

Green4sure

Het Groene Energieplan

Achtergrondrapport

Rapport

Delft, mei 2007



Colofon

Bibliotheekgegevens rapport:

Green4sure, Het groene energieplan
Diverse auteurs
Delft, CE, 2007

Milieubeleid / Broeikasgassen / Reductie / Energievoorziening / Beleidsplanning /
Beleidsinstrumenten / Emissierechten / Energietechniek / Maatschappelijke
factoren / Belangengroepen

Publicatienummer: 07.3189.15c

CE Delft
Oude Delft 180
2611 HH Delft
Tel.: 015-2150150
Fax: 015-2150151
e-mail: ce@ce.nl
Alle CE-publicaties zijn verkrijgbaar via www.ce.nl

Opdrachtgevers:



Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Frans Rooijers.

© copyright, CE, Delft

CE

Oplossingen voor milieu, economie en technologie

CE is een onafhankelijk onderzoeks- en adviesbureau, gespecialiseerd in het ontwikkelen van structurele en innovatieve oplossingen van milieuvraagstukken. Kenmerken van CE-oplossingen zijn: beleidsmatig haalbaar, technisch onderbouwd, economisch verstandig maar ook maatschappelijk rechtvaardig.

De meest actuele informatie van CE is te vinden op de website: www.ce.nl.

Dit rapport is gedrukt op 100% kringlooppapier.

Voorwoord

Dit is het achtergrondrapport behorende bij 'Green4sure, het groene energieplan'. In dit rapport zijn de sectoranalyses te vinden (hoofdstukken 1 tot en met 6) die de basis zijn van de instrumentenmix en de doorrekeningen. De auteurs hebben de vraag meegekregen op welke wijze, rekeninghoudend met de ervaringen van de afgelopen tijd, een forse reductie van de CO₂-emissie is te realiseren. Voor de gebouwde omgeving was deze forse reductie bepaald op 60%, voor de industrie, glastuinbouw en elektriciteitsproducenten op -40%, voor de transportsector op -50%. Dit laatste is uiteindelijk beperkt tot -35% omdat de kosten van -50% te hoog bleken. Bij elkaar is een reductie te bereiken van -50% zoals ECN heeft berekend.

Daarnaast zijn enkele onderwerpen diepgaander geanalyseerd: biomassa en biodiversiteit (hoofdstuk 8), de stimulering van hernieuwbare energie (hoofdstuk 7), het gebruik van CO₂-opslag (hoofdstuk 9) en een berekening van de externe baten (hoofdstuk 10). Ten behoeve van de korte termijn is een voorstel opgenomen voor een interim wet elektriciteitsproductie (hoofdstuk 11).

De rapportage van ECN met betrekking tot de doorrekeningen van het instrumentarium staat in hoofdstuk 12. Een analyse van Ecorys met betrekking tot de sociaal economische effecten en werkgelegenheid staat in hoofdstuk 13. In hoofdstuk 14 is een uitwerking en toelichting van het voorstel voor een klimaatwet door Ecofys opgenomen.

De volgende personen van CE Delft en organisaties hebben een bijdrage geleverd aan deze achtergrondrapportage:

Huishoudens: Jos Benner, Frans Rooijers

Review: Wina Graus + Ernst Worrell - Ecofys

Utiliteit: Jos Benner, Frans Rooijers

Review: Wina Graus + Ernst Worrell - Ecofys

Glastuinbouw: Machiel Mulder + Anton Kool (CLM)

Review: Spinconsult Hans Warmenhoven

Verkeer: Bettina Kampman, Richard Smokers

Review: Jan Anne Annema - MNP

Elektriciteit: Martijn Blom, Benno Schepers, Harry Croezen

Review: Rob Aalbers - SEO

Industrie: Ab de Buck, Jasper Faber

Review: Jos Cozijnsen

Biomassa en biodiversiteit: Geert Bergsma, Bettina Kampman

Stimulering hernieuwbare energie: Marc Davidson, Marjolein Koot, Ron Wit, Frans Rooijers

CO₂-opslag: Martijn Blom

Externe kosten en baten van Green4sure: Maartje Sevenster, Gerdien van de Vreede

Interim elektriciteitswet: Frans Rooijers

Doorrekening ECN: - A.W.N. van Dril, L. Beurskens, Y. Boerakker, B.W. Daniels,
P. Kroon, A. Seebregts, C. Tichelaar, C. Volkers
Doorrekening Ecorys – Manfred Wienhoven, Michel Briene
Klimaatwet: Ecofys – Mirjam Harmelink, Robert Harmsen

We bedanken alle auteurs voor hun gedegen bijdragen en hopen dat het voor u lezer een aanvulling geeft op de beschrijving van instrumenten en effecten zoals die in het hoofdrapport zijn opgenomen.

