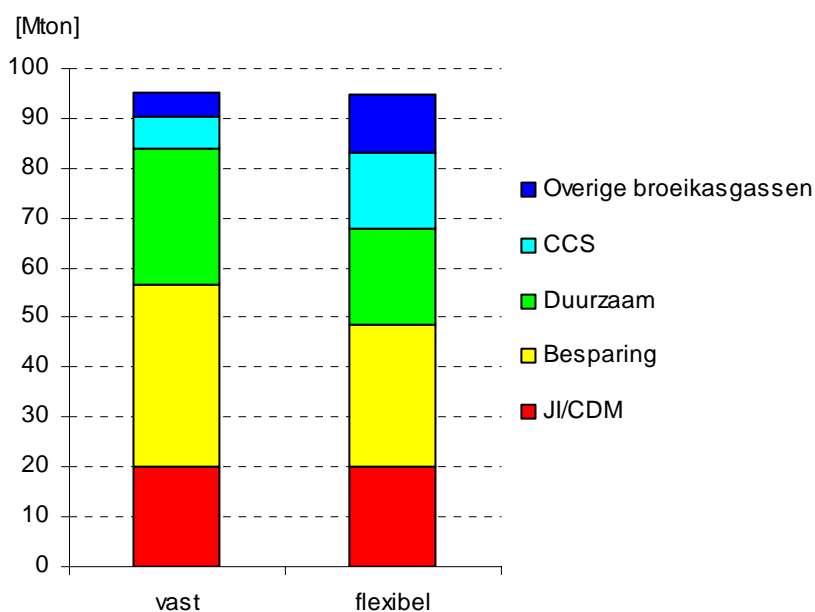
<sup>2</sup> Welvaart en leefomgeving, CPB/MNP/RPB, 2006, zie [www.welvaartenleefomgeving.nl](http://www.welvaartenleefomgeving.nl).

## 2. Klimaatdoelstelling

De broeikasgasemissie in 1990 bedraagt 215 Mton<sup>3</sup>, 30% reductie betekent dus een doelemissie van 151 Mton in 2020. Het referentiescenario (GE hoge olieprijs) komt in 2020 uit op 246 Mton emissie van broeikasgassen. De inspanning voor reductie van broeikasgassen bedraagt dus 95 Mton t.o.v. het referentiescenario. In de verkenning is als uitgangspunt gekozen een continuering van de voorgenomen realisatie van 20 Mton via JI/CDM in het buitenland. Daarmee realiseert een binnenlandse reductie-inspanning van 75 Mton.

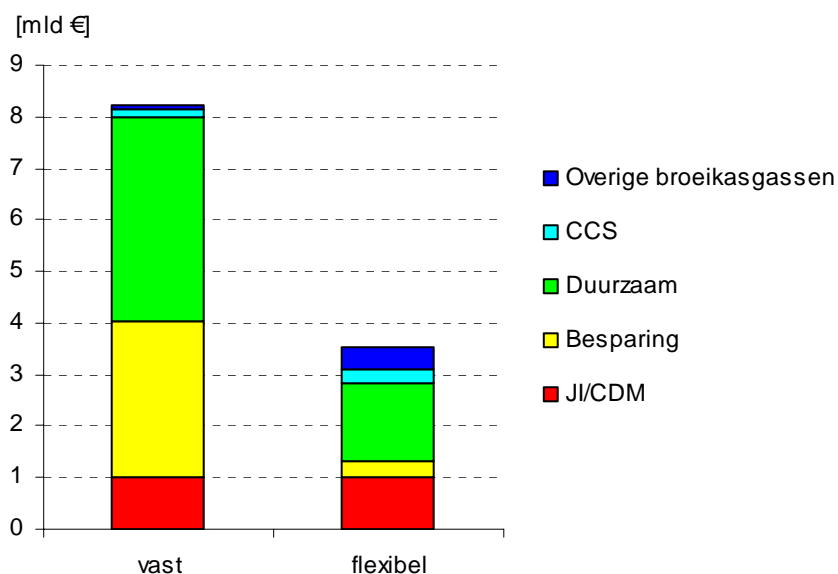
Figuur 2.1 geeft aan hoe de reductie tot stand komt, verdeeld over verschillende thema's: besparing, duurzaam, CO<sub>2</sub>-afvang en -opslag (CCS) en reductie van overige broeikasgassen. Deze invulling is gebaseerd op berekeningen uit de ECN/MNP-analyse van het regeerakkoord. Het figuur geeft de verschillen aan tussen de route met vaste subdoelen voor besparing en duurzaam ('vast') en een route zonder vaste subdoelen ('flexibel').

In een route met vaste subdoelen leveren besparing en duurzaam tweederde van de beoogde broeikasgasreductie en in de flexibele route de helft. De invulling is berekend door te optimaliseren naar zo laag mogelijke nationale kosten in 2020. Opties ter reductie van overige broeikasgassen en CCS zijn goedkoper dan veel opties binnen de thema's besparing en duurzaam. De verschillende invulling in de twee routes leidt dan ook tot grote verschillen in totale nationale kosten (zie Figuur 2.2). De route met vaste subdoelen kost € 8 tot 9 miljard per jaar en de flexibele route € 3 tot 4 miljard per jaar. In beide routes leveren de goedkoopste energiebesparingsmaatregelen waaronder gedragverandering een netto kostenvoordeel op van € 1 miljard.



Figuur 2.1 *Broeikasgasreductie in 2020 naar thema in een route met (vast) of zonder (flexibel) vaste subdoelen voor besparing en duurzaam*

<sup>3</sup> De broeikasgasemissie in 1990 is 215 Mton volgens MONIT-cijfers van ECN, de referentie emissie in 1990 volgens IPCC-methodiek is 214,3 Mton (Milieubalans 2006, MNP).

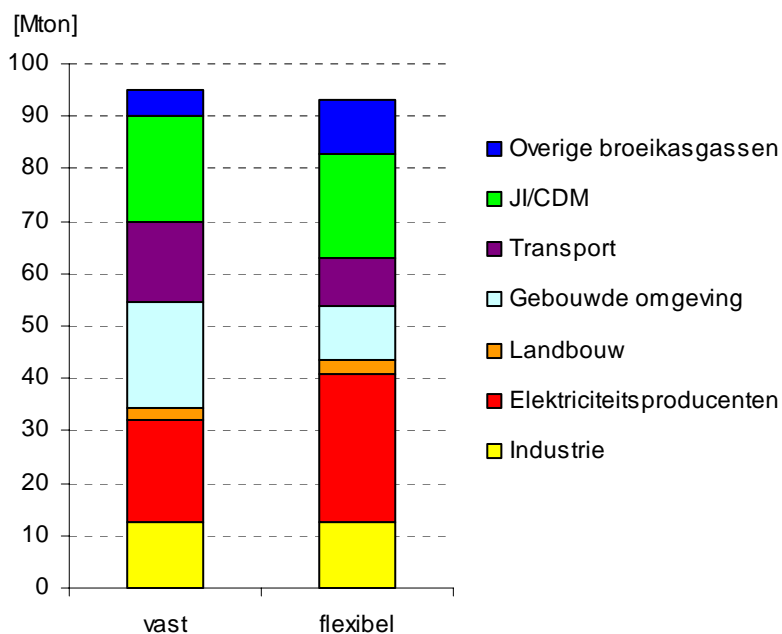


Figuur 2.2 *Nationale kosten broeikasgasreductie in 2020 naar thema in een route met (vast) of zonder (flexibel) vaste subdoelen voor besparing en duurzaam*<sup>4</sup>

Het al dan niet hanteren van vaste subdoelen leidt ook tot een verschillende verdeling van de broeikasgasreductie naar sectoren (zie Figuur 2.3 en Tabel 2.1). In de vaste route leveren transport en gebouwde omgeving een grotere bijdrage aan de broeikasgasreductie dan in de flexibele route. In de vaste route zijn om het energiebesparingsdoel te realiseren bij de elektriciteitsproductie efficiënte gasgestookte eenheden nodig die de mogelijkheden van duurzame elektriciteitsproductie beperken, zoals biomassa bijstook in kolencentrales en windenergie. Besparingen op de elektriciteitsvraag remmen de groei in opgesteld vermogen. Voor het halen van de 20% duurzame energiedoelstelling moet daarom worden ingezet op groen gas<sup>5</sup> in de gebouwde omgeving en biobrandstoffen in verkeer. En in de vaste route wordt in de gebouwde omgeving en de transportsector iets meer energie bespaard dan in de flexibele route. In de flexibele route blijft een deel van de duurdere besparingsmaatregelen achterwege, zoals bijvoorbeeld zeer energiezuinige nieuwbouwwoningen want die worden verdrongen door goedkopere maatregelen van broeikasgasreductie.

<sup>4</sup> Deze bedragen zijn exclusief de kosten en baten van de effecten op voorzieningszekerheid, luchtkwaliteit, verkeerscongestie en macro-economische effecten. In de figuur is gerekend met 50 €/ton voor JI/CDM.

<sup>5</sup> Met groen gas wordt hier bedoeld gas gemaakt uit biomassa met aardgaskwaliteit dat bijgemengd kan worden in het bestaande aardgasnet, ook wel SNG (Synthetic Natural Gas) genoemd.



Figuur 2.3 *Verdeling broeikasgasreductie in 2020 naar sectoren in een route met (vast) of zonder (flexibel) vaste subdoelen voor besparing en duurzaam*

De verdeling naar sectoren van de reductie van broeikasgasemissies is gebaseerd op minimalisatie van nationale kosten en uitgaande van een mogelijke instrumentatie van energiebesparing conform het ECN-rapport ‘Instrumenten voor energiebesparing’. De resultaten zijn niet vrij van onzekerheden en moeten met voorzichtigheid worden gehanteerd. Bijvoorbeeld bij verkeer kunnen bij andere veronderstellingen over scenario’s, instrumentatie en kosten de CO<sub>2</sub>-effecten 5 Mton hoger of lager, en de kosten € 2 miljard hoger of lager uitvallen. Dit kan leiden tot een andere volgorde en verdeling van maatregelen over de sectoren.

Tabel 2.1 vermeldt niet alleen de bijdrage van een sector aan de nationale emissiereductie, maar ook het effect op directe emissies van een sector. Voor de bijdrage van de sectoren aan de nationale emissiereductie wordt de totale reductie die het gevolg is van een maatregel toegerekend aan die sector waar de maatregel toegepast wordt. De feitelijke vermindering van emissies hoeft echter niet in de sector zelf plaats te vinden. Besparing op de elektriciteitsvraag in de huishoudens maakt de emissies van de sector zelf niet lager, maar die van de elektriciteitsopwekking wel. Warmtekrachtkoppeling in de industrie of de landbouw leidt zelfs tot een toename van de emissies in de sector zelf, maar wel tot een (grotere) afname bij de elektriciteitscentrales. De verandering van de directe emissies in een sector staat dus vaak los van waar de achterliggende maatregel toegepast wordt.

Tabel 2.1 *Broeikasgasreductie en nationale kosten naar sectoren*

Sector	Vast				Flexibel			
	BKG-reductie [Mton]	w.v. directe emissie [Mton]	Nationale kosten [mld €]	Nationale kosten [€/ton]	BKG-reductie [Mton]	w.v. directe emissie [Mton]	Nationale kosten [mld €]	Nationale kosten [€/ton]
Industrie	13	9	0,2	18	13	6	0,2	14
Elektriciteitsproducenten	19	33	1,1	59	29	46	1,2	40
Landbouw	2	0	0,1	38	4	0	0,0	11
Gebouwde omgeving	20	13	3,7	181	10	3	0,2	24
Transport	15	15	2,0	128	9	9	0,5	54
Overige broeikasgassen	5	5	0,1	12	10	10	0,4	36
Subtotaal binnenland	75	75	7,2	95	75	75	2,5	33
JI/CDM	20	-	0,4-1,6	20-80	20	-	0,4-1,6	20-80
<i>Totaal</i>	95	75	7,6-8,8	79-92	95	75	2,9-4,1	31-43

Figuur 2.3 focust op de verdeling naar sectoren uitgaande van de sector waar de inspanning geleverd moet worden (zie eerste kolom van Tabel 2.1 'BKG-reductie'). De nationale kosten en kosteneffectiviteit hebben betrekking op de broeikasgasreductie per sector. In de tweede kolom van Tabel 2.1 staat de reductie van directe emissies. Deze zijn van belang wanneer de klimaatdoelstelling uit het coalitieakkoord wordt verdeeld naar streefwaarden sectoren. In Tabel 2.2 wordt de ontwikkeling van de directe emissies per sector geschetst met de historische cijfers voor 1990, 1995 en 2005, de streefwaarden voor 2010, een recente update van het referentiescenario voor 2010, het referentiescenario voor 2020, en de emissies in 2020 uitgaande van realisatie van het klimaatdoel via de vaste of flexibele route.

In Tabel 2.2 is ook goed de verschuiving te zien van een grote bijdrage van biobrandstoffen aan hernieuwbare energie in de vaste route (lagere directe emissie verkeer) en een grotere bijdrage van hernieuwbare elektriciteit in de flexibele route (lagere directe emissie industrie/energie).

Tabel 2.2 *Ontwikkeling directe emissies CO<sub>2</sub> per sector en overige broeikasgassen*

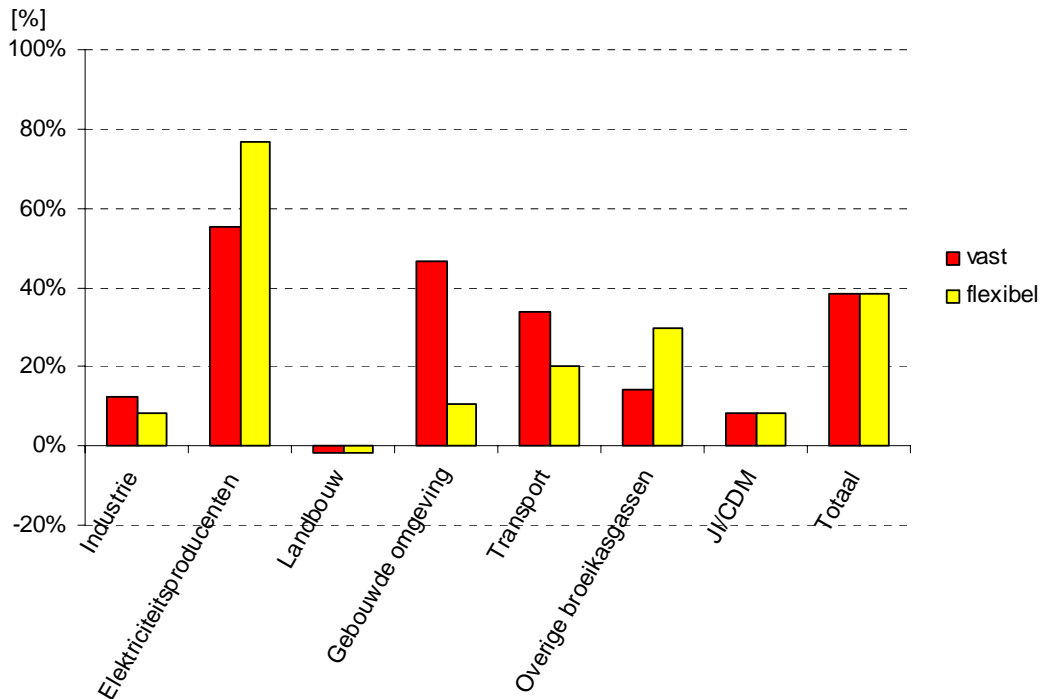
	1990	1995	2005	2010	2010	2020	2020 met	
					update	referentie	realisatie	
					GE hoge	GE hoge	klimaatdoel	
					olieprijs <sup>6</sup>	olieprijs	Vast	Flexibel
				Streef-				
				waarden				
CO <sub>2</sub> gebouwde omgeving	30	31	29	28	27	27	14	24
CO <sub>2</sub> industrie/energie	93	96	98	109	105	132	90	79
CO <sub>2</sub> landbouw	9	8	7	8	9	7	7	4
CO <sub>2</sub> verkeer	30	33	39	39	40	46	30	37
Overige broeikasgassen	54	54	37	35	35	35	30	27
JI/CDM							-20	-20
<i>Totaal</i>	215	223	210	220	215	246	151	151

In Figuur 2.4 wordt het reductiepercentage per sector weergegeven ten opzichte van het referentiescenario. Opvallend is het relatief hoge reductiepercentage bij de elektriciteitsproductie. Dit komt voor een deel doordat het hier de reductie van directe emissies betreft, waarin ook de effecten van elektriciteitsbesparing en WKK in andere sectoren. In de flexibele route is het reduc-

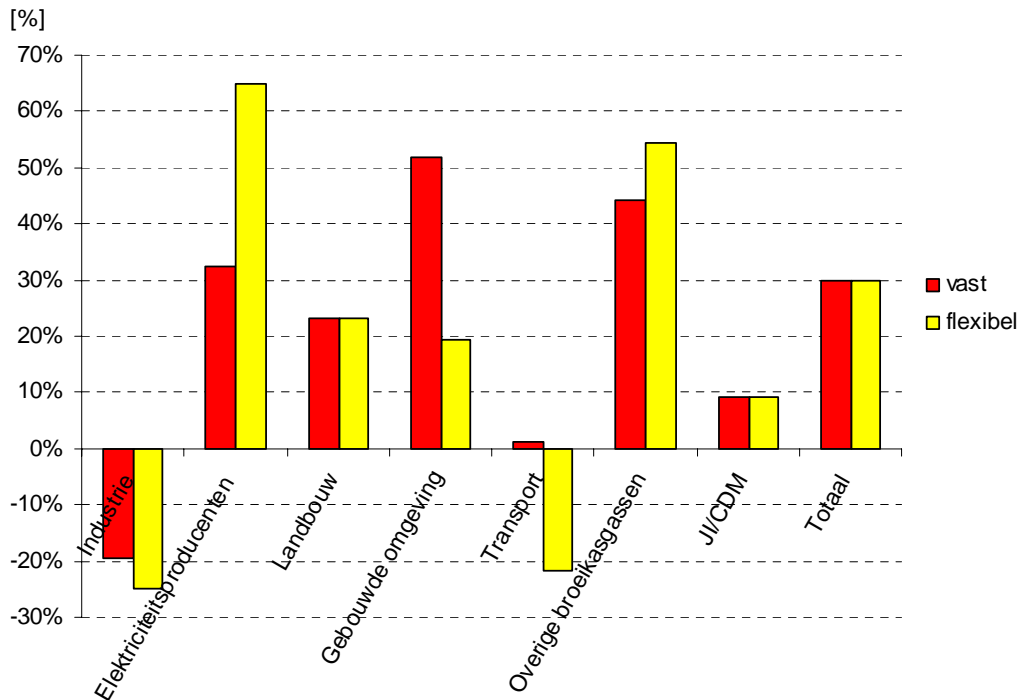
<sup>6</sup> P. Kroon et al, 2007: Actualisatie van de CO<sub>2</sub>-uitstoot van het SE- en GE-scenario, ECN/MNP, juni 2007 (ECN-E--07-028).



tiepercentage nog hoger door meer toepassing van CCS en hernieuwbare elektriciteit dan in de vaste route. Het reductiepercentage is in de elektriciteitsproductie ook fors doordat in het referentiescenario een flinke stijging van de emissies is verondersteld tussen 2010 en 2020 door de bouw van nieuwe kolencentrales. In de vaste en flexibele route wordt via brandstofsubstitutie (nieuwe gascentrales i.p.v. kolencentrales) die stijging van de emissie weer teniet gedaan. Het is daarom goed de daling van de directe emissies per sector ook te relateren aan de emissie in 1990 (zie Figuur 2.5).



Figuur 2.4 Reductie van de directe emissies t.o.v. het referentiescenario in 2020



Figuur 2.5 Daling van de directe emissies t.o.v. het referentiejaar 1990

In Figuur 2.5 is te zien dat de directe emissies van de industrie en de transportsector ondanks de reductiemaatregelen in de vaste en flexibele route een negatieve daling vertonen, dat wil zeggen dat zij zullen blijven stijgen t.o.v. 1990. Voor de industrie heeft dit te maken met de toename van warmtekrachtkoppeling: alle decentraal vermogen is hier aan de industrie toegeschreven. Voor de transportsector heeft dit te maken met de toegenomen mobiliteit.

### *De betekenis van JI/CDM*

In de berekeningen is uitgegaan van 20 Mton broeikasgasreductie via JI of CDM. Dit is een continuering van de voorgenomen aankoop van JI- en CDM-reducties tijdens de Kyoto-periode van 2008-2012. De kosten van deze reductie worden bepaald door de internationale prijs van emissierechten (CO<sub>2</sub>-prijs). In de analyse is gerekend met een CO<sub>2</sub>-prijs van € 20 tot 80 per ton<sup>7</sup>. De kosten van JI/CDM zijn daarmee laag ten opzichte van opties voor binnenlandse reductie van broeikasgassen. Als de reductie door JI/CDM minder oplevert dan 20 Mton dan zullen de kosten toenemen, al gauw met enkele miljarden<sup>8</sup>. Meer reductie via JI/CDM dan 20 Mton zou juist tot lagere kosten leiden. In de verkenning zijn de kosten van JI/CDM niet aan een sector toegerekend, maar apart vermeld. De kosten van JI/CDM moeten worden gedragen door de overheid of door sectoren, zoals de industrie wanneer deze JI/CDM-projecten inzetten binnen het EU-emissiehandelssysteem ETS.

### *De rol van kernenergie*

Het coalitieakkoord sluit nieuwbouw van kerncentrales uit in de huidige regeerperiode. Nieuwbouw van kerncentrales is in de twee routes van de ECN/MNP-verkenning daarom niet meegenomen. In de vaste route is er geen of weinig ruimte voor kernenergie, omdat de doelen voor energiebesparing en duurzaam moeten worden gehaald. Kernenergie draagt immers niet bij aan besparing en ook niet aan duurzaam, alleen aan broeikasgasreductie. In de flexibele route zou kernenergie daarom wel een optie zijn. Indien een nieuwe kerncentrale van 2000 MW wordt gerealiseerd vóór 2020, wordt de 30% broeikasgasreductie tegen lagere kosten bereikt. De nationale kosten zullen dan € 1,2 miljard per jaar lager zijn<sup>9</sup>. Daarbij moet worden opgemerkt dat de gevolgen voor toekomstige generaties van de opslag van radioactief afval van kernenergie moeilijk in kosten zijn uit te drukken omdat het afval honderden tot duizenden jaren moet worden geborgen. Het is een politieke keuze of toekomstige generaties het huidige afval moeten beheeren.

### *Effect economische groei*

In de analyses is uitgegaan van een referentiescenario met een economische groei van 2,9% per jaar. Hierbij moet voor de klimaatdoelstelling in 2020 een emissiereductie van 95 Mton gerealiseerd worden. Het coalitieakkoord gaat uit van een economische groei van 2% per jaar. Bij deze lagere economische groei zullen de emissies bij bestaand beleid naar verwachting lager uitkomen dan in het referentiescenario, en is dus minder emissiereductie nodig. ECN/MNP schatten<sup>10</sup> dat de benodigde reductie bij 2% economische groei en bestaand beleid rond de 75 tot 80 Mton zou kunnen liggen. De klimaatdoelstelling kan dan tegen lagere kosten gerealiseerd worden, waarbij geldt dat bij een lagere economische groei ook de reductiepotentiëlen van maatregelen kleiner zijn. In de flexibele route zullen de kosten dalen van € 4 miljard naar € 2 tot 3 miljard. In de vaste route dalen de kosten waarschijnlijk slechts met enkele honderden miljoenen, doordat

<sup>7</sup> De CO<sub>2</sub>-prijs is sterk afhankelijk van de vraag en het aanbod van emissierechten waaronder CDM. In het geval ontwikkelde landen buiten Europa, zoals de Verenigde Staten en Australië, niet meedoen aan het emissiehandelssysteem, is er weinig vraag en blijft de CO<sub>2</sub>-prijs relatief laag. Een groot aanbod van CDM-projecten uit landen zoals China heeft ook een verlagend effect op de CO<sub>2</sub>-prijs.

<sup>8</sup> Bij een inspanning van 75 Mton binnenlandse reductie worden opties ingezet tot 200 €/ton CO<sub>2</sub>, bij een extra reductie van 20 Mton komen opties in beeld waarvan de kosten liggen tussen de 200 en 2000 €/ton CO<sub>2</sub>. Voor 20 Mton betekent dit een paar miljard per jaar aan extra kosten.

<sup>9</sup> Voor de kosten van kernenergie wordt uitgegaan van de huidige wettelijke richtlijnen. Er is een financiële reservering meegenomen voor de eindberging van kernafval, en er is een verzekeringspremie opgenomen in de operationele kosten.

<sup>10</sup> In het GE-scenario met 2,9% economische groei is de broeikasgasemissie in 2020 15% hoger dan in 1990, in het SE-scenario met 1,6% economische groei blijven de emissies op het niveau van 1990 (bron: WLO-scenario's).

CCS en reductie van overige broeikasgassen achterwege kan blijven. De doelen voor besparing en duurzaam vereisen een vergelijkbare inspanning, met vergelijkbare kosten<sup>11</sup>.

#### *De rol van het EU-beleid*

De verdeling van de reductie-inspanning over sectoren is in de ECN/MNP-verkenning gebaseerd op minimalisatie van nationale kosten. Echter niet alleen nationaal beleid is bepalend voor de invulling van de klimaatdoelstelling, maar ook EU-beleid. Voor de sectoren verkeer en gebouwde omgeving zal de bijdrage aan de nationale klimaatdoelstelling afhankelijk zijn van EU-brede normstelling aan auto's en apparaten. Voor de industrie en de energiesector wordt de realisatie van de reductie in hoge mate bepaald door het EU-emissiehandelssysteem ETS. Onduidelijk is nu nog hoe de allocatie van emissierechten binnen ETS na 2012 zal plaatsvinden. Mogelijk wordt dit meer geharmoniseerd en vindt de allocatie vanuit de EU plaats. Dat zou betekenen dat Nederland niet zelf kan bepalen hoeveel de ETS-sectoren industrie en elektriciteitsproductie gaan bijdragen aan een nationale klimaatdoelstelling.

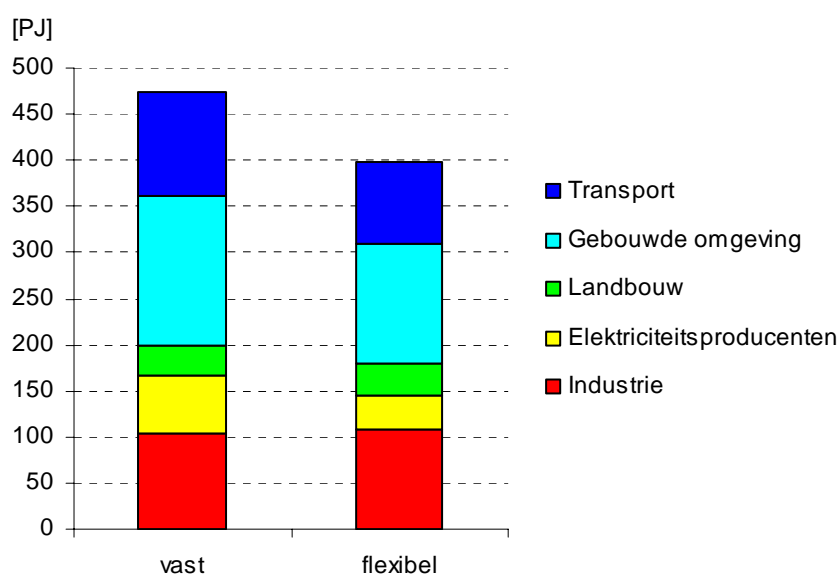
In de vaste route dalen de directe emissies in 2020 van de sector industrie/energie met 8% en in de flexibele route met 16% t.o.v. 1990 (zie Tabel 2.2). Wanneer in de allocatie van emissierechten de ETS-sectoren door de EU bijvoorbeeld op -20% of -30% worden gezet, dan zullen ETS-sectoren meer en de niet-ETS sectoren (gebouwde omgeving, landbouw en verkeer) minder hoeven bij te dragen aan de nationale klimaatdoelstelling. Tenminste, wanneer we ervan uitgaan dat de 20 Mton JI/CDM door de overheid wordt gefinancierd en de reductie niet aan een sector wordt toegeschreven. Wanneer de 20 Mton JI/CDM geheel door de industrie/energiesector wordt aangekocht binnen het kader van ETS bovenop de reducties uit deze verkenning, dan is de taakstelling van de sector industrie/energie -29% in de vaste en -39% in de flexibele route.

---

<sup>11</sup> Voor besparing en duurzaam geldt dat een lagere economische groei zal leiden tot minder groei van het energiegebruik (bijv. minder groei autoverkeer), maar dat is een beperkt effect (in de orde van 10%). De extra PJ's besparing en PJ's vermeden primair door duurzaam liggen dan ook nauwelijks lager. Nog steeds moeten alle auto's, woningen, en fabrieken 2% per jaar zuiniger worden en moet 20% van het energiegebruik duurzaam worden ingevuld. Besparing is bij een lagere groei moeilijker en duurder, want er zijn minder nieuwe efficiënte fabrieken, nieuwe goed geïsoleerde woningen en nieuwe zuinige auto's.

### 3. Energiebesparing

In het coalitieakkoord staat het streven van 2% energiebesparing per jaar, maar niet vanaf welk jaar dat tempo moet worden gerealiseerd. In het voorjaar van 2005 heeft de Tweede Kamer (motie van der Ham/Spies) de minister van EZ gevraagd om het besparingstempo op te voeren naar 2% per jaar. In de periode 2005-2010 zou het besparingstempo geleidelijk opgevoerd moeten worden van het huidige tempo van ca. 1% per jaar naar 2% per jaar in 2010 en de daaropvolgende jaren. In totaal vergt dit 475 PJ extra additionele besparing t.o.v. het referentiescenario tussen 2005 en 2020 ten gevolge van het hogere besparingstempo. In de berekeningen voor de route met vaste subdoelen is uitgegaan van deze 475 PJ. In de flexibele route is met bijna 400 PJ extra besparing t.o.v. het referentiescenario het besparingstempo gemiddeld 1,8% in de periode 2010-2020.



Figuur 3.1 *Additionele energiebesparing in 2020 t.o.v. het referentiescenario naar sectoren*

Voor het halen van het besparingsdoel van 2% per jaar is vrijwel volledige inzet van de instrumentenpakketten uit het ECN rapport 'Instrumenten voor energiebesparing' vereist. De nationale kosten voor besparing bedragen ca. € 3 miljard. In de flexibele route kan een deel van de duurdere maatregelen in de gebouwde omgeving en de transportsector achterwege blijven, de nationale kosten voor besparing zijn dan € 0,3 miljard. Het besparingstempo varieert per sector. Tabel 3.1 geeft een beeld van de verschillende besparingstempo's van sectoren.

Tabel 3.1 *Besparingen en besparingstempo per sector*

		Transport	Landbouw	Gebouwde Industrie <sup>12</sup>	Energie	Nationaal omgeving	
<i>Referentiescenario</i>							
Besparingen 2010-2020	[PJ]	63	36	117	155	0	371
Besparingstempo 2010-2020	[%/jr]	0,9 <sup>13</sup>	1,5	0,8	0,8	<sup>14</sup>	1,0
<i>Additionele besparingen</i>							
ECN-E--06-057	[PJ]	115	41	249	129	39	573
30% BKG-reductie vast	[PJ]	113	34	163	105	61	475
30% BKG-reductie flexibel	[PJ]	88	35	129	108	37	397
<i>Besparingstempo 2010-2020</i>							
ECN-E--06-057	[%/jr]	2,2	2,9	2,1	1,4		2,2
30% BKG-reductie vast	[%/jr]	2,2	2,7	1,6	1,4		2,0
30% BKG-reductie flexibel	[%/jr]	1,9	2,7	1,5	1,3		1,8

*Effect van andere fasering en definitie van energiebesparing*

De beleidsopgave voor energiebesparing is eenvoudiger te realiseren bij een andere fasering van het besparingstempo. Verhogen van het huidige energiebesparingstempo naar het niveau volgens de genoemde motie Van der Ham/Spies vereist intensivering van beleid. Daarbij moet in de beleidsuitvoering eerst nieuw beleid worden vormgegeven en geïmplementeerd, alvorens de effecten in de vorm van extra besparing gerealiseerd kunnen worden. Wanneer een besparingstempo van 2% per jaar pas vanaf 2012 of later gerealiseerd wordt, dan vindt er minder extra besparing in 2020 t.o.v. het referentiescenario plaats. De extra besparing in 2020 komt dan overeen met de 400 PJ extra besparing in de flexibele route.

De beleidsopgave voor energiebesparing is ook eenvoudiger te realiseren bij een andere definitie van energiebesparing. De in dit rapport vermelde cijfers over het energiebesparingstempo hebben betrekking op het totale Nederlandse energiegebruik, inclusief non-energetisch gebruik. Dit is bijvoorbeeld het gebruik van energiedragers als grondstof voor het maken van kunstmest of plastics. Op het non-energetisch gebruik kan vrijwel niet bespaard worden. Indien de besparing alleen zou worden betrokken op het energetische deel van het Nederlandse energiegebruik, dan zou minder besparing nodig zijn om 2% te realiseren. Van het totale Nederlandse energiegebruik is ca. 20% non-energetisch verbruik<sup>15</sup>. Dit betekent dat 1,7% besparing t.o.v. het totale energiegebruik overeenkomt met 2% t.o.v. het energetisch energiegebruik.

Formeel vallen niet alle maatregelen die tot minder energiegebruik leiden onder de definitie van besparing. Het protocol monitoring energiebesparing (PME) hanteert de definitie: "Het uitvoeren van dezelfde activiteiten of het vervullen van functies met minder energiegebruik". In de hier gepresenteerde berekeningen is een ruime definitie van besparing gehanteerd, omdat dit beter aansluit bij de beleidspraktijk. Naast de besparing volgens PME wordt ook meegenomen:

<sup>12</sup> Bij de vergelijking van industrie met andere sectoren moet rekening gehouden worden met het grote non-energetisch verbruik in de industrie. Dit is ongeveer de helft van het totale verbruik van de industrie. Omdat het non-energetisch verbruik wel meetelt in de noemer van de besparingsberekening, terwijl het niet of nauwelijks mogelijk is om hier besparingen op te realiseren, valt het besparingstempo hierdoor in de industrie relatief lager uit dan in andere sectoren.

<sup>13</sup> Voor de transportsector is in het achtergrondscenario geen besparingscijfer uitgerekend. De tabel gaat voor de transportsector uit van een besparingscijfer gelijk aan het gemiddelde van de overige sectoren.

<sup>14</sup> Voor de energiebedrijven is het niet mogelijk om een besparingscijfer uit te rekenen dat vergelijkbaar is met dat van andere sectoren, omdat de energiebedrijven geen primair verbruik hebben. De besparing van de energiesector telt rechtstreeks mee in het nationale besparing tempo.

<sup>15</sup> Als non-energetisch is gerekend het non-energetische verbruik van olie en gas. Het kolenverbruik van Hoogovens is dus wel als energetisch gebruik gerekend.

brandstofsubstitutie in de elektriciteitsopwekking<sup>16</sup>, volume- en structureffecten<sup>17</sup> en duurzaam ‘achter de meter’<sup>18</sup>. De keuze in de definitie van besparing is bepalend voor welke maatregelen worden ingezet om de besparingsdoelstelling te realiseren. Wanneer dubbeltelling met de duurzame energiedoelstelling moet worden voorkomen, zou duurzaam achter de meter niet mogen meetellen als besparing.

#### *Effect op voorzieningszekerheid en prijzen*

Vooral in de vaste route vindt veel brandstofsubstitutie plaats in de elektriciteitsopwekking. Er wordt gas gestookt in plaats van kolen. Dat zal Nederland afhankelijker maken van aardgas dat in de toekomst in toenemende mate moet worden geïmporteerd van buiten de EU. Kolenvoorraden zijn veel groter en meer verspreid over de wereld verdeeld dan de aardgasvoorraden. De overschakeling op het veel duurdere aardgas zal tevens een verhogend effect hebben op de groothandelsprijs van elektriciteit. Dit is ongunstig voor de concurrentieverhoudingen, zowel voor de Nederlandse elektriciteitsproducenten in vergelijking met het buitenland, als voor delen van de energie-intensieve industrie in Nederland.

---

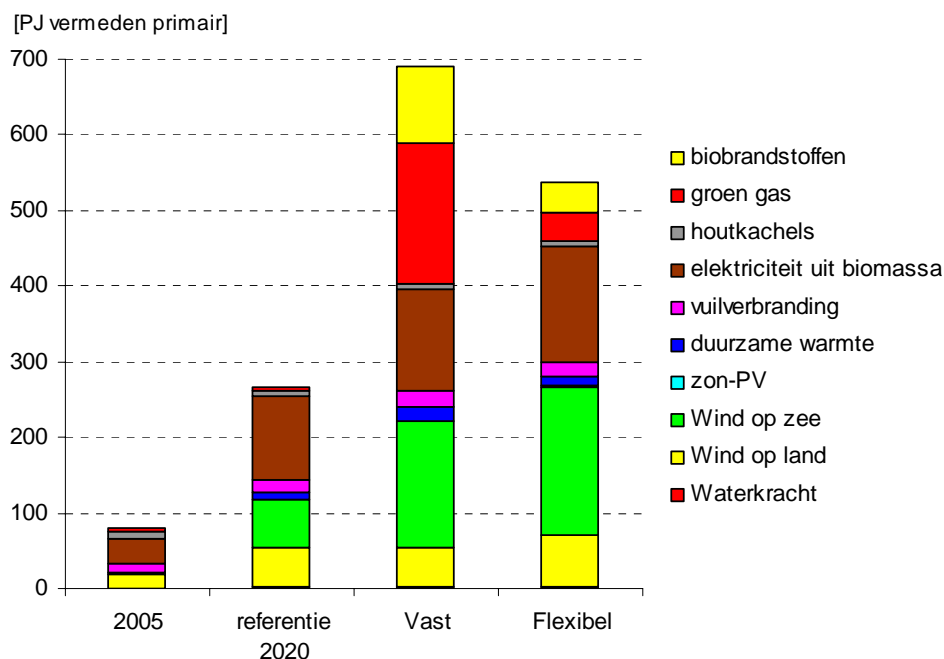
<sup>16</sup> Vanwege het hogere rendement van gascentrales levert overschakeling van kolen naar gas energiebesparing op.

<sup>17</sup> Maatregelen waarbij het activiteitsniveau wel verandert, zoals bij de kilometerheffing.

<sup>18</sup> Bijvoorbeeld zonneboilers en warmtepompen in de gebouwde omgeving. In de verkenning levert hernieuwbaar achter de meter 3 à 4 PJ extra besparing t.o.v. het referentiescenario in 2020.

## 4. Aandeel duurzaam

In het referentiescenario GE hoge olieprijs stijgt het aandeel duurzaam van 2,4% in 2005 naar 7% in 2020. In de vaste route wordt een aandeel duurzaam van 20% bereikt, in de flexibele route is het aandeel duurzaam 16%.