Naast het hoofdrapport en dit achtergrondrapport zijn er nog twee publicaties beschikbaar, die voortvloeien uit het project Green4sure beschikbaar. Dit zijn 'Green4sure, verdiepingsnotities' en de samenvattende notitie 'Green4sure, het groene energieplan'. Alle publicaties zijn gratis te downloaden via www.green4sure.nl en via www.ce.nl.

Frans Rooijers
Projectleider Green4sure

Inhoud

Samenvatting	1
1 Huishoudens	5
1.1 Historische ontwikkelingen	5
1.2 Huidig beleid	15
1.3 Parameters voor 60% emissiereductie	20
1.4 Hoe kan 60% reductie worden gerealiseerd?	28
1.5 Inkomenseffecten huishoudens	32
2 Utiliteit en MKB	39
2.1 Historische ontwikkelingen	39
2.2 Huidig beleid	47
2.3 Parameters voor 60% emissiereductie	50
2.4 Hoe kan 60% reductie worden gerealiseerd?	53
3 Energieplan glastuinbouw	57
3.1 Inleiding	57
3.2 Huidig beleid binnen de sector	57
3.3 Resultaten van het beleid	61
3.4 Besparingspotentiëlen in de sector	66
3.5 Instrumenten voor de toekomst	71
3.6 Conclusies	74
4 Verkeer	77
4.1 Inleiding	77
4.2 De afgelopen decennia	82
4.3 Lessen voor de toekomst	92
4.4 Green4sure: hoofdlijnen van het beleid	98
4.5 Kostencurves voor CO ₂ -reductie in het wegverkeer	109
4.6 Kostencurves voor CO ₂ -reductie in overige verkeerssectoren	126
4.7 Resultaten ECN m.b.t. overall reductie en kosten	126
4.8 Conclusies	126
5 Industrie	127
5.1 Inleiding	127
5.2 Terugblik	129
5.3 Mogelijke maatregelen; Hoe komen tot meer e-efficiëntie en CO ₂ -reductie?	146
5.4 Barrières	159
5.5 Instrumenten in het Groene Energieplan	161
6 Elektriciteit	167
6.1 Lessen uit de afgelopen decennia	167
6.2 Huidig beleid	184
6.3 Hoe 50% reductie te bereiken?	191

7	Stimuleren hernieuwbare energie	207
7.1	Inleiding	207
7.2	Motieven voor gerichte stimulering hernieuwbare energie	207
7.3	Huidige kosten van hernieuwbare energie	208
7.4	Welke instrumenten?	209
7.5	Beoordeling	211
7.6	Duurzame autobrandstoffen en warmte	215
7.7	Conclusies	215
8	Biomassa en biodiversiteit	219
8.1	Samenvatting	219
8.2	Inleiding	219
8.3	Het probleem	219
8.4	Bio-elektriciteit, biofuels en biodiversiteit	221
8.5	Biomassa, landbouw en landbeschikbaarheid	221
8.6	Vier basiswaarden botsen	223
8.7	Discussies in andere EU-landen	224
8.8	Wat valt eraan te doen?	224
8.9	Vlees biodiversiteit en ruimte voor biomassa	226
8.10	Specifieke punten voor sturingalternatieven in Green4sure	226
8.11	Wat zou dit betekenen voor Green4sure?	227
9	CO ₂ -opslag; Zand erover of wind eronder?	229
9.1	Inleiding	229
9.2	Wat is CCS?	230
9.3	Wat is het potentieel?	234
9.4	Risico's voor veiligheid, milieu en volksgezondheid	235
9.5	Neveneffecten	236
9.6	Publieke opinie	238
9.7	Conclusies: rol CO ₂ -afvang binnen Green4sure	238
10	Externe kosten en baten van Green4sure	241
10.1	Inleiding	241
10.2	Schadeposten CO ₂ in het jaar 2030	241
10.3	Schadeposten SO ₂ en NO _x in het jaar 2030	245
10.4	Baten van verminderde emissies in 2030	248
10.5	Indirect effect van Green4sure op schadeposten	249
10.6	Internaliseren	249
11	Interimwet Elektriciteitsproductie	251
12	Doorrekening Green4sure	259
13	Werkgelegenheid en sociaal economische effecten	283
14	Klimaatwet met toelichting	311
	Referenties	337

Samenvatting

Met Green4sure heeft CE Delft de ambitie van zes maatschappelijke organisaties¹ uitgewerkt om een halvering van de broeikasgasemissies in 2030 te bereiken zonder dat dit ten koste gaat van de energievoorzieningszekerheid.

Alles zal uit de kast moeten worden gehaald om deze ambitie te realiseren: veel zuinige apparaten, gebouwen en voertuigen, veel hernieuwbare energie (wind op zee, biomassa), opslag van CO₂ én minder groei van de vraag naar energie.

Dit is alleen te bereiken als die zuinige en schone technieken allereerst op de markt komen en vervolgens massaal worden aangeschaft. Omdat hier een sociaal dilemma geldt, voordeel voor ons allen, kosten voor het individu, gebeurt dit niet vanzelf en moet de overheid hier een belangrijke rol in vervullen.

De essentie van Green4sure is dat met zo min mogelijk, maar vooral effectieve overheidsinstrumenten een prijs wordt gegeven aan schaarste, namelijk de schaarste om CO₂ te emitteren. Burgers en bedrijven zullen met deze overheidskaders hun gedrag gaan aanpassen op zodanige wijze dat Nederland, en Europa, want het is vooral een Europees plan, binnen de ambitieuze emissiegrenzen blijft.

Bij de keuze voor het overheidsinstrumentarium hebben verschillende criteria een rol gespeeld. Op de eerste plaats zekerheid; de zekerheid over het halen van het doel, en de duidelijkheid voor energiegebruikers en producenten over lange termijn doelen. Ten tweede flexibiliteit door instrumenten die zo veel mogelijk algemene prikkels afgeven, waarbij consumenten en industrie kunnen kiezen voor de beste en goedkoopste manier om emissies te reduceren. Daarnaast hebben we rekening gehouden met een rechtvaardige verdeling van de lasten en draagvlak bij verschillende groepen in de samenleving.

Een halvering van de emissies is technisch mogelijk, en het is betaalbaar, dat is de conclusie van Green4sure. Maar het vergt wel duidelijke keuzes van de overheid: emissiebudgetsystemen voor alle energiegebruikers.

Green4sure stelt een combinatie van verschillende overheidsinstrumenten voor:

- 1 Emissierechten met aflopende budgetten.
- 2 Ondersteunende instrumenten.
- 3 Tijdelijke instrumenten.

Het emissiehandelssysteem voor de industrie dat nu reeds operationeel is, wordt zodanig aangepast dat het goed gaat werken: invoering van veilen van alle emissierechten en afnemende budgetten tot -40% ten opzichte van 1990 in 2030. In Green4sure wordt daarnaast ook een Nederlands emissiebudgetsysteem ingevoerd voor de gebouwde omgeving en een Europees systeem voor het verkeer. Beide nieuwe systemen zijn uitgebreid beschreven in de bijlagen. Alle energiegebruikers komen zo onder een emissiebudget te vallen. De energiebedrijven moeten voor de fossiele energie die ze leveren aan hun klanten over rechten beschikken. Hiervan is een jaarlijks afnemend budget beschikbaar zodat de

¹ ABVAKABO, FNV, Greenpeace, Milieudefensie, Natuur en Milieu, Wereld Natuur Fonds.

schaarste wordt vertaald in een prijs. Zuinige en schone technieken worden hierdoor aantrekkelijker. Ondernemers die de laatste tijd allerlei nieuwe technieken zijn gaan ontwikkelen worden hiermee gesteund doordat er een markt ontstaat voor hun producten. Maar ook zuinig gedrag wordt hiermee beloond.

Naast deze budgetsystemen zijn er diverse instrumenten die helpen om binnen de budgetten te blijven: normen voor zuinige gebouwen, auto's en apparaten. Deze ondersteunende instrumenten geven een directe prikkel aan de partijen met handelingsperspectief om op tijd zuinige technieken te ontwikkelen. Zo kunnen consumenten ook daadwerkelijk kiezen voor een zuinig huis, een zuinige auto of een zuinige televisie.

Tijdelijk is een interimwet voor de productie van elektriciteit nodig omdat nu reeds beslissingen worden genomen die hun effect tot in 2030 hebben.

Dit alles wordt gecompleteerd met de invoering van een klimaatwet waarin de voortgang van de emissiebudgetten is geregeld. Deze wet borgt de halveringsdoelstelling.