Figuur 4.1 *Duurzame energie naar bron*

De grootste bijdrage aan de duurzame energiedoelstelling komt van windenergie en biomassa (voor elektriciteitsproductie, groen gas en biobrandstoffen). In de vaste route wordt ruim 30% van de doelstelling ingevuld met wind en 60% met biomassa, in de flexibele route draagt windenergie bijna 50% bij en biomassa 40%.

Opvallend in de vaste route is de grote bijdrage van biobrandstoffen in verkeer en groen gas in de gebouwde omgeving. In de vaste route zijn om het energiebesparingsdoel te realiseren bij de elektriciteitsproductie efficiënte eenheden nodig die de mogelijkheden van duurzame elektriciteitsproductie beperken. Voor het halen van de 20% duurzame energiedoelstelling moet daarom worden ingezet op biobrandstoffen en groen gas. Het gaat om een aandeel biobrandstoffen t.o.v. de binnenlandse afzet van 20%. De extra hoeveelheid groen gas is ca. 30% van het gasverbruik in de gebouwde omgeving.

In de vaste route is ruim 6000 MW windenergie op zee verondersteld, in de flexibele route ruim 7000 MW. Eind 2007 wordt voorzien dat er ca. 200 MW staat, en in het Referentiescenario was 2200 MW verondersteld. Het realiseren van 6000 MW wind op zee vraagt om een goede planning en uitstekende samenwerking tussen overheid en bedrijfsleven. Gemiddeld zal per jaar meer dan 500 MW aan windturbines op zee geplaatst moeten worden. Ter illustratie: het windmolenpark voor de kust van Egmond aan Zee heeft een vermogen van 108 MW.

Ten aanzien van wind op land wordt in de vaste route 2900 MW verondersteld (evenveel als in het referentiescenario) tegen circa 4000 MW in de flexibele route. Op 1 januari 2007 stond er

1450 MW<sup>19</sup>. Het gaat hier dus om meer dan een verdubbeling. Zon-PV groeit in de vaste en flexibele route even snel als in het referentiescenario van 51 MW in 2005 naar 200 MW in 2020.

### *Kanttekeningen*

Het realiseren van de duurzame energiedoelstelling vergt een grote inzet van biomassa, Nederland zal het grootste deel van de biomassa moeten importeren. In de verkenning is gerekend met 100% CO<sub>2</sub>-reductie bij de inzet van biomassa. De emissies die vrijkomen bij de teelt van biomassa en de productie van biobrandstoffen vinden grotendeels in het buitenland plaats en zijn niet meegenomen. Deze emissies zijn afhankelijk van het type energiegewas en de energie-efficiency van de conversietechnologie naar biobrandstof en variëren van 20 tot 80% van de reductie in Mton CO<sub>2</sub>-equivalent. Een herziene versie van de EU biofuels directive zal waarschijnlijk richtlijnen bevatten voor de minimale CO<sub>2</sub>-prestatie en de maximale negatieve impact op biodiversiteit. Ook voor biomassa als input voor elektriciteitsproductie en productie van groen gas gelden dezelfde kanttekeningen. De grote inzet van biomassa leidt tot afhankelijkheid van buitenlandse productie van biomassa, waarbij nu niet duidelijk is wat de marktprijs van biomassa richting 2020 wordt en of bij de teelt duurzaamheidsaspecten zoals verdringing van voedselproductie en biodiversiteit gewaarborgd zijn.

In het referentiescenario is verondersteld dat de MEP-regeling als instrument niet zou wijzigen tussen 2005 en 2020. Inmiddels is de MEP bevroren en kan het referentiescenario niet meer als 'autonome ontwikkeling onder bestaand beleid' worden beschouwd.

Ten slotte zijn in de berekeningen t.o.v. het referentiescenario geen veranderingen in de import en export van elektriciteit verondersteld. Meer of minder export van elektriciteit, zou meer of minder ruimte geven voor duurzaam binnen de elektriciteitsproductie. De hoeveelheid import en export wordt bepaald door prijsverschillen met het buitenland. Die prijsverschillen hangen af van het type productievermogen in het buitenland (Franse kerncentrales, Duitse bruinkoolcentrales) en daarmee ook van het klimaatbeleid dat in onze buurlanden wordt gevoerd.

---

<sup>19</sup> Website Wind Service Holland.



## 5. Gevoeligheidsanalyse

De verkenning van de doelstellingen van de Regering (energiebesparing 2% per jaar, aandeel duurzaam van 20% in 2020 en broeikasgasreductie van 30% in 2020 ten opzichte van 1990) leidt tot hoge nationale kosten (€ 8 tot 9 miljard in 2020).

Hierbij kunnen de volgende opmerkingen naar voren worden gebracht die betrekking hebben op de hoge nationale kosten:

1. Er staat in het coalitieakkoord niets over wanneer de 2% besparing per jaar gerealiseerd moet zijn. Dat mag veel later dan in de vaste route van ECN/MNP is verondersteld: bijvoorbeeld 2%/jaar vanaf 2015 en daar vanaf nu langzaam naar toe groeien.
2. Het kabinet gaat in haar ramingen uit van 2% economische groei per jaar. Dat zou ook een lagere emissie van broeikasgassen in het referentiescenario betekenen en een kleinere beleidsopgave dan 95 Mton reductie.
3. De fuelswitch van kolen naar aardgas in de vaste route heeft negatieve consequenties voor voorzieningszekerheid en realisatie van de duurzame energiedoelstelling, en zou niet in het pakket moeten zitten.

VROM en EZ hebben ECN en MNP gevraagd een gevoeligheidsanalyse uit te voeren waarin deze opmerkingen zijn verwerkt. De gevoeligheidsanalyse is uitgevoerd ten opzichte van de eerdere vaste route. Gekeken is naar een later moment waarop 2% besparing wordt gerealiseerd, het uitschakelen van de mogelijkheid van brandstofswitch en een kleinere beleidsopgave dan 95 Mton. Verder zijn extra mogelijkheden voor energiebesparing in de transportsector toegevoegd. Uit discussies met experts bleek dat de onzekerheden in de berekening met het Optiedocument groot zijn. Een nieuwe berekening is uitgevoerd uitgaande van een optimistisch groter energiebesparingspotentieel bij verkeer richting de bovenkant van de onzekerheidsmarge. Uit deze analyses komen de hieronder beschreven inzichten naar voren.

Onder alle omstandigheden is stevige inzet van beleidsinstrumenten nodig in alle sectoren om de doelstellingen te realiseren. Dat geldt net name voor de doelen voor energiebesparing en duurzaam. Met het bereiken van deze doelen wordt de klimaatdoelstelling al bijna gerealiseerd.

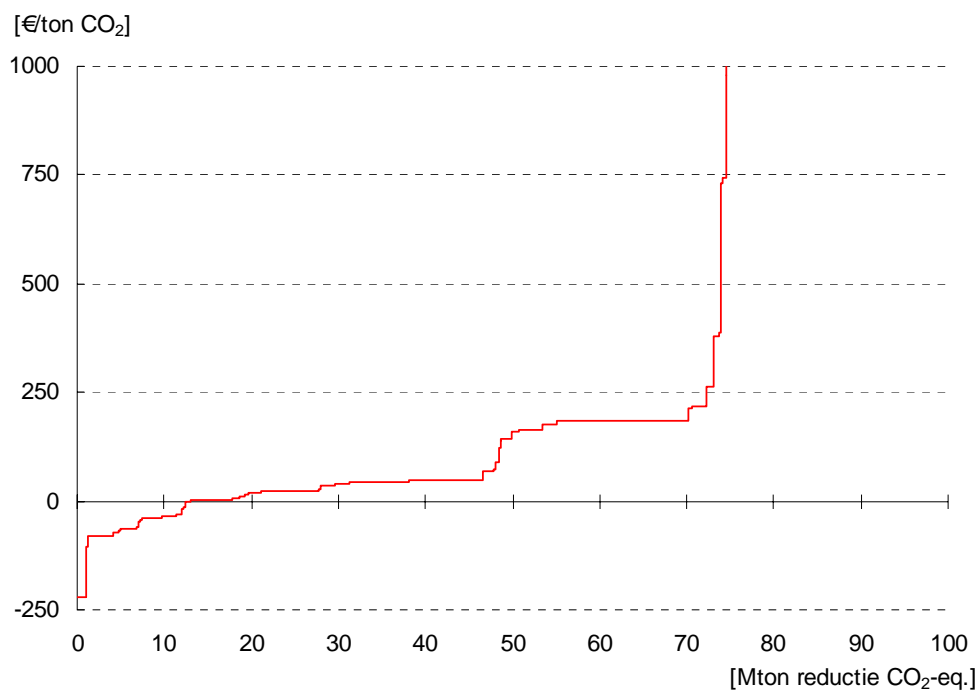
De kosten voor het gelijktijdig realiseren van de drie doelstellingen bij aangepaste veronderstellingen liggen tussen de € 4 en 6 miljard in 2020. De kostenschatting van € 4 miljard geldt alleen bij per saldo negatieve kosten voor energiebesparing. Het is onzeker of daarmee een besparings-tempo van 2% per jaar gerealiseerd kan worden. De totale nationale kosten van besparing kunnen zeer sterk fluctueren, van € 3 miljard positief tot € 1 miljard negatief, afhankelijk van de invulling van de doelstelling. De kosten van energiebesparing zijn zeer gevoelig voor de hoogte van de doelstelling en de veronderstellingen over de mogelijkheden hoe deze te bereiken. Een illustratie hiervan is dat door een iets ruimere inschatting van de mogelijkheden voor energiebesparing bij verkeer er verschuivingen kunnen optreden in het besparingspakket en daardoor de kosten met € 2 miljard kunnen afnemen. In de ruimere inschatting levert de kilometerheffing 1 Mton meer op tegen fors negatieve kosten (-200 €/ton). De aankoop van zuinige personenauto's levert 1,5 Mton extra, en is kostenneutraal (ca. 0 €/ton). Deze besparingsopties komen in de plaats van opties die tussen de 0 en 1000 €/ton kosten en daarom scheelt het al gauw € 2 miljard. De kostencurve van BKG-reductieopties verloopt zeer steil, de opties rechts in de curve betreffen besparingsopties (zie Figuur 5.1).

Vanuit het oogpunt van voorzieningszekerheid lijkt een switch van kolen naar aardgas minder gewenst. Als 2% besparing pas rond 2015 hoeft te worden bereikt, dan is de energiebesparingsdoelstelling ook mogelijk zonder deze brandstofswitch.

Het realiseren van 2% besparing per jaar op een later moment, levert niet per se lagere kosten op. Bijna alle besparingsmaatregelen hebben betrekking op investeringen die gebonden zijn aan een natuurlijk moment of vervangingscyclus. Een latere fasering van intensivering van het besparingsbeleid betekent dat in de eerste jaren besparingspotentieel onbenut blijft, en op een later moment ook duurdere opties moeten worden ingezet. Een lager besparingstempo, bijvoorbeeld 1,8% in plaats van 2% per jaar in de periode 2010-2020, levert wel lagere kosten op, de duurste opties zijn dan niet nodig.

Als zich in de praktijk tegenvallers voordoen bij het realiseren van energiebesparing en hierom weer extra (en dure) maatregelen moeten worden genomen, dan kan dit leiden tot een forse kostenverhoging.

De totale kosten zijn een optelling van de kosten van zowel besparingsopties met positieve als besparingsopties met negatieve kosten. De besparingsopties met negatieve kosten leveren per saldo ca. € 1 miljard op. In een pakket met veel besparing staan daar besparingsopties tegenover met € 2,5 miljard aan netto kosten. In een pakket met minder besparing staan daar besparingsopties tegenover met slechts € 0,2 miljard aan netto kosten. De directe emissies van een pakket met veel besparing (vast nieuw) en een pakket met minder besparing staan in Tabel 5.1



Figuur 5.1 *Kostencurve broeikasgasreductie opties vaste route*

Hernieuwbare energie vormt een dominant gedeelte van de nationale kosten. In alle varianten gaat het om kosten die € 3 miljard in 2020 bedragen. De kosten zijn gevoelig voor de aannames over de kosten van biomassa en windenergie. Doordat er - ten opzichte van eerdere analyses - geen brandstofswitch is toegelaten, biedt dit meer mogelijkheden voor de inzet van biomassa in kolencentrales. Hierdoor kan duurzame elektriciteitsopwekking een grotere bijdrage leveren aan de doelstelling voor duurzame energie, en is minder inzet van biobrandstoffen en groen gas nodig.

Wanneer de inspanning voor reductie van broeikasgassen lager is dan 95 Mton, bijvoorbeeld vanwege minder groei van de emissies in het referentiescenario, heeft dat nauwelijks nog consequenties voor de totale nationale kosten. De doelstellingen voor duurzaam en besparing blijven overeind en samen met 20 Mton reductie door JI/CDM wordt de klimaatdoelstelling be-

reikt. Reductie van overige broeikasgassen en CCS is niet langer nodig. Het vervallen van deze relatief goedkope opties levert nauwelijks kostenbesparing op.

In de berekeningen van ECN/MNP zijn opties gekozen op basis van nationale kosten. In werkelijkheid kunnen heel andere andere factoren de keuze voor bepaalde opties bepalen zoals instrumenteerbaarheid, EU-beleid, draagvlak etc. Dit zal tot hogere kosten leiden dan in het naar kosten geoptimaliseerde pakket van ECN/MNP.

In Tabel 5.1 is weergegeven hoe de emissies in 2020 zijn verdeeld per sector in twee varianten. Het betreft de vaste variant met nieuwe inzichten t.a.v. de mogelijkheden in de verkeerssector en een variant zonder fuelswitch en minder besparing.

Tabel 5.1 *Emissies per sector*<sup>20</sup>

	1990	1995	2000	2005	2010	2020	2020 vast	2020
					referentie	referentie	nieuw	minder
					GE hoge	GE hoge		besparing
					olieprijs	olieprijs		
CO <sub>2</sub> Industrie	52	53	56	53	65	71	66	64
CO <sub>2</sub> Elektriciteitsproducenten	40	43	40	45	41	61	24	20
CO <sub>2</sub> Landbouw	9	8	8	7	9	7	7	7
CO <sub>2</sub> Gebouwde omgeving	30	31	29	28	27	27	10	22
CO <sub>2</sub> Transport	30	33	37	39	40	46	35	32
OBG	54	54	37	35	35	35	29	26
Totaal binnenlands	215	223	207	208	215	246	171	171
JI/CDM							-20	-20
<i>Totaal</i>	<i>215</i>	<i>223</i>	<i>207</i>	<i>208</i>	<i>215</i>	<i>246</i>	<i>151</i>	<i>151</i>

#### *Toelichting van het effect van lagere economische groei op de reductieopgave*

Om het effect van een lagere economische groei op de ontwikkeling van de broeikasgasemissie te bepalen kan inzicht worden verkregen uit een vergelijking van scenario's. De emissie van broeikasgassen is voor vier economische groeiscenario's in de WLO-studie verkend. Voor het project Schoon en Zuinig is gebruik gemaakt van het GE-scenario met hoge olieprijsen uit de Referentieramingen. Dit GE hoge olieprijs scenario is in de recentere WLO-studie op enkele punten aangepast met name op het gebied van mobiliteit en de transportsector. De emissies in 2020 van de scenario's zijn gegeven in Tabel 5.2.

Tabel 5.2 *BBP groei, emissie, doel en reductieopgave van broeikasgassen in scenario's van de WLO en de Referentieraming*

	WLO	WLO	WLO	WLO	WLO	RR
	RC	SE	TM	GE	GE ho	GE ho
	[1,0%/jr]	[1,8%/jr]	[2,2%/jr]	[2,9%/jr]	[2,9%/jr]	[2,9%/jr]
BBP groei						
Emissie bkg [Mton]	200	212	230	248	242	246
Doel (-30%)	150	150	150	150	150	151
Reductieopgave	50	62	80	98	92	95

De emissieontwikkeling bij een economische groei uit het regeerakkoord kan het best vergeleken worden met het TM-scenario. De economische groei van TM ligt in de buurt. Dit geldt ook voor het SE-scenario maar dit scenario bevat al veel klimaatbeleid. De reductieopgave in het TM-scenario is 80 Mton. Deze reductieopgave kan nog worden gecorrigeerd voor vier factoren:

<sup>20</sup> Bron cijfers: Monit ECN.

1) een hoge olieprijs; 2) een nog iets lagere economische groei in het regeerakkoord; 3) een mogelijke correctie van de emissieregistratie in 2006 (NIR 2006) ten aanzien van onder andere de emissiefactor van aardgas; en 4) gewijzigde veronderstellingen over het vastgestelde beleid onder andere het percentage biobrandstoffen in verkeer. Per saldo wordt ingeschat dat de reductieopgave bij een economische groei van 2% - gebaseerd op de scenario's TM en GE - in de orde-grootte ligt van 75 tot 80 Mton.

*Mogelijke consequentie van lage gerealiseerde emissie 2005 voor emissieraming 2020*

Uit de emissieregistratie blijkt dat de broeikasgasemissie in 2005 aanmerkelijk lager is dan in 2004, en tevens lager dan de emissie die in het kader van het project 'Schoon en Zuinig' voor 2005 is geraamd. Uit Tabel 5.3 blijkt dat dit geen aanleiding is om de raming voor 2020 naar beneden bij te stellen. De belangrijkste oorzaken van het verschil in geraamde en gerealiseerde ontwikkeling tussen 2002 (het startjaar van de raming voor 2020) en 2005 zijn: toename van de import van elektriciteit welke vanwege nieuw vermogen na 2010 weer zal dalen; lagere groei van de elektriciteitsvraag en productie in de industrie welke waarschijnlijk het gevolg is van een stagnerende conjunctuur van de afgelopen jaren en inmiddels weer is aangetrokken; een maatregel bij de aluminiumindustrie met lagere PFK-emissie tot gevolg welke op een later moment is ingeboekt in de raming.

Tabel 5.3 *Verskil in geraamde en gerealiseerde ontwikkeling tussen 2002 en 2005 per sector, oorzaken en mogelijke consequentie voor raming 2020*

Sector	Verskil verandering [Mton]	Oorzaken (realisatie t.o.v. raming)	Aanleiding tot aanpassing raming 2020?
Elektriciteit productie	-2,1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lagere groei elektriciteitsvraag</li> <li>• Meer import</li> <li>• Meer biomassa-inzet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nee, lagere groei is waarschijnlijk het gevolg van stagnerende conjunctuur van afgelopen jaren; inmiddels is deze weer aangetrokken</li> <li>• Nee, vanwege nieuw vermogen zal import na 2010 waarschijnlijk dalen</li> <li>• Nee, in raming is uitgegaan van maximale inzet van biomassa</li> </ul>
Raffinaderijen	0,2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Niet geanalyseerd vanwege geringe verschil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nee</li> </ul>
Industrie	-1,3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deels het gevolg van lagere productiegroei van industrie (m.u.v. basismetaleen)</li> <li>• Deels niet bekend</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nee, lagere productiegroei industrie is waarschijnlijk het gevolg van stagnerende conjunctuur van afgelopen jaren; inmiddels is deze weer aangetrokken</li> <li>• Voor onbekende deel: niet bekend</li> </ul>
Verkeer	0,8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Niet bekend</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nee niet bekend</li> </ul>
Overige sectoren	-1,1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Niet bekend</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Niet bekend</li> </ul>
OBG	-2,1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maatregel bij aluminiumindustrie met lagere PFK-emissie tot gevolg</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nee, deze maatregel is later ingeboekt in de raming</li> </ul>
<i>Totaal</i>	<i>-5,5</i>		

## 6. Innovatie

Door innovatie worden bestaande en nieuwe technieken efficiënter en nemen de kosten af. Voor de analyses van ECN en NMP ten behoeve van het project Schoner en zuiniger is rekening gehouden met innovatie. Daarbij is uitgegaan van voorzichtige inschattingen die gebaseerd zijn op ontwikkelingen zoals deze zich ook bij andere technieken hebben voorgedaan. Inschattingen hebben o.a. betrekken op investeringskosten, onderhoud en bedieningskosten, omzettingsrendement en levensduur. Uitgangspunt bij de inschatting van de daling van de investeringskosten is dat gestreefd naar een net zo grote kans (50%) dat de innovatie sneller zal zijn als de kans dat deze langzamer zal zijn.

Voorbeelden van innovaties zoals deze zijn verondersteld in de analyses van ECN en MNP, zijn in Tabel 6.1 vermeld. Niet altijd gaat het om een kostendaling, als wel om de beschikbaarheid van een nieuwe technologie die nu nog niet op de markt is. In Tabel 6.1 is tevens de bijdrage van de betreffende techniek aan de klimaatdoelstelling in de berekeningen van ECN/MNP opgenomen. De totale bijdrage van innovatieve technieken aan de klimaatdoelstelling is 30 tot 50 procent van de binnenlandse emissiereductie in beide routes.

Tabel 6.1 *Innovaties in de berekeningen van ECN/MNP*

Techniek	Wijze waarop innovatie is meegenomen	Bijdrage aan klimaatdoelstelling [Mton]
Wind op zee	Investeringskosten dalen van 2100 €/kW in 2005 naar 1470 €/kW in 2020.	7 tot 10 <sup>21</sup>
Zon PV	Investeringskosten dalen van 5 €/Wp in 2005 naar 2 €/Wp in 2020, vollasturen per jaar nemen toe van 790 naar 810.	0 <sup>22</sup>
CCS	CO <sub>2</sub> -afvang en osplag en infrastructuur daartussen als realiseerbaar verondersteld.	10 tot 16
Cyclone Converter Furnace <sup>23</sup>	Beschikbaarheid en toepassing innovatief productieproces voor ruw ijzer (CORUS).	0,1-0,5
Nieuwe kasconcepten glastuinbouw	Nieuw technologie beschikbaar.	0,3
Biobrandstoffen	Tweede generatie biobrandstoffen (FT diesel en lignocellulose bio-ethanol) zouden behoorlijk moeten bijdragen in 2020, anders is de 20% bijmenging niet haalbaar.	0 tot 7
Groen gas in gebouwde omgeving	productie van SNG (biogas met aardgaskwaliteit) mogelijk op grote schaal en inpasbaar in aardgasinfrastructuur.	0 tot 7
Hybride bussen	Uit demonstratieprojecten is duidelijk welk hybride concept echt besparing oplevert	0,1
Beperking overbodige kwaliteiten personenauto's	Nieuw design personenauto's.	2

<sup>21</sup> Plus ca. 5 Mton in het referentiescenario in 2020.

<sup>22</sup> In het referentiescenario groeit de toepassing van PV van naar 200 MW, in de berekeningen worden tot 2020 geen additionele toepassing van PV verondersteld vanwege de hoge kosten.

<sup>23</sup> Het is lastig om voor overige industrie innovaties te benoemen vanwege het diverse karakter van de sector.

Techniek	Wijze waarop innovatie is meegenomen	Bijdrage aan klimaatdoelstelling [Mton]
Zuiniger en hybride personenauto's	Toepassing van directe injectie, hybride technologie (onder andere voor het opslaan van remenergie en het efficiënter gebruik van de motor), lichtere voertuigen, zuinigere airconditioning.	1,6
Energiezuinige banden	Normen voor testen en labelen van banden beschikbaar.	0 tot 1,5
Innovatie WKK-concepten	WKK op basis van brandstofcel technologie beschikbaar voor toepassing in industrie, landbouw en dienstensector.	0 tot 0,6
Micro-WKK	techniek beschikbaar, meerkosten € 2500 t.o.v. HR-ketel.	0 tot 0,2
Energiezuinige huishoudelijke apparaten	Apparaten met minder energie- en stand by gebruik beschikbaar.	2
Ultra HR ketels	Techniek van HR-ketel met ingebouwde warmtepomp en zonnecollector beschikbaar, meerkosten € 5300 t.o.v. HR ketel.	0 tot 0,4
<b>Totaal</b>		<b>20 tot 40</b>

VROM en EZ hebben de vraag gesteld waar versnelling van innovatie ervoor kan zorgen dat technologieën een grotere bijdrage kunnen leveren aan de doelstellingen van het kabinet. ECN/MNP hebben al veronderstellingen gedaan over innovaties. Als die veronderstellingen niet waargemaakt worden zullen bovenstaande technologieën minder kunnen bijdragen dan berekend

Innovatie bij nieuwe technieken is niet met zekerheid aan te geven. Dit kan soms sneller verlopen dan verwacht als zich een doorbraak voordoet, maar het kan ook langzamer. Innovatie vindt zowel plaats bij R&D-activiteiten (learning by searching) als bij marktintroductie en opschaling (learning by doing). Het gaat hierbij om een balans waarbij het optimum per technologie en per fase van de ontwikkeling zal verschillen.

De vraag is ook in welke gevallen het versnellen van innovatie haalbaar is. Aspecten als de beschikbaarheid van de technologie (aantal fabrikanten) en het toepassingsgebied van de technologie (Nederland, Europa, mondiaal) spelen hierbij een rol.

Voor een aantal technologieën geldt dat de ontwikkeling wordt bepaald via een mondiale markt. Dit geldt bijvoorbeeld voor auto's, met een beperkt aantal mondiaal opererende producenten, maar ook voor zon-pv. Nederland is voor automobiefabrikanten een te kleine markt om hun producten specifiek op af te stemmen. Nederland is afhankelijk van Europese en mondiale ontwikkelingen. Indien de leereffecten worden bepaald door de cumulatieve productie op Europese of mondiale schaal, dan zal versnelde introductie binnen Nederland nauwelijks leiden tot kostendaling. Voor technologieën die voornamelijk op een Nederlandse markt worden toegepast (de HR-ketel in het verleden, nieuwe kasconcepten glastuinbouw) lijkt het naar voren halen van de technologie wel zinvol. Leereffecten dringen in dit geval wel door en de kostendaling, die vroeg of laat toch via schaalvergroting plaats moet vinden, heeft een effect op de investeringskosten.

Een van de gedachten achter het naar voren halen van technologieën is dat leereffecten door schaalvergroting hoe dan ook op moeten treden. Met name bij technologieën waarbij de kostenreductie voornamelijk wordt bepaald door 'learning by doing' lijkt het zinvol de deployment (zijnde de belangrijkste driver voor kostenreductie) te stimuleren. De technologie zal onvermij-

delijk de fase naar grootschalige (en kosteneffectieve) productie door moeten en uitstel heeft weinig voordelen. Het is echter wel van belang om een technologie voldoende tijd te geven om het geleerde te verwerken zodat dit terugkomt in de volgende generatie en zich vertaalt in een kostendaling. Er is weinig tot geen empirisch materiaal voorhanden op basis waarvan generieke uitspraken kunnen worden gedaan ten aanzien van wenselijke dan wel maximaal haalbare implementatietempo's. Monitoring van de kostenontwikkeling als functie van de marktpenetratie lijkt in dit geval raadzaam.

Ontwikkelaars van nieuwe technologie willen nog wel eens optimistisch zijn over de ontwikkeling van de technologie waar zij onderzoek aan verrichten. Dat is logisch gezien het feit dat zij geloof hebben in de technologie waaraan zij werken. Het is van belang goed te bezien welke kansen er ook daadwerkelijk liggen voor innovatie voor deze technieken, maar gelijktijdig is het van belang niet blind te varen op optimistische kosteninschattingen.

### *Innovaties op langere termijn*

Voor duurzame doelen op het gebied van klimaat en energie voor de langere termijn (na 2020) zijn meer innovaties mogelijk. De Task Force Energietransitie (TFE) richt zich onder andere in het advies 'Meer met Energie, kansen voor Nederland' op de mogelijkheden van innovaties voor de langere termijn (2050), waarbij de grote reducties van broeikasgasemissies pas na 2020 zullen optreden. In het TFE-document worden voorbeeldprojecten voor de korte termijn genoemd. De innovatieve technologieën die door ECN/MNP zijn ingezet worden meestal op een hoger aggregatieniveau beschreven maar de meer gedetailleerde beschreven technieken en projecten van de TFE geven wel duidelijk de overlap aan. Het gaat dan om technologieën zoals de tweede generatie biobrandstoffen waaronder Fisher-Tropsch diesel, blends met een hoger aandeel biobrandstoffen, flexi-fuel auto's voor bio-ethanol, biomassavergassingsroute en rijden op biogas (methaan, dimethylether of waterstof), hybride technologie bij personen auto's en bussen, CO<sub>2</sub>-afvang en opslag in de industrie en elektriciteitsproductie, windenergieparken op zee, micro-WKK in de gebouwde omgeving, beter benutten van reststromen en restwarmte bijvoorbeeld in Rijnmond, versnelling van de implementatie van energiebesparingsmaatregelen ook in de bestaande bouw, marktintroductie van PV zonne-energie. De door TFE benoemde technieken die niet door ECN/MNP zijn ingezet, dragen nog niet of nauwelijks bij aan de klimaat- en energiedoelen in 2020. Voorbeelden hiervan zijn vervanging van grondstoffen in de industrie door groene grondstoffen, de brandstofcelauto op waterstof en extra efficiencyverbetering van ketens. Er zijn ook innovaties mogelijk die noch door TFE noch door ECN/MNP zijn ingezet in de verkenning. Voorbeelden hiervan zijn energiebronnen in de Noordzee (o.a. getijdenenergie) en zonthermische centrales (CSP). De potentiële bijdrage van deze bronnen voor Nederland is echter gering in 2020.





## **Deel II Sector documenten**

## 7. Industrie - deelnemers aan de emissiehandel<sup>24</sup>

### 7.1 Samenvatting

#### *Korte termijn acties?*

Om de industrie ertoe te bewegen meer maatregelen voor emissiereductie en energiebesparing te nemen is een krachtige en stabiele prijsprikkel nodig. In de komende kabinetsperiode moet hiervoor het fundament gelegd worden. Logisch uitgangspunt hiervoor is een krappere allocatie in Europees verband in het CO<sub>2</sub>-emissiehandelssysteem. Vooruitlopend hierop kan via hervorming van de energiebelastingen nationaal de financiële prikkel op korte termijn verhoogd worden. Verder is het belangrijk de ruimte voor nationaal beleid binnen de Europese regelgeving te verkennen, en in Europees verband te pleiten voor vergroting van deze ruimte.

#### *Lange termijn doelen?*

De industrie kan in 2020 een bijdrage leveren van bijna 13 Mton reductie van CO<sub>2</sub>-emissies, ongeacht de uitwerking van de subdoelen voor besparing en duurzaam. Ook de bijdrages van de oplossingsrichtingen CCS, finale besparingen en WKK blijven relatief constant. De grens tussen industrie en elektriciteitssector is, ook beleidsmatig, moeilijk te trekken: ook de elektriciteitsproducenten kunnen het potentieel voor WKK en CCS invullen. De getoonde resultaten zijn daarom niet geschikt voor het bepalen van sectorale doelstellingen.

Tot 2020 ligt het grootste reductiepotentieel bij CO<sub>2</sub>-afvang, besparingen op de warmte- en elektriciteitsvraag en een verdere benutting van het potentieel voor WKK. Voor de lange termijn zijn nieuwe productieprocessen, nieuwe WKK-concepten, en diverse transitiepaden belangrijk. Ondanks de beperkte bijdrage tot 2020 zijn ze wel nodig om na 2020 verdergaande emissiereducties en besparingen te bereiken.

### 7.2 Inleiding

Door ECN en MNP is een eerste en ruwe verkenning gedaan naar de maatregelen en beleidsinstrumenten waarmee de doelstellingen van de Regering op het gebied van energie- en klimaatbeleid gerealiseerd kunnen worden. De onderzochte doelstellingen voor 2020 zijn 30% vermindering van de uitstoot van broeikasgassen, een 20% aandeel voor duurzame energie en een energiebesparingtempo van 2% per jaar.

ECN en MNP hebben in de verkenning twee routes onderzocht om 30% broeikasgasreductie te bereiken. 'Vast' heeft vaste subdoelen voor energiebesparing (2% per jaar) en hernieuwbaar (20%); in 'flexibel' wordt de broeikasgasreductie tegen zo laag mogelijke kosten gerealiseerd en worden besparing en hernieuwbare energie flexibel ingezet. De twee routes resulteren in een ander pakket aan maatregelen voor reductie van broeikasgasemissies.

Dit document maakt een eerste vertaalslag van de nationale doelen naar de energie-intensieve industrie, en verkent maatregelen en instrumenten om in dat sectorale beeld te voorzien. Daarnaast wordt een relatie gelegd met technologische innovaties die voor deze sector relevant zijn, zoals aangegeven door de platforms onder de energietransitie.

---

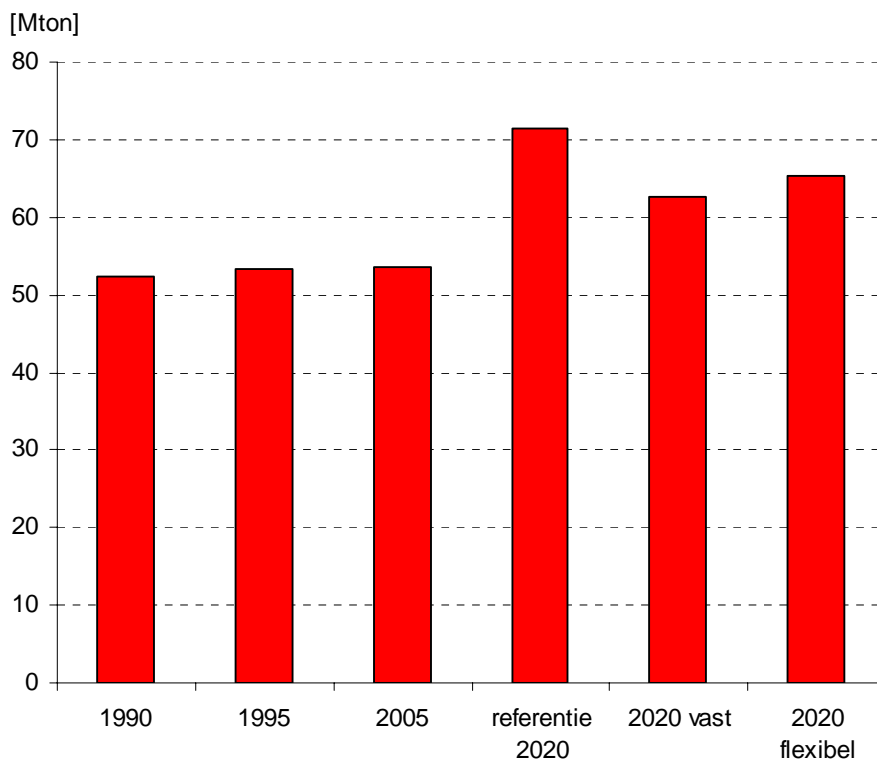
<sup>24</sup> Versiedatum ECN/MNP: 5 juli 2007.

### 7.3 Beleidsopgave sector

#### *Beschrijving sector*

Onder industrie ETS vallen alle aangewezen sectoren binnen de industrie i.h.k.v. de ETS, en bedrijven in de niet aangewezen sectoren met meer dan 20 MW<sub>th</sub> vermogen. Industrie is hier inclusief de raffinagesector (dit in afwijking van de streefwaarde-indeling). Procesemissies vallen buiten de ETS, maar zijn hier wel opgenomen omdat ze grotendeels onderdeel zijn van bedrijven die wel aan de ETS deelnemen. De directe emissies omvatten daarmee de CO<sub>2</sub>-emissies uit verbrandingsprocessen (ketels, fornuizen en warmtekrachtkoppeling) en industriële processen in de energie intensieve industrie. Voor de indirecte emissies telt ook het elektriciteitsgebruik.

Figuur 7.1 toont de directe CO<sub>2</sub>-emissies voor de energie-intensieve industrie voor de historische jaren 1990, 1995 en 2005, het referentiescenario voor 2020, en de emissies in 2020 uitgaande van realisatie van het klimaatdoel via de vaste of flexibele route.



Figuur 7.1 CO<sub>2</sub>-emissiecijfers industrie (historisch en projecties)

Ter toelichting op de cijfers:

- Historische jaren: bron ECN.
- Referentie 2020: dit is de emissieprojectie voor het GE-scenario (geactualiseerd bij hoge olieprijs) en uitgaande van het huidige beleid.

In vast reduceert de sector de directe emissies met 9 Mton, in flexibel met ruim 6 Mton. In beide is de bijdrage van sector aan de nationale emissiereductie bijna 13 Mton. WKK, verschuivingen in de emissiefactoren in het centrale elektriciteitspark en (in veel mindere mate) elektriciteitsbesparing veroorzaken de verschillen in de effecten op directe en indirecte emissies.

## 7.4 Opties

### *Waar valt wat te reduceren?*

In de industrie bestaan er mogelijkheden voor de reductie van directe emissies bij de verbrandingsemissies, inclusief WKK, en bij de procesemissies. Reductie van indirecte emissies kan plaatsvinden via de elektriciteitsvraag en WKK. Hoewel WKK hier ondergebracht is bij de industrie, is de grens met de elektriciteitsproducenten niet precies te trekken: ook energiebedrijven kunnen een rol spelen bij de invulling van het potentieel voor WKK. Dit geldt ook voor CO<sub>2</sub>-opvang en -opslag.

### *Welke technologieën zijn beschikbaar?*

Vermindering van broeikasgasemissies kan plaatsvinden door vermindering van de warmte- en elektriciteitsvraag, efficiëntere opwekking van warmte en elektriciteit met WKK en afvang en opslag van CO<sub>2</sub> uit procesemissies en verbrandingsemissies.

In de industrie is een grote diversiteit aan maatregelen voor de vermindering van de warmte- en elektriciteitsvraag. Veel van deze maatregelen zijn zeer specifiek voor bepaalde industriële activiteiten. De variatie in kosten binnen de maatregelen is zeer groot, waarbij vaak geen duidelijke grote categorieën van goedkope of duurdere maatregelen zijn aan te wijzen. Ook het moment waarop de maatregelen toegepast kunnen worden varieert sterk. In de loop van de tijd komen er door technische ontwikkelingen weer nieuwe technieken bij, en een aantal hiervan kan in 2020 wellicht al een substantiële bijdrage leveren, maar dit is met grote onzekerheid omgeven. Alleen de Cyclone Converter Furnace is voor 2020 apart benoemd, maar vanwege de grote onzekerheid is hiervan slechts 5% van het potentieel in het pakket opgenomen<sup>25</sup>.

Ook bij efficiëntere opwekking van warmte en elektriciteit met WKK is er een grote variatie in kosten, waarbij de kosten i.h.a. hoger zijn naarmate de lokale warmtevraag kleiner, de bedrijfstijd korter en de WKK-efficiency hoger is. Ook het vereiste gewenste temperatuurniveau en de drager van de te produceren warmte (stoom, warm water, verbrandingsgassen) beïnvloeden de kosten. Voor grootschalige WKK is de STEG momenteel de standaard technologie, voor kleinschalige WKK de gasmotor. Meer geavanceerde concepten, zoals WKK op basis van brandstofceltechnologie, zullen voor 2020 waarschijnlijk geen rol van betekenis spelen.

Verder kan vanaf circa 2015 CO<sub>2</sub>-afvang en -opslag een rol spelen bij procesemissies en WKK. Bij een deel van de procesemissies is dit relatief goedkoop omdat de CO<sub>2</sub> al in geconcentreerde vorm vrijkomt, bij WKK is dit duurder omdat de CO<sub>2</sub> nog afgescheiden moet worden. Bij een voor de hand liggend introductiepad van CCS zullen industriële procesemissies en kolencentrales de techniek als eerste toepassen.

Vermindering van de uitstoot van de overige broeikasgassen heeft in de industrie vooral betrekking op N<sub>2</sub>O en F-gassen. Deze worden in een ander sectordocument behandeld.

### *Relatie met energietransitie*

Van de relevante transitiepaden is een deel als zodanig opgenomen in het Optiedocument. Van de andere transitiepaden is een deel in 2020 waarschijnlijk nog onvoldoende van belang en is een ander deel al grotendeels onderdeel van de opties in het Optiedocument. Deze overlap is echter niet goed te kwantificeren.

De Taskforce energietransitie noemt in haar tussenrapportage een aantal transitiepaden met mogelijk relevantie voor de industrie. Voorbeelden zijn procesintensificatie, duurzame papierketen, industriële WKK, co-siting, gebruik industriële restwarmte, co-productie van transportbrandstoffen, chemicaliën, elektriciteit en warmte, innovatief gebruik van groene grondstoffen voor

---

<sup>25</sup> Dit komt overeen met een pilot-plant van een CCF of soortgelijke technologie.

non-food, non-energie toepassingen en verduurzaming van bestaande chemische producten en processen.

Van deze transitiepaden worden in het Optiedocument (ECN/MNP 2005a en b) industriële WKK en gebruik industriële restwarmte (zie Gebouwde omgeving) afzonderlijk benoemd en gekwantificeerd. De andere transitiepaden voor de industrie worden niet apart in het Optiedocument behandeld. Een aantal andere transitiepaden is veel specifieker dan het Optiedocument. Zo kent het Optiedocument wel besparingen in de industrie, maar niet speciaal voor de papierketen. Deze andere transitiepaden zijn wel vaak onderdeel van de opties in de industrie, maar in het Optiedocument zijn de potentiële niet op het niveau van deze specifieke transitiepaden in kaart gebracht. Groene grondstoffen zijn in het Optiedocument niet meegenomen, omdat CO<sub>2</sub>-reductie pas plaats vindt bij de afvalverwerking van producten. Daarmee zal dit transitiepad in 2020 nog geen rol van betekenis spelen.

Een deel van de transitiepaden heeft betrekking op maatregelen die het niveau van individuele bedrijven of zelfs sectoren overstijgen (co-siting, co-productie, restwarmtegebruik, papierketen). Hierbij kan het gevaar bestaan dat ze (op de langere termijn) strijdig zijn met andere ontwikkelingen. Een voorbeeld is het inzetten op het gebruik van industriële restwarmte in de huishoudens bij een gelijktijdige sterke reductie van de warmtevraag in die huishoudens.

## 7.5 Instrumentatie

### *Het huidige beleid*

Het huidige beleid in de Industrie (ETS) bestaat uit:

- het Europese emissiehandelssysteem (CO<sub>2</sub>-prijs 2020 11 €/ton CO<sub>2</sub>)
- het Benchmarkconvenant
- de energiebelasting op brandstoffen en elektriciteit
- WKK-beleid (EB-vrijstelling, EIA, MEP-WKK)
- de Energieinvesteringsaftrek (EIA)
- IPPC-normen.

### *In voorbereiding zijnde instrumenten*

- Er zijn nog geen concrete instrumenten gepland; wel worden nieuwe instrumenten verkend.

### *Het kader van EU-beleid*

De rol van EU-beleid bij het bereiken van de nationale doelstellingen is tweeslachtig. Het EU-beleid definieert via de ETS, de richtlijn voor energiebelastingen en de IPPC-normen een duidelijke bodem voor het Nationale beleid, maar het is tegelijkertijd voor een afzonderlijke lidstaat heel moeilijk om binnen de Europese regels de extra prikkels te geven die nodig zijn om de doelstellingen voor 2020 te halen. Het Milieusteunkader en de regels voor de interne markt bieden een land weinig ruimte om extra financiële prikkels te bieden in de vorm van subsidies. Heffingen tasten echter de concurrentiepositie van de eigen industrie aan<sup>26</sup>. Ook aangescherpte normering in afwijking van de IPPC-normen stuit op problemen. Voor instrumentatie is het dan ook in de eerste plaats van belang om te proberen in Europees verband sterker beleid van de grond te krijgen. Voor zover Europees tekort schiet, kan nationaal beleid wel aanvullend ingezet worden. Om de doelen in 2020 te kunnen halen, moet het nationale beleid al vooruitlopend op een eventuele aanscherping van Europees beleid geïntensiveerd worden.

---

<sup>26</sup> Een kostenneutrale financiële prikkel (heffing met terugsluizing) moet gebruik maken van subsidies of negatieve belastingafdrachten voor de terugsluizing. De vraag is of de Europese regelgeving hiervoor bij de veriste prijs-prikkels voldoende ruimte biedt.

### *Mogelijkheden voor instrumentatie op termijn 2020*

In de energie-intensieve industrie is de kennis over mogelijkheden voor emissiereductie en energiebesparing vrij groot. Energieprijzen bieden echter een relatief geringe en bovendien onzekere stimulans voor bedrijven om maatregelen te nemen, en wegen daarom vaak niet op tegen financiële belemmeringen en overige barrières. De maatregelen zijn dus grotendeels niet rendabel bij de huidige energieprijzen en CO<sub>2</sub>-prijzen binnen het ETS-systeem.

Omdat de maatregelen in de industrie zeer divers zijn, en de sector een duidelijke kennisvoorsprong heeft op de overheid, liggen financiële prikkels als primaire drijvende kracht meer voor de hand dan normering. Belangrijke voorwaarde is dat een dergelijke prikkel voor de sector niet of slechts beperkt tot extra kosten leidt. Het beleid kan geflankeerd worden door ondersteuning met informatie, specifieke subsidies voor innovatieve technieken, normering voor generieke technieken en de verplichting om aan te tonen dat actief gezocht wordt naar (kosteneffectieve) mogelijkheden voor emissiereductie en besparing. Met dit flankerende beleid kan de financiële prikkel bij hetzelfde effect iets lager blijven. Volgens (Daniëls et al., 2006) moet bij intensief flankerend beleid de totale financiële prikkel (ETS plus eventuele nationaal aanvullend beleid) voor het halen van de besparingsdoelstellingen op ongeveer 90 €/ton CO<sub>2</sub> of ruim 4€/GJ<sub>prim</sub> liggen. Zonder flankerend beleid is een hogere prijsprikkel nodig.

Mogelijke instrumenten ter realisatie van de klimaat- en energiedoelen:

- a) Europees beleid: Een krappere allocatie (Europees) in het ETS zodanig dat de CO<sub>2</sub>-prijs op ongeveer 90 €/ton CO<sub>2</sub> komt te liggen. Dit instrument heeft effect op besparing, CO<sub>2</sub>-opslag en hernieuwbare energie, hoewel voor de laatste het potentieel in de industrie niet van groot belang is. Een Benchmark-gebaseerde allocatie van de emissierechten<sup>27</sup> in Europees verband of een (gedeeltelijke) veiling kan de effectiviteit van het ETS verder vergroten.
- b) Nationaal alternatief/nationale aanvulling: Een bonus-malus systeem, waarbij boven het referentieverbruik energiebelasting betaald moet worden, en daaronder energiebelasting teruggesluisd wordt. Samen met de ETS moet de totale financiële prikkel op circa 90 €/ton CO<sub>2</sub> uitkomen. Uitgaande van een CO<sub>2</sub>-prijs van 10 €/ton CO<sub>2</sub> ligt de vereiste hoogte van de energiebelasting dus op ca. 4 €/GJ (~80 €/ton CO<sub>2</sub>) als intensief flankerend beleid ingezet wordt. Andere kostenneutrale financiële instrumenten zijn ook onderzocht maar lijken moeilijker uitvoerbaar. Het systeem geldt tevens voor elektriciteitsopwekking (WKK) op basis van de elektriciteitsoutput en een referentieverbruik van brandstoffen per kWh. Dit beleid is van belang voor energiebesparing. Het systeem stimuleert hernieuwbare energie en CCS niet, tenzij niet-fossiel energiegebruik en CO<sub>2</sub>-emissievrij energiegebruik meetellen als vermindering van het energiegebruik.
- Financiële ondersteuning (MEP) voor CCS als a en b onvoldoende stimulans geven. Verder aanvullende eisen t.a.v. capture-ready opwekkingsvermogen. Oprichten nutsbedrijf dat de vereiste infrastructuur voor transport en opslag van de CO<sub>2</sub> aanlegt. Bij voldoende sterk Europees beleid via het ETS is de MEP waarschijnlijk niet nodig.
- Subsidies voor duurdere innovatieve opties.
- Flankerend beleid, met specifieke stimulering van innovatieve technieken, ondersteuning van bedrijven (door bijvoorbeeld stimulering van Energy Service Companies, ESCO's) en normering voor gangbare apparaten, uitbreiding van (elementen uit) het MJA-2 beleid naar de ETS, zachte leningen, speciale financieringsconstructies etc.

Voor lange-termijn transitiedoelen:

- Stimulering innovatie via subsidies, samenwerkingsverbanden, voorbeeldprojecten en convenanten.

---

<sup>27</sup> Bedoeld is een allocatie op basis van een vast aantal eenheden CO<sub>2</sub> per eenheid product (performance standard rate). De huidige allocatie op basis van historische emissies kan er toe leiden dat bedrijven die in het verleden emissies gereduceerd hebben hiervoor niet of in mindere mate beloond worden. Doordat de Nederlandse allocatie al rekening houdt met het al of niet halen van de Benchmark wordt een dergelijke PSR al benaderd.

ETS en het Nationale alternatief moeten in elk geval gezamenlijk een financiële prikkel van voldoende sterkte bieden. Het nationale alternatief is additioneel t.o.v. het ETS, en kan achterwege blijven als het ETS zelf al de vereiste prikkel biedt.

#### *Mogelijke acties korte termijn (komende kabinetsperiode)*

Mogelijke acties huidige kabinetsperiode:

- Vooruitlopend op een eventuele aanscherping van het Europese beleid is het nodig om de prijsprikkel voor energiebesparing en emissies in de industrie te verhogen. Dit kan via bovengenoemd bonus-malussysteem of alternatieven. Onderzocht moet worden of dergelijk beleid Europese goedkeuring kan krijgen. Als Europees beleid niet van de grond komt, kan het beleid in stand blijven. Als de CO<sub>2</sub>-prijs in het ETS wel hoger wordt door een krappere allocatie in Europees verband kan het tarief aangepast worden zodanig dat de totale prijsprikkel van ETS plus bonus-malussysteem aan de eisen voldoet. Belangrijk is dat de sector op zo kort mogelijke termijn zekerheid krijgt over de prijsprikkel op lange termijn.
- Zo snel mogelijk opstarten van het flankerende beleid, met eventueel specifieke stimulering van ESCO's (bijvoorbeeld door fiscale voordelen), aankondiging van normen, intensivering en uitbreiding van MJA-2, aanpassing van de EIA etc.
- Oprichting nutsbedrijf CO<sub>2</sub>-transport en -opslag.

Verder is het van belang om de ruimte binnen Europese regelgeving te verkennen. De Nederlandse regering kan verder pleiten voor een krappere allocatie binnen het ETS, voor aanpassing van het milieusteunkader, voor afrekenbare doelstellingen en sancties, en voor aanscherping van Europese normen. Van belang is dat lidstaten de mogelijkheid hebben om bedrijven te compenseren voor kosten die voortkomen uit nationaal beleid dat verder gaat dan het Europese beleid.

## 7.6 Twee pakketten uit verkenning ECN/MNP

In de tabel staan de resultaten voor de industrie van twee pakketten van opties. Beide pakketten zijn samengesteld met het analysemodel van het Optiedocument, waarbij het model uitrekent hoe tegen minimale Nationale Kosten bepaalde doelen gehaald kunnen worden. In het Vaste pakket is gerekend op basis van de 30% doelstelling voor reductie van BKG-emissies, waarbij ook de 2% besparingsdoelstelling en de 20% doelstelling voor hernieuwbaar gehaald moeten worden. In het Flexibele pakket geldt alleen de 30% BKG-doelstelling, en is de invulling daarvan vrij (Daniëls en Farla, 2006).

In de industrie beperken de verschillen zich tot de plaats waar CO<sub>2</sub> afgevangen wordt. Dit kan bij WKK en procesemissies. Toepassing bij procesemissies ligt het meest voor de hand, omdat hierbij relatief zuivere CO<sub>2</sub>-stromen vrijkomen, waarbij alleen nog compressie, transport en opslag hoeven plaats te vinden. Opvallend is dat in de vaste variant toch gekozen wordt voor de duurdere afvang bij WKK. Dit is een oneigenlijke consequentie van de optimalisatie op Nationale kosten. Bij het gelijktijdig halen van de doelstellingen voor besparing en hernieuwbare energie speelt de elektriciteitsmarkt namelijk een belangrijke rol: er is hier concurrentie tussen vraagvermindering, extra WKK, en extra hernieuwbare elektriciteit. Door CO<sub>2</sub>-afvang toe te passen bij WKK die in het achtergrondscenario al aanwezig is, neemt de elektriciteitsproductie hiervan af, en creëert het model meer ruimte voor opties waarmee de doelstellingen (goedkoper) gehaald kunnen worden. In werkelijkheid is een dergelijke uitkomst uiteraard hoogst onwaarschijnlijk, en zal pas als meer CO<sub>2</sub>-opslag mogelijk en noodzakelijk is, CO<sub>2</sub>-afvang bij WKK in beeld komen.

Een aantal opties in de industrie wordt in geen van beide pakketten toegepast. Recycling van kunststoffen is te duur om toegepast te worden bij de veronderstelde prijsprikkel in de industrie. CO<sub>2</sub>-afvang bij de primaire ijzer- en staalindustrie is duurder dan de meeste andere CO<sub>2</sub>-afvang

opties<sup>28</sup>, en komt pas in beeld als de capaciteit voor opslag van CO<sub>2</sub> veel groter is, wat waarschijnlijk ver na 2020 pas het geval zal zijn.

---

<sup>28</sup> Bij beperkte CO<sub>2</sub>-opslag capaciteit zullen alleen de goedkoopste CO<sub>2</sub>-afvang-opties toegepast worden. Bij een grotere opslagcapaciteit komen ook de duurdere in beeld, omdat ook de duurdere CO<sub>2</sub>-afvang opties vergeleken met andere oplossingsrichtingen nog relatief goedkoop zijn.



Tabel 7.1 CO<sub>2</sub>-reductie, besparing, duurzaam en nationale kosten Industrie - deelnemers aan CO<sub>2</sub>-emissiehandel in vast en flexibel pakket

	Vast					Flexibel						
	CO <sub>2</sub> -reductie totaal [Mton]	CO <sub>2</sub> -reductie direct [Mton]	Besparing [PJ <sub>prim</sub> ]	Hernieuwbaar [vermeden PJ <sub>fossiel</sub> ]	Nationale kosten [mln €]	Nationale kosten [€/tCO <sub>2</sub> ]	CO <sub>2</sub> -reductie totaal [Mton]	CO <sub>2</sub> -reductie direct [Mton]	Besparing [PJ <sub>prim</sub> ]	Hernieuwbaar [vermeden PJ fossiel]	Nationale Kosten [mln €]	Nationale Kosten [€/tCO <sub>2</sub> ]
Elektriciteitsvraagvermindering industrie, handelend	0.2		3.4		9	45	0.2		3.5		11	45
CCF	0.1	0.2	1.4		-6	-47	0.1	0.2	1.4		-6	-48
Warmtevraagvermindering industrie, handelend	1.8	1.8	31.7		39	22	1.8	1.8	31.7		39	22
Nieuwe concepten grootschalige WKK	0.5	-0.2	7.2		35	70	0.6	-0.2	7.6		40	71
Proces geïntegreerde WKK petrochemie	0.4	-0.5	5.2		4	9	0.5	-0.5	5.8		10	20
Proces geïntegreerde WKK raffinaderijen	1.0	-1.2	12.4		49	49	1.2	-1.2	13.9		63	53
Potentieelbenutting grootschalige WKK	0.8	-0.7	11.1		20	24	1.0	-0.7	12.1		30	31
Verbetering energiehuishouding raffinaderijen	0.5	0.5	9.0		-27	-54	0.5	0.5	9.0		-27	-54
Verbeteringen raffinaderijproces	1.2	1.2	21.0		-57	-48	1.2	1.2	21.0		-57	-48
Recycling van kunststoffen												
CO <sub>2</sub> -opslag raffinaderijen							2.4	2.4			23	10
CO <sub>2</sub> -afvang ammoniakproductie							2.2	2.2			21	10
CO <sub>2</sub> -afvang etheenproductie							0.4	0.4			4	11
CO <sub>2</sub> -afvang primaire ijzer- en staalindustrie												
CO <sub>2</sub> -afvang grootschalige WKK bestaand*	0.5	0.8			24	46						
CO <sub>2</sub> -afvang grootschalige WKK nieuw*	5.6	7.1			131	23						
Nieuwe concepten grootschalige WKK met CO <sub>2</sub> -afvang**												
Potentieelbenutting grootschalige WKK met CO <sub>2</sub> -afvang**							0.5	0.2			13	25
	12.7	8.9	102.4		222	139	12.4	6.1	106.0		164	148

\*CO<sub>2</sub>-opslag bij WKK-vermogen dat al aanwezig is in het achtergrondscenario.

\*\* CO<sub>2</sub>-opslag bij WKK-vermogen dat additioneel is t.o.v. het achtergrondscenario.

## 8. Industrie - niet-deelnemers aan de CO<sub>2</sub>-emissiehandel<sup>29</sup>

### 8.1 Samenvatting

#### *Korte termijn acties?*

Om de industriële bedrijven die niet deelnemen aan de CO<sub>2</sub>-emissiehandel ertoe te bewegen meer maatregelen voor emissiereductie en energiebesparing te nemen is een krachtige en stabiele prijsprikkel nodig, en praktische ondersteuning bij het zoeken en uitvoeren van besparingsmaatregelen. Voor de niet-handelende industrie is een generieke verhoging van de energiebelasting een logisch uitgangspunt, begeleid met een intensief flankerend beleid. Dat flankerend beleid zou bijvoorbeeld kunnen bestaan uit stimulering van energiediensten en intensivering en uitbreiding van de MJA-2 aanpak. Een deel van het energiegebruik in de niet-handelende industrie vertoont grote overeenkomsten met dat in de gebouwde omgeving, en ook voor het beleid kan deels bij dat van de gebouwde omgeving aangesloten worden.

#### *Lange termijn doelen?*

Tot 2020 ligt het grootste reductiepotentieel bij vermindering van de energievraag, waarbij het gebruik door gebouwen en (kantoor)apparatuur evenzeer belangrijk is als het energiegebruik door specifieke industriële activiteiten. Alleen voor de laatste zijn de additionele potentiële in-geschat; deze bedragen in 2020 circa 0,2 Mton aan emissiereducties en bijna 3 PJ aan energiebesparing.

### 8.2 Inleiding

Door ECN en MNP is een eerste en ruwe verkenning gedaan naar de maatregelen en beleidsinstrumenten waarmee de doelstellingen van de regering op het gebied van energie- en klimaatbeleid gerealiseerd kunnen worden. De onderzochte doelstellingen voor 2020 zijn 30% vermindering van de uitstoot van broeikasgassen, een 20% aandeel voor duurzame energie en een energiebesparingstempo van 2% per jaar.

ECN en MNP hebben in de verkenning twee routes onderzocht om 30% broeikasgasreductie te bereiken. 'Vast' heeft vaste subdoelen voor energiebesparing (2% per jaar) en hernieuwbaar (20%); in 'flexibel' wordt de broeikasgasreductie tegen zo laag mogelijke kosten gerealiseerd en worden besparing en hernieuwbare energie flexibel ingezet. De twee routes resulteren in een ander pakket aan maatregelen voor reductie van broeikasgasemissies.

Dit document maakt een eerste vertaalslag van de nationale doelen naar de niet handelende bedrijven binnen de industrie, en verkent maatregelen en instrumenten om in dat sectorale beeld te voorzien. Daarnaast wordt een relatie gelegd met technologische innovaties die voor deze sector relevant zijn, zoals aangegeven door de platforms onder de energietransitie.

---

<sup>29</sup> Versiedatum ECN/MNP: 13 april 2007.

## 8.3 Beleidsopgave sector

### *Beschrijving sector*

De industriële bedrijven die niet deelnemen aan de CO<sub>2</sub>-emissiehandel omvatten de bedrijven in alle niet-aangewezen sectoren met een opgeteld thermisch vermogen lager dan 20 MW<sub>th</sub><sup>30</sup>.

Voor de niet-handelende industrie zoals hier gedefinieerd zijn geen afzonderlijke emissiecijfers beschikbaar. Zie voor de totale industriële emissiecijfers het sectordocument voor de handelende industrie.

## 8.4 Opties

### *Waar valt wat te reduceren?*

In de niet handelende industrie liggen de besparingsmogelijkheden in vermindering van de warmtevraag en elektriciteitsvraag die nodig is bij industriële processen, en bij de toepassing van WKK. Verder zijn besparingsmogelijkheden vergelijkbaar met die in de utiliteitsbouw (zie sectordocument gebouwde omgeving).

### *Welke technologieën zijn beschikbaar?*

Voor de niet-handelende industrie is slechts een zeer beperkt potentieel in kaart gebracht<sup>31</sup>, dat alleen betrekking heeft op de industriële activiteiten. Omdat een groot deel van het energiegebruik vergelijkbaar is met dat in de utiliteitssector zijn soortgelijke maatregelen ook voor de industrie niet-ETS denkbaar, maar deze zijn in het Optiedocument van ECN/MNP niet in kaart gebracht.

### *Relatie met energietransitie*

Zie sectordocument industrie ETS. Veel van de genoemde transitiepaden voor de industrie zijn vermoedelijk in veel mindere mate toepasbaar voor de niet-handelende industrie.

## 8.5 Instrumentatie

### *Het huidige beleid*

Het huidige beleid in de niet-handelende industrie bestaat uit:

- de MJA-2 (ondertekend door 34 brancheorganisatie vanuit de industrie)
- de energiebelasting op brandstoffen en elektriciteit
- de Energieinvesteringsaftrek (EIA)
- Milieuvergunningen
- IPPC-normen
- WKK-beleid
- beleid voor de gebouwde omgeving: EPN, EPL etc. NB: Binnen de EPN voor de utiliteitsbouw zijn EPC-eisen geformuleerd per gebruiksfunctie. Er is wel een EPC voor de gebruiksfunctie kantoor (administratie) maar niet voor de gebruiksfunctie industrie.

### *In voorbereiding zijnde instrumenten*

- Er zijn nog geen concrete instrumenten gepland voor de industriële activiteiten van het MKB. Voor gebouwgebonden gebruik en (kantoor)apparatuur: zie gebouwde omgeving

---

<sup>30</sup> In het Nederlandse voorstel voor de NAP-II hoeven bedrijven individuele installaties met een thermisch vermogen lager dan 3 MW<sub>th</sub> niet mee te rekenen in deze optelling. Ook de procesemissies in de niet-aangewezen sectoren vallen buiten het ETS. Deze worden echter op grond van het feit dat de betrokken bedrijven (grotendeels) wel meedoen aan het ETS in de sectordocumenten toch onder de handelende industrie besproken.

<sup>31</sup> Gebaseerd op de specifiek industriële potentiëlen uit ICARUS-4.

### *Het kader van EU-beleid*

De rol van EU-beleid bij het bereiken van de nationale doelstellingen is tweeslachtig. Het EU-beleid definieert via o.a. de IPPC-normen een bodem voor het Nationale beleid, maar het is tegelijkertijd voor een afzonderlijke lidstaat heel moeilijk om binnen de Europese regels substantiële extra prikkels te geven. Het Milieusteunkader en de regels voor de interne markt bieden een land weinig ruimte om extra financiële prikkels te bieden in de vorm van subsidies. Heffingen mogen wel maar tasten de concurrentiepositie van de eigen industrie aan. Voor de niet-handelende industrie is dit overigens veel minder een probleem dan voor de ETS-bedrijven, doordat de kosten van energiegebruik en de kosten van energiebesparende maatregelen veel kleiner zijn in verhouding tot omzet en winst. Ook aangescherpte normering in afwijking van de IPPC-normen stuit op problemen. Voor instrumentatie is het dan ook in de eerste plaats van belang om te proberen in Europees verband sterker beleid van de grond te krijgen. Voor zover Europees beleid tekort schiet, kan nationaal beleid wel aanvullend ingezet worden. Om de doelen in 2020 te kunnen halen, moet het nationaal beleid al vooruitlopend op een eventuele aanscherping van Europees beleid geïntensiveerd worden.

### *Mogelijkheden voor instrumentatie op termijn 2020*

In de niet-energie-intensieve industrie is de kennis over de mogelijkheden voor energiebesparing relatief klein, en een belangrijk deel van het energiegebruik is vergelijkbaar met dat in de gebouwde omgeving. Voor dit laatste deel ligt het voor de hand aan te sluiten bij het beleid gericht op de gebouwde omgeving (zie aldaar). Voor de specifiek industriële activiteiten is aanvullend beleid vereist, in de vorm van financiële prikkels, normering en ondersteunend beleid. Kosten van energiegebruik en de kosten van maatregelen om dit gebruik te beperken zijn in verhouding tot omzet en winst geringer zijn dan in de ETS-bedrijven. Heffingen kunnen daarom verhoogd worden zonder dat dit voor veel bedrijven tot een aantasting van de concurrentiepositie leidt. Bedrijven waarbij dit wel het geval is moeten de mogelijkheid hebben om naar het beleidsregime voor de handelende industrie over te stappen.

Mogelijke instrumenten ter realisatie van het klimaatdoel:

- Verhoging van de energiebelasting, in combinatie met intensief flankerend beleid.
- Flankerend beleid met specifieke stimulering van innovatieve technieken, ondersteuning van bedrijven (door bijvoorbeeld stimulering van Energy Service Companies (ESCO's)) en normering voor gangbare apparaten etc.
- Gebouwgebonden gebruik en (kantoor)apparatuur: zie sectordocument gebouwde omgeving.

Voor lange-termijn transitiedoelen:

- Stimulering innovatie via subsidies, samenwerkingsverbanden, voorbeeldprojecten en convenanten.

### *Mogelijke acties korte termijn (komende kabinetsperiode)*

Mogelijke acties huidige kabinetsperiode

- Generieke gefaseerde verhoging van energiebelasting zonder terugsluizing (dit laatste is voor deze sector zeer gecompliceerd, terwijl de energiekosten niet zo hoog zijn).
- Zo snel mogelijk opstarten van het flankerende beleid, met eventueel specifieke stimulering van ESCO's (bijvoorbeeld door fiscale voordelen), aankondiging van normen, intensivering en uitbreiding van MJA-2, aanpassing van de EIA etc.

Algemeen: verkenning ruimte binnen Europese regelgeving, pleiten in Brussel voor aanpassing milieusteunkader, pleiten voor afrekenbare doelstellingen en sancties, pleiten voor strenge Europese normen waar van toepassing.

Verder is het van belang om de ruimte binnen Europese regelgeving te verkennen. De Nederlandse regering kan verder pleiten voor aanpassing van het milieusteunkader, voor afrekenbare doelstellingen en sancties, en voor aanscherping van Europese normen.

## 8.6 Twee pakketten uit verkenning ECN/MNP

In de tabel staan de resultaten voor de industrie van twee pakketten van opties. Beide pakketten zijn samengesteld met het analysemodel van het Optiedocument, waarbij het model uitrekent hoe tegen minimale Nationale Kosten bepaalde doelen gehaald kunnen worden. In het Vaste pakket is gerekend op basis van de 30% doelstelling voor reductie van BKG-emissies, waarbij ook de 2% besparingsdoelstelling en de 20% doelstelling voor hernieuwbaar gehaald moeten worden. In het Flexibele pakket geldt alleen de 30% BKG-doelstelling, en is de invulling daarvan vrij. Voor de in kaart gebrachte maatregelen zijn er vrijwel geen verschillen.

Tabel 8.1 *CO<sub>2</sub>-reductie, besparing, duurzaam en nationale kosten Industrie - niet deelnemers aan CO<sub>2</sub>-emissiehandel in vast en flexibel pakket*

	Vast					Flexibel						
	CO <sub>2</sub> - reductie totaal [Mton]	CO <sub>2</sub> - reductie direct [Mton]	Besparing [PJ <sub>prim</sub> ]	Hernieuwbaar [vermeden PJ fossiel]	Nationale kosten [mln €]	Nationale Kosten [€/tCO <sub>2</sub> ]	CO <sub>2</sub> - reductie totaal [Mton]	CO <sub>2</sub> - reductie direct [Mton]	Besparing [PJ <sub>prim</sub> ]	Hernieuwbaar [vermeden PJ fossiel]	Nationale Kosten [mln €]	Nationale Kosten [€/tCO <sub>2</sub> ]
Elektriciteitsvraagvermindering industrie, niet handelend	0.1		0.8		4	88	0.1		0.8		5	79
Warmtevraagvermindering industrie, niet-handelend	0.1	0.1	1.8		5	51	0.1	0.1	1.8		5	51
	0.2	0.1	2.6		9	139	0.2	0.1	2.6		10	130

Er is ook reductiepotentieel door maatregelen zoals die ook voor de gebouwde omgeving in kaart zijn gebracht, maar deze zijn niet gekwantificeerd.

## 9. Elektriciteitsproducenten<sup>32</sup>

### 9.1 Samenvatting

*Wat zijn korte termijn acties?*

In de komende kabinetsperiode dient de overheid de volgende acties te ondernemen:

- In de komende kabinetsperiode moet een fundament gelegd worden voor een krachtige en stabiele prikkel om verregaande maatregelen voor emissiereductie, energiebesparing en hernieuwbare elektriciteit te nemen. Logisch uitgangspunt voor de sector Elektriciteitsproducenten is een krappere allocatie in Europees verband in het CO<sub>2</sub>-emissiehandelssysteem. Vooruitlopend hierop kan via hervorming van de energiebelastingen nationaal de financiële prikkel op korte termijn verhoogd worden.
- Voor de inpassing van grootschalige windenergie, dienen afspraken te worden gemaakt met de netwerkbeheerders (TenneT en de lokale beheerders) in verband met de grote 'robuuste' rol van windenergie in het halen van de doelen.
- Duidelijkheid verschaffen over voorwaarden voor grootschalige CO<sub>2</sub>-transport en -opslag, bijvoorbeeld op basis van de binnenkort te publiceren studie 'CCS in Nederland', alsmede over stimuleringsbeleid voor CO<sub>2</sub>-afvang bij elektriciteitscentrales (kolencentrales capture ready), indien het ETS op korte termijn niet toereikend blijkt te zijn.

*Welke bijdrage kan de sector leveren aan de lange termijn doelstellingen van het kabinet?*

De elektriciteitsproducenten kunnen een grote bijdrage leveren aan de klimaatdoelstelling, in de orde grootte van 20 tot 30 Mton CO<sub>2</sub>-reductie. Daarbovenop kunnen de directe emissies van de elektriciteitsproductie nog verder reduceren met 10 à 20 Mton door besparing op de finale elektriciteitsvraag en decentrale WKK.

Windenergie op zee levert een belangrijke bijdrage aan de mogelijke CO<sub>2</sub>-reductie, 7 à 10 Mton. Dit komt overeen met 6000 tot 7500 MW in 2020.

Verder zijn de opties afhankelijk van de invulling van de subdoelen voor besparing en duurzaam. Een grote bijdrage van de elektriciteitsproductie aan energiebesparing vereist nieuwbouw van efficiënte gasgestookte centrales. Deze brandstofsubstitutie van kolen naar gas zal Nederland echter afhankelijker maken van aardgas dat in de toekomst tevens in toenemende mate moet worden geïmporteerd van buiten de EU. De overschakeling op het veel duurdere aardgas zal tevens een verhogend effect hebben op de groothandelsprijs van elektriciteit. Dit is ongunstig voor de concurrentieverhoudingen, zowel voor de Nederlandse elektriciteitsproducenten in vergelijking met het buitenland, als voor delen van de energie-intensieve industrie in Nederland. Tot slot strookt een dergelijk scenario niet erg met het beeld van de huidige nieuwbouwplannen voor centrales.

Vanuit een kosteneffectieve invulling van de klimaatdoelstelling ligt het meer voor de hand nieuwe kolencentrales uit te rusten met CO<sub>2</sub>-afvang en -opslag (CCS). Dat is ongunstig voor de efficiency van de elektriciteitsproductie, maar maakt wel meer duurzame elektriciteitsopwekking mogelijk door biomassa-bijstook. Het aandeel duurzame elektriciteit kan dan groeien naar 39% in 2020. Daarmee levert de elektriciteitsproductiesector een grote bijdrage aan de duurzame energiedoelstelling.

---

<sup>32</sup> Versiedatum: ECN/MNP 5 juli 2007.

De huidige ontwikkelingen ten aanzien van de nieuwbouwplannen voor elektriciteitscentrales passen ook beter bij deze route. Een keuze voor een groter aandeel kolen in plaats van aardgas is gunstiger voor de toekomstige situatie voor de energievoorzieningszekerheid en concurrentiekracht.

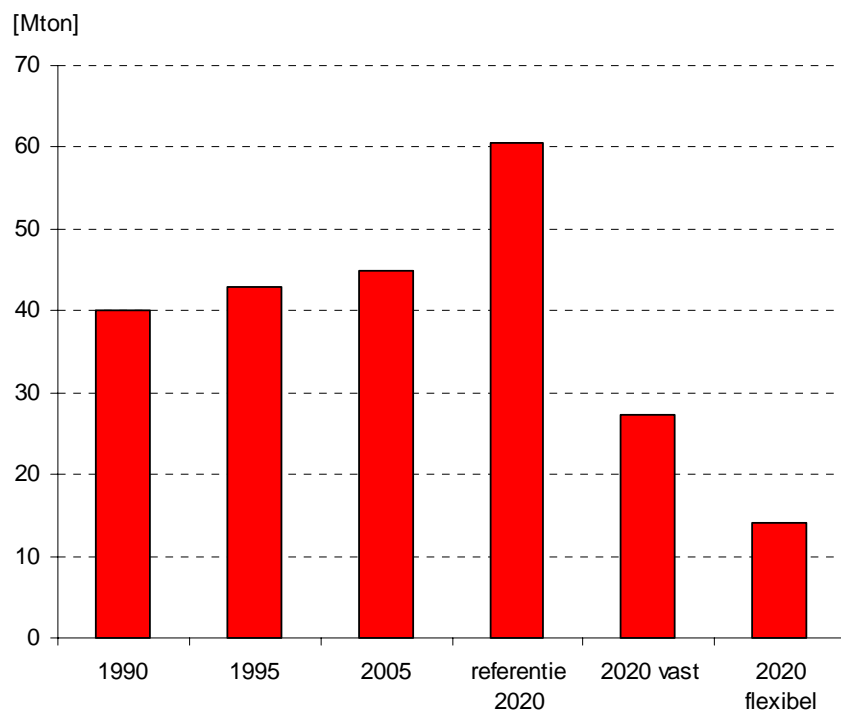
## 9.2 Inleiding

Dit gaat over onze opdracht in het kader van Schoner en zuiniger, zie eerste paragraaf ‘aanpak’ in overall document. Moet in ieder sectordocument hetzelfde zijn, wordt door projectleiders geschreven.

## 9.3 Beleidsopgave sector

In deze sector gaat het om de CO<sub>2</sub>-emissies die afkomstig zijn van de elektriciteitsproducenten die de ‘centrale’ productie-eenheden bedrijven en die onder het CO<sub>2</sub>-emissiehandelssysteem vallen, en de ‘grootschalige’ duurzame opwekking uit windenergie en zelfstandige (ook meer kleinschalige) biomassa centrales. WKK installaties zijn ingedeeld onder de sector Industrie. CO<sub>2</sub>-reductie kan in deze sector bereikt worden door hernieuwbare elektriciteit, verbetering van de energie efficiency van de fossiele opwekking, door CO<sub>2</sub>-afvang en -opslag en eventueel door kernenergie.

In onderstaande figuur zijn CO<sub>2</sub>-emissiecijfers voor de sector Elektriciteitsproducenten weergegeven. In de vaste route is de CO<sub>2</sub>-reductie 33 Mton, in het flexibele pakket is dat 47 Mton (inclusief de reductie t.g.v. verminderde elektriciteitsvraag).



Figuur 9.1 CO<sub>2</sub>-emissiecijfers elektriciteitsproducenten (historisch en projecties)

Ter toelichting op de cijfers:

- Historisch: Monit cijfers ECN.
- Referentie 2020: dit is de emissieprojectie voor het GE-scenario (geactualiseerd bij hoge olieprijs) en uitgaande van het huidige beleid op basis van het Optiedocument 2020 (Daniëls en Farla, 2005).



- Vast: bij deze emissieprojectie voor 2020 zijn de nationale doelen uit het Coalitieakkoord voor zowel klimaat, energiebesparing als hernieuwbare bronnen uitgangspunt.
- Flexibel: pakket met alleen de CO<sub>2</sub>-reductie doelstelling.
- Flexibel met nucleair: Flexibel met alleen CO<sub>2</sub>-reductie doelstelling, en de mogelijkheid om te kiezen voor de optie ‘Nieuwe kerncentrales’.

In het ‘Referentie 2020’ scenario worden tot 2020 ca. 4000 MW aan nieuwe kolencentrales gebouwd wat de forse stijging aan CO<sub>2</sub>-emissies in 2020 in belangrijke mate verklaart. Recente ontwikkelingen als de hausse aan nieuwbouwplannen passen qua trend in dat scenario. De huidige nieuwbouwplannen sommeren al tot ca. 6000 MW voor kolencentrales voor de periode tot 2015 (zie Seebregts, 2007)<sup>33</sup>.

Behalve voor het doel van CO<sub>2</sub>-reductie, is de sector tevens van groot belang voor het halen van de doelstelling voor hernieuwbare energie. In het Vaste pakket is het aandeel hernieuwbare elektriciteit met 48 TWh ruim 33% van de finale elektriciteitsvraag van 144 TWh (in de ‘Referentie 2020’ was dit resp. 30,5 TWh en 19%).

Tabel 9.1 *CO<sub>2</sub>-emissies en aandeel hernieuwbare elektriciteit*

Scenario/pakket (route)	[Mton CO <sub>2</sub> ]	Aandeel hernieuwbare elektriciteit als percentage van het finale elektriciteitsverbruik [%]
Referentie 2020	61	19
Vast	27	33
Flexibel, zonder kernenergie	14	39

## 9.4 Opties

### *Waar valt wat te reduceren?*

Het reductiepotentieel bij de elektriciteitsproducenten valt globaal in een drietal categorieën te verdelen:

- hernieuwbare elektriciteit, waaronder het meestoken van biomassa in centrales,
- fossiel gestookte elektriciteitscentrales,
- kernenergie.

De opties die in het Optiedocument (Daniëls en Farla, 2005) zijn beschouwd, zijn samengevat in Tabel 9.2.