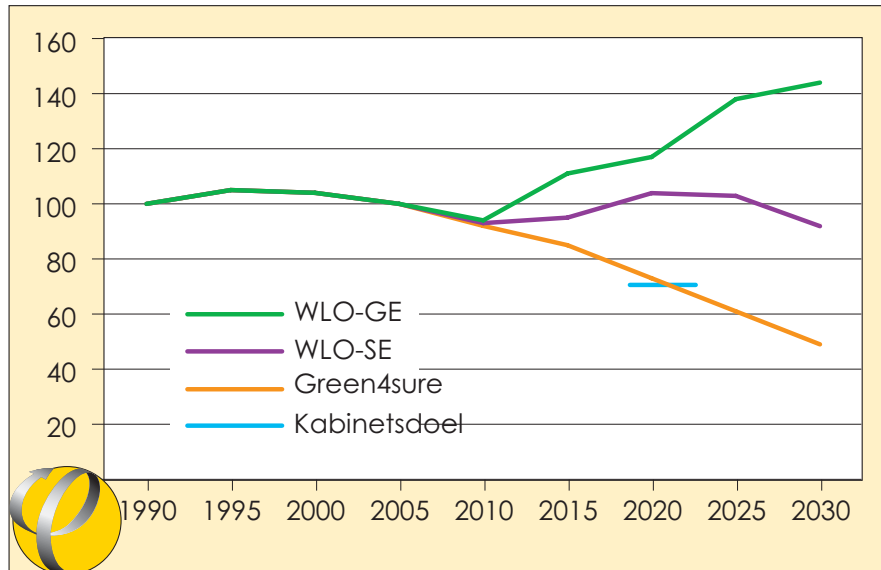
Tabel 1 Beleidsmaatregelen Green4sure

	Hoofd instrument	Ondersteunend instrumentarium			Tijdelijk instrumentarium	
	Rechten met budgetten	Efficiëntie normen	Energiedragers	Faciliteren	Innovatie	Overig
Industrie	Emissiehandelstelsysteem ETS-EU		n.v.t.	Nutsvoorzieningen: warmte- en CO ₂ -netten	Groenfonds	Heffing warmte-lozing; middel-grote bedrijven: milieuvergunningen, fiscale stimulering
Elektriciteit			Vanaf 2012 verplicht aandeel duurzaam		Verdubbeling publieke uitgaven energieonderzoek	Tot 2012 terugleververgoeding duurzame elektriciteit; Eisen aan nieuwe centrales: maximale CO ₂ -emissie per kWh
Glas-tuinbouw		n.v.t.	n.v.t.		Innovatiefonds energiezuinige kas	
Transport	Klimaatbudget verkeer-EU	Normering voertuigefficiëntie	Verbetering luchtverkeersleiding	Investeren OV, afschaffen fiscale subsidies mobiliteit	Groenfonds	Normering CO ₂ -inhoud brandstoffen; Fiscale stimulering aanschaf zuinige voertuigen
Gebouwde omgeving	Klimaatbudget gebouwen-NL	Normering apparaten en lichtbronnen	Verplichting tot 100% duurzame elektriciteit in 2030	Aanpassen huurwetgeving	Groenfonds	Differentiatie OVB; Energiebesparingsbedrijf
		EPN, EPL, EPBD, normering bestaande woningen				



In Green4sure zijn vooral de meest vervuilende fossiele brandstoffen sterk verminderd (kolen -40%), wordt alle elektriciteit voor de gebouwde omgeving geproduceerd uit hernieuwbare bronnen en wordt een deel van de CO₂-emissie van de industrie opgeslagen onder de grond.

Figuur 1 Ontwikkeling broeikasgasemissie Green4sure in vergelijking met WLO-scenario's (1990 = 100%)

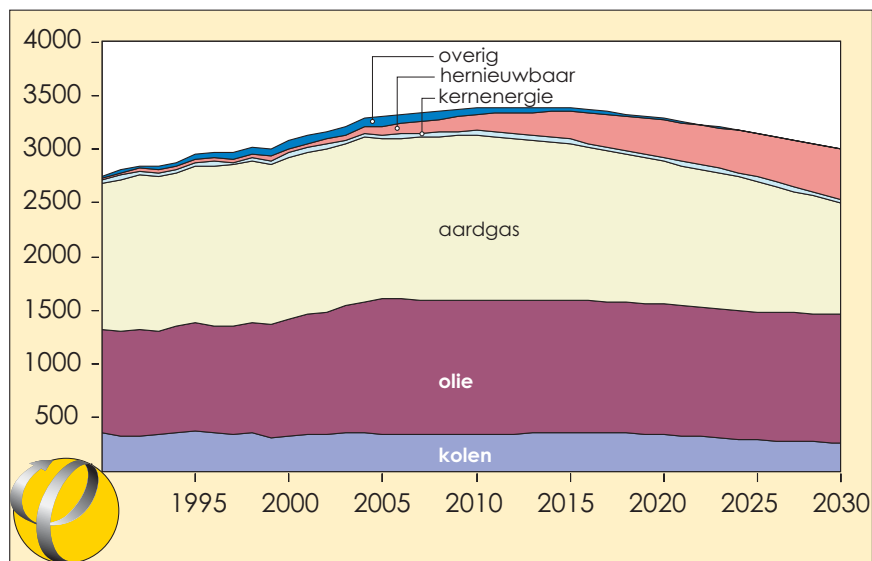


De jaarkosten van het beleidspakket van Green4sure bedragen in 2030 ruim € 4 miljard extra ten opzichte van de kosten in het SE-scenario, oftewel minder dan 0,7% van het BBP, dat in de komende 25 jaar met ongeveer 50% zal groeien. Hier staan baten door lagere emissies ter grootte van ruim € 3 miljard tegenover. Voor een deel zijn dit nationale baten (SO₂, NO_x, fijn stof) en voor een deel zijn dit mondiale baten (CO₂).

Het effect op de werkgelegenheid is positief, 40.000 fte extra in 2030. Vooral door de extra inspanningen in de gebouwde omgeving neemt de werkgelegenheid in de bouw- en installatiesector toe.