### *Welke technologieën zijn beschikbaar?*

De meeste opties beschouwd in het Optiedocument zijn nu al beschikbaar. Dit betreft hernieuwbare opties voor elektriciteitsopwekking als windenergie, zon-PV, biomassa hetzij in de vorm van mee- of bijstook in fossiel gestookte centrales hetzij als ‘dedicated’ biomassa centrale. Opties voor fossiel gestookte centrales betreffen centrales met een hoger energieconversierendement, een keuze voor een ander type centrale (gas in plaats van kolen, met CO<sub>2</sub>-afvang in plaats van zonder), eerdere vervanging van oudere centrales. Nieuwe kerncentrales zijn ook een optie.

Opties met CO<sub>2</sub>-afvang zijn nu nog niet beschikbaar, maar kunnen wel voor 2020 beschikbaar komen. Dit betreft CO<sub>2</sub>-afvang bij nieuwe of bestaande elektriciteitscentrales. Die opties dienen

<sup>33</sup> ECN heeft voor MNP een beoordeling gemaakt van die ontwikkelingen ter vergelijking met onder andere het WLO GE-scenario (Seebregts, 2007). Op basis van bestaand beleid en huidige marktontwikkelingen verwacht ECN dat er op de termijn tot 2015 zeker drie van de plannen voor nieuwe kolencentrales doorgang vinden. Deze zullen alle CO<sub>2</sub> capture ready worden uitgevoerd, hoewel nog niet precies duidelijk is wat onder ‘capture ready’ moet worden verstaan.

eerst op grote schaal te worden gedemonstreerd. Tevens moeten er voorwaarden worden geschapen waardoor grootschalige CO<sub>2</sub>-transport en -opslag mogelijk wordt. De kosteneffectiviteiten van de opties, uitgedrukt in €/ton CO<sub>2</sub>-reductie, staan weergegeven in Tabel 9.2 aan het eind van dit hoofdstuk.

### *Relatie met energietransitie*

Binnen het platform Nieuw Gas wordt gewerkt aan ondersteuning van CO<sub>2</sub>-opslag. Het platform Duurzame elektriciteitsvoorziening richt zich op verschillende vormen van duurzame elektriciteitsproductie (offshore windenergie, zon-PV en elektriciteit uit biomassa) en CCS, maar ook op de infrastructuur en institutionele barrières. Alle opties behorend bij die transitiepaden zijn tevens in het Optiedocument van ECN/MNP beschouwd en daarmee onderdeel van deze verkenning.

## 9.5 Instrumentatie

### *Het huidige beleid*

Het huidige beleid voor de elektriciteitsproducenten bestaat uit:

- Het CO<sub>2</sub> ETS en het daarbij behorende nationale allocatieplan (regels bekend tot en met 2012; na 2012 aanpassingen ETS-systeem verwacht). Dit instrument is verreweg het belangrijkste instrument voor de Nederlandse en Europese elektriciteitssector als het gaat om CO<sub>2</sub>-reductie, maar de verdere ontwikkeling van dit marktconforme instrument is sterk afhankelijk van internationale (EU en mondiale) ontwikkelingen en afspraken voor de post-Kyoto periode. Op dit moment is niet duidelijk hoe het instrument zich na 2012 gaat ontwikkelen.
- Het nationale NO<sub>x</sub>-emissiehandelssysteem, gebaseerd op een (voortschrijdende) prestatienorm oftewel Performance Standard Rate (PSR). In 2010 is de PSR 40 g/GJ; daarna wordt een verdere aanscherping verwacht.
- Milieueisen:
  - IPPC (Integrated Pollution and Prevention Control) Directive, Large Combustion Plants
  - BEES (Besluit EmissieEisen Stookinstallaties)
  - BVA
  - Eisen i.v.m. Luchtkwaliteit (Air Quality Directive)
  - Bijdragen aan nationale doelstellingen voor een aantal NEC-stoffen (NO<sub>x</sub> en SO<sub>2</sub>). Eisen ten aanzien van andere dan broeikasgasemissies kunnen mogelijk leiden tot keuzes voor andere technologie (bijv. KV STEG i.p.v. poederkool) of zelfs brandstofkeuze, en daarmee van invloed zijn op CO<sub>2</sub>-emissie en het energetisch rendement.
- Subsidieregelingen (o.a. EIA, FES/TFE fondsen, Borssele-overeenkomst).
- Binnen het EOS-programma (Energie Onderzoek Subsidie) worden R&D-subsidies gegeven voor onderzoek naar en demonstratie van nieuwe technologie. Er zijn momenteel geen subsidieregelingen voor marktintroductie op grotere schaal.

### *In voorbereiding zijnde instrumenten*

Er zijn nog geen concrete nieuwe instrumenten gepland. Omdat de bedrijven al onder een cap-and-trade ETS systeem vallen, wordt extra beleid vaak niet als zinvol gezien, zeker in Europees verband. Het emissieplafond ligt immers vast, en extra beleid kan hoogstens leiden tot verschuivingen in emissies en tot een lagere CO<sub>2</sub>-prijs. Vanuit Europees perspectief is dit niet zinvol. Inmiddels heeft het kabinet in een brief aan de Tweede Kamer aangegeven dat Nederland het beleid van de EU ten aanzien van CCS ondersteunt. Nederland ziet CCS als een belangrijke en onmisbare optie, en wil net als de EU CCS binnen de EU extra stimuleren<sup>34</sup>.

### *Het kader van EU-beleid*

De rol van EU-beleid bij het bereiken van de nationale doelstellingen is tweeslachtig. Het EU-beleid definieert via het CO<sub>2</sub> ETS, de richtlijn voor energiebelastingen en de IPPC-normen een

<sup>34</sup> Tweede Kamer, vergaderjaar 2006-2007, 22 112, nr. 512.

duidelijke bodem voor het nationale beleid, maar het is tegelijkertijd voor een afzonderlijke lidstaat heel moeilijk om binnen de Europese regels substantiële extra prikkels te geven. Het Milieusteunkader en de regels voor de interne markt bieden een land weinig ruimte om extra financiële prikkels te geven. Ook aangescherpte normering in afwijking van de IPPC-normen stuit op problemen. Het is dan ook in de eerste plaats van belang om te proberen in Europees verband sterker beleid van de grond te krijgen. Voor zover Europees beleid tekort schiet, kan nationaal beleid wel aanvullend ingezet worden. Om de doelen in 2020 te kunnen halen, moet het nationaal beleid al vooruitlopend op een eventuele aanscherping van Europees beleid geïntensiveerd worden.

In het recente 'Energy Policy for Europe' (EC, 2007) kiest de EC in verband met de energievoorzieningszekerheid voor een belangrijke rol van schonere kolentechnologie, om vooral de afhankelijkheid van geïmporteerd aardgas van buiten Europa niet te groot te laten worden. Tegen 2020 dienen nieuwe kolencentrales met CO<sub>2</sub>-afvang te worden uitgerust. Deze maatregel heeft weliswaar een gunstig effect op CO<sub>2</sub>-reductie, maar verlaagt de energie efficiëntie van centrales. Indien deze maatregelen op grote schaal wordt ingezet, wordt het halen van de 2% doelstelling voor energiebesparing moeilijker.

#### *Mogelijkheden voor instrumentatie op termijn 2020*

Mogelijke instrumenten ter realisatie van de doelstellingen op de termijn van 2020 zijn:

- *Europees beleid:* Een krappere allocatie (Europees) in het ETS zodanig dat de CO<sub>2</sub>-prijs op ongeveer 90 €/tCO<sub>2</sub> komt te liggen. Dit instrument heeft een stimulerend effect op besparing, CO<sub>2</sub>-opslag en hernieuwbare energie.
- *Nationaal alternatief:* Een *bonus-malus systeem*, waarbij boven een bepaald referentieverbruik energiebelasting betaald moet worden, en daaronder energiebelasting teruggesluisd wordt. De vereiste hoogte van de energiebelasting ligt op ca. 4 €/GJ (~80 €/ton CO<sub>2</sub>) als intensief flankerend beleid ingezet wordt, en anders op 5 €/GJ. Dit is additioneel t.o.v. het ETS. Het systeem geldt tevens voor elektriciteitsopwekking (WKK) op basis van de elektriciteitsoutput en een referentieverbruik van brandstoffen per kWh. Dit beleid is van belang voor energiebesparing. Het systeem stimuleert echter hernieuwbare energie en CCS niet, tenzij niet-fossiel energiegebruik en CO<sub>2</sub>-emissievrij energiegebruik meetellen als vermindering van het energiegebruik.
- *Financiële ondersteuning voor CCS (o.a. gelden uit FES en Borssele-overeenkomst, MEP):* Verder aanvullende eisen t.a.v. capture-ready opwekkingsvermogen. Ook kan de overheid een belangrijke rol spelen door het aanleggen van de vereiste infrastructuur voor transport en opslag van de CO<sub>2</sub>. Subsidies vanuit vanuit FES en Borssele-overeenkomstgelden zijn vooral bedoeld door demo's. Een MEP-achtige regeling is bedoeld voor marktintroductie. Opgemerkt zij dat een MEP CCS (MEP KNFE, Klimaat Neutrale Fossiele Elektriciteit) zonder verlaging van het CO<sub>2</sub>-plafond geen CO<sub>2</sub>-reductie oplevert, maar enkel CCS ten opzichte van andere opties goedkoper maakt. Bij Europees beleid via het CO<sub>2</sub> ETS is een MEP KNFE waarschijnlijk niet nodig.
- *R&D-subsidie:* behalve voor CCS ook voor andere innovatieve opties waaronder hernieuwbare opties. Dergelijke subsidies hebben geen effect op de CO<sub>2</sub>-reductie, maar maken sommige opties goedkoper, waardoor verschuivingen kunnen optreden.
- *Een verplichtingssysteem voor hernieuwbare elektriciteit* wellicht in combinatie met een feed-in subsidie. ECN heeft recent aan EZ advies uitgebracht over een dergelijk systeem (van Tilburg et al., 2006).
- *Aanscherpen van normering* voor energieconversie rendementen (efficiencies), bij voorbeeld van de EU IPPC Richtlijn, Large Combustion Plants (toepassen Best-Beschikbare Technieken, ten aanzien van omzettingsrendementen) van nieuwe centrales. Deze route is echter lastig en tijdrovend, gezien de overeenstemming die er Europees moet worden bereikt.

### *Mogelijke acties korte termijn (komende kabinetsperiode)*

- *Prijsprikkels invoeren voor efficiency verbetering.*  
Vooruitlopend op een eventuele aanscherping van het Europese ETS-beleid is het nodig om de prijsprikkel voor efficiencyverbetering voor de producenten in Nederland te verhogen. Dit kan via bovengenoemd bonus-malussysteem. Onderzocht moet worden of dergelijk beleid Europese goedkeuring kan krijgen. Als Europees beleid niet van de grond komt, kan het beleid in stand blijven. Als de CO<sub>2</sub>-prijs in het ETS wel hoger wordt door een krappere allocatie in Europees verband kan het tarief afgebouwd worden zodanig dat de totale prijsprikkel van ETS plus bonus-malussysteem constant blijft. Belangrijk is dat de sector op zo kort mogelijke termijn zekerheid krijgt over de prijsprikkel op lange termijn.
- *Voorwaarden scheppen voor grootschalige CO<sub>2</sub>-transport en -opslag.*  
Voor zover bekend gaan alle nieuwbouwplannen voor de nieuwe kolen/biomassacentrales uit van 'CO<sub>2</sub> capture ready'. Het daadwerkelijk installeren van de benodigde installaties om CO<sub>2</sub> af te vangen, zal afhangen van marktomstandigheden (bijvoorbeeld een voldoende hoge CO<sub>2</sub>-prijs) en beleid (NL en EU). De binnenkort te publiceren EnergieNed/VROM/EZ-studie over CCS in Nederland zal concrete aanknopingspunten bieden voor de te volgen acties van de overheid. Een belangrijke rol van de overheid lijkt weggelegd voor het faciliteren van een infrastructuur voor het CO<sub>2</sub>-transport van bron naar opslag.
- *Ondersteunen van een grote demo voor CCS in Nederland.*  
Een van de door de EC/EU gewenste 12 grote demo's voor CCS (EC, 2007) zou in Nederland gerealiseerd kunnen worden met ondersteuning van de Nederlandse overheid. De plannen voor nieuwe kolencentrales van producenten bieden daartoe aanknopingspunten.
- *Een betrouwbaar en stabiel investeringsklimaat voor hernieuwbare elektriciteit scheppen.*  
Een keuze voor een daartoe passend instrument dient tijdig te worden genomen. Investeerders dienen zekerheid te hebben voordat zij kunnen besluiten. Na een positief besluit, duurt het enige jaren voordat opties gerealiseerd kunnen worden (startnotitie, MER, vergunning, aanbesteding, bouw). Ter indicatie: Het realiseren van een project windenergie op zee neemt zo'n twee tot vier jaar in beslag.
- *Zorg dragen dat grootschalig windvermogen in het elektriciteitsstelsel kan worden ingepast.*  
Een forse en snelle groei van windenergie op zee is een essentiële voorwaarde om het aandeel hernieuwbare elektriciteit in 2020 op het vereiste niveau te krijgen. In het pakket is in 2020 ruim 33% van de elektriciteit uit hernieuwbare bronnen. Concreet moet er ca. 6000 MW Wind op Zee in 2020 gerealiseerd worden, in de periode 2010-2020, gemiddeld zo'n 500 MW per jaar. Dat vraagt om een goede planning en uitstekende samenwerking tussen overheid en bedrijfsleven. Een groot aandeel windenergie op zee betekent tevens zorg dragen voor de passende inpassing in het elektriciteitsnet. TenneT heeft aangegeven dat inpassing niet zonder uitbreiding van het landelijke hoogspanningsnet gerealiseerd kan worden. Voor de balanshandhaving dienen er bij een windvermogen (op land plus op zee) van meer dan 4000 MW aanvullende maatregelen te worden genomen (TenneT, 2005). O.a. elektriciteitsopslag en vraagsturing behoren tot de mogelijkheden voor de balanshandhaving.

Verder is het van belang om de ruimte binnen Europese regelgeving te verkennen. De Nederlandse regering kan verder pleiten voor een krappere allocatie binnen het ETS, voor aanpassing van het Milieusteunkader, voor afrekenbare doelstellingen en sancties, en voor aanscherping van Europese normen. Van belang is dat lidstaten de mogelijkheid hebben om bedrijven te compenseren voor kosten die voortkomen uit nationaal beleid dat verder gaat dan het Europese beleid.

## 9.6 Twee pakketten uit verkenning ECN/MNP

Tabel 9.2 geeft een overzicht voor de Elektriciteitsproducenten van de opties in het pakket 'vast' en in het pakket 'flexibel'. In de tabel staat de CO<sub>2</sub>-reductie, en de bijdrage aan besparing en duurzaam per optie. Ook vermeldt de tabel de nationale kosten en de kosteneffectiviteit.

Beide pakketten zijn samengesteld met het analysemodel van het Optiedocument, waarbij het model uitrekent hoe tegen minimale Nationale Kosten bepaalde doelen gehaald kunnen worden. In het Vaste pakket is gerekend op basis van de 30% doelstelling voor reductie van BKG-emissies, waarbij ook de 2% besparingsdoelstelling en de 20% doelstelling voor hernieuwbaar gehaald moeten worden. In het Flexibele pakket geldt alleen de 30% BKG-doelstelling, en is de invulling daarvan vrij.

In het vaste pakket wordt de BKG-reductie ingevuld door verhoging van de efficiency van centrales door nieuwbouw van efficiënt gasgestookt vermogen. In het flexibele pakket wordt juist ingezet op CO<sub>2</sub>-afvang en opslag bij kolencentrales. De huidige ontwikkelingen ten aanzien van de nieuwbouwplannen voor elektriciteitscentrales passen ook beter bij deze flexibele route. Het pakket is tevens meer evenwichtiger indien ook aspecten als energievoorzieningszekerheid en concurrentiekracht worden beschouwd.

De volledige switch van kolen naar aardgas in de vaste route is ongunstig voor de (lange termijn) energievoorzieningszekerheid. Kolenvoorraden zijn veel groter en geografisch meer verspreid over de wereld dan de aardgasvoorraden. De kolenvoorraden zijn tevens aanwezig in politiek stabielere regio's. Daarom draagt een brandstofsubstitutie van kolen naar aardgas niet bij aan een betere situatie voor de energievoorzieningszekerheid (Scheepers et al., 2006; 2007). De *afhankelijkheid van aardgas* dat tevens in toenemende mate van buiten de EU (uit landen als Rusland) wordt geïmporteerd, wordt daarmee erg groot. Tevens reduceert het de mogelijkheden van duurzame elektriciteit uit het meestoken van biomassa in kolencentrales.

Naast duurzame elektriciteit zal de hernieuwbare energie doelstelling (20%) gerealiseerd moeten worden door benutting van biomassa in de vorm van groen gas en biobrandstoffen .

De bijna volledige overschakeling op het relatief duurdere aardgas zal tevens een verhogend effect hebben op de groothandelsprijs van elektriciteit. Dit is ongunstig voor de concurrentieverhoudingen, zowel voor de Nederlandse elektriciteitsproducenten in vergelijking met het buitenland, als voor delen van de energie-intensieve industrie in Nederland. Wanneer de ons omringende landen minder vergaande maatregelen nemen kunnen de elektriciteitsprijzen in die landen relatief nog lager worden dan in Nederland. In dat geval zal de import van stroom (verder) toenemen. Door deze lagere elektriciteitsproductie in Nederland, zullen de fysieke CO<sub>2</sub>-emissies van de Nederlandse elektriciteitsproductie sector ook lager komen te liggen.

Een apart Flexibel pakket is bepaald waarbij tevens de optie 'Nieuwe kerncentrales' tot de mogelijkheden behoort. In dat pakket is die optie goed voor 9 Mton aan CO<sub>2</sub>-reductie.

Tabel 9.2 CO<sub>2</sub>-reductie, besparing, duurzaam en nationale kosten Elektriciteitsproducenten in vast en flexibel pakket

	Vast					Flexibel						
	CO <sub>2</sub> -reductie		Besparing	Hernieuwbaar	Nationale kosten	CO <sub>2</sub> -reductie		Besparing	Hernieuwbaar	Nationale kosten		
	Totaal [Mton]	Direct [Mton]	[PJ <sub>prim</sub> ]	[PJ <sub>fossiel</sub> ]	[mln €]	[€/ton]	Totaal [Mton]	Direct [Mton]	[PJ <sub>prim</sub> ]	[PJ <sub>fossiel</sub> ]	[mln €]	[€/ton]
Kolencentrales overschakelen naar aardgas	2.6	2.6	0.7		417	164						
Nieuwe kolencentrales met hoger rendement												
Verbeteren rendement via veranderen operationele inzet	0.3	0.3	4.4		6	23	0.3	0.3	4.4		6	23
Gascentrales in plaats van nieuwe kolencentrales	6.9	6.9	48.5		294	43	3.7	3.7	26.1		159	43
Vervroegde vervanging gascentrales met laag rendement	0.4	0.4	7.2		-1	-3	0.4	0.4	6.2		-1	-3
Vervroegde vervanging kolencentrales met laag rendement												
Hoger aantal draaiuren gascentrales in plaats van draaiuren bestaande kolencentrales												
Hoger aantal draaiuren gascentrales in plaats van draaiuren nieuwe kolencentrales												
Windenergie op land							1.3	1.3		17.0	85	66
Windenergie op zee	7.3	7.3		102.9	357	49	10.1	10.1		131.7	513	51
Afvalverbrandingsinstallaties (AVI's)	0.2	0.2		3.1	-8	-37	0.2	0.2		3.2	-7	-28
Bijstook gascentrales												
Meestook oude kolencentrales												
Biomassa bijstoken in gascentrales							0.9	0.9		15.9	86	96
Biomassa centrales	1.8	1.8		25.2	71	40	2.0	2.0		25.4	82	42
Meestook nieuwe kolencentrales												
CO <sub>2</sub> -afvang bij nieuwe kolencentrales							9.8	9.8			230	24
CO <sub>2</sub> -afvang bij nieuwe gascentrales												
CO <sub>2</sub> -afvang bij bestaande kolencentrales												
CO <sub>2</sub> -afvang bij bestaande gascentrales												
CO <sub>2</sub> -afvang bij bestaande kolencentrales: Buggenum												
CO <sub>2</sub> -afvang bij oudste vijf koleneenheden												
Bouw nieuwe kerncentrale(s)												
Effecten besparing en WKK elders		14.0								18.0		

## 10. Verkeer en Vervoer<sup>35</sup>

### 10.1 Samenvatting

#### *Wat zijn korte termijn acties en lange termijn doelen in de sector?*

Prijzmaatregelen gericht op het gebruik en de aanschaf van personenauto's, zoals de kilometerheffing en verdere BPM-differentiatie, kunnen nog in deze kabinetsperiode de CO<sub>2</sub>-emissies van de sector verkeer en vervoer reduceren. Ook lopend beleid op het gebied van biobrandstoffen, de huidige BPM-differentiatie en het nieuwe rijden III zal nog tot verdere besparing en CO<sub>2</sub>-reductie leiden t.o.v. het referentiescenario.

Op termijn van 2020 ligt het grootste besparingspotentieel bij het energiezuinig maken van nieuwe voertuigen. Hierbij kan in de eerste plaats gedacht worden aan technische maatregelen, maar ook aan een cultuurswitch die maximumsnelheid, acceleratievermogen en wellicht grootte van de auto minder centraal stelt. Technische maatregelen om auto's zuiniger te maken kunnen alleen in Europees verband bereikt worden. Om de reductiedoelstellingen te realiseren zullen in de komende kabinetsperiode binnen de EU vergaande en bindende afspraken gemaakt moeten worden over aanbod van energiezuiniger personenauto's en bestelauto's. Voor 2020 dient in EU-verband gestreefd te worden naar verdere technische verbeteringen, waarbij ook efficiencyverbeteringen bij vrachtauto's moeten worden meegenomen.

In eigen land kan in de komende kabinetsperiode gestreefd worden naar het stimuleren van de aankoop van energie-efficiënte voertuigen en het invoeren van snelheidsbegrenzers voor bestelauto's. Deze voertuigen rijden immers in 2020 nog steeds rond. De versnelde invoering van de kilometerheffing is aangekondigd in het coalitieakkoord. Het effect hiervan is afhankelijk van de vormgeving, waarover nog besluitvorming moet plaatsvinden. Ook kan in de huidige kabinetsperiode op EU-niveau de informatie over energiezuinige banden sterk verbeterd worden en kan ervaring opgedaan worden met hybride bustechnieken om in de periode daarna beleid te kunnen voeren.

Om de doelstelling voor duurzame energie te realiseren is inzet van een hoog percentage biobrandstoffen vereist. Daarom moet gewerkt worden aan het opbouwen van een markt voor biobrandstoffen. Als voor hogere percentages dan de 10% binnen de EU gekozen wordt, is hiervoor aparte actie nodig. Stimulering van tweede generatie biobrandstoffen is daarbij van belang en, in Europees verband, een certificeringssysteem voor de duurzaamheid van geïmporteerde biobrandstoffen. Dit is ook voor de lange termijn belangrijk. Niet uitgesloten is dat de rol van biomassa in de transportsector op lange termijn uiteindelijk beperkt zal zijn en dat waterstof of elektriciteit een hoofdrol gaan spelen.

#### *Welke bijdrage kan de sector leveren aan de doelstellingen van het kabinet?*

De bijdrage van de sector is onder meer afhankelijk van de uitwerking van de subdoelen voor besparing en duurzaam. Uit een nationale kostenoptimalisatie voor alle sectoren, volgt dat de transportsector in 2020 tussen de 12 en 18 Mton<sup>36</sup> aan de CO<sub>2</sub>-reductiedoelstelling kan bijdragen. Het betreft 9 tot 11 Mton als gevolg van energiebesparing en 3 tot 7 Mton als gevolg van gebruik van duurzame energie (respectievelijk 10 tot 20% biobrandstoffen). Opgemerkt moet worden dat de maatregelleffecten met onzekerheden zijn omgeven; zo hangt het effect van de kilometerheffing af van de gekozen invulling en kan het nationale emissiereductie-effect van biobrandstoffen lager zijn als deze in Nederland geproduceerd worden met inzet van fossiele brandstoffen.

<sup>35</sup> Versiedatum ECN/MNP: 5 juli 2007.

<sup>36</sup> Uitgangspunt is dat het ACEA-convenant toch tot 140 g CO<sub>2</sub>/km leidt. Valt dit tegen, dan gaat zowel de referentie-emissie in 2020 als de besparingsinspanning omhoog (kan tot 3 à 4 Mton oplopen).

## 10.2 Inleiding

Door ECN en MNP is een eerste en ruwe verkenning gedaan naar de maatregelen en beleidsinstrumenten waarmee de doelstellingen van de Regering op het gebied van energie- en klimaatbeleid gerealiseerd kunnen worden. De onderzochte doelstellingen voor 2020 zijn 30% vermindering van de uitstoot van broeikasgassen ten opzichte van 1990, een 20% aandeel voor duurzame energie en een energiebesparingstempo van 2% per jaar.

ECN en MNP hebben in de verkenning twee routes onderzocht om 30% broeikasgasreductie te bereiken. Een route met vaste subdoelen voor energiebesparing (2% per jaar) en duurzaam (20%), 'vast' en een route waarin tegen zo laag mogelijke nationale kosten de broeikasgasreductie wordt gerealiseerd en besparing en duurzaam flexibel worden ingezet 'flexibel'. De twee routes veronderstellen een ander pakket aan maatregelen voor reductie van broeikasgasemissies.

Dit document maakt een eerste vertaalslag van de nationale doelen naar de sector Verkeer en Vervoer en verkent maatregelen en instrumenten om in dat sectorale beeld te voorzien. Daarnaast wordt een relatie gelegd met technologische innovaties die na 2020 voor deze sector relevant zijn, zoals aangegeven door de platforms onder de Task Force energietransitie. De effectschattingen in dit sectordocument zijn gebaseerd op opties gedocumenteerd in het ECN/MNP Optiedocument en project Instrumenten voor energiebesparing.

## 10.3 Beleidsopgave sector

### *Beschrijving sector*

In de sector Verkeer en Vervoer gaat het vooral om de CO<sub>2</sub>-emissies afkomstig uit het wegverkeer, waarbij ongeveer de helft van de brandstof door personenauto's verbruikt wordt en 20% door vrachtauto's, De rest van het brandstofverbruik voor wegverkeer betreft bestelauto's, bussen, brommers en motoren. De CO<sub>2</sub>-emissies van de sector verkeer en vervoer betreffen daarnaast de binnenvaart in Nederland, mobiele werktuigen, overig verkeer (incl. treinen), en smeermiddelen. Vanwege het internationale karakter en daaruit volgende ingewikkelde toedeling aan landen worden de emissies veroorzaakt door luchtvaart en internationale (zee)scheepvaart buiten de nationale 30% doelstelling van Schoner en Zuinig gelaten. Deze emissies zijn wel zeer substantieel en vereisen een internationale aanpak.

In Figuur 10.1 zijn de directe CO<sub>2</sub>-emissies voor de sector Verkeer en Vervoer weergegeven voor de historische jaren 1990, 1995 en 2005, het referentiescenario voor 2020, en de emissies in 2020 uitgaande van realisatie van het klimaatdoel via de vaste of flexibele route.

Ter toelichting op de cijfers:

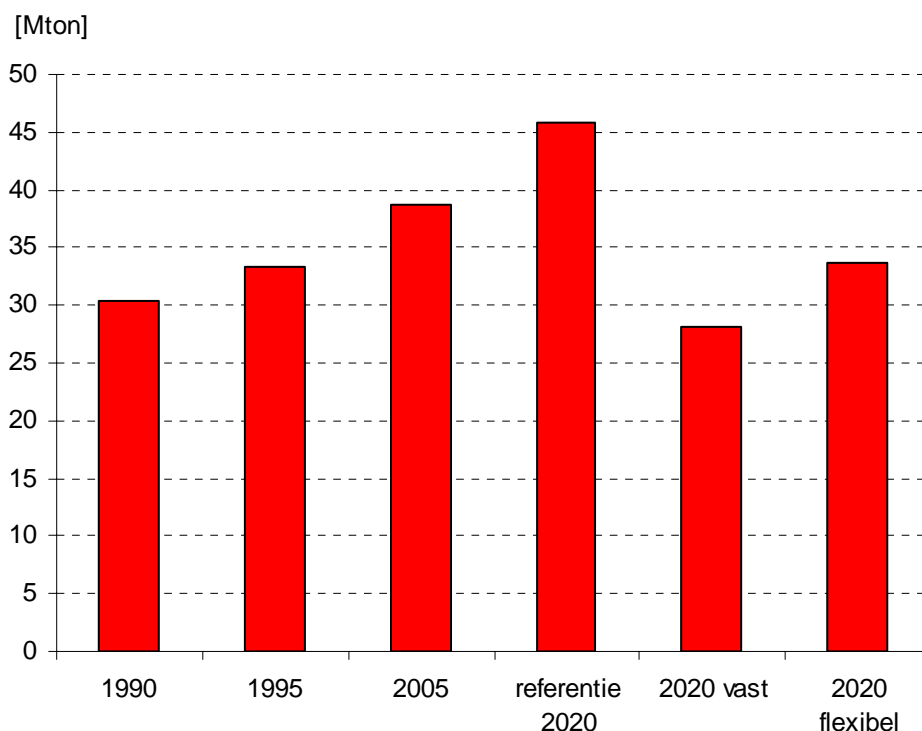
- Historische jaren: National Inventory Reports (NIR).
- Referentie 2020: dit is de emissieprojectie voor het Global Economy (GE) scenario uit de Referentieramingen 2005-2020 (geactualiseerd bij 'hoge' olieprijs van 38 \$/vat (prijsspeil 2000); in 2007 prijzen is dat circa 60 \$/vat) en uitgaande van het huidige beleid zoals dit bekend was medio 2005<sup>37</sup>.

Het figuur laat zien dat, bij realisatie van het klimaatdoel uit het coalitieakkoord volgens de in Paragraaf 10.6 aangegeven maatregelen, het emissietotaal voor de sector Verkeer en Vervoer van 45,8 Mton afneemt tot ongeveer 33,7 Mton in 2020, tenminste wanneer de beoogde broeikasgasreductie, volgens de nationale kostenmethode, zo kosteneffectief mogelijk wordt ingevuld, route 'flexibel 2020'. Als, in het scenario 'vast 2020', ook de doelen voor besparing en duurzaam uit het coalitieakkoord gehanteerd worden, zal in de sector Verkeer en Vervoer een grotere reductie-inspanning nodig zijn. De emissieruimte in 2020 neemt dan af naar 28,2 Mton. Ten opzichte van bestaand beleid, voor zover in het GE-beeld aanwezig, bedraagt de benodigde extra emissiereductie in de sector Verkeer en

<sup>37</sup> Daniëls en Farla (2005a; 2005b; 2006).



Vervoer in 2020 12,1 Mton ('flexibel pakket'). Bij het hanteren van vaste subdoelen is de reductie-inspanning 17,6 Mton. De emissie van de sector in 2020 is dan iets lager dan in 1990.



Figuur 10.1 *CO<sub>2</sub>-emissiecijfers Verkeer en Vervoer (historisch en projecties)*<sup>38</sup>

De CO<sub>2</sub>-reductie-inspanning is berekend met een rekensysteem met daarin alle op dat moment bij ECN beschikbare reductieopties<sup>39</sup>. Centraal doel hierbij was het streven, over alle sectoren heen, naar de laagste nationale kosten. Er heeft geen verdere optimalisatie plaatsgevonden naar zaken als haalbaarheid, draagvlak, evenredige verdeling van inspanningen etc. Het verschil tussen het vaste en flexibele pakket wordt voor de sector verkeer grotendeel bepaald door de bijdrage van biobrandstoffen. In het vaste pakket zijn om het energiebesparingsdoel te realiseren bij de elektriciteitsproductie efficiënte gasgestookte eenheden nodig die de mogelijkheden van duurzame elektriciteitsproductie beperken, zoals biomassa-bijstook in kolencentrales en windenergie. Daarnaast remmen besparingen op de elektriciteitsvraag de groei in opgesteld vermogen. Voor het halen van de 20% duurzame energiedoelstelling moet daarom worden ingezet op groen gas in de gebouwde omgeving en biobrandstoffen in verkeer.

Verder worden twee opties met hoge kosten per ton CO<sub>2</sub>-reductie bij het flexibele pakket niet toegepast: snelheidsbegrenzer bestelauto's en zuinige autobanden. Verderop in deze notitie en in Table 10.1 wordt in meer detail bij de opties stilgestaan.

<sup>38</sup> De reductiemogelijkheden in dit document zijn door enkele verbeteringen en een bijstelling bij de kilometerheffing circa 3 Mton hoger dan in het overall document (deel 1 van dit rapport).

<sup>39</sup> Daniëls (2006; 2007), Daniëls en Farla (2005a; 2005b).

### Consequenties keuze GE-scenario

Zoals hierboven aangegeven, worden kosten en effecten van maatregelen ingeschat ten opzichte van het GE-scenario zoals ontwikkeld in de Referentieramingen (2005), geactualiseerd naar hogere olie-prijzen. Vergeleken met het GE-scenario in de studie welvaart en leefomgeving (WLO) (CPB/MNP/RPB ,2006) (Hoen, 2006), ontbreken de volgende ontwikkelingen<sup>40</sup>:

- de CO<sub>2</sub>-differentiatie van de BPM,
- de 2% bijmenging van biobrandstoffen in 2010
- de tegenvallers bij de ACEA/JAMA/KAMA-convenanten.
- daarnaast wordt nu de volume ontwikkeling van vrachtverkeer lager ingeschat.

Dit heeft invloed op de omvang van de hier geschetste additionele effecten, hoewel de totale beleidsin-spanning niet wijzigt. Het effect van CO<sub>2</sub>-normering van personenauto's zal bijvoorbeeld groter zijn als er in het referentiescenario sprake is van minder zuinige auto's. De kosten van deze maatregel kunnen dan wel hoger uitvallen. Meer recente ontwikkelingen zoals de keuze voor 5,75% biobrandstoffen in 2010 en 10% in 2020 en de EU-voorstellen voor normen voor de CO<sub>2</sub>-uitstoot van personenauto's in 2012 ontbreken ook in GE-WLO.

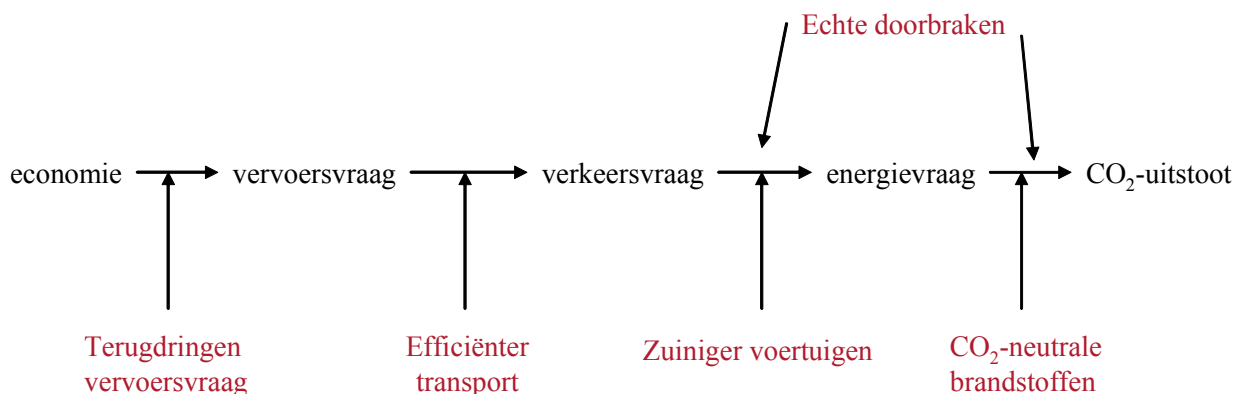
## 10.4 Opties

### Waar valt wat te reduceren?

Er zijn verschillende aangrijpingspunten of routes om de CO<sub>2</sub>-emissie van de sector Verkeer en Vervoer te reduceren. Deze zijn in te delen in vier hoofdcategorieën:

- Vervoersvraag en keuze vervoerwijze
- Efficiencyverbetering voertuigen
- Rijgedrag en/of gebruik
- Alternatieve brandstoffen.

De onderdelen van de keten tussen economische ontwikkeling en CO<sub>2</sub>-emissie van de sector Verkeer en Vervoer spelen bij deze indeling een belangrijke rol, zie Figuur 10.2. 'Vervoersvraag en keuze vervoerwijze' richt zich op heroverweging van vraag (kan het ook met minder transport?) en resulteert deels ook in efficiënter transport. Het aangrijpingspunt 'zuiniger voertuigen' is opgesplitst in aankoop (met als actoren producent en koper) en gebruik (met als actoren bestuurder en onderhoudsbedrijf).



Figuur 10.2 Aangrijpingspunten in keten tussen economie naar milieubelasting

Bron: ECN.

<sup>40</sup> Bij het bepalen van de kosten en effecten van de opties is de gekozen referentie belangrijk. Overschakelen naar een andere basis (bijvoorbeeld het GE-beeld van de WLO) betekent dat alle opties en intensiteiten (samen meer dan 400 stuks) opnieuw bekeken en berekend moeten worden, wat niet mogelijk was in de tijdsspanne van het huidige project. Op plekken waar dit relevant is wordt wel bij de nieuwste inzichten stilgestaan.

Het grootste reductiepotentieel ligt bij de (nieuwe) voertuigen. Daarna volgt ‘vervoersvraag en keuze vervoerswijze’, onder andere via de kilometerheffing, en ten slotte het ‘rijgedrag en/of gebruik’. Alternatieve brandstoffen leveren geen bijdrage aan energiebesparing, maar wel aan CO<sub>2</sub>-reductie.

#### *Vervoersvraag en keuze vervoerswijze*

De ontwikkeling van de omvang van de vervoersvraag hangt historisch gezien sterk samen met de economische groei. Door het transport duurder te maken kan de omvang van de transportvraag enigszins bijgestuurd worden. Bij het goederenvervoer zal een prijsstijging doorberekend worden aan de klanten, of er wordt uitgeweken naar goedkopere vervoersalternatieven. Bij het personenvervoer zullen de bestuurders kijken of er andere mogelijkheden zijn om, binnen het beschikbare budget, hun mobiliteit op peil te houden. Door technologische ontwikkelingen is het inmiddels mogelijk om het heffen van autobelastingen op het bezit van het voertuig te verschuiven naar het daadwerkelijke gebruik ervan. Hierbij kan zelfs gevarieerd worden naar tijd en plaats om zo voor congestiepunten te trachten verschuiving en reductie te bereiken. In voertuigen zijn hiervoor zogenaamde on board units (OBU) in combinatie met (satelliet) navigatie systemen nodig. Daarnaast zijn er systemen langs de weg nodig om de OBU af te lezen en moet er een factureringssysteem zijn. Ook is er controle nodig en dienen er bijvoorbeeld voorzieningen te zijn voor buitenlandse voertuigen.

In deze notitie wordt in deze categorie alleen de kilometerheffing onderscheiden. Verwacht wordt een gedeeltelijke heroverweging van de keuze om de trip te maken bij personenauto's en meer gebruik van openbaar vervoer, meer carpooling etc. Een kilometerheffing op het zware verkeer met vrachtauto's<sup>41</sup> is al ingevoerd in Duitsland. Dit levert een vermindering van het leegrijden op (Schulz, 2006), ook wordt een verschuiving naar andere modaliteiten als trein en binnenvaart verwacht. De kosteneffectiviteit van volumebeperking hangt onder andere af van de gekozen systeemgrenzen. In Tabel 10.1 zijn hierin alleen de direct aanwijsbare kosten meegenomen.

In deze categorie vallen ook de mogelijkheden die ruimtelijke ordening beleid biedt ('vervoersprestatie op locatie'). Voor goederenvervoer kan ook gedacht worden aan een betere ketenefficiency, samenvoegen van vervoerstroken en verbetering van de logistiek. Een geforceerde modal shift, via maatregelen die direct ingrijpen op de vervoerswijzekeuze van verladers ter stimulering van de binnenvaart en spoor ten opzichte van de weg is recent onderzocht. Uit dit onderzoek (PRC, 2007), blijkt dat deze optie zeer hoge kosten met zich meebrengt. In het gebruikte rekensysteem zijn hiervoor geen opties gedefinieerd. Een heffing op tickets of vliegtuigbrandstof, die wel in het systeem zit, is verder niet meegenomen, omdat dit geen effect heeft op de momenteel aan Nederland toegerekende CO<sub>2</sub>-emissie.

#### *Efficiencyverbetering voertuigen*

Door technische verbeteringen kunnen voertuigen zuiniger gemaakt worden. Het gaat hierbij bijvoorbeeld om toepassing van directe injectie, hybride technologie (onder andere voor het opslaan van remenergie en het efficiënter gebruik van de motor), verbetering van airconditioners, variabele compressietechnieken, energiezuinige banden etc. Deze technische verbeteringen kunnen zowel bij personenauto's als bestelauto's worden toegepast. Voor bussen levert de hybride techniek in het bijzonder voordelen op, omdat deze juist erg vaak moeten stoppen.

Een andere mogelijkheid om het energieverbruik van personenauto's te reduceren is door een aantal, bij normaal gebruik niet noodzakelijke, kwaliteiten te beperken. Door alle nieuwe auto's bijvoorbeeld te ontwerpen op een maximumsnelheid van 130-140 km/uur kunnen onderdelen als de versnellingsbak veel energie-efficiënter gemaakt worden. Ook worden voertuigen met veel meer vermogen uitgevoerd dan daadwerkelijk bruikbaar is, en dit moet wel elke rit, met het nodige extra verbruik, worden meegevoerd. Zo'n maatregel zal op veel weerstand stuiten omdat de huidige Europese cultuur rond auto's deze eigenschappen juist sterk waardeert. De vraag is dan ook zeer reëel of hier, ondanks het feit dat

---

<sup>41</sup> Volgens de nieuwste inzichten uit de WLO (Hoen, 2006) zal de omvang van het vrachtverkeer over de weg in 2020 30% minder zijn dan in de referentieramingen is verondersteld. Het absolute effect van de kilometerheffing voor vrachtauto's zal dan ook wat lager uitvallen.

de maatregel ook bijdraagt aan de verkeersveiligheid en beperking van de luchtverontreiniging, binnen de EU draagvlak voor te vinden is. Een optie is om dit af te dwingen via een verdere verscherping van de CO<sub>2</sub>-norm, maar dan zal in de huidige cultuur primair gekozen worden voor nog duurdere technische aanpassingen van het voertuig en slechts schoorvoetend voor een vermindering van nauwelijks gebruikte kwaliteiten.

Een laatste mogelijkheid om binnen Nederland het gebruik van zuinige auto's te stimuleren, is om met financiële/fiscale middelen de aankoop van zuinige voertuigen te stimuleren. Punt van discussie is nog hoe de balans moet zijn in de stimulering tussen absoluut verbruik per km en relatief verbruik in relatie tot de grootte van het voertuig.

Daarnaast zijn er mogelijkheden om binnenvaartschepen efficiënter te maken. Het gaat hierbij om een scala van opties zoals energiezuinig varen, efficiëntere voortstuwing, efficiëntere motoren, verlenging van bestaande schepen en lagere wrijvingsweerstand. Een belangrijk deel van het verbruik van deze schepen wordt echter niet aan de Nederlandse CO<sub>2</sub>-emissie toegerekend.

In deze categorie vallen ook de mogelijkheden voor efficiëntere vrachtauto's, zuiniger vliegtuigen (hier ligt al een forse druk vanuit de markt) en zuiniger treinen. In het gebruikte rekensysteem zijn hiervoor geen opties gedefinieerd.

### *Rijgedrag en/of gebruik*

Al tientallen jaren lopen er overheidsprogramma's die erop gericht zijn om de bestuurder informatie te geven hoe ze energiezuinig met hun voertuig om kunnen gaan. In het Nieuwe rijden III wordt getracht hiermee weer verder te komen. Een aspect dat hierbij aan de orde komt is een optimale bandenspanning. Door veel automobilisten wordt hier nauwelijks op gelet.

Een ander aspect waar eigenaren geen zicht op hebben, is de energiezuinigheid van de banden (20% van het energieverbruik van een personenauto gaat op aan wrijvingsweerstand van de banden). Inmiddels zijn er voor veel voertuigen banden beschikbaar die het verbruik van het voertuig tot 5% reduceren, maar alleen bij een deel van de nieuwe personenauto's worden deze toegepast en bij vrachtauto's en bestelauto's nog nauwelijks. Er is, zowel voor de eigenaar, als voor de garagebedrijven geen enkele gestandaardiseerde informatie beschikbaar, over de energie-efficiency van autobanden, en zoals bekend worden autobanden gedurende de levensduur een aantal keren vervangen<sup>42</sup>.

Een andere optie is verlaging van de maximumsnelheid, aangezien alle voertuigen bij hoge snelheden relatief veel brandstof verbruiken. Gedacht kan worden aan een verlaging van 120 km/uur naar 100 km/uur of van 100 km/uur naar 80 of 90 km/uur. Een belangrijk kostenaspect vormt hier het eventueel optredende reistijdverlies. Een specifieke groep hierbij vormen de bestelauto's, waarbij de bestuurder weinig prikkels heeft om uit oogpunt van brandstofbesparing langzamer te rijden, aangezien de brandstof toch door het bedrijf betaald wordt. Inbouw van een snelheidsbegrenzer kan het specifieke verbruik hier relatief veel verbeteren.

In deze categorie vallen ook de mogelijkheden voor zuiniger varen. Dit is verwerkt in de optie die zich richt op besparing bij de binnenvaart. Voor energiezuinig rijgedrag met treinen en zuiniger varen met zeeschepen zijn in het gebruikte rekensysteem zijn geen opties gedefinieerd

### *Alternatieve brandstoffen*

De toepassing van biobrandstoffen kan de CO<sub>2</sub>-emissie door het gebruik van motorbrandstoffen verminderen. In EU-verband is er inmiddels de doelstelling van 10% in 2020. Hier is met het oog op de duurzame energiedoelstelling in de route 'vast' een penetratie van 20% verondersteld<sup>43</sup>. Dit vereist

<sup>42</sup> In Californië komt er wetgeving om ook bij vervanging energie zuinige banden te monteren.

<sup>43</sup> Van 10 naar 20% in Nederland betekent een Europese toename van circa 0,4% (van 10% naar 10,4%).

grootschalige import van biobrandstoffen tegen een veronderstelde kostprijs<sup>44</sup>. Ook is stimulering van 2<sup>o</sup> generatie biobrandstoffen noodzakelijk vanwege de hogere CO<sub>2</sub>-prestatie en het feit dat gebruik gemaakt wordt van houtachtige gewassen met een hogere energieopbrengst per hectare. Omdat het aanbod van biomassa een belangrijk knelpunt vormt, moet gestreefd worden naar een zo hoog mogelijke opbrengst aan biobrandstoffen per ha landbouwgrond. Daarnaast dient de inzet van fossiele brandstoffen voor de productie beperkt te worden<sup>45</sup>. Duurzaamheid van de biomassateelt moet gewaarborgd worden.

In deze verkenning is gerekend met 100% CO<sub>2</sub>-reductie bij de inzet van biomassa. De emissies die vrijkomen bij de teelt van biomassa en de productie van biobrandstoffen vinden grotendeels in het buitenland plaats en zijn niet meegenomen, hoewel dit beleidsmatig wel relevant is<sup>46</sup>. Deze emissies zijn afhankelijk van het type energiegewas en de energie-efficiency van de conversietechnologie naar biobrandstof en variëren sterk (zie Paragraaf 10.6). Een herziene versie van de EU Biofuels Directive zal waarschijnlijk richtlijnen bevatten voor de minimale CO<sub>2</sub>-prestatie.

Naast biobrandstoffen is het ook mogelijk om op waterstof te rijden. Het potentieel hiervan zal vanwege de kosten en beschikbaarheid van waterstofvoertuigen in 2020 zeer gering zijn, en de CO<sub>2</sub>-emissiereductie hangt direct af van de manier waarop de waterstof gemaakt wordt, en of eventueel CO<sub>2</sub>-afvangst wordt toegepast. Tenslotte kan ook gedacht worden aan elektrische voertuigen (op CO<sub>2</sub>-arm geproduceerde elektriciteit). Op dit moment vormt het gewicht van de accu's en de daarmee samenhangende beperking in actieradius het belangrijkste knelpunt.

### *Relatie met energietransitie*

Diverse hiervoor geschetste technologieën komen ook terug in de transitiepaden van het platform Duurzame Mobiliteit (binnen de TFE). Hieronder wordt aangegeven hoe deze innovaties terugkomen in de hier beschreven maatregelen.

1. Hybridisering van het wagenpark. Deze optie is opgenomen in de categorie 'efficiencyverbetering wagenpark'. De hybride techniek wordt door de TFE gezien als een belangrijke tussenstap.
2. Rijden op waterstof. De brandstofcelauto op waterstof is nog te ver weg om voor 2020 een belangrijke bijdrage te kunnen leveren. In het advies van de TFE worden op de lange termijn (2050) wel aanzienlijke energiebesparing (bijna 300 PJ) en reductie van broeikasgasemissies (circa 30 Mton) mogelijke geacht met rijden op waterstof. Specifieke acties om de brandstofceltechnologie verder te brengen worden niet genoemd; verdere R&D wordt nodig geacht. De inzet van aardgas wordt gezien als een leertraject voor waterstof.
3. Biobrandstoffen, zie verhoogde inzet hierboven. Het platform pleit voor onderzoek en demonstratie van geavanceerde biobrandstoffen.
4. ITS - massa individualisering van automobilititeit. Voor 2020 wordt verondersteld dat de gestage opmars van cruise control en navigatiesystemen in het achtergrondscenario te zitten.
5. Innovaties in openbaar vervoer (transitiepad in ontwikkeling). Zie optie hybride bussen.

Het platform Duurzame Mobiliteit heeft ook aangegeven hoeveel CO<sub>2</sub>-emissiereductie deze transitiepaden op zouden kunnen leveren. Deze inschattingen zijn echter niet direct vergelijkbaar met de effectschattingen in deze notitie, aangezien ze voor 2030 gemaakt zijn en per type innovatie bekeken moeten worden wat in 2020 al haalbaar is, en tegen welke kosten. Daarnaast zijn de effecten ingeschat

---

<sup>44</sup> Er is gerekend met een biobrandstofprijs van 25 €/GJ (vergeleken met 10 €/GJ voor autobrandstof zonder accijns). Deze prijs is gebaseerd op de bovenkant van gemiddelde kosten van een groot aantal productieketens; waarbij ook de nodige innovatie is verondersteld. Uiteindelijk kan het zijn dat de marktprijs hoger uitvalt.

<sup>45</sup> Bijproducten spelen ook een belangrijke rol. Al naar gelang hun waardering kunnen dezelfde productieketens verschillende CO<sub>2</sub>-balansen opleveren.

<sup>46</sup> Als teelt en conversie (gedeeltelijk) binnen Nederland plaats zouden vinden, zou deze teelt mogelijk een andere landbouwbestemming vervangen. In dat geval zou het energieverbruik van de sector Landbouw in het scenario niet drastisch wijzigen. Ook is in deze studie geen teruggang in Nederlandse raffinage doorzet verondersteld, als gevolg van meer biobrandstof.

tegen de achtergrond van een ander referentiescenario. Ook is het karakter van een ambitiedocument wezenlijk anders<sup>47</sup>.

Een ander platform houdt zich bezig met ketenefficiency. Tot op zekere hoogte richt dit platform zich op zaken die in het verlengde liggen van eerdere programma's als TMS en transportbesparing. Omdat het raakt aan voortzetting van het huidige beleid, zal dit vooral elementen bevatten die in al in het achtergrondscenario zitten.

Een directe relatie tussen de technische realisatie van de kabinetsdoelen en de transitiepaden is maar beperkt aanwezig. Reden is dat de transitiepaden een andere tijdsdimensie hebben. Het meest strategisch, om op korte termijn mee aan te vangen met het oog op 2020, zijn hybridisering, zeker voor bussen, en onderzoek en demonstratie voor de tweede generatie biobrandstoffen. Bovendien is er in de transportsector sprake van een Europese dimensie, terwijl de Nederlandse auto-industrie beperkt is en vooral gericht op componenten.

## 10.5 Instrumentatie

### *Het huidige beleid*

Het huidige beleid in de sector Verkeer en Vervoer bestaat uit:

- Brandstofbelasting, MRB en BPM.
- Europese ACEA/JAMA/KAMA convenanten.
- Beperking maximumsnelheid.
- Initiatieven gericht op energie-efficiënter goederenvervoer.
- Informatie (energielabels auto's).
- CO<sub>2</sub>-differentiatie BPM.
- Programma 'Het nieuwe rijden'.
- Verplichte bijmenging biobrandstoffen tot 5,75% in 2010.
- Pilots met Lange en Zwarte Voertuigen (LZV).

### *In voorbereiding zijnde instrumenten*

Het volgende beleid is in voorbereiding:

- Europees beleid: voorbereidingen voor normering tot 130 gram CO<sub>2</sub>/km in 2012. De Nederlandse overheid is voorstander van 120 g/km<sup>48</sup>.
- Kilometerheffing in Nederland.
- EU-doel van 10% biobrandstoffen in 2020.

### *Het kader van EU-beleid*

Convenanten/regulering auto industrie:

De EU heeft convenanten gesloten met automobiellindustrie (ACEA, JAMA en KAMA) om personenauto's in de periode 1998 tot 2008/2009 zuiniger te maken. In het referentiescenario is verondersteld dat de doelen worden gerealiseerd<sup>49</sup>. De Commissie denkt nu aan regulering voor 2012 op 130 gram CO<sub>2</sub>/km en uitbreiding met eisen voor de CO<sub>2</sub>-emissies van bestelauto's.

Energy Service Directive en Actieplan Energy Efficiency:

De Europese 'Directive on energy end-use efficiency and energy services' heeft betrekking op aanbieders van energiebesparingsmaatregelen en op eindgebruikers die niet onder het Europese emissiehan-

<sup>47</sup> Er is door het KiM, in samenwerking met MNP, een review uitgevoerd van deze transitiepaden (Annema, 2007). Hierin is gesignaleerd dat niet duidelijk is op welke basis een bepaalde mate van penetratie van de nieuwe technologieën is verondersteld in het scenario. Verder is niet aangegeven hoe het eindbeeld kan worden gerealiseerd.

<sup>48</sup> Tweede Kamer, vergaderjaar 2006-2007, 22 112, nr. 512.

<sup>49</sup> Volgens de nieuwste inzichten van het MNP, zie de WLO-studie (CPB/MNP/RPB, 2006) (Hoen, 2006) zal het convenant niet gerealiseerd worden. Als de technische mogelijkheden nog hetzelfde zijn, bijvoorbeeld 120 g CO<sub>2</sub>/km in 2012, betekent dit een verschuiving van besparing door beleid in het referentiescenario naar besparingspotentieel voor additioneel beleid.

delssysteem ETS vallen. De richtlijn verplicht lidstaten tot een streefwaarde voor energiebesparing bij deze eindgebruikers. De motorbrandstof- en vervoerssector wordt hierbij expliciet genoemd en maatregelen worden voorgesteld op het gebied van energie-efficiënte voertuigen, energie-efficiënt gebruik (waaronder autobanden), en verschuivingen in de modal split. Ongeveer dezelfde set maatregelen komt terug in het recente Actieplan Energy Efficiency<sup>50</sup>.

Doelstelling biobrandstoffen:

In maart 2007 heeft de Europese Commissie het beleidspakket 'Energy for a Changing World' aangenomen<sup>51</sup>. Onderdeel hiervan is een bindende minimum doelstelling van 10% biobrandstoffen in de benzine- en dieselconsumptie voor alle lidstaten, onder de voorwaarde dat de biobrandstoffen op een duurzame manier geproduceerd zijn, dat 2<sup>e</sup> generatie biobrandstoffen op de markt zijn<sup>52</sup>, en dat de Fuel Quality Directive aangepast wordt om hogere bijmengpercentages toe te staan. Inmiddels is voor dit laatste een voorstel gepubliceerd. Er is ook een herziening van de Biofuels Directive aangekondigd, die richtlijnen zal bevatten voor de minimale CO<sub>2</sub>-prestatie en de maximale negatieve impact op biodiversiteit.

Emissiehandel voor vliegtuigen:

Er ligt een voorstel om het vliegverkeer rond 2011 onder het EU-emissiehandelssysteem te brengen. Het gaat daarbij om alle vluchten die vertrekken van of aankomen op luchthavens in de EU. Buitenteritoriale emissies worden niet aan een land, maar aan de luchtvaartmaatschappijen toebedeeld. Luchtvaartmaatschappijen mogen rechten kopen van alle aanbieders, maar mogen een surplus alleen verkopen aan andere luchtvaartmaatschappijen. Discussies zijn nog gaande over o.a. de invoeringsdatum en de manier van allocatie van emissierechten.

Eurovignette en elektronische tolheffing:

In een aanpassing van de Eurovignette directive stelt de EU eisen aan de manier waarop bepaalde infrastructuurvoorzieningen aan zware vrachtvoertuigen mogen worden doorberekend. Ook zijn er besluiten genomen om te komen tot interoperabiliteit van elektronische tolheffingssystemen voor het wegverkeer. Nederland zal voor zijn systeem aan de EU-eisen moeten voldoen. De EU-directive geeft aan dat er een Europese elektronische tolheffingsdienst opgericht moet worden. De huidige status is bij ECN niet bekend.

### *Mogelijkheden voor instrumentatie op termijn 2020*

Het realiseren van emissiereductie en besparing is in de transportsector geen eenvoudige opgave. Actoren zoals autofabrikanten en consumenten, hebben in het algemeen andere prioriteiten dan energie en milieu. Autofabrikanten hebben grote gevestigde belangen en zijn uit concurrentie overwegingen niet geneigd grote risico's te nemen. Daarnaast grijpen maatregelen in de transportsector vaak in op de keuzevrijheid van consumenten, en zijn consumentenkeuzes vaak niet rationeel; ook als men milieu belangrijk vindt, geven bij de keuze van een auto andere argumenten de doorslag. Tenslotte, is er, zeker in het goederenvervoer, een koppeling tussen economische- en mobiliteitsgroei.

Het beleid om tot een forse emissiereductie te komen zal daarom een combinatie van verschillende instrumenten moeten omvatten.

- Informatie om aandacht voor emissiereductie te genereren.
- Normering om uitvoering af te dwingen.
- Financiële prikkels om knelpunten voor actoren weg te nemen of om de aankoop van niet efficiënte en niet schone voertuigen te ontmoedigen.
- R&D- en demonstratieprojecten om innovatie te stimuleren en ervaring op te doen met nieuwe technologie.

---

<sup>50</sup> European Commission (2006), *Action Plan for Energy Efficiency: Realising the Potential*, [http://ec.europa.eu/energy/action\\_plan\\_energy\\_efficiency/doc/com\\_2006\\_0545\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/energy/action_plan_energy_efficiency/doc/com_2006_0545_en.pdf).

<sup>51</sup> [http://ec.europa.eu/energy/energy\\_policy/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/energy/energy_policy/index_en.htm).

<sup>52</sup> Van de verwachte hoeveelheid biodiesel zou in 2020 20% FT diesel moeten zijn (schone diesel gemaakt via vergassing van biomassa). Voor bio-ethanol is de verhouding tussen eerste en tweede generatie niet aangegeven.

In deze paragraaf zullen de instrumentatiemogelijkheden in een viertal pakketten worden behandeld. In veel gevallen zal bestaand beleid ook onderdeel van zo een pakket uitmaken.

#### *Pakket EU-beleid*

Hierbij staat centraal wat op Europees niveau geregeld zou moeten worden om de Nederlandse doelen te realiseren.

- Verbetering van de energie-efficiency van voertuigen die in de EU verkocht worden.
- Verdere verbetering van de efficiency door met name bij personenauto's een aantal minder noodzakelijke, kwaliteiten te reguleren; dit vergt wel een forse cultuuromslag.
- Facilitatie van biobrandstoffen op het terrein van milieuetikettering, aangepaste voertuigen, EU brede standaard kwaliteiten en certificering van duurzaamheidsaspecten.
- Voor de meetapparatuur voor de kilometerheffing dient er één EU standaard te zijn.
- Informatie over en beleid op het gebied van energiezuinige autobanden; eventueel etikettering.
- Harmonisatie van de accijns op motorbrandstoffen op een zo hoog mogelijk niveau.

#### *Pakket energiebewust autokopen en autorijden*

- Informatievoorziening aan kopers en gebruikers over alle energieaspecten van hun voertuig; inclusief de tweedehands markt.
- Financiële prikkels om het aantal autokilometers te verminderen alsook om de aankoop van de meest zuinige voertuigen te stimuleren (BPM-differentiatie; kan ook deels via differentiatie van de kilometerheffing).
- Hogere accijns (voor zover in het buitenland tanken dit niet beperkt); accijns op rode diesel.
- Specifieke maatregelen voor toepassing van energiezuinige autobanden.
- Milieuzonering als prikkel om zuinige voertuigen aan te schaffen.
- Maatregelen gericht op het rijgedrag (Het Nieuwe Rijden) en verbetering van de doorstroming (ICT).

#### *Pakket specifieke doelgroepen*

Het gaat hier om doelgroepen die aparte aandacht nodig hebben:

- Financiële prikkel voor gebruikers van lease auto's (bijvoorbeeld bijtelling afhankelijk van energielabel).
- Rijgedrag in bestelauto's (snelheidsbegrenzer inbouwen).
- Bussen alleen nog maar hybride (bijvoorbeeld via vervoerscontracten).
- Efficiencyverbetering in het vrachtverkeer (rekening houdend met de internationale concurrentiepositie).
- Binnenvaart (pakket gericht op zuiniger varen, maar ook met stimulering technische aanpassingen).
- Vliegverkeer duurder maken (heffingen meer in lijn brengen met andere vervoerswijzen).

#### *Pakket brandstoffen*

Niet alleen een hogere afzet reguleren, maar ook een hoge CO<sub>2</sub>-efficiency (stimulering tweede generatie brandstoffen) en toepassing van duurzaamheidscriteria. Bij een hoger percentage in de afzet, dan de EU brandstofrichtlijnen voor bijmenging toestaan, dienen voertuigen gestimuleerd te worden die op hogere percentages biobrandstoffen kunnen rijden (flexifuel voertuigen) en dient, eventueel in samenwerking met andere EU-landen, een distributiestructuur voor deze brandstoffen (bijvoorbeeld E85 of E100) opgezet te worden.

#### *Generiek versus specifiek beleid*

Opgemerkt kan worden dat er verschillende instrumentatie mogelijkheden zijn om de CO<sub>2</sub>-reductiepotentiëlen te realiseren. Naast specifiek beleid gericht op delen van het potentieel, zoals grotendeels in bovenstaande pakketten verwerkt, is het ook mogelijk om generiek beleid te voeren, bijvoorbeeld in de vorm van emissiehandel. De effectiviteit van een emissiehandelssysteem voor de transportsector, of opname in het EU ETS, is onzeker en sterk afhankelijk van de vormgeving van zo'n



systeem. In de meeste gevallen zal het zich vertalen in de prijsprikkel voor de eindgebruiker en zal het afhangen van de prijselasticiteit of dit leidt tot substantiële emissiereductie in de transportsector of voornamelijk tot CO<sub>2</sub>-prijsofdrijving in andere sectoren.

Generiek beleid op het gebied van brandstoffen kan gevoerd worden door regulering van de CO<sub>2</sub>-prestatie. Deze zou dan jaarlijks met 1 tot 2% moeten verbeteren. Hierbij wordt dan de hele productieketen van (bio)brandstoffen, diesel of benzine meegenomen.

#### *Mogelijke acties korte termijn (huidige kabinetsperiode)*

Alleen prijsmaatregelen gericht op het gebruik en de aanschaf van personenauto's, zoals de kilometerheffing en BPM-differentiatie, kunnen nog additioneel effect sorteren op de emissies van de sector verkeer en vervoer in deze kabinetsperiode.

Een belangrijk deel van de maatregelen kan alleen in Europees verband bereikt worden. In de komende kabinetsperiode moet over efficiëntere personenauto's, een cultuurswitch op het gebied van voertuigeigenschappen van personenauto's en energiezuinige bestelauto's binnen de EU vergaande afspraken gemaakt worden, om in de jaren daarna effect te kunnen sorteren. Ook zou er op EU-niveau informatie beschikbaar moeten komen over energiezuinige banden.

In eigen land kan in de komende periode gestreefd worden naar het stimuleren van de aankoop van energie-efficiënte voertuigen en het invoeren van snelheidsbegrenzers voor bestelauto's. Deze voertuigen rijden immers in 2020 nog steeds rond. De versnelde invoering van de kilometerheffing is al aangekondigd in het Coalitieakkoord. Daarnaast dient ervaring opgedaan te worden met hybride bus technologie; dit om in de periode daarna hierop beleid te kunnen voeren.

Verder moet gewerkt worden aan het opbouwen van een markt voor biobrandstoffen. Stimulering van tweede generatie biobrandstoffen is daarbij van belang en, in Europees verband, een certificeringssysteem voor de duurzaamheid van geïmporteerde biobrandstoffen.

## 10.6 Twee pakketten uit verkenning ECN/MNP

Tabel 10.1 geeft een overzicht van de opties in het pakket 'vast' en in het pakket 'flexibel'. In de tabel staat de CO<sub>2</sub>-reductie, en de bijdrage aan besparing en duurzaam per optie. Ook vermeldt de tabel de nationale kosten en de kosteneffectiviteit. Hierbij kan opgemerkt worden, dat optimaliseren naar eindverbruikerskosten niet een wezenlijk ander beleidspakket geeft, omdat de beleidsopgave dermate groot is, dat bijna alle opties toegepast worden.

De opties in Tabel 10.1 zijn gebaseerd op potentiële schattingen uit het project 'instrumentatie van besparingsopties' (Daniëls et al., 2006) dat voor deze sector met een aantal extra mogelijkheden is uitgebreid ten opzichte van het eerder verschenen Optiedocument (van Dril en Elzinga, 2005).

In het vaste pakket levert de sector Verkeer en Vervoer een grotere bijdrage aan de broeikasgasreductie dan in de flexibele route. Dit komt vooral doordat in de vaste route minder duurzame energie in de elektriciteitsproductie ingezet kan worden en voor het halen van de 20% doelstelling daarom extra duurzame energie ingezet moet worden in de vorm van groen gas (gebouwde omgeving) en biobrandstof (transportsector). In de flexibele route blijven twee duurdere besparingsmaatregelen achterwege. Dit zijn de snelheidsbegrenzer in bestelauto's - deze is duur omdat de kosten van reistijdverlies zijn meegenomen - en het stimuleren van energiezuinige banden. Hoewel de kosteneffectiviteit voor de eindverbruiker redelijk is, telt in de nationale kostenberekening de besparing op brandstofaccijns niet mee.

Hieronder wordt eerst op deze maatregelen nader ingegaan. Daarbij wordt ook een indicatie gegeven van de onzekerheden in effect- en kostenschattingen.

### *Kilometerprijs personen- en bestelauto's*

De omvang van de mobiliteits- en milieueffecten van de kilometerbeprijzing is onzeker. De effecten van de kilometerheffing zijn in de eerste plaats sterk afhankelijk van de vormgeving en techniek, waar nog besluitvorming over moet plaatsvinden. Daarnaast is er nog geen praktijkervaring met een dergelijk systeem bij lichte voertuigen en zijn de daadwerkelijke gedragsreacties van automobilisten en bedrijven derhalve onzeker. Wel zijn er gunstige ervaringen met de invoering van een toegangsheffing voor delen van steden (bijvoorbeeld in Londen en Stockholm) maar dit is te lokaal om conclusies voor een Nederlandse congestieheffing aan te verbinden. Op basis van empirisch onderzoek onder automobilisten (MuConsult, 2002) is in het Optiedocument (ECN/MNP, 2006b) een CO<sub>2</sub>-effect van 1,5 Mton afgeleid (Van den Brink, 2004). Het hier ingeboekte effect is gebaseerd op modelanalyses die hogere mobiliteitseffecten en CO<sub>2</sub>-reductie laten zien (CPB, 2006; MNP, 2007). Deze modelanalyses overschatten waarschijnlijk de gedragsreacties van automobilisten (en daarmee de CO<sub>2</sub>-emissiereductie), onder meer omdat geen rekening is gehouden met mogelijke wijzigingen in kostencompensaties door werkgevers. De minimale bandbreedte van het effect van de kilometerprijs is circa 1,0 tot 3,0 Mton (ECN/MNP 2006b, MNP, 2007). Deze effectschattingen gaan uit van variabilisatie van de MRB en een deel van de BPM. Differentiatie van de kilometerprijs naar absolute CO<sub>2</sub>-uitstoot kan nog aanvullende reductie opleveren.

De kosten van de kilometerheffing per ton CO<sub>2</sub>-reductie zijn gebaseerd op het Optiedocument (Daniëls en Farla, 2005b). De kosten bestaan uit reistijdwinst door vermindering van de congestie, brandstofbesparing en de jaarlijkse systeemkosten, verandering van belastingen, milieubaten en inkomstenderving olieproducenten. De cijfers hebben een grote marge en hangen sterk af van de uiteindelijke vormgeving.

### *Kilometerheffing vrachtwagens*

Voor de kilometerheffing voor vrachtwagens is een effect van 0,3 Mton ingeboekt (Daniëls et al., 2006; AVV, 2005; Geurs en Van den Brink, 2005). De effecten komen overeen met de effecten die in Duitsland als gevolg van de Maut optreden.

### *Belasting op vliegen*

Maatregelen in deze categorie, zoals een ticketbelasting of een kerosine accijns binnen de EU zijn niet in het pakket opgenomen (SEC(2005)467). De reden hiervoor is dat de emissies van internationale luchtvaart en zeescheepvaart buiten de nationale -30% doelstelling vallen. Het reductiepotentieel van deze optie is 1,9 Mton, het gaat dan om emissies die binnen de Kyoto-definitie niet aan Nederland worden toegerekend.

### *Normering personenauto's 120 gram CO<sub>2</sub>/km in 2012*

Voor deze maatregel is een CO<sub>2</sub>-effect ingeboekt van 1,9 Mton (Daniëls et al., 2006). De onzekerheid van dit effect is tamelijk groot. Dit wordt met name veroorzaakt door onzekerheid in de ontwikkeling van de gemiddelde efficiency van het Nederlandse wagenpark. In het gekozen GE-scenario (van de referentieraming) is deze gunstig en wordt een gemiddelde uitstoot van 140 g/km in 2012 verwacht. Echter, op basis van de huidige trends verwacht men een sterkere toename van het gemiddelde personenautogewicht en relatief hoge CO<sub>2</sub>-emissies, zodat normering van de CO<sub>2</sub>-uitstoot tot 120 g/km ook een groter effect zal moeten hebben. De minimale bandbreedte van het effect is circa 1,3 tot 5,4 Mton.

Ook de onzekerheid in de kosten is relatief groot. In deze studie is uitgegaan van een kosteneffectiviteit van € 140 per ton CO<sub>2</sub>. TNO/LAT/IEEP (2006) geven echter een kosteneffectiviteit van € 170 tot € 230 per ton CO<sub>2</sub>. In het rapport van TNO, LAT en IEEP wordt er van uitgegaan dat de 120 g/km met puur technische maatregelen wordt gehaald. Het is de vraag of dat bij de uiteindelijk gekozen instrumentering van de maatregel ook gaat lukken. Indien de maatregel ertoe leidt dat mensen noodgedwongen in kleinere auto's, of auto's met minder motorvermogen moeten rijden kunnen de maat-

schappelijke kosten<sup>53</sup> oplopen (inclusief verondersteld 'welvaartsverlies') tot € 350 tot 400 per ton CO<sub>2</sub>.

#### *Intensivering BPM differentiatie*

Voor deze maatregel is een CO<sub>2</sub>-effect van 1,0 Mton ingeboekt (Daniëls et al., 2006). De onzekerheid waarmee dit effect is omgeven is tamelijk groot. Bij intensivering van het huidige systeem kunnen er wegleffecten optreden. Een te hoge korting bij kleine auto's kan het autobezit, en daarmee ook het gebruik, stimuleren. Ook kan als neveneffect optreden dat de korting tot de keuze voor een grotere auto leidt. Aan de andere kant is het ook zeer relevant om bij de grotere voertuigen te streven naar efficiency verbetering. De maatregel overlapt met andere maatregelen. Als de gemiddelde auto in 2020 al veel zuiniger is zal BPM-differentiatie misschien wel tot aanschaf van nog zuiniger auto's leiden, maar zal het absolute CO<sub>2</sub>-effect kleiner zijn. Ook de kilometerheffing zal, indien de BPM voor een deel of geheel wordt gevariabiliseerd, de effectiviteit van de maatregel doen afnemen. In Tabel 10.1 is hier zo goed mogelijk rekening mee gehouden.

Indien wordt gekozen voor differentiatie op basis van absolute CO<sub>2</sub>-uitstoot zal het effect volgens het MNP hoger kunnen zijn. De minimale bandbreedte van het effect van deze maatregel is circa 0,3 tot 2,0 Mton. Voor deze maatregel zijn geen kosten ingeschat. In theorie kan de maatregel budgetneutraal worden ingevoerd.

#### *Stimuleren zuinige personenauto's leaserijders*

Voor deze maatregel is een potentieel CO<sub>2</sub>-effect van 0,6 Mton ingeboekt, waarbij is verondersteld dat de gemiddelde leaserijder een auto uit één klasse zuiniger aanschaf (Daniëls et al., 2006). De effecten van deze maatregel zijn vrij onzeker. In Nederland is zeer weinig onderzoek verricht naar de effecten van aanpassing van het fiscale regime voor zakenautorijders. In het Verenigd Koninkrijk is in 2002 de 'Company car tax reform' ingegaan waarbij de fiscale bijtelling van zakelijke kilometers van zakenauto's afhankelijk is geworden van de absolute CO<sub>2</sub>-uitstoot van het voertuig. De gemiddelde zakenauto stootte door de regeling 15 g/km minder uit dan zonder de regeling het geval was geweest, deels door de overstap van benzine naar dieselauto's (HM Revenue and Customs, 2006). Een analyse op hoofdlijnen leert dat het invoeren van een regeling vergelijkbaar aan het Engelse systeem circa 0,1 tot 0,4 Mton CO<sub>2</sub> op kan leveren. De marge wordt mede bepaald door mogelijke wegleffecten. In het Verenigd Koninkrijk is de omvang van het leasepark afgenomen en is een deel van de dieselrijders overgestapt op een gemiddeld onzuinigere (benzine) privé-auto. Indien wordt gekozen voor een sterkere variatie in de fiscale bijtelling dan in Engeland zullen de effecten groter zijn. De bandbreedte van het effect is naar schatting 0,1 tot 0,9 Mton. Aan de verandering van auto zijn geen hier geen kosten gekoppeld. De brandstofbesparing levert hier een kosteneffectiviteit van € -80 per ton CO<sub>2</sub> op.

#### *EU normering CO<sub>2</sub>-uitstoot bestelauto's*

Voor deze maatregel is een CO<sub>2</sub>-effect van 1 Mton ingeboekt (Daniëls et al., 2006). Het effect van deze maatregel kan lager of hoger uitvallen afhankelijk van de precieze normstelling. Een convenant, vergelijkbaar met de vrijwillige ACEA-, JAMA- en KAMA-convenanten bij personenauto's, zal geringere CO<sub>2</sub>-effecten opleveren wegens het gebrek aan afdwingbaarheid. De ondergrens van de bandbreedte ligt op 0,9 Mton; de bovengrens boven de 1,0 Mton. De kosten zullen naar verwachting van de zelfde orde zijn als de kosten van CO<sub>2</sub>-normering 120 g/km bij personenauto's.

#### *Cultuuromslag kwaliteiten personenauto's*

Door aanpassing van topsnelheid en acceleratievermogen van nieuwe personenauto's kan de brandstoffefficiency van een deel van het personenautopark worden verbeterd. Europees wordt de noodzaak van zo'n aanpassing ook naar voren gebracht, zoals blijkt uit de voorstellen van Europarlementariër Davies om CO<sub>2</sub>-normering vergezeld te laten gaan van een begrenzing van de topsnelheid, en autofabrikanten te verplichten in hun marketing meer aandacht te besteden aan zuinigheid en CO<sub>2</sub>-prestatie van de auto (Davies, 2007).

---

<sup>53</sup> Dit is een ander kostenbegrip. In dit document zijn de nationale kosten uitgangspunt en wordt eventueel welvaartsverlies niet gekwantificeerd.

Het effect dat voor deze maatregel is ingeboekt is 1,7 Mton (Daniëls et al., 2006). Voor een operationalisering van deze maatregel via het direct reguleren van topsnelheid en motorvermogen is (op EU-niveau) een mentaliteitsverandering nodig om voldoende maatschappelijk en politiek draagvlak te krijgen. Bij een verdergaande CO<sub>2</sub>-normering voor personenauto's onder de 120 g/km zullen autofabrikanten vermoedelijk wel stappen in deze richting moeten zetten omdat het technisch potentieel dan vrijwel geheel is benut.

In de hier gehanteerde kostenschattting zijn welvaartseffecten buiten beschouwing gelaten. Ook zijn geen voertuigkosten opgevoerd, omdat productiekosten wellicht zelfs lager uit zullen vallen. De resterende kosteneffectiviteit is gebaseerd op de brandstofbesparing.

#### *Zuiniger binnenvaart*

Deze optie bekijkt of met de huidige schepen niet energie efficiënter gevaren kan worden. Daarnaast wordt gekeken of de voortstuwing (motor en schroef) verbeterd kan worden of de scheepsrompweerstand verminderd kan worden. Deze laatste twee mogelijkheden zijn bij nieuwe schepen veel makkelijker te implementeren. Het potentiële effect op het deel van de emissies dat aan Nederland wordt toegerekend is 0,1 Mton (Daniëls et al., 2006). Opgemerkt moet worden dat het pakket ook maatregelen bevat met een veel slechtere kosteneffectiviteit dan het gemiddelde van € 3 per ton CO<sub>2</sub>.