Het gebruik van fossiele brandstoffen neemt sterk af (12% ten opzichte van 2005 en 20% ten opzichte van het SE-scenario), zodat er minder behoefte te worden geïmporteerd en vergroot daarmee op dit punt de voorzieningszekerheid. Het aandeel hernieuwbare energie in Nederland wordt 16% en de energie-efficiency neemt jaarlijks met 2,1% toe.

Figuur 2 Primair energiegebruik Green4sure (PJ/j)



Om dit te realiseren is het belangrijk dat Nederland het initiatief neemt voor een strategie om ook andere EU-landen zo ver te krijgen om de industrie en de transportsector binnen duurzame grenzen te laten opereren. Nederland is hierbij afhankelijk van Europa, maar hoeft niet lijdzaam te wachten en kan op enkele terreinen het initiatief nemen. Bij voorkeur met een kopgroep van landen zoals Duitsland en het Verenigd Koninkrijk.

1 Huishoudens

1.1 Historische ontwikkelingen

1.1.1 Inleiding

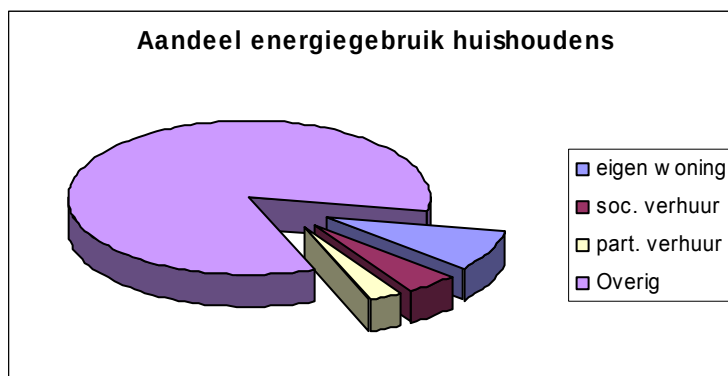
Lessen uit het verleden bieden inzicht in de mogelijkheden en manieren om CO₂-emissiereductie in huishoudens te verwezenlijken, of in elk geval in de drijvende krachten en de grootste barrières daarbij. In dit hoofdstuk wordt daarom teruggekeken naar de ontwikkelingen in de afgelopen decennia.

Hierbij wordt eerst een kenschets van de sector gegeven, met name voor wat betreft het gebruik van energie. Vervolgens wordt de beleidsontwikkeling in kaart gebracht en wordt ingegaan op de gevolgen hiervan voor het totale energieverbruik en de energie-efficiëntie. Daarbij komen de belangrijke instrumenten aan de orde en de mate waarin hun doelen zijn gerealiseerd. Op grond daarvan worden lessen voor de toekomst getrokken.

1.1.2 Kenschets woningbouw

Het jaarlijkse energieverbruik in de huishoudens bedraagt ca. 20% van het totale energieverbruik in Nederland (Figuur 3). De trend van het energieverbruik in de huishoudens is dat het elektriciteitsverbruik (nu bijna 30% van het totale gebruik) stijgt en het aandeel gas daalt. Er bestaat een groot potentieel voor verbetering van de energie-efficiëntie en toepassing van duurzame energie en dus ook een groot potentieel voor CO₂-emissiereductie.

Figuur 3 Totaal energieverbruik in Nederland (ruim 3.500 PJ) en het aandeel van de huishoudens



Kenmerkend voor de sector huishoudens zijn de grote aantallen, de diversiteit en - in relatie daarmee - het grote aantal partijen dat een rol speelt. Voor de eigendomssituatie worden in deze studie drie deelsectoren onderscheiden, namelijk de eigenaar/bewoners, de sociale verhuur en de particuliere verhuur. Daarnaast betreft de diversiteit ook de bouwvorm (flat, rijtjeshuis, vrijstaand, etc.) en het bouwjaar.

Volgens gegevens van het CBS staan er in Nederland op dit moment rond de 6,8 miljoen woningen. Hiervan zit ongeveer 2,3 miljoen in het segment sociale verhuur en 0,5 miljoen in de particuliere verhuur. De overige woningen zijn de koopwoningen voor eigen gebruik (eigenaar/bewoners).

Het totale besparingspotentieel in de huishoudens voor 2020 wordt ingeschat op ruim 180 PJ. Dat is iets meer dan een derde van het totale huidige gebruik. Deze waarde betreft maatregelen met een terugverdientijd van maximaal vijf jaar.

1.1.3 Historische beleidsontwikkeling

Het beleid rond het stimuleren van energiebesparing en toepassing van duurzame energie in huishoudens is de afgelopen decennia steeds beleid geweest dat gericht was op de gebouwde omgeving als totaal, met op onderdelen specifieke aandacht, zoals bijvoorbeeld voor de woningcorporaties.

Er is daarbij voortdurend (zij het met pieken en dalen) aandacht geweest voor de mogelijkheden in de gebouwde omgeving. Belangrijke redenen hiervoor waren dat de overheden, energiebedrijven en marktpartijen zoals installateurs en aannemers, wisten dat er een groot besparingspotentieel is en dat maatregelen eenvoudig voorstelbaar zijn, doordat ze letterlijk ' dicht bij huis zijn'. Toch is er overall betrekkelijk weinig bereikt.

Wezenlijke aandacht voor energiebesparing ontstond voor het eerst na de oliecrises van 1973/1974 (Tabel 2). De OPEC-landen bedreven geopolitiek (olieboycot) en voerden forse prijsstijgingen door, wat samenviel met een groeiend besef van de eindigheid van de grondstofreserves (Club van Rome). Het energiebesparingsbeleid van de overheid had die jaren met name tot doel de afhankelijkheid van olie te verminderen en de economie minder gevoelig te laten zijn voor schommelingen in de energieprijzen. Met subsidies werden besparingen en nieuwe technologische ontwikkelingen gestimuleerd, die samen leidden tot een jaarlijkse efficiencyverbetering van circa 2% per jaar in de periode 1973-1985.

Tabel 2 Redenen voor energiebesparing en duurzame energie door de jaren heen

	Jaren 70	'80-'85	'85-'90	'90-'95	'95-'00	'00-'05
Invloedrijke gebeurtenissen	1972 Rapport Club van Rome 1973/74 Oliecrises	1987 'Our common future' 1988 Zorgen voor morgen		1990 MAP energiesector 1996 Energieprestatie-eis nieuwbouw		2002 e.v. Conflict in Irak 2000 e.v. Groei vraag in China en India
Beleidsmatige aandacht	Hoog	Dalend	Laag / oplevend	Hoog / dalend	Laag	Laag / oplevend
Gerealiseerde besparing / jr	2%	2%	1,5%	1,2%	1,1%	1%
Redenen voor de aandacht	Economische gevoeligheid voor oliepijzen		Verzuring	Klimaatprobleem		Voorzieningszekerheid en klimaatprobleem



Mede door een economische recessie en een verschuiving naar een meer energie-extensieve economie, lag het totale energieverbruik in Nederland in 1985 op hetzelfde niveau als dat in 1973. Om diverse redenen is het besparingstempo na 1986 sterk teruggelopen. De belangrijkste oorzaak daarvan was de scherp dalende olieprijs. Daarnaast was het meest laaghangende fruit qua besparingsopties inmiddels geplukt en werden nieuwe besparingsmaatregelen steeds duurder. Niet onbelangrijk is ook dat de aandacht en de financiële steun vanuit de overheid voor energiebesparing midden jaren tachtig sterk terugliep, mede onder invloed van algemene bezuinigingsmaatregelen.

Eind jaren tachtig groeide nationaal en internationaal de zorg om het broeikas-effect. Tegelijkertijd drong het besef verder door dat het klimaatprobleem een internationaal probleem is en dus ook vraagt om een internationale aanpak. In 1987 verscheen het rapport 'Our common future' van de Verenigde Naties, ook wel het 'Brundtlandrapport' genoemd. Het rapport constateert dat de wereldbevolking explosief groeit, steeds meer mensen armer worden en tegelijkertijd de milieukwaliteit verslechtert. De commissie constateert dat de ontwikkelingscrisis en de energie/milieucrisis nauw verweven zijn. Op grond hiervan formuleert 'Brundtland' het doel van 'duurzame ontwikkeling': een ontwikkeling die voorziet in de behoeften van *alle* huidige generaties, zonder daarbij toekomstige generaties en hun behoeftevervulling in gevaar te brengen.

In Nederland werd in 1988 het rapport 'Zorgen voor Morgen' gepubliceerd door verschillende instellingen en universiteiten. Deze studie gaf een breed en wetenschappelijk onderbouwd beeld van de ontwikkelingen in de milieukwaliteit, die we op lange termijn kunnen verwachten. Ook dit rapport benadrukte het mondiale karakter van de meeste hedendaagse milieuproblemen. Locale milieuschade kan bijdragen aan problemen tot op wereldschaal en omgekeerd hebben mondiale problemen hun effecten tot op het lokale niveau.

Ondanks een korte opleving van de aandacht voor energiebesparing en duurzame energie aan het eind van de jaren tachtig daalde deze weer in de jaren negentig. Toch zijn er in deze jaren nog de nodige resultaten geboekt, ondermeer als gevolg van het Milieu-Aktie-Plan (MAP) van de energiedistributiesector en vanaf 1996 ook als resultaat van de energieprestatie-eis voor de nieuwbouw. Verder is er resultaat geboekt door de inspanningen van gespecialiseerde bedrijven en onderzoeksinstituten, van gemotiveerde gemeenten en via enkele programma's van de rijksoverheid. Ook is in deze periode het opgestelde vermogen aan WKK sterk toegenomen, met een duidelijk besparingsresultaat. Desondanks vertoont het besparingspercentage in de negentiger jaren een gestaag dalende trend en deze lijn is in de eerste jaren van de 21^e eeuw verder voortgezet.