#### *Stimuleren hybride bussen*

Het potentiële effect dat voor deze maatregel is ingeboekt is 0,1 Mton, waarbij is verondersteld dat alle bussen, via de normale parkvernieuwing, worden vervangen door hybride voertuigen (ECN-E--06-057). De bandbreedte van het effect is, afhankelijk van de instrumentatie en effectiviteit, 0 tot 0,1 Mton. De kosten zijn niet exact vast te stellen omdat de hybride bus nog niet op grote schaal verkocht wordt. De verwachting is dat de meerkosten ten opzichte van een conventionele dieselbus in 2020 € 10.000-40.000 bedragen, uitgegaan is van € 30.000 per bus<sup>54</sup>. Ook moet de te bereiken besparing nog in de (Nederlandse) praktijk worden vastgesteld.

#### *Snelheidsbegrenzer bestelauto's*

Het effect dat voor deze maatregel is ingeboekt is 0,2 Mton (Daniëls et al., 2006). De onzekerheid van deze maatregel wordt met name bepaald door het feit dat gegevens ontbreken over in welke mate bestelauto's zich momenteel niet aan de maximumsnelheid houden. De bandbreedte wordt geschat op 0 tot 0,4 Mton. De kosten van de begrenzer zijn laag ten opzichte van de winst uit de brandstofbesparing. Het kostenplaatje wordt echter primair bepaald door het aantal uren extra reistijd, wat moeilijk in te schatten is. Voor de kosteneffectiviteit kan daarom een marge van 400 tot 1400 €/ton gehanteerd worden. Ondanks de hoge kosten is deze maatregel opgenomen vanwege de veiligheidsbaten.

#### *Snelheidsverlaging snelwegen*

Deze maatregel, waarbij de maximumsnelheid met 20 km/uur wordt verlaagd, is niet in het pakket opgenomen vanwege de hoge kosten, die gedomineerd worden door de kosten van reistijdverlies. Deze kosten worden deels gecompenseerd door het lagere brandstofverbruik dat optreedt als gevolg van de lagere snelheid. Andere baten zijn hier niet gekwantificeerd. Het reductiepotentieel is 0,8 Mton.

#### *Het Nieuwe Rijden III (en voortzetting)*

Het effect dat voor deze maatregel is ingeboekt is 0,3 Mton (Daniëls et al., 2006). Dit effect is beperkt omdat alleen een inschatting wordt meegenomen die additioneel is t.o.v. eerdere programma's. Onder andere gaat het om de opname van Het Nieuwe Rijden in de rijopleiding. Vergeleken met andere bronnen, die 1 tot 1,5 Mton aan effect verwachten gaat het om een conservatieve inschatting. De bandbreedte van dit effect wordt door het MNP geschat op 0 tot 0,3 Mton. De kosten worden gedomineerd door extra rijopleidingskosten en monitoring van de resultaten bij (beroeps) chauffeurs.

---

<sup>54</sup> Van belang is dat eerst onderzocht wordt welke hybride bussen in de dagelijkse praktijk de meeste besparing opleveren. Zo moet bijvoorbeeld ook remenergie teruggewonnen worden als bij lage snelheden geremd wordt en dient het hybride systeem ook gebruikt te worden om het motorrendement te optimaliseren.

### *Stimuleren zuiniger autobanden (alle wegvoertuigen)*

Voor deze maatregel is een effect van 1,6 Mton ingeschat (Daniëls et al., 2006). Het gaat bij deze inschatting om een maximaal technisch potentieel. De bandbreedte van de maatregel wordt door het MNP minimaal geschat op 0,5 tot 1,6 Mton. Deze onzekerheid wordt voor een belangrijk deel bepaald door de onzekere autonome ontwikkeling van zuiniger autobanden in het voertuigpark.

### *Toepassing biobrandstoffen in transport*

Voor het toepassen van 20% biobrandstoffen in de wegverkeersector is een effect van 7,2 Mton ingeboekt. In deze analyse is verondersteld dat de inzet van biobrandstoffen leidt tot 100% CO<sub>2</sub>-reductie in Nederland. Dit is een overschatting, als rekening gehouden wordt met de extra CO<sub>2</sub>-emissies (eventueel in andere landen) door de productie van biobrandstoffen. Eerste generatie biobrandstoffen, op basis van landbouwgewassen uit Europa, reduceren over de gehele keten circa 30-60% CO<sub>2</sub>-emissies, waarbij biodiesel wat beter scoort dan bioethanol. Biobrandstoffen op basis van organische afvalstromen, of suikerriet uit Brazilië presteren aanmerkelijk beter, tot 60-100%. Bij tweede generatie biobrandstoffen, op basis van hout- of grasachtige gewassen uit Europa, kan de emissiereductie naar verwachting oplopen tot 70-95% (TNO/IEE/LAT, 2006). Bepalend voor deze marges zijn onder meer verschillende combinaties van feedstocks en productieprocessen, de ondervuring van het proces, het nuttig gebruik van bijproducten en het gebruik van kunstmest. De kosten van deze maatregel zijn sterk afhankelijk van het aandeel tweede generatie biobrandstoffen, omdat deze naar verwachting op termijn een betere kosteneffectiviteit hebben dankzij de hogere CO<sub>2</sub>-reductie percentages. Andere onzekere factoren zijn de ontwikkeling van de marktprijs voor biomassa en de wereldmarktprijs van ruwe olie.

### *Andere mogelijkheden en niet gekozen opties*

Bij de keuze van de op te nemen opties is er rekening mee gehouden dat de optie voldoende concreet moet zijn, een zichtbare omvang moet hebben en geen deel uit mag maken van de in het scenario veronderstelde autonome ontwikkeling of door voortzetting van het huidige beleid veroorzaakte ontwikkeling. Om deze reden zijn er geen opties opgenomen op het gebied van:

- Ruimtelijke ordening
- Besparing bij treinen
- Modal split wijzigingen
- Efficiëntere vrachtauto's
- Besparing bij mobiele werktuigen (bijvoorbeeld door de accijnsvrijstelling voor rode diesel af te schaffen).

Een aantal financiële maatregelen op het terrein van brandstofaccijns, MRB en BPM is niet opgenomen omdat het effect overlapt met andere maatregelen. Tot slot is geen analyse gemaakt van de mogelijkheden voor het afschaffen van huidige beleid met ongunstige CO<sub>2</sub>-effecten.

### *Draagvlak en haalbaarheid*

In deze studie is geen expliciete aandacht aan draagvlak en haalbaarheid gegeven. Bij een keuze voor de verdeling van doelstellingen over sectoren is dit echter wel van belang. In de achterliggende optiebeschrijvingen is hier wel aandacht voor en wordt ook gekeken naar andere eigenschappen zoals robuustheid en toekomstgerichtheid. Met een voorbehoud m.b.t. de subjectiviteit van zulke inschattingen is over 'draagvlak en haalbaarheid' volgens ECN het volgende te zeggen.

- Een aantal maatregelen als 'EU convenant/normering CO<sub>2</sub>-uitstoot bestelauto's', 'Stimuleren hybride bussen' en 'Het Nieuwe Rijden III (en voortzetting)' zal hierop waarschijnlijk gunstig scoren.
- Maatregelen als 'Kilometerheffing personen- en bestelauto's', 'Kilometerheffing vrachtwagens', 'Normering personenauto's 120 gram CO<sub>2</sub>/km in 2012', 'Stimuleren zuiniger autobanden (alle wegvoertuigen)' en 'Alternatieve brandstoffen' zullen aanvankelijk gunstig scoren. Niet uitgesloten is dat het draagvlak af gaat nemen naarmate met de maatregel meer besparing of duurzame energie gerealiseerd gaat worden
- Voor een aantal maatregelen kan de situatie als neutraal gekenschetst worden: 'Belasting op vliegen (minder groei)', 'Intensivering BPM differentiatie', 'Stimuleren zuinige personenauto's lease-

rijders' en 'Zuiniger binnenvaart'. Bij verdere intensivering kan de neutrale houding in weerstand omslaan.

- Een aantal maatregelen zal bij een deel van de doelgroep waarschijnlijk direct op weerstand stuiten zoals de 'Cultuuromslag kwaliteiten personenauto's', 'Snelheidsbegrenzer bestelauto's' en 'Snelheidsverlaging snelwegen'.

Tabel 10.1 CO<sub>2</sub>-reductie, besparing, duurzaam en nationale kosten sector Verkeer en Vervoer in vast en flexibel pakket

	CO <sub>2</sub> -reductie		Vast			Flexibel				
	[Mton]	Marge	Besparing [PJ <sub>prim</sub> ]	Nationale kosten [mln €]	[€/ton]	CO <sub>2</sub> -reductie [Mton]	Besparing [PJ <sub>prim</sub> ]	Nationale kosten [mln €]	[€/ton]	
<i>Vervoersvraag en keuze vervoerswijze</i>										
Kilometerheffing personen- en bestelauto's <sup>A</sup>	2,7	1,0 tot 3,0	30	-470 <sup>A</sup>	-220	2,7	30	-470 <sup>A</sup>	-220	
hierop gecorrigeerd voor hoge olieprijs	-0,5					-0,5				
Kilometerheffing vrachtwagens	0,3		4	65	210	0,3	4	65	210	
Belasting op vliegen (minder groei)					-80				-80	
<i>Efficiencyverbetering voertuigen</i>										
EU normering personenauto's 120 g CO <sub>2</sub> /km in 2012 <sup>B</sup>	1,9	1,3 tot 5,4	18	190	140	1,9	18	190	140	
hierop gecorrigeerd voor hoge olieprijs	-0,6					-0,6				
EU normering CO <sub>2</sub> -uitstoot bestelauto's	1,2	0,9 tot >	14	180	180	1,2	14	180	180	
hierop gecorrigeerd voor hoge olieprijs	-0,2					-0,2				
Intensivering BPM differentiatie	1,0	0,3 tot 2,0	14	0	Pm	1,0	14	0	Pm	
Stimuleren zuinige personenauto's leaserijders	0,6	0,1 tot 0,9	8	-50	-80	0,6	8	-50	-80	
Cultuuromslag kwaliteiten personenauto's <sup>G</sup>	1,7	1,2 tot >	23	-140	-80	1,7	23	-140	-80	
Zuiniger binnenvaart	0,1	0 tot 0,1	0	0	3	0,1	0	0	3	
Stimuleren hybride bussen	0,1	0 tot 0,1	2	20	180	0,1	2	20	180	
<i>Rijgedrag en/of gebruik</i>										
Snelheidsbegrenzer bestelauto's <sup>C</sup>	0,2	0 tot 0,4	3	300	1300 <sup>C</sup>				1300 <sup>C</sup>	
Snelheidsverlaging snelwegen					490				490	
Het Nieuwe Rijden III (en voortzetting)	0,3	0 tot 0,3	4	25	90	0,3	4	25	90	
Stimuleren zuiniger autobanden (alle wegvoert.) <sup>H</sup>	1,6	0,5 tot 1,6	21	340	220				220	
<i>Alternatieve brandstoffen</i>										
Toepassing biobrandstoffen in transport <sup>D</sup>	7,2	3,6 tot 7,2	(101 duurz.)	1350	190	3,6	(50 duurz.)	670	190	
Totaal	17,6 <sup>F</sup>	9 tot > 23	141	1810 <sup>E</sup>	103	12,1 <sup>F</sup>	115	490 <sup>E</sup>	40	

A Het kostencijfer heeft een grote marge en hangt sterk af van de uiteindelijke vormgeving.

B Zowel kosten als effect worden bepaald door veronderstelde ontwikkeling in het referentiebeeld, en kunnen hoger uitvallen.

C Nadere analyses geven aan dat dit tegen de bovenkant van de kostenmarge inzit. Onderkant marge op 400 €/ton.

D In 'vast' 20% biobrandstoffen; in 'flexibel' op de ondergrens van de binnen de EU afgesproken 10% biobrandstoffen. Geen doorzetting raffinaderijen in Nederland verondersteld of extra (fossiel) brandstofverbruik in Nederland voor biobrandstofproductie.

E Dit cijfer kent een forse onzekerheid die wel tot 1 miljard kan oplopen. Deze onzekerheid zit onder andere in de kosten van de kilometerheffing en van de normering personenauto's. Andere maatschappelijke kosten zoals verlies aan mobiliteit en comfortverlies en baten zoals verbetering luchtkwaliteit, verkeersveiligheid en minder geluidshinder zijn niet meegenomen.

F De reductiemogelijkheden in dit document zijn door enkele verbeteringen en een bijstelling van het effect van de kilometerheffing circa 3 Mton hoger dan in het overall document. De CO<sub>2</sub>-reductie van het vaste pakket is 17,6 Mton met een bandbreedte van 9 tot > 23 Mton.

G Kosteneffectiviteit gebaseerd op brandstofbesparing. Bij operationalisatie als onderdeel van verdergaande CO<sub>2</sub>-normering voor personenauto's (80-100 g/km) zullen de kosten hoger uitvallen.

H Maximaal technisch potentieel voor alle wegvoertuigen.

## 11. Landbouw<sup>55</sup>

### 11.1 Samenvatting

*Wat zijn korte termijn acties en lange termijn doelen in de sector?*

Op langere termijn streeft de sector naar een energieneutrale glastuinbouw. Ook op korte termijn worden stappen in deze richting gezet. De acties op korte termijn betreffen het verder implementeren van energiebesparingsmaatregelen en het verder experimenteren met gesloten kasconcepten.

In de huidige kabinetsperiode is invoering van een stabiele extra prijsprikkel op energiegebruik noodzakelijk om verdergaande energiebesparing economisch aantrekkelijk te maken. De overheid kan verder inzetten op innovatieve kasconcepten via stimulering van research, pilots, demo's. Hoe eerder dergelijke concepten marktrijp zijn, des te groter is de bijdrage die ze tot 2020 kunnen leveren.

*Welke bijdrage geeft de sector aan de doelstellingen van het kabinet?*

De sector kan een bijdrage leveren aan de doelstellingen van het kabinet voor energiebesparing, CO<sub>2</sub>-reductie en de reductie van overige broeikasgassen. Voor energiebesparing<sup>56</sup> gaat het om ca. 35 PJ additionele besparing tot 2020, voor CO<sub>2</sub>-reductie om ca. 2 Mton.

### 11.2 Inleiding

Door ECN en MNP is een eerste en ruwe verkenning gedaan naar de maatregelen en beleidsinstrumenten waarmee de doelstellingen van de Regering op het gebied van energie- en klimaatbeleid gerealiseerd kunnen worden. De onderzochte doelstellingen voor 2020 zijn 30% vermindering van de uitstoot van broeikasgassen, een 20% aandeel voor duurzame energie en een energiebesparingstempo van 2% per jaar.

ECN en MNP hebben in de verkenning twee routes onderzocht om 30% broeikasgasreductie te bereiken. Een route met vaste subdoelen voor energiebesparing (2% per jaar) en duurzaam (20%), 'vast' en een route waarin tegen zo laag mogelijke kosten de broeikasgasreductie wordt gerealiseerd en besparing en duurzaam flexibel worden ingezet 'flexibel'. De twee routes veronderstellen een ander pakket aan maatregelen voor reductie van broeikasgasemissies.

Dit document maakt een eerste vertaalslag van de nationale doelen naar de sector landbouw en verkent maatregelen en instrumenten om in dat sectorale beeld te voorzien. Daarnaast wordt een relatie gelegd met technologische innovaties die voor deze sector relevant zijn, zoals aangegeven door de platforms onder de energietransitie.

### 11.3 Beleidsopgave sector

*Beschrijving sector: waar valt wat te reduceren?*

In de landbouw gaat het om twee categorieën:

- CO<sub>2</sub>-emissies afkomstig van energiegebruik, voor een belangrijk gedeelte in de glastuinbouw. Hier wordt aardgas en warmte verbruikt voor verwarming van kassen en elektriciteit

<sup>55</sup> Versiedatum: ECN/MNP: 13 april 2007.

<sup>56</sup> Reductie van het gebruik van energiedragers als aardgas of warm water door het beter benutten van zonnestraling wordt hier beschouwd als energiebesparing. Verminderd fossiel verbruik door toepassing van groene stroom, bio-olie, etc. wordt niet beschouwd als energiebesparing maar als gebruik van duurzame energie.

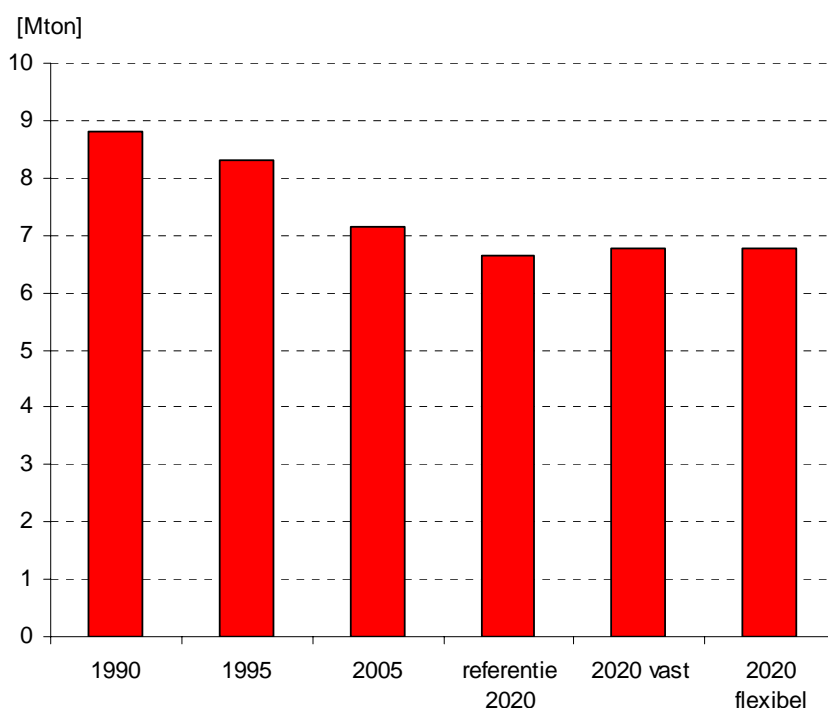


voor groeibelichting. In de glastuinbouwsector wordt ook in toenemende mate elektriciteit geproduceerd. Het brandstofgebruik van mobiele werktuigen komt in het sectordocument transport aan de orde.

- Omvangrijker dan de CO<sub>2</sub>-emissies door energiegebruik (goed voor 30% van de broeikasgassen uit de landbouw) zijn in de landbouw de uitstoot van niet-CO<sub>2</sub>-broeikasgassen (70%), namelijk de emissies van methaan uit de veehouderij en lachgas door stikstofbemesting. Deze worden besproken in het sectordocument Overige broeikasgassen.

De overige CO<sub>2</sub>-emissie (1-2 Mton) door brandstof- en elektriciteitsverbruik in de landbouw zit bij veeteelt, akkerbouw, vollegrondtuinbouw, gemengde en overige sectoren zoals paddestoelen en bloembollen. De aard van dit verbruik is divers en vergelijkbaar met lichte industrie, het vereist dus ook een aanpak die daar op aansluit.

In Figuur 11.1 zijn de directe CO<sub>2</sub>-emissies voor de sector Gebouwde omgeving weergegeven voor de historische jaren 1990,1995 en 2005, het referentiescenario voor 2020, en de emissies in 2020 uitgaande van realisatie van het klimaatdoel via de vaste of flexibele route.



Figuur 11.1 *Directe emissies landbouw*

Ter toelichting op de cijfers:

- Historische jaren: MONIT-cijfers ECN.
- Referentie 2020: dit is de emissieprojectie voor het GE-scenario (geactualiseerd bij hoge olieprijs) en uitgaande van het huidige beleid.

Het figuur laat zien dat bij realisatie van de doelen uit het coalitieakkoord niet leiden tot een grote afname van de directe CO<sub>2</sub>-emissie. In 'vast' is zelfs sprake van een toename. De sector bespaart weliswaar aardgas door beperking van de warmtevraag, maar gaat anderzijds ook meer aardgasgestookte WKK toepassen waarmee deels voor derden elektriciteit wordt geproduceerd. Op nationale schaal vindt daardoor mogelijk wel CO<sub>2</sub>-reductie plaats. Deze reductie is afhankelijk van de vermeden opwekking (kolenvermogen, gas, nucleair, hernieuwbaar, import) hetgeen op de termijn van 2020 hoogst onzeker is. Vooralnog is het reductie-effect op nationale schaal voor 2010 geschat op 0,5 Mton (Kroon, 2007).

## 11.4 Opties

### *Welke technologieën zijn beschikbaar?*

In de glastuinbouwsector is energie een zeer belangrijke kostenpost en daarom is er veel aandacht voor energiebesparing. Nog steeds zijn er mogelijkheden voor vraagbeperkende besparing zoals verbeterde isolatie en zuinige teeltmethoden. Grote verbeteringen kunnen echter vooral bereikt worden in de energievoorziening. Enerzijds betreft dat WKK, anderzijds nieuwe kasconcepten. Op korte termijn is WKK aantrekkelijk, vanwege de hoge elektriciteitsprijzen. Dit blijkt ook uit de huidige sterke groei in de sector. Gebruik van WKK wordt steeds meer bepaald door de elektriciteitsvraag, onder andere door toenemende belichting en de realiseerbare piekprijzen op de elektriciteitsmarkt. Dit heeft tot gevolg dat de hoeveelheid geproduceerde warmte door WKK hoger kan zijn dan de warmtevraag. In bedrijven met WKK kan daardoor de prikkel voor verdere investeringen in warmtebesparing ontbreken. Op lange termijn kunnen nieuwe kasconcepten aantrekkelijk worden. Door seizoensopslag van zonnewarmte in plaats van het wegventileren daarvan kan de warmtevraag nog sterk worden gereduceerd. Het invangen van warmte vereist echter een gesloten kas en grote investeringen in warmtewisselaars en ondergrondse opslag. Het installatieontwerp wijkt sterk af van de nu veel toegepaste WKK en ketels. Omdat warmte- en elektriciteitsbehoefte per teelt verschilt zijn nog veel experimenten nodig om deze concepten te optimaliseren.

De ruimtelijke ordening van de glastuinbouwbedrijven kan positieve invloed hebben op de besparings- en CO<sub>2</sub>-reductiemogelijkheden. Dat geldt bijvoorbeeld voor benutting van grootschalige restwarmte en CO<sub>2</sub>-procesemissies, zoals tussen Rijnmond en het Westland. Op termijn kan dit ook een rol spelen als de sector er in slaagt om zelf leverancier van bruikbare warmte te worden. Ook concentratie van bedrijven vergemakkelijkt de uitwisseling van energie tussen tuinbouwbedrijven onderling en het gemeenschappelijk gebruik van utilities of ondergrondse opslag.

Bij de vaststelling van het reductiepotentieel van deze sector is eerst nagegaan in hoeverre bespaard kan worden op de warmtevraag; vervolgens is bekeken welke besparing bereikt kan worden door voor de resterende warmtevraag WKK in te zetten. De onderstaande maatregelen zijn ontleend aan het optiedocument. Kwantitatieve gegevens van deze opties zijn aangegeven in Paragraaf 11.6.

- Besparing op de warmtevraag van fossiele herkomst in de glastuinbouw, deels uit gedragsmatige aanpassing en deels uit de verdere introductie van technologie zoals gesloten kasconcepten (14 PJ).
- Besparing door extra WKK (21 PJ) De meeste bedrijven gebruiken nog geen WKK, en ook bij aanwezigheid van een WKK-installatie wordt lang niet alle warmtevraag door de WKK gedekt. Met behulp van een grotere warmtebuffercapaciteit kan de dekkingsgraad verhoogd worden.
- Vermijden energiegebruik van branders ten behoeve van CO<sub>2</sub>-bemesting door CO<sub>2</sub>-levering vanuit de raffinagesector (6 PJ).
- Vraagvermindering warmte overige landbouw. Betreft klein potentieel met diverse maatregelen (1 PJ).
- Nieuwe concepten van kleinschalige WKK. Het betreft nog verder te ontwikkelen en demonstreren toepassing van brandstofcellen en/of gasturbines (15 PJ).

Tabel 11.1 *Beschikbare en toekomstige technologieën voor CO<sub>2</sub>-reductie*

	Beschikbare/toegepaste technologie	Toekomstige technologie
Glastuinbouw	Toepassing van isolatie, condensors, temperatuurintegratie <sup>57</sup> Grotere dekkingsgraad warmtevraag WKK CO <sub>2</sub> -bemesting uit rookgassen WKK of levering derden	Gesloten kasconcepten, Energie neutrale kassen, Energieproducerende kassen Nieuwe WKK concepten (brandstofcel, gasturbine) Nieuwe energiezuinige teeltwijzen. LED verlichting.
Overige landbouw	Diverse besparingsmaatregelen warmte/elektriciteit	

### *Relatie met energietransitie*

Veelbelovende innovaties, ontleend aan de transitiepaden van de platforms zijn:

- Gasvoorziening op basis van biomassa of waterstof. Deze innovatie is niet specifiek gericht op de landbouw, zie hiervoor bij gebouwde omgeving. Op de termijn van 2020 wordt door ECN een beperkt potentieel verondersteld. De optie is relatief kostbaar.
- Het verder doorontwikkelen van kasconcepten naar energieneutraliteit. Dit transitiepad ligt in het verlengde van de optie ‘Besparing warmtevraag glastuinbouw’ en de nieuwe kasconcepten die daar een rol in spelen. Of op termijn energieneutraliteit of een energieproducerende kas wordt gerealiseerd hangt o.a. af van de behoefte aan elektriciteit voor belichting. ECN twijfelt aan de bruikbaarheid van warmte van de ‘energieproducerende kas’, het temperatuurniveau is daarvan te laag.
- Verdergaande toepassing industriële restwarmte. Deze optie is kostbaar en beperkt toepasbaar door beperkingen in de afstemming van vraag en aanbod: vooral geografisch, technisch en kwa afschrijftermijn. De optie concurreert ook met nieuwe kasconcepten.

## 11.5 Instrumentatie

### *Het huidige beleid*

Het huidige beleid in de glastuinbouw bestaat uit:

- de AMVB glastuinbouw met gewasnormen (wordt momenteel niet gehandhaafd)
- het EU-emissiehandelssysteem (EU-ETS) voor grotere bedrijven (dit betreft 10-15% van de emissie in 2010 en groeit nog verder door schaalvergroting)
- de energiebelasting op aardgas (ca 2 ct/m<sup>3</sup>)
- een aantal subsidieregelingen w.o. EIA, groenlabelkassen, LNV-regelingen
- stimulering van WKK, w.o. EIA; belastingvrijstelling en MEP-WKK
- ondersteuning van onderzoek en experimenten.

Het huidige beleid voor de overige landbouw komt voor CO<sub>2</sub> overeen met het beleid voor de lichte industrie.

In voorbereiding zijnde instrumenten:

- De sector is al geruime tijd bezig met de ontwikkeling van een sectoraal CO<sub>2</sub>-emissiehandelssysteem.
- In het kader van het transitiebeleid ondersteuning van onderzoek en experimenten.

### *Het kader van EU-beleid*

Europese regelgeving die van invloed kan zijn op de glastuinbouw:

- Het emissiehandelssysteem EU-ETS is bestaand beleid, zie hiervoor.

<sup>57</sup> Teeltwijze waarbij de temperatuur in de kas kan fluctueren, zodat kan worden ingespeeld op fluctuaties van de buitentemperatuur.

- Beperkingen m.b.t. energiebelasting: de EU accepteert de Nederlandse belastingtarieven voor de glastuinbouw.
- De Europese ‘Energy Performance of Buildings Directive’ is van toepassing op de overige landbouw (zie daarvoor bij gebouwde omgeving) en waarschijnlijk niet op de glastuinbouw.
- De Europese ‘Directive on energy end-use efficiency and energy services’ heeft betrekking op aanbieders van energiebesparingsmaatregelen en op eindgebruikers die niet onder het Europese emissiehandelssysteem ETS vallen. De richtlijn verplicht lidstaten tot een streefwaarde voor energiebesparing bij deze eindgebruikers. De glastuinbouw gaat hier waarschijnlijk wel voldoende aan bijdragen.
- De EU-directive voor warmtekrachtkoppeling leidt voor de glastuinbouw niet tot extra effecten, gezien de huidige ruime toepassing.
- Het Europese Actieplan Energy Efficiency<sup>58</sup> leidt voor de glastuinbouw niet tot specifieke extra effecten.

### *Mogelijkheden voor instrumentatie*

Mogelijke instrumenten ter realisatie van het klimaatdoel in deze kabinetsperiode:

- Om de kosteneffectiviteit van energiebesparingsmaatregelen te verbeteren wordt de marginale energieprijs verhoogd met 5 €/GJ<sub>prim</sub><sup>59</sup>. Dit komt neer op 15 ct/m<sup>3</sup> aardgas boven de prijs in het achtergrondscenario. De beoogde financiële prikkel is sterk progressief vormgegeven. De opbrengsten van de heffing kunnen worden teruggesluisd in de sector op basis van teeltafhankelijke energienormen. Efficiënte bedrijven ontvangen dus per saldo, terwijl minder efficiënte bedrijven betalen. Aardgas voor warmtekrachtkoppeling komt ook onder de heffing en aan derden geleverde elektriciteit en geleverde nuttig gebruikte warmte kan worden gesaldeerd met het verbruik. Minder efficiënte bedrijven komen extra onder druk te staan om te besparen. Toepassing van deze bonus-malus heffing levert ruim 2 Mton reductie op ((Daniëls et al., 2006) 41 PJ en € 78 mln in 2020). Ook de effecten op kortere termijn zijn aanzienlijk omdat de sector gevoelig is voor prijsprikkels en ook het energiegebruiksgedrag kan aanpassen. Nu aangeven dat een prijsprikkel over langere termijn gehandhaafd blijft is belangrijk voor het investeringsgedrag, vooral bij nieuwe kasprojecten.
- Als alternatief kunnen eventuele andere vormen van heffing of emissiehandel waardoor een stabiele extra marginale prijsprikkel van tenminste € 90 per ton CO<sub>2</sub> wordt toegepast ontstaat (5 €/GJ aardgas).

Ten aanzien van de instrumentering kunnen de energienormen voor glastuinbouwgewassen ook door regelgeving geëffectueerd worden. De ervaring met regelgeving bij de huidige AMVB voor 2010 is echter dat deze niet wordt gehandhaafd. De keuze voor een financieel instrument is ontleend aan de instrumentatiestudie van ECN (Daniëls et al., 2006). Het is niet mogelijk voor een grote diversiteit aan bedrijven en producten voor te schrijven welke technische maatregelen nodig zijn voor het halen van de kabinetsdoelstelling. Elk instrument (AMvB, bonus-malusheffing, CO<sub>2</sub>-emissierechten) dat recht doet aan de grote variatie in bedrijven in de glastuinbouw vereist het opzetten en handhaven van een systeem van normen. Een dergelijk systeem brengt aanzienlijke administratieve lasten met zich mee.

De sector is voortvarend bezig met onderzoek en experimenten met nieuwe technologie. Specifieke financiële ondersteuning voor innovaties blijft daarbij noodzakelijk. De overheid kan verder druk uitoefenen op de sector om te komen tot werkbare energienormen voor de verschillende teelten. Dit is nodig als referentie voor het financiële instrument. De energieketen inclusief warmtekrachtkoppeling moet worden getoetst aan deze normen, zodat de WKK ook efficiënt wordt toegepast.

<sup>58</sup> European Commission (2006), *Action Plan for Energy Efficiency: Realising the Potential*, [http://ec.europa.eu/energy/action\\_plan\\_energy\\_efficiency/doc/com\\_2006\\_0545\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/energy/action_plan_energy_efficiency/doc/com_2006_0545_en.pdf).

<sup>59</sup> Deze waarde is mede gekozen om voor WKK een vergelijkbare prikkel te genereren als in de industrie- en energiesector.

### *Mogelijke acties korte termijn (huidige kabinetsperiode)*

- Korte verkenning van de mogelijkheden om de sector zelf de referentieverbruiken voor een bonus-malus regeling te laten vaststellen. Als dit niet op korte termijn haalbaar lijkt, moet de overheid zelf met referentieverbruiken komen, zoals die nu ook gelden i.h.k.v. de AmvB glastuinbouw (gewasnormen).
- Snelle invoering bonus-malusregeling of alternatieven, met verhoging van marginale prikkel op energiebesparing. Bij deelname van glastuinbouw aan ETS eventuele correctie voor ontwikkeling CO<sub>2</sub>-prijzen om een stabiele/geleidelijk stijgende prijsprikkel te waarborgen.
- Voortvarend inzetten op innovatieve kasconcepten via stimulering research, pilots, demo's. Hoe eerder concepten als de energieproducerende kas marktrijp zijn, des te groter is de bijdrage die ze tot 2020 kunnen leveren.

## 11.6 Twee pakketten uit verkenning van ECN/MNP

In deze paragraaf staat een overzichtstabel met opties en Mton CO<sub>2</sub>-reductie, PJ besparing en PJ vermeden fossiel en wordt concreet gemaakt wat er in het vaste en flexibele pakket zit. Een aantal van de in Paragraaf 11.4 aangegeven opties staan niet in de tabel. Nieuwe concepten van WKK is niet opgenomen vanwege relatief hoge kosten, besparing in de overige landbouw is uitvoerbaar maar in het totale beeld verwaarloosbaar klein. Beperking van de groei van de sector is in de berekeningen uitgesloten.

Alternatieven uit de transitieplannen om de CO<sub>2</sub>-emissie in de landbouw fors terug te brengen zijn toepassing van duurzame energiedragers (bijv. groen gas) of grootschalige restwarmte. Dit zijn echter relatief dure opties.

Tabel 11.2 CO<sub>2</sub>-reductie, besparing, duurzaam en nationale kosten landbouw in vast en flexibel pakket

	Vast						Flexibel					
	CO <sub>2</sub> - reductie totaal [Mton]	CO <sub>2</sub> - reductie direct [Mton]	Besparing [PJ <sub>prim</sub> ]	Hernieuwbaar [vermeden PJ <sub>fossiel</sub> ]	Nationale kosten [mln €]	Nationale kosten [€/tCO <sub>2</sub> ]	CO <sub>2</sub> - reductie totaal [Mton]	CO <sub>2</sub> - reductie direct [Mton]	Besparing [PJ <sub>prim</sub> ]	Hernieuwbaar [vermeden PJ <sub>fossiel</sub> ]	Nationale kosten [mln €]	Nationale kosten [€/tCO <sub>2</sub> ]
Warmtevraagmindering glastuinbouw	0,7	0,7	13,0		43	59	0,7	0,7	13,0		43	59
Potentieelbenutting kleinschalige WKK landbouw	1,2	-1,2	15,3		10	8	1,4	-1,2	16,8		25	18
CO <sub>2</sub> -levering aan de glastuinbouw	0,3	0,3	5,7		-23	-71	0,3	0,3	5,7		-23	-71
Totaal	2,2	-0,1	33,9		30,0	14	2,4	-0,1	35,5		45,0	19

De verschillen tussen de vaste en flexibele variant in de tabel zijn klein: dat betekent dat de vermelde opties onder verschillende condities een goede keuze zijn om reductiedoelstelling te bereiken. Het zijn relatief kosteneffectieve opties voor CO<sub>2</sub>-reductie en ze dragen bij aan de besparingsdoelstelling.

## 12. Gebouwde omgeving<sup>60</sup>

### 12.1 Samenvatting

#### *Wat zijn korte termijn acties en lange termijn doelen in de sector?*

Op termijn van 2020 ligt het grootste besparingspotentieel bij apparaten en verlichting en in de bestaande bouw. Daarbij moet niet alleen worden gedacht aan de woningbouw, maar ook aan de utiliteitsbouw. Voor de lange termijn (na 2020) is het van belang ook te werken aan energiezuinige nieuwbouw en nieuwe efficiënte en duurzame conversietechnieken. Tot 2020 leveren deze opties waarschijnlijk een beperkte bijdrage aan de besparing en broeikasgasreductie. Om het aandeel duurzaam te verhogen kan met name groen gas een belangrijke bijdrage leveren in de doelstelling voor 2020.

De komende kabinetsperiode vinden onderhandelingen plaats binnen de EU over normstelling t.a.v. het energiegebruik van elektrische apparaten en verlichting als uitwerking van de Ecodesign richtlijn. Nederland zou moeten zorgen dat de normen streng genoeg zijn en geen apparaten buiten beschouwing worden gelaten die voor het energiebesparingspotentieel relevant zijn.

In de komende kabinetsperiode zullen afspraken moeten worden gemaakt met woningcorporaties, verhuurders en energiebedrijven over energiebesparing in de bestaande bouw. Om een groot aantal woningen en gebouwen te verbeteren en daarbij aan te sluiten bij natuurlijke momenten moet zo snel mogelijk met de aanpak worden gestart. Een adequate en vlotte invoering van de EPBD is van belang voor beleid gekoppeld aan energielabels.

#### *Welke bijdrage kan de sector leveren aan de doelstellingen van het kabinet?*

De bijdrage van de sector zal zeer afhankelijk zijn van de uitwerking van de subdoelen voor besparing en duurzaam. Wanneer gefocust wordt op een kosteneffectieve invulling van de klimaatdoelstelling zal de bijdrage ca. 10 Mton zijn. Alleen wanneer binnen de duurzame energie-doelstelling een belangrijke bijdrage wordt geleverd door groen gas en de credits daarvan aan de gebouwde omgeving worden toegerekend kan de bijdrage veel groter zijn (ca. 20 Mton).

### 12.2 Inleiding

Door ECN en MNP is een eerste en ruwe verkenning gedaan naar de maatregelen en beleidsinstrumenten waarmee de doelstellingen van de regering op het gebied van energie- en klimaatbeleid gerealiseerd kunnen worden. De onderzochte doelstellingen voor 2020 zijn 30% vermindering van de uitstoot van broeikasgassen, een 20% aandeel voor duurzame energie en een energiebesparingstempo van 2% per jaar.

ECN en MNP hebben in de verkenning twee routes onderzocht om 30% broeikasgasreductie te bereiken. Een route met vaste subdoelen voor energiebesparing (2% per jaar) en duurzaam (20%), 'vast' en een route waarin tegen zo laag mogelijke kosten de broeikasgasreductie wordt gerealiseerd en besparing en duurzaam flexibel worden ingezet 'flexibel'. De twee routes veronderstellen een ander pakket aan maatregelen voor reductie van broeikasgasemissies.

Dit document maakt een eerste vertaalslag van de nationale doelen naar de sector gebouwde omgeving en verkent maatregelen en instrumenten om in dat sectorale beeld te voorzien. Daarnaast wordt een relatie gelegd met technologische innovaties die voor deze sector relevant zijn, zoals aangegeven door de platforms onder de energietransitie.