Overall is het jaarlijkse besparingspercentage aan het eind van de jaren negentig en in de periode 2000 - 2005 gedaald tot ca. 1% per jaar, ofwel globaal de helft van dat in de jaren zeventig en in de vroege tachtiger jaren. Na aftrek van de besparingseffecten is het totale nationale energiegebruik in de periode 1990 - 2005 toegenomen met ca. 16%. Nieuwe technieken creëren nieuwe behoeften, de welvaart neemt nog steeds toe, demografische ontwikkelingen zorgen ervoor dat

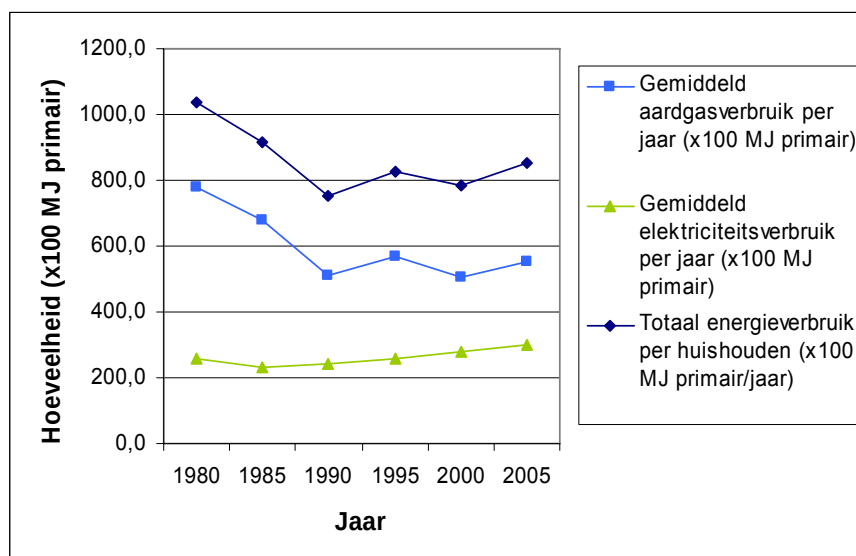
de bevolkingssamenstelling verandert en de samenleving is veranderd op aspecten die effect hebben op het energieverbruik zoals grotere afstanden tussen wonen en werken, toegenomen tijdsdruk, etc.

1.1.4 Energie-efficiëntie en het totale verbruik

Zoals in de vorige paragraaf werd beschreven heeft de aandacht voor energiebesparing en duurzame energie die in de jaren zeventig ontstond geresulteerd in een verbetering van de energie-efficiëntie met 2% per jaar in de gebouwde omgeving en daarna geleidelijk afgezaakt naar 1% per jaar. Tegelijk is de vraag naar energie gestegen door een toename van het aantal huishoudens en een groei in het aantal energiegebruikende apparaten. Gedurende een aantal jaren hebben deze twee effecten elkaar gecompenseerd. Over de laatste 15 jaar kan een netto toename van het totale energiegebruik in de sector huishoudens worden vastgesteld van ongeveer 10%. Deze groei is volledig toe te rekenen aan elektrische apparatuur, zoals computers, afwasmachines, drogers, dvd-spelers, etc.

Beschouwd huishouden is het energiegebruik gedaald en dan met name gasverbruik, door maatregelen op het gebied van isolatie, en in beperkte mate ook door de toepassing van zonneboilers, warmtepompen en lokale WKK. Dit is zichtbaar in Figuur 4. Het elektriciteitsverbruik is sinds 1985 gestegen, ook per huishouden.

Figuur 4 Gemiddeld jaarlijks energieverbruik per huishouden²



Het dalende aardgasverbruik geeft aan dat de energetische kwaliteit van de Nederlandse woningvoorraad in de loop der jaren is verbeterd. Voor nieuwbouw worden sinds 1965 in de (model)bouwverordening isolatie-eisen gesteld die regelmatig zijn aangescherpt. De gevolgen van dit beleid zijn zichtbaar in de huidige woningvoorraad, zoals dakisolatie (sinds 1975 verplicht), gevelisolatie (ver-

² Voor de omrekening van aardgas naar PJ primair is de factor 31,65 MJ gebruikt. Voor elektriciteit is gerekend met een factor 9 MJ per kWh (ECN, 1999).

plicht sinds 1979) en isolatie van de begane grondvloer (verplicht sinds 1983). Vanaf eind 1995 is voor de nieuwbouwwoning de isolatiekwaliteit als geheel leidend en is voor dat doel de Energie Prestatie Norm (EPN) ingevoerd. Ook hiervoor zijn inmiddels weer aanscherpingen doorgevoerd: van een Energie Prestatie Coëfficiënt (EPC) van 1,4 in 1995 via 1,2 in 1998 naar 1,0 in 2000 (Ministerie van VROM, 2003) en 0,8 in 2006.