---

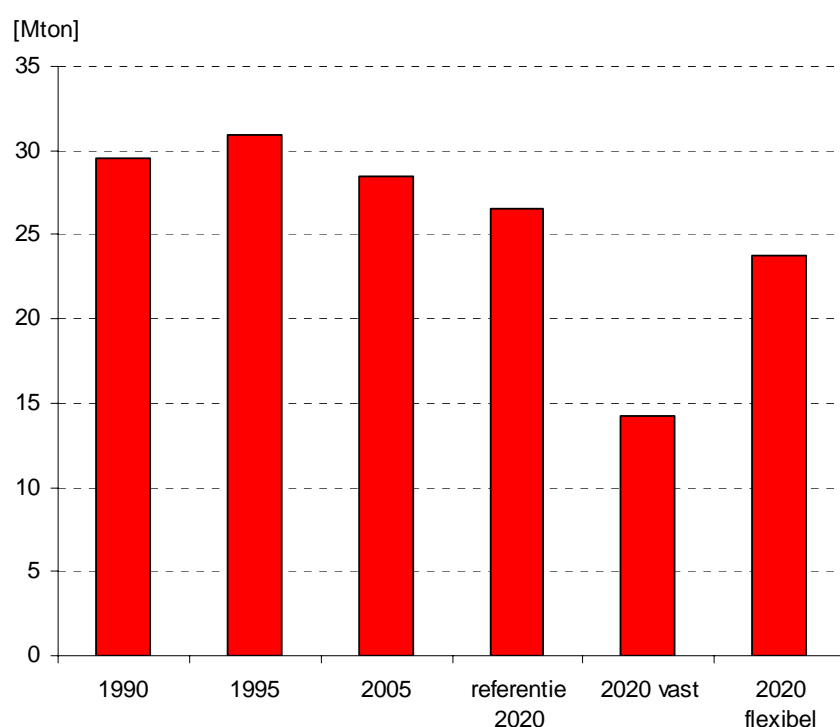
<sup>60</sup> Versiedatum ECN/MNP: 5 juli 2007.

## 12.3 Beleidsopgave sector

### *Beschrijving sector*

In de sector gebouwde omgeving gaat om de CO<sub>2</sub>-emissies afkomstig uit de woningbouw, utiliteitsbouw en apparaten (ketels, airco's). Directe CO<sub>2</sub>-emissies hebben alleen betrekking op het aardgasverbruik in de sector voor koken, ruimteverwarming en verwarming van warm tapwater. Het elektriciteitsverbruik van de sector gebouwde omgeving voor verlichting, koeling en apparaten leidt tot CO<sub>2</sub>-emissies in de elektriciteitsproductie. Reductie van die emissies kan wel plaats vinden door elektriciteitsbesparing in de sector gebouwde omgeving.

In Figuur 12.1 zijn de directe CO<sub>2</sub>-emissies voor de sector Gebouwde omgeving weergegeven voor de historische jaren 1990, 1995 en 2005, het referentiescenario voor 2020, en de emissies in 2020 uitgaande van realisatie van het klimaatdoel via de vaste of flexibele route.



Figuur 12.1 CO<sub>2</sub>-emissiecijfers gebouwde omgeving (historisch en projecties)

Ter toelichting op de cijfers:

- Historische jaren: Monit-cijfers ECN.
- Referentie 2020: dit is de emissieprojectie voor het GE-scenario (geactualiseerd bij hoge olieprijs) en uitgaande van het huidige beleid.

Het figuur laat zien dat bij realisatie van de doelen uit het coalitieakkoord de emissieruimte voor de gebouwde omgeving afneemt tot ongeveer 24 Mton in 2020, tenminste wanneer de beoogde broeikasgasreductie zo kosteneffectief mogelijk wordt ingevuld. Bij het hanteren van vaste subdoelen voor besparing en duurzaam zal in de gebouwde omgeving een veel grotere reductie-inspanning nodig zijn. De emissieruimte in 2020 neemt dan fors af naar 14 Mton.

Ten opzichte van het referentiescenario bedraagt de benodigde emissiereductie ca.3 Mton door gasbesparing, plus in het scenario met vaste subdoelen 10 Mton door inzet van groen gas. Daar-



naast wordt 7 Mton gerealiseerd door elektriciteitsbesparing, dat leidt tot emissiereductie bij elektriciteitscentrales.

Alle emissiereductie door groen gas is in de verkenning van ECN/MNP aan de gebouwde omgeving toegerekend. Dat is een keuze. Wanneer de energiebedrijven zorg dragen voor bijmenging van groen gas aan het aardgasnet, betekent dat voor hen lagere emissies. Daarmee is er ook een relatie met het emissiehandelssysteem ETS. De CO<sub>2</sub>-prijzen binnen ETS zijn te laag om productie van groen gas aantrekkelijk te maken. Wanneer de overheid de productie van groen gas subsidieert, kan zij daaraan de eis stellen dat de credits worden toegeschreven aan de gebouwde omgeving.

## 12.4 Opties

### *Waar valt wat te reduceren?*

Van het CO<sub>2</sub>-reductiepotentieel in de gebouwde omgeving zijn verschillende doorsnedes te maken, zoals het onderscheid tussen woningbouw en utiliteitsbouw. De mogelijkheden voor energiebesparing en CO<sub>2</sub>-reductie kunnen grofweg worden ingedeeld in vijf categorieën:

- elektrische apparaten en verlichting
- bestaande bouw
- nieuwbouw
- efficiënte conversie
- klimaatneutrale energiedragers.

Dit betreft afzonderlijke delen van het potentieel in de gebouwde omgeving, waarbij verschillende actoren betrokken zijn, met specifieke knelpunten, en mogelijk verschillend beleid.

Tabel 12.1 geeft een idee van de potentiële besparing per categorie op basis van potentiële schattingen uit het Optiedocument (ECN/MNP, 2005) en instrumentatie van besparingsopties (Daniels et al., 2006).

Tabel 12.1 *Potentiële CO<sub>2</sub>-reductie gebouwde omgeving uit Optiedocument ECN/MNP*

	Besparing [PJ <sub>prim</sub> ]	CO <sub>2</sub> -reductie [Mton]
Elektrische apparaten/verlichting	132	10
Bestaande bouw	92	6
Nieuwbouw	17	0,9
Efficiënte conversie	8	0,6
Klimaatneutrale energiedragers, groen gas	-	10

Het grootste reductiepotentieel is realiseerbaar bij elektrische apparaten en verlichting en nisolatie en regelsystemen in de bestaande bouw. Naar verwachting zal het elektriciteitsverbruik in de sector bij ongewijzigd beleid fors groeien van ca. 175 PJ<sub>e</sub> (ruim 400 PJ<sub>prim</sub>) naar bijna 300 PJ<sub>e</sub> (685 PJ<sub>prim</sub>). De bestaande bouw is van belang omdat 80% van het huidige bestaande woning en gebouwenbestand (gebouwd voor 1995) er ook in 2020 nog staat. Ook in de nieuwbouw valt nog veel energiebesparing te realiseren, maar het aantal nieuwe woningen en gebouwen tot en met 2020 is beperkt. Het potentieel van efficiënte conversie tot 2020 is beperkt ingeschat vanwege innovativiteit van de technologie. Naast de woningbouw is ook het besparingspotentieel in de utiliteitsbouw van belang!

### *Welke technologieën zijn beschikbaar?*

Voor elektriciteitsbesparing bij apparaten en verlichting zijn al technologieën beschikbaar. Het besparingspotentieel blijft beperkt. Technisch gezien is veel meer besparing mogelijk, wanneer

fabrikanten van elektrische apparaten en verlichting rekening zouden houden met het energiegebruik in het ontwerp.

In de bestaande bouw kan vooral energie worden bespaard door na-isolatie van dak, gevel, spouwmuur, vloer en ramen. De daarvoor benodigde technologie is beschikbaar en al veel vuldig toegepast: zoals PUR schuim en minerale wol. Voor na-isolatie van ramen kan in plaats van dubbel glas, HR++ glas worden gebruikt. Deze isolerende beglazing wordt nu in de nieuwbouw toegepast.

De nieuwbouw is door de energieprestatienorm (EPN) de laatste jaren al steeds energiezuiniger geworden. Toch is nog meer energiebesparing mogelijk. De warmtevraag kan nog verder worden verminderd door verbeterde isolatie, het voorkomen van koudebruggen, kierdichting en warmteterugwinning uit ventilatielucht. Een dergelijk concept waarin een woning of gebouw nauwelijks nog energie vraagt, wordt 'passief bouwen' genoemd. Het gaat hier om een innovatief ontwerp. Passief bouwen vereist andere bouwmethoden en een ander bouwproces dan nu gebruikelijk is in de bouw.

De conversie of productie van warmte voor ruimteverwarming en warm tapwater in woningen en gebouwen kan ook efficiënter. Een bekende techniek is de hoogrendements (HR) ketel. De conversie kan nog efficiënter door toepassing van bekende technologieën zoals zonneboilers en warmtepompen in de woningbouw en WKK in de utiliteitsbouw en door nieuwe technologieën als de 'ultra hoog rendementsketel' en innovatieve WKK-concepten in de ubouw. Eigenlijk betreft een aantal van de opties onder efficiënte conversie decentrale opwekking van elektriciteit, zoals micro-WKK en zon-PV. Daarnaast zijn er mogelijkheden die ingrijpen op de energie-infrastructuur, waaronder restwarmtebenutting en bijmenging van groen gas in het aardgasnet.

Tabel 12.2 Beschikbare en toekomstige technologieën voor CO<sub>2</sub>-reductie

	Beschikbare/toegepaste technologie	Toekomstige technologie
Elektrische apparaten/ verlichting	Spaarlampen A++ koelkasten A-wasdroger Stand by killer HF verlichting ubouw Energiezuinige kantoorapparatuur Regelsystemen verlichting	Energiezuinige koelkasten, vriezers, wasmachines, vaatwassers, wasdrogers (beter dan A of A++), TV's, airco's Nauwelijks standby gebruik LED verlichting Nog efficiëntere kantoorapparatuur
Bestaande bouw	Na-isolatie van dak, vloer en gevel met minerale wol/PUR HR++ glas	Feedback via slimme meters Inregelen installaties utiliteitsbouw
Nieuwbouw	Warmteterugwinning ventilatielucht	Passief bouwen concept verbeterde isolatie kierdichting voorkomen koudebruggen, warmtepompen
Efficiënte conversie/ Decentrale productie Duurzaam	HR-ketel Zonneboilers Warmtepompen en warmte/koude opslag Zon-PV WKK met gasmotor in ubouw	ultra HR ketel micro-WKK innovatieve concepten WKK ubouw met brandstofcel
Energie-infrastructuur/ klimaatneutrale energiedragers	Restwarmtebenutting	Groen gas

### *Relatie met energietransitie*

Het recent in het kader van de energietransitie opgerichte platform Gebouwde Omgeving (PEGO) streeft vooral naar versnelling in de implementatie van energiebesparingsmaatregelen. Daarbij richt zij zich alleen op het gebouwgebonden energiegebruik: het gasverbruik voor ruimteverwarming en warm tapwater en in de utiliteitsbouw ook verlichting. Het PEGO heeft nog geen formele energietransitiepaden geformuleerd. Het PEGO wil vooral met initiatieven komen voor politieke, economische en organisatorische veranderingen die grootschalige energiebesparing in de gebouwde omgeving mogelijk maken.

PEGO heeft samen met EnergieNed en AEDES een plan ontwikkeld voor energiebesparing in de bestaande bouw 'Meer met Minder'. Doel van het plan is energiebesparing in de bestaande bouw te realiseren. Daarbij worden met name gebouw gebonden opties meegenomen als nisolatie, efficiënte ketels en besparingen op verlichting. Het stimuleren van aankoop van energiezuinige apparaten die nu reeds op de markt zijn, wordt in de communicatie meegenomen. Het plan voorziet in besparingsadvies, financieringsconstructies en praktische ondersteuning bij het vinden van een gecertificeerde installateur of aannemer die maatregelen kan uitvoeren.

Het platform nieuw gas/schoon fossiel richt zich ook op de gebouwde omgeving. Het richt zich in verschillende transitiepaden op het ontwikkelen van warmte-infrastructuur, groen gas uit biomassa en decentrale opwekking, met name via micro-WKK. Binnen het platform duurzame elektriciteitsvoorziening wordt gekeken naar toepassing van zon-PV in de gebouwde omgeving. Feitelijk worden in de energietransitie voor de gebouwde omgeving geen andere CO<sub>2</sub>-reductiemaatregelen gepresenteerd dan die ook door ECN/MNP zijn genoemd in het Optiedocument.

## 12.5 Instrumentatie

### *Het huidige beleid*

Het huidige beleid in de gebouwde omgeving bestaat uit:

- De energiebelasting op aardgas en elektriciteit.
- De energienorm (EPC) voor nieuwbouw van woningen en gebouwen.
- Energie labeling elektrische huishoudelijke apparaten (alleen witgoed).
- Enkele kleine subsidieregelingen.
- Kennisoverdracht en facilitering (Milieucentraal, KOMPAS programma SenterNovem)
- Binnen het EOS programma (Energie Onderzoek Subsidie) worden R&D subsidies gegeven voor onderzoek naar en demonstratie van nieuwe technologie. Er zijn geen subsidieregelingen voor marktintroductie op grotere schaal.

### *In voorbereiding zijnde instrumenten*

Het volgende beleid is in voorbereiding:

- Energiekwaliteitslabeling van woningen en gebouwen (EPBD).
- Aanpassing woningwaarderingssysteem (WWS) zodat WWS-rekening houdt met energieprestatie van een woning volgens het energielabel.

### *Het kader van EU-beleid*

- EPBD

De Europese EPBD schrijft voor dat bestaande woningen en gebouwen bij verkoop of verhuur een energiecertificaat moeten krijgen zodat voor kopers/huurders duidelijk is wat de energieprestatie is. Daartoe is een labelingsysteem ontworpen en een methodiek om de Energie-Index (EI) van een woning of utiliteitsgebouw te bepalen. Eind 2006 is de implementatie van de

EPBD vastgelegd in het Besluit energieprestatie gebouwen (BEG).<sup>61</sup> De genoemde verplichting zal op 1 januari 2008 in werking treden. Door het energiecertificaat worden eigenaren op natuurlijke momenten geattendeerd op de mogelijkheden voor energiebesparing, maar gezien knelpunten als financiering en split incentives is het de vraag of de EPBD op zichzelf zal leiden tot veel energiebesparing in de bestaande bouw.

- Energy Service Directive

De Europese 'Directive on energy end-use efficiency and energy services' heeft betrekking op aanbieders van energiebesparingsmaatregelen en op eindgebruikers die niet onder het Europese emissiehandelssysteem ETS vallen. De richtlijn verplicht lidstaten tot een streefwaarde voor energiebesparing bij deze eindgebruikers.

- Actieplan Energy Efficiency.

De Europese Commissie heeft recent in haar Actieplan Energy Efficiency<sup>62</sup> aangegeven normen te willen stellen aan het energiegebruik van elektrische apparaten in het kader van de Ecodesign richtlijn. Hoe streng die normstelling zal worden is nu nog niet bekend.

### *Mogelijkheden voor instrumentatie op termijn 2020*

De gebouwde omgeving omvat de sector huishoudens en de sector handel, diensten en overheid (HDO). Het realiseren van energiebesparing bij deze groep is geen eenvoudige opgave<sup>63</sup>. Het is een zeer heterogene groep, het gaat om grote aantallen actoren met individueel een beperkt energiegebruik, en de interesse en motivatie om energie te besparen is veelal beperkt of energiebesparing heeft een lage prioriteit.

Het beleid om tot een forse energiebesparing te komen in de gebouwde omgeving moet verschillende instrumenten omvatten:

- Afspraken om aandacht voor energiebesparing te genereren, dan wel normering om uitvoering af te dwingen.
- Financiële prikkels om financiële knelpunten voor actoren weg te nemen.
- Praktische ondersteuning om uitvoeringsproblemen voor actoren weg te nemen.

Algemeen geldt dat verhoging van de energiebelasting de rentabiliteit van energiebesparende maatregelen verbetert. Een nadeel van een generiek instrument als verhoging van de energiebelasting is dat de prijsprikkel door split incentives niet overal effect kan hebben. Verhoging van de energiebelasting op gas zal het handelen van bewoners van huurwoningen weinig beïnvloeden, zij kunnen immers niet zelf beslissen over nisolatie of een nieuwe ketel. Bovendien heeft een verhoging van de energiebelasting inkomenseffecten die dan weer fiscale vereffening behoeven. Een vergroening van het belastingstelsel zal wel een gunstig effect hebben op de kosteneffectiviteit van de maatregelen.

### *Apparaten en verlichting*

Bij elektriciteitsbesparing kan onderscheid gemaakt worden tussen het huidige marktaanbod en besparing door energiezuinig ontwerp van apparaten. Voor apparaten die al op de markt zijn, zoals spaarlampen en A++ koelkasten moet beleid het aankoopgedrag van de consument veranderen, bijvoorbeeld door voorlichting of subsidies op energiezuinige apparaten. Specifiek probleem van spaarlampen is dat ze bij aankoop vele malen duurder zijn dan een gewone gloeilamp, hoewel er over de levensduur gemeten eigenlijk geen meerkosten zijn, want een spaarlamp gaat veel langer mee.

---

<sup>61</sup> Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden, nr 608, 5 december 2006.

<sup>62</sup> European Commission (2006), *Action Plan for Energy Efficiency: Realising the Potential*, [http://ec.europa.eu/energy/action\\_plan\\_energy\\_efficiency/doc/com\\_2006\\_0545\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/energy/action_plan_energy_efficiency/doc/com_2006_0545_en.pdf)

<sup>63</sup> AER-advies 'Een graadje slimmer', Den Haag, november 2006.

Het energiezuinige ontwerp van apparaten kan alleen de overheid afdwingen via afspraken of normstelling op EU-niveau, zoals via de Ecodesign richtlijn. Normstelling zou verandering van het aankoopgedrag van consumenten overbodig kunnen maken, bijvoorbeeld wanneer een energiegebruiksnorm voor verlichting gloeilampen van de markt weert. Gezien de onzekerheid over de termijn waarop strenge normen binnen de EU gerealiseerd kunnen worden, is flankerend nationaal beleid nodig. Het betreft dan nationale labeling van apparaten waarvoor op EU-niveau geen normen of labels bestaan, convenanten met detailhandel, financieringsconstructies of subsidies.

Voor kantoorapparatuur en verlichting geldt een zelfde verhaal als voor huishoudelijke apparaten. Verlichting in de utiliteitsbouw valt onder gebouwgebonden energiegebruik en is daarmee ook onderdeel van de energielabels in het kader van de EPBD. Verlichting zou ook kunnen meeliften op beleid voor de bestaande bouw.

### *Bestaande bouw*

Energiebesparing in de bestaande bouw moet gebeuren via woning of gebouweigenaren. In Nederland zijn van de 6,8 miljoen woningen in 2005 ca. 3,5 miljoen woningen particulier bezit, ca. 2,5 miljoen woningen in handen van woningbouwcorporaties en 0,7 miljoen van overige verhuurders.

Met de woningbouwcorporaties kunnen afspraken worden gemaakt over energiebesparing. De energielabels in het kader van de EPBD maken het mogelijk dat zij de energieprestatie van hun woningen mee gaan nemen in hun strategisch voorraadbeheer. Financiële knelpunten worden deels gecompenseerd doordat verbeteringen leiden tot een langere levensduur en dus tot een langere exploitatie van woningen. Door energie-investeringen te koppelen aan een hogere huurprijs, kunnen financiële barrières verder teruggebracht worden. Voor de sociale huursector is hiervoor aanpassing van het woningwaarderingstelsel nodig. Woningcorporaties zijn van oudsher gefocust op het laag houden van huurlasten, zij zouden naar de totale woonlasten (huur plus energierekening) moeten kijken.

De grote groep particuliere woningeigenaren is moeilijker te benaderen dan de sociale huursector. Het is de vraag of het juridisch mogelijk is het nemen van energiebesparende maatregelen af te dwingen. Normstelling richting particuliere woningeigenaren is mogelijk strijdig met het eigendomsrecht en vereist mogelijk aanpassing van het burgerlijk wetboek. Dat geldt vooral voor zittende bewoners, maar mogelijk ook op mutatiemomenten. Ook de handhaving van normstelling levert problemen op, omdat de overdracht van een woning een civiele activiteit is waar de staat niet bij betrokken is.

Dat zou betekenen dat particuliere woningeigenaren moeten worden verleid tot het nemen van maatregelen. Dat kan door financiële prikkels: via subsidies of differentiatie van de overdrachtsbelasting, maar ook via de hypotheek of een fonds waarbij de kosten over een lange periode worden uitgesmeerd.

Om de praktische bezwaren te ondervangen moeten eigenwoningbezitters de mogelijkheden van energiebesparing op een presenteerblaadje krijgen aangeboden. Aan een energie-audit wordt niet alleen een advies voor energiebesparing, maar ook een concreet aanbod voor uitvoering en financiering van maatregelen gekoppeld. De overheid kan via publiek-private samenwerking helpen met het opzetten van dergelijke dienstverlening of marktpartijen stimuleren dit te doen bijvoorbeeld via BTW-verlaging op het leveren van energiediensten of door een energiebesparingsdoelstelling voor de particuliere sector neer te leggen bij de energiebedrijven.

In het plan Green4sure van de milieuorganisaties wordt gesproken over introductie van een nationaal CO<sub>2</sub>-emissieplafond voor niet-ETS-sectoren, zoals de gebouwde omgeving. Feitelijk is dit niet anders dan wanneer de overheid een energiebesparingsdoelstelling neerlegt bij de energiebedrijven voor de gebouwde omgeving. Alleen gaat het dan om een CO<sub>2</sub>-reductiedoel-

stelling, die niet alleen via energiebesparingsmaatregelen maar ook via groene stroomlevering kan worden ingevuld.

### *Nieuwbouw*

Door de krapte op de woningmarkt en de beperkte aandacht van kopers en verhuurders voor energiebesparing, is het de vraag of het mogelijk is energiebesparing in de nieuwbouw via marktvrage te stimuleren. In de nieuwbouw moeten projectontwikkelaars en andere bouwpartijen daarom wellicht worden verplicht tot het nemen van energiebesparende maatregelen. Dit kan via verdere aanscherping van de EPN of door ontwerpeisen in het bouwbesluit op te nemen. Het gebruik van nieuwe materialen en technieken moet dan wel eerst voldoende gedemonstreerd zijn in voorbeeldprojecten.

### *Efficiënte conversie*

Voor nog niet uitontwikkelde opties als de ultra hoogrendementsketel en micro-WKK en nieuwe WKK-concepten in de HDO kan marktintroductie worden gestimuleerd via financiële en praktische ondersteuning zoals subsidies, keurmerken en lease constructies via energiediensten.

### *Mogelijke acties korte termijn (huidige kabinetsperiode)*

- Onderhandelingen binnen de EU over normstelling t.a.v. het energiegebruik van elektrische apparaten en verlichting als uitwerking van de Ecodesign richtlijn vinden komende kabinetsperiode plaats. Nederland moet zorgen dat de normen streng genoeg zijn en geen apparatenbuiten beschouwing worden gelaten die voor het energiebesparingspotentieel heel relevant zijn.
- Belangrijk voor energiebesparing in de bestaande bouw is een vlotte en adequate invoering van de EPBD in de komende kabinetsperiode, omdat de energielabels een goede kapstok kunnen vormen voor nieuw beleid. Ook het PEGO bepleit een overheidsbeleid dat het energiebesparingstempo opvoert, gekoppeld aan de invoering van de EPBD.
- Woningcorporaties, verhuurders in de utiliteitsbouw en energiebedrijven kunnen een grote rol spelen in besparing in de bestaande bouw. In de komende kabinetsperiode moeten afspraken met die partijen gemaakt worden over hun rol in het beleid richting de bestaande bouw. Om een groot aantal woningen te verbeteren en daarbij aan te sluiten bij natuurlijke momenten moet zo snel mogelijk met de aanpak worden gestart.
- Onderzocht moet worden in hoeverre normstelling ten aanzien van de energieprestatie van bestaande particuliere woningen juridisch haalbaar is.
- Voor de nieuwbouw en nieuwe conversietechnieken geldt dat er vooral innovatiebeleid moet worden gevoerd, in samenwerking met marktpartijen en het energietransitie platform.

## 12.6 Twee pakketten uit verkenning ECN/MNP

Tabel 12.3 geeft een overzicht van de opties in het pakket 'vast' en in het pakket 'flexibel'. In de tabel staat de CO<sub>2</sub>-reductie, en de bijdrage aan besparing en duurzaam per optie. Ook vermeldt de tabel de nationale kosten en de kosteneffectiviteit.

In de vaste route levert de gebouwde omgeving een grotere bijdrage aan de broeikasgasreductie dan in de flexibele route. Dit komt vooral doordat in de vaste route fors wordt ingezet op groen gas, maar ook omdat in de vaste route iets meer energiebesparing zit dan in de flexibele route. In de flexibele route blijven de duurere besparingsmaatregelen achterwege, zoals verdere warmtevraagbeperking in de nieuwbouw en efficiënte conversietechnieken.

In de pakketten zit weinig duurzame energieopwekking in de gebouwde omgeving. In het referentiescenario is al een forse groei van duurzame energie voorzien, de gepresenteerde potentiëlen in de tabel betreffen additioneel potentieel. De inzet van duurzame energie is verder gering doordat het vaak relatief dure opties betreft die in een naar nationale kosten geoptimaliseerd pakket niet worden gekozen.

Tabel 12.3 CO<sub>2</sub>-reductie, besparing, duurzaam en nationale kosten gebouwde omgeving in vast en flexibel pakket

	CO <sub>2</sub> -reductie [Mton]	Besparing [PJ <sub>prim</sub> ]	Vast		CO <sub>2</sub> -reductie [Mton]	Besparing [PJ <sub>prim</sub> ]	Flexibel		Nationale kosten [€/ton]	
			Duurzaam [PJ vermeden primair]	Nationale kosten [mln €]			Duurzaam [PJ vermeden primair]	Nationale kosten [mln €]		
<i>Utiliteitsbouw/HDO</i>										
Elektriciteitsbesparing apparaten en verlichting	3,5	53		-128	-37	3,7	56		-106	-28
Vraagbeperking bestaande bouw	0,7	13		273	369	0	0			
Vraagbeperking nieuwbouw	0,2	3		266	1480	0	0			
Zonneboilers	0,02	0,3	0,3	13	642	0	0	0		
Warmtepompen met warmte/koude opslag	0,2	4	3,7	-11	-63	0,2	3	4	-12	-73
Warmtepompen voor verwarming	0	0			200		0			
Potentieelbenutting WKK	0,7	9		24	35	0,8	10		34	41
Nieuwe concepten WKK	0,1	1		32	290	0	0			
<i>Woningbouw/huishoudens</i>										
Elektriciteitsbesparing spaarlampen en A++ koelkasten	0,2	3		-16	-74	0,2	3		-14	-61
Elektriciteitsbesparing apparaten	2,4	37		292	122	2,2	32		8	4
Vraagbeperking bestaande bouw	0,9	16		115	125	0,9	16		115	125
Vraagbeperking nieuwbouw	0,2	4		372	1860	0	0			
Zuinig stookgedrag huishoudens	0,2	3		-17	-103	0,2	3		-17	-103
Zonneboilers	0,1	2	2	114	879	0	0	0		
Warmtepompen	0,2	4	4	76	424	0	0	0		
UHR ketels	0,2	3		279	1857	0	0			
Micro-WKK <sup>64</sup>	0,2	2		112	748	0	0			
<i>Gebouwde omgeving totaal</i>										
Restwarmtebenutting	0,3	5		-14	-48	0,3	5		-14	-48
Zon-PV	0	0			700	0	0			
Groen gas uit (co)vergisting van mest (en biomassa)	2,7	0	47	476	180	1,6	0	29	273	167
Groen gas uit stortgas, RWZI's	0,3	0	5	-20	-73	0,3	0	5	-20	-73
Groen gas uit vergassing van biomassa	7,2	0	181	1449	200	0	0	0		
<b>Totaal</b>	<b>20,3</b>	<b>163</b>	<b>243</b>	<b>3688</b>	<b>181</b>	<b>10,4</b>	<b>129</b>	<b>38</b>	<b>246</b>	<b>24</b>

<sup>64</sup> Besparing door micro-WKK levert weinig CO<sub>2</sub>-reductie ten gevolge van een toenemend aandeel duurzaam en de introductie van CCS in de elektriciteitsproductie.

## 13. Overige Broeikasgassen<sup>65</sup>

### 13.1 Samenvatting

*Wat zijn korte termijn acties en lange termijn doelen in de sector?*

Op korte termijn kan bij de salpeterzuurproductie een reductie van 3,6 Mton CO<sub>2</sub>-eq in 2010 worden bereikt, wanneer de N<sub>2</sub>O-emissies van de salpeterzuurproductie onder het EU-emissiehandelssysteem ETS komen te vallen. Op termijn van 2020 is door nationaal beleid een emissiereductie van 0,7 Mton mogelijk bij de F-gassen van isolatieschuimen en koel-, vries- en airco-installaties. In de landbouw kan via nationaal beleid een reductie van overige broeikasgasemissies worden bereikt van 3,3 Mton in 2020 door verbetering van de stikstofbenutting, aanpassing van veevoer bij rundvee en winning van biogas.

*Welke bijdrage kan de sector leveren aan de doelstellingen van het kabinet?*

Reductie van overige broeikasgassen kan een bijdrage leveren aan de klimaatdoelstelling van 5 à 8 Mton. Winning van biogas kan een bijdrage leveren aan de duurzame energiedoelstelling. Reductie van overige broeikasgassen levert geen bijdrage aan energiebesparing.

### 13.2 Inleiding

Door ECN en MNP is een eerste en ruwe verkenning gedaan naar de maatregelen en beleidsinstrumenten waarmee de doelstellingen van de Regering op het gebied van energie- en klimaatbeleid gerealiseerd kunnen worden. De onderzochte doelstellingen voor 2020 zijn 30% vermindering van de uitstoot van broeikasgassen, een 20% aandeel voor duurzame energie en een energiebesparingstempo van 2% per jaar.

ECN en MNP hebben in de verkenning twee routes onderzocht om 30% broeikasgasreductie te bereiken. Een route met vaste subdoelen voor energiebesparing (2% per jaar) en duurzaam (20%) (de 'vaste' route) en een route waarin tegen zo laag mogelijke kosten de broeikasgasreductie wordt gerealiseerd en besparing en duurzaam flexibel worden ingezet (de 'flexibele' route). De twee routes veronderstellen een ander pakket aan maatregelen voor reductie van broeikasgasemissies.

Dit document maakt een eerste vertaalslag van de nationale doelen naar de sector overige broeikasgassen en verkent maatregelen en instrumenten om in dat sectorale beeld te voorzien. Daarnaast wordt een relatie gelegd met technologische innovaties die voor deze sector relevant zijn, zoals aangegeven door de platforms onder de energietransitie.

### 13.3 Beleidsopgave sector

*Beschrijving sector*

Met de sector Overige broeikasgassen worden de activiteiten aangeduid waarbij emissies plaatsvinden van de broeikasgassen N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub> en de F-gassen bestaande uit HFKs, PFKs en SF<sub>6</sub>. De emissies van de overige broeikasgassen vinden voornamelijk plaats in de industrie, stortplaatsen en landbouw.

Het broeikasgas N<sub>2</sub>O komt vrij bij de productie van salpeterzuur en caprolactam in de chemische industrie en CH<sub>4</sub> ontstaat uit afval van stortplaatsen. De F-gassen komen vrij bij de pro-

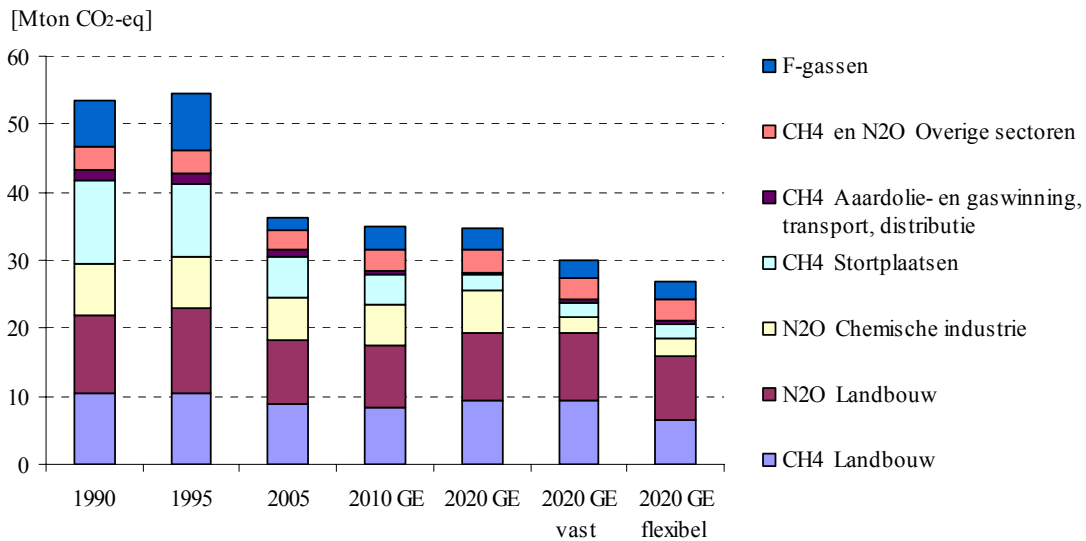
---

<sup>65</sup> Versiedatum ECN/MNP: 5 juli 2007.



ductie van HCFK22 en primair aluminium en bij gebruik als koelmiddel in stationaire koelinstallaties en airco's, en bij gebruik in de halfgeleiderindustrie. Om versnippering in de rapportage te voorkomen worden de F-gassen toegedeeld aan de industrie.

Bij de emissie van niet-CO<sub>2</sub>-broeikasgassen uit de landbouw gaat het om N<sub>2</sub>O en CH<sub>4</sub>. N<sub>2</sub>O komt vrij uit landbouwbodems en hangt samen met het niveau van bemesting: hoe meer stikstofmeststoffen, hoe hoger de emissie. Bodemprocessen zetten een klein deel van de stikstof om in N<sub>2</sub>O. Daarnaast komt N<sub>2</sub>O vrij uit mestopslagen. CH<sub>4</sub> wordt uitgestoten door vee als gevolg van fermentatie (vergisting) van voer in darmen en pens van dieren; de meeste CH<sub>4</sub> komt van runderen. Daarnaast komt CH<sub>4</sub> vrij uit mestopslagen als gevolg van vergisting van dierlijke mest.



Figuur 13.1 Emissies van overige broeikasgassen (historisch en projecties)

In Figuur 13.1 zijn de broeikasgasemissies voor de sector overige broeikasgassen weergegeven voor de jaren 1990, 1995 en 2005, het referentiescenario voor 2020, en de emissies in 2020 uitgaande van realisatie van het klimaatdoel via de vaste of flexibele route.

Ter toelichting op de cijfers:

- Historische jaren: Emissieregistratie, ronde 2006/2007.
- Referentie 2020: dit is de emissieprojectie voor het GE-scenario (geactualiseerd bij hoge olieprijs) en uitgaande van het huidige beleid.

In Bijlage B staan de cijfers uitgesplitst naar N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub> en F-gassen.

Het figuur laat zien dat bij realisatie van de doelen uit het coalitieakkoord de emissieruimte voor de overige broeikasgassen afneemt tot ongeveer 27 Mton in 2020, tenminste wanneer de beoogde broeikasgasreductie zo kosteneffectief mogelijk wordt ingevuld. Bij het hanteren van vaste subdoelen voor besparing en duurzaam zal voor de overige broeikasgassen een minder grote reductieinspanning nodig zijn. De emissieruimte in 2020 neemt dan af naar 30 Mton.

Ten opzichte van bestaand beleid bedraagt de benodigde extra emissiereductie van overige broeikasgassen in de flexibele route 8 Mton in 2020. Bij het hanteren van vaste subdoelen is de reductie inspanning 5 Mton.

## 13.4 Opties

### *Waar valt wat te reduceren ?*

In de sector overige broeikasgassen (excl. Landbouw) kunnen emissiereducties worden behaald in de volgende deelsectoren:

- N<sub>2</sub>O uit de Salpeterzuurproductie),
- CH<sub>4</sub> uit Stortplaatsen,
- F-gassen (HFKs, PFKs, SF<sub>6</sub>) uit de industrie.

Voor wat betreft de overige broeikasgassen uit de landbouw zijn er drie onderdelen waar maatregelen zich vooral op zouden moeten richten:

- vermindering van de N<sub>2</sub>O-emissie uit landbouwbodems,
- vermindering van CH<sub>4</sub>-emissie uit pensfermentatie bij rundvee,
- vermindering van CH<sub>4</sub>-emissie uit mestopslagen.

### *Welke technologieën zijn beschikbaar ?*

#### *N<sub>2</sub>O uit de Salpeterzuurproductie*

Bij de salpeterzuurproductie gaat het om de installatie van een katalysator als end-of-pipe techniek in zes salpeterzuurfabrieken. Deze katalysator kan een N<sub>2</sub>O-reductie van minimaal 75% van de huidige emissie bewerkstelligen. Het gaat om een relatief goedkope maatregel indien uitgedrukt in €/ton CO<sub>2</sub>-eq (zie Paragraaf 13.6). Omdat het om slechts drie bedrijven gaat, waar de maatregel voor een flinke reductie kan zorgen, worden de kosten per bedrijf echter wel hoog. Met de katalysator kan een N<sub>2</sub>O-emissiereductie van 3 à 4 Mton CO<sub>2</sub>-equivalenten worden behaald.

#### *CH<sub>4</sub> uit Stortplaatsen*

Bij stortplaatsen is er in 2010 als er gewerkt wordt volgens de stand der techniek een emissiereductie van CH<sub>4</sub> haalbaar van 0,07 Mton CO<sub>2</sub>-eq. met kosten van 3,5 €/tCO<sub>2</sub>-eq. Voor 2020 is nog geen informatie beschikbaar. In het Optiedocument is bij de optie groen gas uit stortgas alleen de CO<sub>2</sub>-reductie door vermeden fossiel verbruik meegenomen (zie sectordocument Gebouwde omgeving) en niet de overige broeikasgasreductie door minder CH<sub>4</sub>-emissie.

#### *F-gassen (HFKs, PFKs, SF<sub>6</sub>) uit de industrie*

In de Referentieraming 2005 is bij de stationaire koeling al rekening gehouden met een lager lekverlies (3,5% in 2010) en een vervanging van 10% van de totaal te vervangen HCFKs door natuurlijke koudemiddelen.

Om bij de F-gassen de emissies in 2020 verder te reduceren zijn de volgende maatregelen voorhanden:

- Overschakelen op koudemiddelen en blaasmiddelen met een lager broeikaseffect, het zogeheten Global Warming Potential (GW<sub>p</sub>).
- Verder overschakelen op alternatieve koudemiddelen en blaasmiddelen zonder opwarmend broeikaseffect.

Volgens het Optiedocument is bij het gebruik van F-gassen (HFKs, PFKs, SF<sub>6</sub>) nog een reductie te behalen van ca. 1,5 Mton CO<sub>2</sub>-eq in 2020, waarvan:

- 0,2 Mton CO<sub>2</sub>-eq bij isolatieschuimen (HFKs)
- 1,0 Mton CO<sub>2</sub>-eq bij koel-, vries- en airco-installaties (HFKs)
- 0,3 Mton CO<sub>2</sub>-eq bij de halfgeleiderindustrie (PFKs).

Bij PFKs en SF<sub>6</sub> zijn geen verdere reducties mogelijk.

Hiervan zijn de reducties bij de halfgeleiderindustrie en 50% van de reductie bij koel-, vries- en aircoinstallaties al meegenomen in het referentiescenario. Wat dus resteert is een te behalen reductie van 0,7 Mton CO<sub>2</sub>-eq. Voor de kosten wordt verwezen naar Paragraaf 13.6.

#### *N<sub>2</sub>O en CH<sub>4</sub> uit de landbouw*

In de landbouw kunnen de volgende drie maatregelen worden genomen:

##### *1. Vermindering van de N<sub>2</sub>O-emissie uit landbouwbodems door verbetering van de stikstofbenutting*

De N<sub>2</sub>O-emissie uit landbouw kan verder omlaag door de bemesting verder terug te dringen. De meeste rek zit in de kunstmestgift; minder dierlijke mest toedienen is duur, omdat er daardoor een mestoverschot ontstaat wat tegen relatieve hoge kosten moet worden verwerkt. Minder bemesting hoeft niet te leiden tot minder opbrengst, mits de bedrijfsvoering zodanig wordt aangepast dat de aanwezige stikstof in het landbouwsysteem beter wordt benut. Dit kan bijvoorbeeld door het splitsen van de stikstofgiften; een eiwitarmere veevoerrantsoen; een hogere productie per dier; door rekening te houden met nalevering van stikstof uit dierlijke mest, gescheurd grasland en gewasresten. Dit zijn allemaal voor de praktijk beschikbare maatregelen.

##### *2. Vermindering van CH<sub>4</sub>-emissie uit pensfermentatie bij rundvee door aanpassing van veevoer van rundvee*

Door aanpassingen aan de samenstelling van het veevoer en het rantsoen van rundvee is de vertering van voer zodanig te beïnvloeden dat de methaanemissie daalt. Hiervoor zijn drie strategieën denkbaar: 1) verhogen van het aandeel zetmeel in het rantsoen, 2) toevoegen van onverzadigde vetzuren, bijvoorbeeld uit lijnzaad en 3) toevoegen van additieven. Bij additieven gaat het om een zeer uiteenlopende groep van saponinen, etherische oliën, extracten, gisten en silagemiddelen. De drie strategieën kunnen (kosten)effectief zijn, maar de onzekerheden zijn relatief groot. Dit geldt in het bijzonder voor de werking van additieven. De technologieën zijn dus (deels) voor de praktijk beschikbaar, maar vragen nog wel nader (praktijk)onderzoek.

##### *3. Vermindering van CH<sub>4</sub>-emissie uit mestopslagen door winning van biogas*

Winning van biogas uit varkens- en rundveemest is een effectieve techniek om methaanemissies te vermijden. Tijdens de opslag van drijfmest komt methaan vrij. Als de mest zo snel mogelijk nadat het vee deze heeft uitgescheiden in een mestvergister wordt verwerkt, wordt deze opslagemissie beperkt. De methaan die uit het vergistingsproces vrijkomt wordt opgevangen en met dit 'biogas' kan elektriciteit en warmte worden opgewekt. Mestvergisting op alle melkvee- en varkensbedrijven levert een reductie van de methaanemissie op van 2,5 Mton CO<sub>2</sub>-eq. en bovendien indirect een reductie van 1,6 Mton CO<sub>2</sub> doordat het biogas fossiele energiedragers vervangt. De nationale kosten bedragen ruwweg € 300 mln. per jaar. In de praktijk wordt hiervoor voor deze maatregel vooral gekeken naar de grotere bedrijven, die de benodigde investeringen tamelijk snel kunnen terugverdienen. Als alleen grote bedrijven meedoen zijn de kosten € 80 mln. per jaar en is het potentieel rond de 1,0 Mton CO<sub>2</sub>-eq. door de vermeden methaanemissie en 0,6 Mton door het uitsparen van fossiele brandstoffen. De biogasproductie is nog op te voeren door co-substraat toe te voegen, wat het financieel rendement in sommige situaties kan verbeteren.

Naast deze drie technologieën zijn er twee maatregelen die niet zozeer technologisch zijn en gericht op alleen overige broeikasgassen, maar een relatie hebben met ruimtelijke ordening en consumentengedrag. De eerste maatregel betreft verhoging van het waterpeil in veenweidegebieden, waardoor er minder afbraak van veen plaatsvindt en daardoor minder CO<sub>2</sub>- en N<sub>2</sub>O-emissie. De tweede maatregel is vermindering van de vleesconsumptie, wat de vleesproductie verlaagt en daarmee de bijbehorende emissie van methaan bij de dierlijke productie (vooral van rundvee) en emissie van lachgas en het ruimtebeslag bij de productie van diervoeders.

#### *Relatie met energietransitie*

De energietransitieplatforms gaan niet over reductie van overige broeikasgassen.

## 13.5 Instrumentatie

### *Het huidige beleid*

Het huidige beleid bestaat uit:

- Algemeen: Reductieplan Overige Broeikasgassen (ROB).
- Chemische industrie: IPPC richtlijnen (BREF), vergunningenspoor.
- CH<sub>4</sub> uit Stortplaatsen.
  - Stortverbod voor 35 categorieën afvalstoffen.
  - Doelstelling van 2 Mton in het Landelijk Afvalbeheer Plan (LAP) wat in 2012 maximaal gestort mag worden.
  - Volgens het recente BBT-document (M.Kraakman, 2005) kan er bij stortplaatsen in 2010 als er gewerkt wordt volgens de stand der techniek een emissiereductie van CH<sub>4</sub> van 0,07 Mton CO<sub>2</sub>-eq. behaald worden.
- F-gassen (HFKs, PFKs, SF<sub>6</sub>) uit de industrie:
  - De F-gassen verordening en richtlijn auto-airco's.
  - De ombouw van koelinstallaties naar natuurlijke koudemiddelen wordt gestimuleerd via EIA, MIA/VAMIL.
- Landbouw: het doen van onderzoek en praktijkexperimenten (o.a. ROB-agro). Er is nog nauwelijks specifiek klimaatbeleid gedefinieerd, dat is gericht op vermindering van broeikasgasemissies uit de landbouw. Er zijn enkele subsidieregelingen geweest, zoals de subsidieregeling opwekken duurzame elektriciteit in vergistingsinstallaties uit 2006. Tegenover het geringe specifieke klimaatbeleid staat het mest- en landbouwbeleid dat meer effect heeft gehad op de emissie van niet-CO<sub>2</sub>-broeikasgassen:
  - Het mestbeleid: bemestingsnormen hebben een neveneffect op de emissie van lachgas en (opkoop) van dierrechten hebben een neveneffect op de methaanemissie.
  - Het gemeenschappelijk landbouwbeleid van de EU, omdat het instellen van de melkquotering geleidelijk heeft geleid tot daling van de emissie van onder meer methaan.

### *In voorbereiding zijnde instrumenten*

In het nationaal allocatieplan is een aanvraag voor een opt-in opgenomen voor N<sub>2</sub>O emissies uit de salpeterzuurproductie. Het gaat om drie inrichtingen. De hoeveelheid emissieruimte voor de totale Nederlandse salpeterzuurindustrie per jaar bedraagt 1,4 Mton CO<sub>2</sub>-equivalenten voor de bestaande inrichtingen. Daarnaast is ongeveer 0,3 Mton voor nieuwkomers beschikbaar. De toegewezen emissieruimte is gebaseerd op een benchmark van 1,8 kg N<sub>2</sub>O/ton 100% salpeterzuur. Deze benchmark komt nagenoeg overeen met de bovengrens van de emissie-range (0,12-1,85 kg N<sub>2</sub>O/ton 100% salpeterzuur) voor bestaande installaties van wat haalbaar is met de Best Beschikbare Technieken bij bestaande fabrieken uit de BREF van 2006 (IPPC, 2006). De Europese Salpeterzuurindustrie is het niet eens met deze 1,8 kg N<sub>2</sub>O/ton 100% salpeterzuur en eist dat de bovengrens wordt bijgesteld naar 2,5 kg N<sub>2</sub>O/ton 100% salpeterzuur voor bestaande installaties. Afhankelijk van de uitkomst van deze discussie zal de reductie t.o.v. het referentiescenario 3 à 4 Mton zijn. Mocht de opt-in niet doorgaan dan wordt voor de salpeterzuur producenten de IPPC-richtlijn van kracht.

Voor de landbouw is geen specifiek klimaatbeleid in voorbereiding. Wel worden aanpassingen voorbereid van mestbeleid, landbouwbeleid en subsidieregelingen.

### *Het kader van EU-beleid*

De reductie van N<sub>2</sub>O-emissies bij de salpeterzuurproductie zal volledig door EU-beleid worden bereikt. In de actualisatie van de Referentieraming is bij de F-gassen al rekening gehouden met de EU-beleidsstukken 'F-gassen verordening' en de 'Richtlijn auto-airco's'. De F-gassen verordening gaat over een paar jaar geëvalueerd worden. Dat is het moment waarop zwaardere instrumenten als verboden of heffingen ingestoken kunnen worden, zodat een verdere reductie van HFKs behaald kan worden. Lukt dit niet, dan zal voor een verdere reductie van de HFKs extra nationaal beleid nodig zijn.

Voor de landbouw wordt een stijging van het aantal melkkoeien voorzien door de verwachte afschaffing van de melkquotering na 2015, waardoor de emissie van methaan zal stijgen. De emissie van lachgas stijgt hierdoor mogelijk ook (want meer rundermest op het land), maar dit hangt mede af van de toekomstige bemestingsnormen en de invloed van de Europese kaderrichtlijn water daarop.

#### *Mogelijkheden voor instrumentatie op termijn 2020*

Om de reductie van HFKs in 2020 te realiseren kan overwogen worden om het Reductieplan Overige Broeikasgassen (ROB) aan te scherpen. Dit kan o.a. leiden tot een verbod op het gebruik van F-gassen. Hierbij kan het gevaar ontstaan dat Nederland strenger gaat worden dan de EU, waardoor de concurrentiepositie van bedrijven in Nederland in gevaar kan komen. Daarom gaat de voorkeur uit naar het opnemen van zwaardere instrumenten als verboden of heffingen in de F-gassen verordening (zie ook Het kader van EU-beleid).

Voor de landbouw zou onderzocht kunnen worden op welke manieren de uitstoot van overige broeikasgassen uit de landbouw onder het systeem van emissiehandel kan worden gebracht en wat de meerwaarde daarvan zou zijn ten opzichte van het (voorgenomen) mestbeleid.

#### *Mogelijke acties korte termijn (komende kabinetsperiode)*

De kans dat de N<sub>2</sub>O-reductie bij de Salpeterzuurproductie zal slagen is groot. Lukt het namelijk niet om onder het regime van de emissiehandel te komen dan zal binnen deze kabinetsperiode aan de IPPC-richtlijn voldaan moeten worden. Verder loopt er momenteel onderzoek naar de aanscherping van de emissienormen BEES voor methaanslip uit gasmotoren (WKK glastuinbouw).

Mogelijke instrumenten voor de landbouw ter realisatie van het klimaatdoel zijn:

- Vergroten van bewustwording van het klimaatprobleem in de landbouw, in combinatie met voorlichting over praktische maatregelen.
- Verdere aanscherping van stikstofnormen in het mestbeleid, voor zover opbrengstverliezen beperkt kunnen blijven, gecombineerd met voorlichting over verbetering stikstofbenutting.
- Mogelijkheden voor vermindering van methaanemissie meenemen in advies veevoeding.
- Nader praktijkonderzoek naar effecten van additieven in voer als middel om methaanemissie te verlagen en het gebruik van nitrificatieremmers in meststoffen.
- Uitbreiden van subsidieregelingen voor mestvergisting en co-vergisting, met als doel vermindering van methaanemissie en (neven)doel groen gas en/of duurzame electriciteitsopwekking. Het integrale milieu-effect zou moeten tellen bij de toekenning van MEP-subsidie, dus laat methaanreductie meewegen en stel duurzaamheidscriteria vast waaraan substraat voor co-vergisting moet voldoen. Vermindering van knelpunten bij de afzet van digestaat.

## 13.6 Twee routes uit verkenning ECN/MNP

Tabel 13.1 geeft een overzicht van de opties in de route 'vast' en in de route 'flexibel'. In de tabel staat de emissiereductie van de overige broeikasgassen uitgedrukt in CO<sub>2</sub>-equivalenten, en de neveneffecten op CO<sub>2</sub>-emissie (reductie door vermeden fossiel energiegebruik). Ook vermeldt de tabel de nationale kosten en de kosteneffectiviteit.

In de vaste route levert de reductie van overige broeikasgassen een kleinere bijdrage aan de klimaatdoelstelling dan in de flexibele route. Dit komt doordat in de vaste route fors wordt ingezet op energiebesparing en duurzame energie. In de vaste route is daardoor minder reductie van overige broeikasgassen nodig om de klimaatdoelstelling te halen. In de flexibele route wordt meer reductie van overige broeikasgassen ingezet omdat deze relatief goedkoop zijn waardoor de duurdere energiebesparingen en duurzame energie in de andere sectoren achterwege kunnen blijven.

De reductiemaatregelen van N<sub>2</sub>O in de salpeterzuurproductie en van de F-gassen worden in beide routes ingezet met een emissiereductie van 4,7 Mton CO<sub>2</sub>-equivalenten. De reducties in de landbouw worden alleen ingezet in de flexibele route met een emissiereductie van 3,3 Mton CO<sub>2</sub>-equivalenten.

De ca. 2 Mton CO<sub>2</sub>-reductie van mestvergisting betreft de reductie door vermeden fossiel energiegebruik en vertoont overlap met de optie groen gas uit mestvergisting in het sectordocument gebouwde omgeving.

In de flexibele route is in de overall berekeningen ook nog de optie evenwichtsbemesting meegenomen. Deze heeft qua effect echter overlap met de optie stikstofbenutting en is hier daarom weggelaten.

Tabel 13.1 *BKG-reductie opties overige broeikasgassen*

	Vast					Flexibel				
	BKG-reductie totaal Mton	OBG-reductie Mton	CO <sub>2</sub> - reductie Mton	Nationale kosten [mln €]	[€/ton]	BKG-reductie totaal [Mton]	OBG-reductie [Mton]	CO <sub>2</sub> - reductie [Mton]	Nationale kosten [mln €]	[€/ton]
N <sub>2</sub> O-reductie salpeterzuurproductie	4	4	0	2	1	4	4	0	2	1
Reductie gebruik F-gassen	0,7	0,7	0	4	5	0,7 <sup>66</sup>	0,7	0	4	5
N <sub>2</sub> O-reductie landbouwbodems door verbetering stikstofbenutting	0	0	0	0	0	0,4	0,4	0	20	50
CH <sub>4</sub> -reductie pensfermentatie door aanpassing veevoer	0	0	0	0	0	0,35	0,35	0	30	86
CH <sub>4</sub> -reductie door mestvergisting	0	0	0	0	0	4,2	2,6	1,6	300	70
<i>Totaal</i>	<i>5</i>	<i>5</i>	<i>0</i>	<i>60</i>	<i>12</i>	<i>10</i>	<i>8</i>	<i>2</i>	<i>356</i>	<i>36</i>

<sup>66</sup> In de berekeningen eigenlijk 1,5 Mton, maar 0,8 daarvan is al onderdeel zijn van actualisatie GE-scenario.

## Referenties

- AVV (2005): *Verkeerskundige effecten varianten 'Anders betalen voor mobiliteit'*. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, Rotterdam.
- Brink, R.M.M. van den, et.al. (2004): *Optiedocument Verkeersemissies: effecten van maatregelen op verzuring en klimaatverandering*. Milieu- en Natuurplanbureau/CE Delft, Rapportnummer: 773002026, Bilthoven, 2004.
- CPB/MNP/RPB (2006): *Welvaart en leefomgeving*. Centraal Planbureau/Milieu- en Natuurplanbureau/Ruimtelijk Planbureau, Den Haag/Bilthoven.
- CPB (2006): *WLO mobiliteitsscenario's met prijsbeleid*. Centraal Planbureau, Den Haag, 29 september 2006.
- CPB/ECN (2005): *Windenergie op de Noordzee - Een maatschappelijke kosten-batenanalyse*, Lijesen, Centraal Planbureau/Energieonderzoekcentrum Nederland, September 2005.
- Daniëls, B.W. & J.C.M. Farla (coörd.) (2005a): *Potentieelverkenning klimaatdoelstellingen en energiebesparing tot 2020. Analyses met het Optiedocument energie en emissies 2010/2020*. ECN/MNP, ECN-C--05-106/MNP-773001039, Petten/Bilthoven, januari 2006.
- Daniëls, B.W. & J.C.M. Farla (coörd.) (2005b): *Optiedocument energie en emissies 2010/2020*. ECN-C--05-105/MNP 7730001038, Petten/Bilthoven, maart 2006.
- Daniëls, B.W., et.al. (2006): *Instrumenten voor energiebesparing; Instrumenteerbaarheid van 2% besparing per jaar*. ECN-E--06-057, Petten, december 2006
- Daniëls, B.W., et.al. (2007): *Instrumenten voor Energiebesparing - Achtergronddocument bij de instrumenteerbaarheid van 2% besparing per jaar*. ECN, in voorbereiding, 2007
- Davies (2007). *Draft report on the Community Strategy to reduce CO<sub>2</sub> emissions from passenger cars and light-commercial vehicles*. (2007/2119(INI)). June 8, 2007.  
[http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2004\\_2009/documents/pr/670/670834/670834en.pdf](http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2004_2009/documents/pr/670/670834/670834en.pdf)
- Daniëls et al. (2006): *Instrumenten voor energiebesparing - Instrumenteerbaarheid van 2% energiebesparing per jaar*. Daniëls et al., ECN, december 2006, ECN-C-06-057.
- Dril, A.W.N. en H.E. Elzinga (2005): *Referentieramingen energie en emissies 2005-2020*. ECN-C--05-018/MNP-773001031, Petten/Bilthoven, mei 2004.
- EnergieNed (2007): *'CCS in Nederland'* naar verwachting in juli 2007 openbaar.
- Geurs, K.T., et. al. (2005): *Milieu-effecten Anders Betalen voor Mobiliteit*. Rapportnummer 773002029/2005, Milieu- en Natuurplanbureau, Bilthoven.
- Hoën, A., et al. (2006): *Verkeer en vervoer in de Welvaart en Leefomgeving; Achtergronddocument bij Emissieprognoses Verkeer en Vervoer*. MNP rapport 500076002/2006, Milieu- en Natuurplanbureau (MNP), Bilthoven, 2006.
- HMRC (2006): *Report on the evaluation of the company car tax reform: stage 2*. Her Majesty's Revenue & Customs, <http://www.hmrc.gov.uk/>, 22 Maart 2006.
- MNP (2007): *Milieu en duurzaamheid in Regeerakkoord 2007*. MNP Rapport 500085003/2007, Bilthoven, Milieu- en Natuurplanbureau, februari 2007.
- Muconsult (2002): *Effecten van kilometerheffing op het wagenpark*. Onderzoeksrapport., Amersfoort: Muconsult B.V., 2002.
- PRC (2007) *Onderzoek naar de effecten van Geforceerde Modal Shift*. Bodegraven, maart 2007.



- Scheepers, M.J.J., A.J. Seebregts, J.J. de Jong, J.M. Maters (2006): *EU Standards for Energy Security of Supply*, ECN/CIEP, ECN-C-06-039/CIEP, June 2006.
- Scheepers, M.J.J., A.J. Seebregts, J.J. de Jong, J.M. Maters (2007): *EU Standards for Energy Security of Supply*, Updates on the Crisis Capability Index and the Supply/Demand Index, Quantification for EU-27, ECN/CIEP, ECN-E-07-004/CIEP, March 2007.
- Schulz, G. (2006): *HGV tolls in Germany HGV tolls in Germany based on satellite and mobile communications based on satellite and mobile communications technology: innovative, environmentally friendly and fair*. <http://www.cemt.org/topics/taxes/Paris06/Schulz.pdf>. Conference on Road Charging Systems: Technology Choice and Cost Effectiveness, Paris, 1 June 2006.
- SEC(2005)467: *New Sources of Financing for Development: A Review of Options Commission Staff Working Paper*. Commission to the European Community, Brussels, 5 april 2005.
- Seebregts, A.J. (2007): *Beoordeling nieuwbouwplannen elektriciteitscentrales in relatie tot de WLO SE- en GE-scenario 's: een quickscan*, ECN-E--07-014, ECN, Petten, februari 2007.
- Tilburg, X. van, J.C. Jansen, M.A. Uytterlinde, S.M. Lensink (2006): *Verplichting voor duurzame elektriciteit in Nederland - Verkenning van mogelijkheden en randvoorwaarden*, ECN-E--06-038, december 2006.
- TenneT (2005). *Kwaliteits- en Capaciteitsplan 2006-2012*, sinds 17 maart 2006 openbaar via [www.tennet.org](http://www.tennet.org), TenneT, Arnhem, december 2005.
- TNO/IEEP/LAT (2006): *Review and analysis of the reduction potential and costs of technological and other measures to reduce CO<sub>2</sub>-emissions from passenger cars*. TNO rapport 06.OR.PT.040.1/RSM, TNO, Delft, 31 oktober 2006.

## Bijlage A Tabellen bij figuren

Tabel A.1 *Tabel bij Figuur 2.1*

BKG-reductie naar thema [Mton]	Vast	Flexibel
JI/CDM	20	20
Besparing	37	29
Duurzaam	27	19
CCS	6	15
Overige broeikasgassen	5	12
<i>Totaal</i>	<i>95</i>	<i>95</i>

Tabel A.2 *Tabel bij Figuur 2.2*

Nationale kosten naar thema [mld €]	Vast	Flexibel
JI/CDM	1,0	1,0
Besparing	3,2	0,3
Duurzaam	3,8	1,5
CCS	0,2	0,3
Overige broeikasgassen	0,1	0,4
<i>Totaal</i>	<i>8,2</i>	<i>3,5</i>

Tabel A.3 *Tabel bij Figuur 3.1*

Besparing naar sector [PJ]	Vast	Flexibel
Industrie	105	108
Elektriciteitsproducenten	61	37
Landbouw	34	35
Gebouwde omgeving	163	129
Transport	113	88
<i>Totaal</i>	<i>475</i>	<i>397</i>

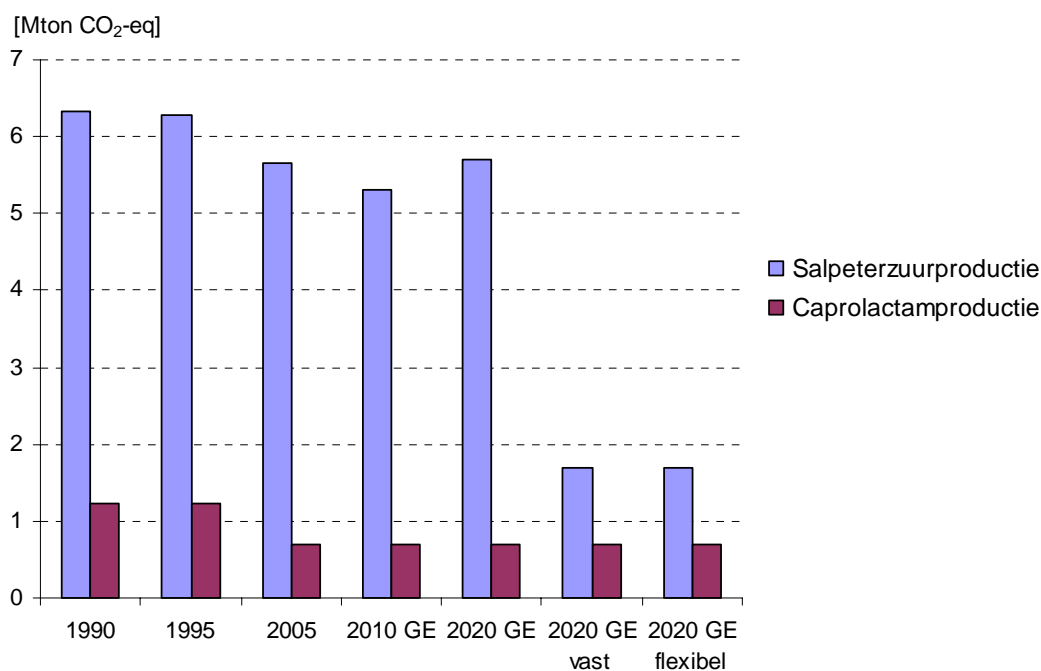
Tabel A.4 *Tabel bij Figuur 4.1*

[PJ vermeden primair]	2005	Referentie 2020	Vast	Flexibel
Waterkracht	0,7	1,2	1,2	1,2
Wind op land	17	53	53	70
Wind op zee	0	64	166	195
Zon-PV	0,3	1,3	1,3	1,3
Duurzame warmte	3	8	18	12
Vuilverbranding	12	18	21	21
Elektriciteit uit biomassa	34	111	136	152
Houtkachels	7	7	7	7
Groen gas	5	5	186	38
Biobrandstoffen	0	0	101	39
<i>Totaal</i>	<i>79</i>	<i>267</i>	<i>691</i>	<i>537</i>
TVB	3314	3884	3437	3448
Aandeel duurzaam	2,4%	7%	20%	16%

## Bijlage B Emissies van N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub> en F-gassen (historisch en projecties)

### N<sub>2</sub>O uit de Chemische industrie (Salpeterzuur- en Caprolactamproductie)

In onderstaande figuur zijn de N<sub>2</sub>O-emissiecijfers van de deelsector Chemische industrie opgenomen.

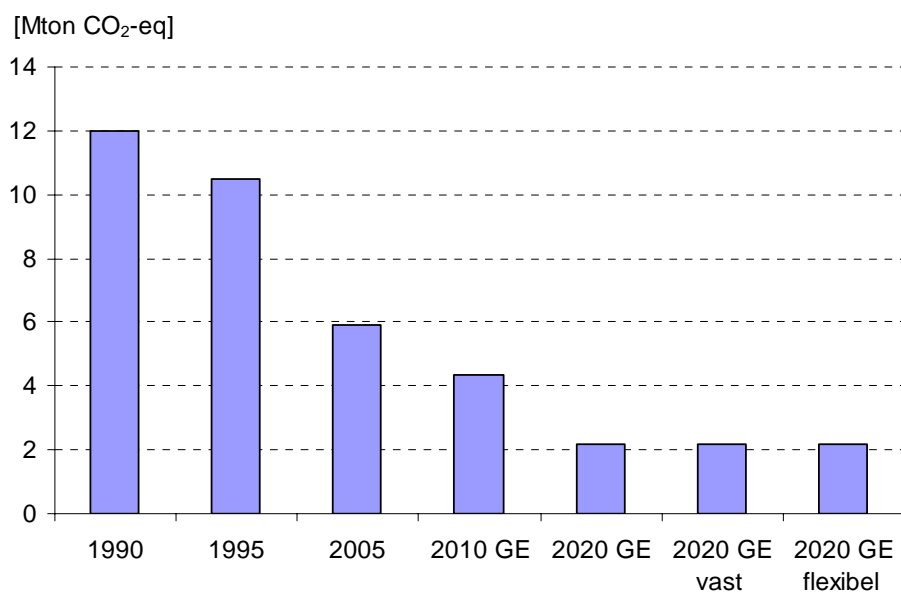


Figuur B.1 N<sub>2</sub>O-emissiecijfers Chemische industrie (historisch - 1990 t/m 2005 - projecties, vast en flexibel)

De N<sub>2</sub>O-emissie van de productie van salpeterzuur is met 10% gedaald in de periode 1990 t/m 2005. De verwachting is dat de emissie in 2020 ook 10% lager is dan in 1990. De N<sub>2</sub>O-emissie van de productie van caprolactam is met 30% gedaald in de periode 1990 t/m 2005. De verwachting is dat de emissie in 2020 ook 30% lager is dan in 1990.

### CH<sub>4</sub> uit Stortplaatsen

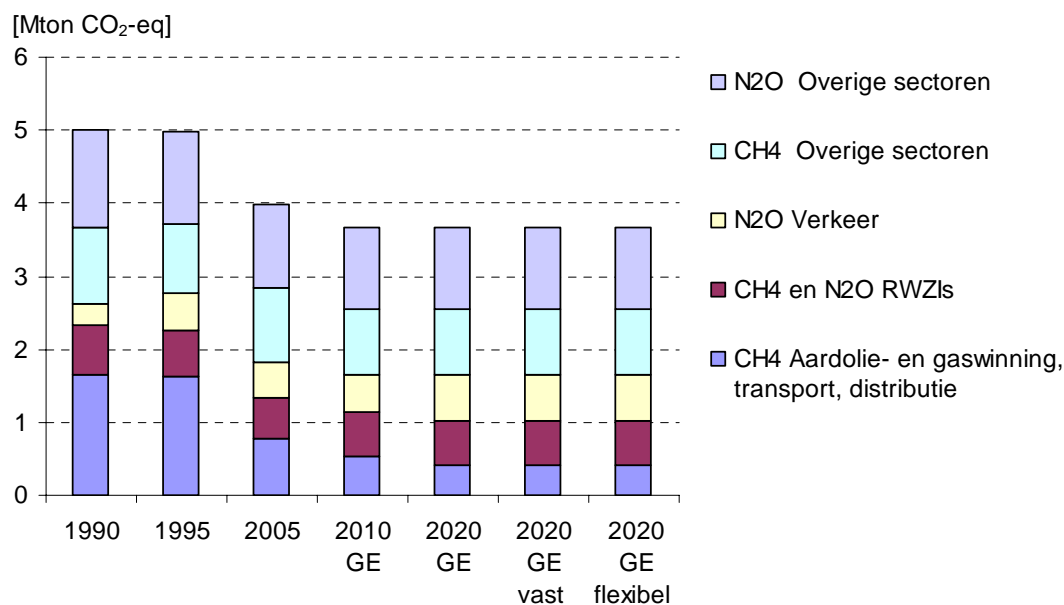
De CH<sub>4</sub>-emissie van de deelsector Stortplaatsen is met 50% gedaald in de periode 1990 t/m 2005, zie Figuur B.2. De verwachting is dat de emissie in 2020 circa 80% lager is dan in 1990.



Figuur B.2 CH<sub>4</sub>-emissiecijfers Stortplaatsen (historisch - 1990 t/m 2005 - projecties, vast en flexibel)

### CH<sub>4</sub> en N<sub>2</sub>O uit de overige deelsectoren

In onderstaande figuur zijn de CH<sub>4</sub>- en N<sub>2</sub>O-emissiecijfers van de overige deelsectoren (exclusief landbouw) opgenomen. Het betreft de CH<sub>4</sub>-emissies uit Olie- en gaswinning, transport en distributie, de CH<sub>4</sub>- en N<sub>2</sub>O-emissies uit RWZIs, de N<sub>2</sub>O-emissies uit Verkeer, de CH<sub>4</sub>-emissies van Overige sectoren en de N<sub>2</sub>O-emissies van Overige sectoren.

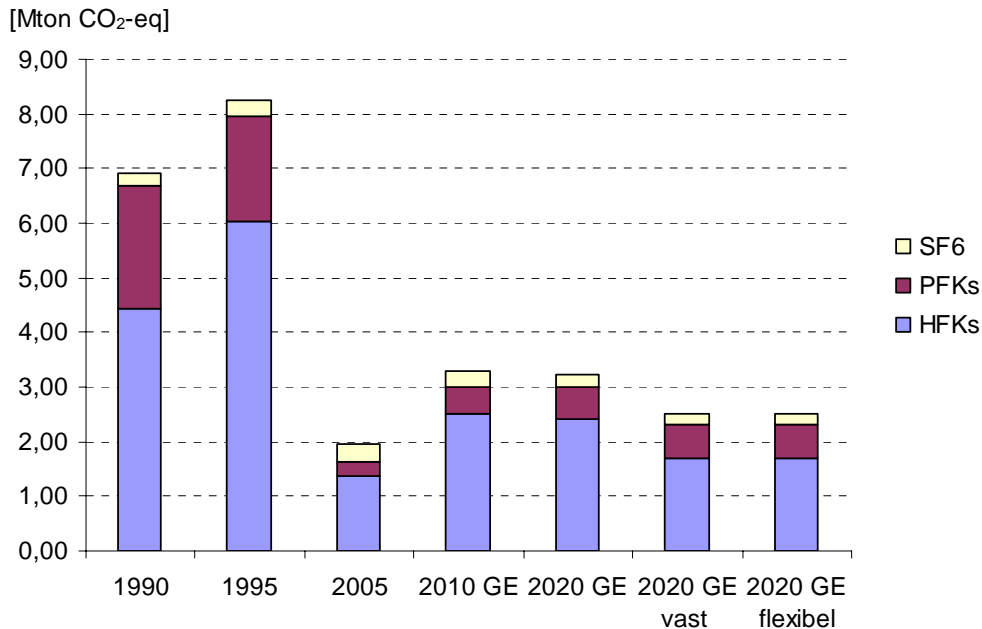


Figuur B.3 CH<sub>4</sub>- en N<sub>2</sub>O-emissiecijfers Overige deelsectoren (historisch, 1990 t/m 2005, projecties, vast en flexibel)

De totale emissie is van 1990 t/m 2005 met 20% afgenomen. De verwachting is dat de emissie in 2020 circa 25% lager is dan in 1990. Deze daling is vooral toe te schrijven aan de deelsector Olie- en gaswinning, transport en distributie (75% reductie in 2020).

#### *F-gassen (HFKs, PFKs, SF6) uit de industrie*

In onderstaande figuur staan de F-gas emissies uit de industrie. Het basisjaar bij de F-gassen is 1995 i.p.v. 1990



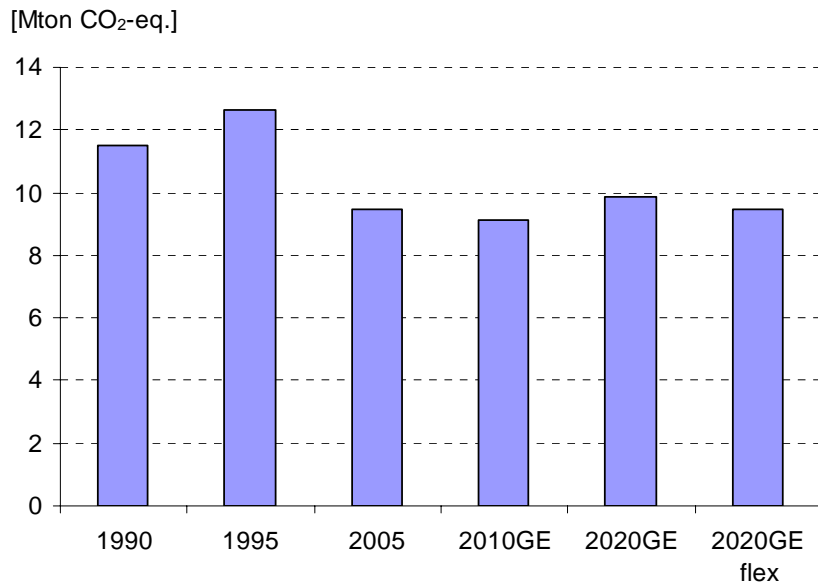
Figuur B.4 *Emissies F-gassen (HFKs, PFKs, SF6) uit de industrie (historisch - 1990 t/m 2005 projecties, vast en flexibel)*

De totale emissie is van 1995 t/m 2005 met 75% afgenomen. Deze daling is vooral toe te schrijven aan het installeren van een naverbrander bij de producent van HCFK22 (HFK23) en de verandering van procesvoering bij de Aluminiumindustrie (PFKs).

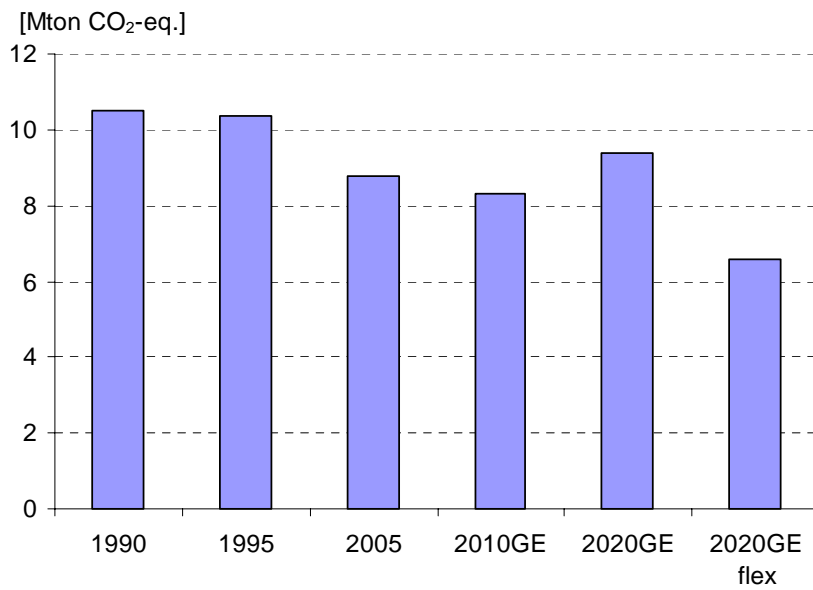
De verwachting is dat de emissie in 2020 60% lager zal zijn dan in 1990. De stijging t.o.v. 2005 is vooral het gevolg van de toename van het HFK gebruik in de koelsector.

#### *N<sub>2</sub>O en CH<sub>4</sub> uit de landbouw*

De ontwikkeling van de N<sub>2</sub>O-emissie in de landbouw hangt sterk samen met de hoogte van de stikstofbemesting. Deze is vanaf 1995 sterk gedaald onder invloed van het mestbeleid. Boeren zijn steeds minder stikstof uit dierlijke mest en kunstmest gaan gebruiken, waardoor de emissie gestaag is gedaald. De CH<sub>4</sub> (methaan) emissie is afgenomen doordat het aantal melkkoeien is gedaald. Door de gestaag stijgende melkproducties per dier zijn steeds minder koeien nodig om het melkquotum vol te melken. Na 2015 wordt een stijging van het aantal melkkoeien voorzien door de verwachte afschaffing van de melkquotering. In de vaste route worden geen N<sub>2</sub>O- en CH<sub>4</sub>-reductiemaatregelen in de landbouw genomen. In de flexibele route wel, de N<sub>2</sub>O- en CH<sub>4</sub>-emissies staan in Figuur B.5 respectievelijk B.6 (Milieubalans, 2006; WLO, 2006).



Figuur B.5 *N<sub>2</sub>O-emissiecijfers landbouw, in miljoen ton CO<sub>2</sub>-equivalenten (historisch en projecties)*



Figuur B.6 *CH<sub>4</sub>-emissiecijfers landbouw, in miljoen ton CO<sub>2</sub>-equivalenten (historisch en projecties)*