Toch is in diverse studies aangetoond dat er nog heel veel besparingspotentieel bestaat bij de woningbouw en dan met name ook in de bestaande bouw. Hier wordt in paragraaf 1.3 op ingegaan.

1.1.5 Instrumentatie

De aandacht voor de besparingsmogelijkheden en toepassing van duurzame energie in huishoudens heeft geresulteerd in potentieelanalyses en in inzet van instrumenten om het potentieel te ontsluiten. Er kan daarbij onderscheid worden gemaakt tussen directe en indirecte instrumenten. De eerste groep is gericht op en gerelateerd aan het treffen van maatregelen. De tweede groep op het scheppen van randvoorwaarden en het ondersteunen van de implementatie.

De belangrijkste *directe* instrumenten die de afgelopen tien jaar zijn ingezet om energiebesparing en duurzame energie te stimuleren in huishoudens zijn subsidieregelingen als de EnergiePremieRegeling (EPR) en subsidies voor duurzame energie, deels als onderdeel van het Milieu-Aktie-Plan van de energiedistributiebedrijven. Andere min of meer directe instrumenten die zijn ingezet zijn de EnergiePrestatieNorm (EPN), de Regulerende EnergieBelasting (REB) en het EnergiePrestatieAdvies (EPA).

Voorbeelden van *indirecte* instrumenten die een ondersteunende rol hebben gespeeld bij de implementatie en uitvoering van de directe instrumenten zijn het convenant duurzaam bouwen, de Energie Prestatie op Locatie (EPL) en het Klimaatconvenant en subsidieregeling (BANS).

Bij de instrumenten kan verder een onderscheid worden gemaakt tussen harde en zachte instrumenten. Harde instrumenten hebben een bindend, normerend of plafonnerend karakter. Zachte instrumenten proberen te verleiden tot actie, maar verplichten op zichzelf tot niets. Van de bovengenoemde instrumenten kan feitelijk alleen de EPN een hard instrument worden genoemd.

Hieronder worden de belangrijkste instrumenten kort beschreven.

Energie Prestatie Norm (EPN): Deze norm is eind 1995 ingevoerd. De EPN is een minimeis voor het energetische ontwerp van een nieuwe woning. Met de invoering van dit instrument zijn de eisen aan afzonderlijke technieken (zoals isolatie) in het bouwbesluit geïntegreerd tot eisen aan het totale energiezuinige ontwerp van een nieuwe woning. Deze eis is uitgedrukt in een Energie Prestatie Coëfficiënt (EPC) en deze is sinds 1995 van 1,4 naar 0,8 (begin 2006) verlaagd.

Regulerende Energie Belasting (REB): Dit is een belasting die wordt geheven op de levering van aardgas, elektriciteit, halfzware olie, gasolie en LPG. De REB is in 1996 ingevoerd en de opbrengsten worden naar de huishoudens teruggesluisd

door een verlaging van de loon- en inkomstenbelasting en door de EPR (zie hieronder).

Milieu-Aktie-Plan (MAP): Het milieu actie plan heeft twee doelen, namelijk enerzijds het bieden van financiële ondersteuning in de vorm van subsidies voor energiebesparende maatregelen en energieadviezen in de woningbouw en anderzijds de bewustwording van consumenten onder andere door middel van massamediale campagnes op het gebied van energiebesparing. Het MAP is in de periode 1991 tot en met 2000 uitgevoerd door energiedistributiebedrijven, met een uitloop van enkele jaren i.v.m. financiële stuwmeren.

Energie Premiereregeling (EPR): De EPR was een subsidie op het treffen van specifieke maatregelen, die op een energielijst stonden. De premie werd uitgekeerd via het energiedistributiebedrijf.

Energie Prestatie Advies (EPA): Deze is op hetzelfde moment ingevoerd als de EPR (2000), met als doel de energetische kwaliteit van bestaande woningen in kaart te brengen met daaraan gekoppeld een advies over maatregelen die het best getroffen kunnen worden.

Het *convenant duurzaam bouwen* is een overeenkomst tussen de koepels van de sociale verhuurders NRW en NCIV (inmiddels Aedes), Woonbond, Energie-Ned, Novem, EZ en VROM met daarin de doelstelling vastgelegd tot het behalen van 15% energiebesparing door middel van maatregelen binnen de bestaande bouw en nieuwbouw. In werkelijkheid is er minder energiebesparing gerealiseerd dan de doelstelling van 15%, namelijk maar 5%. De reden hiervoor was dat er binnen de verenigingen die het convenant hebben ondertekend niet voldoende draagvlak voor de uitvoering bestond.

De *Energie Prestatie op Locatie* ondersteunt gemeenten in hun energiebeleid in de gebouwde omgeving. De EPL is net als de EPC een maat voor de energetische kwaliteit, maar dan voor de hele bouwlocatie inclusief de energievoorziening doe voor en/of in deze locatie is aangelegd. De EPL is in 1998 geïntroduceerd voor nieuwbouwlocaties en in 2001 is de methodiek ook voor de bestaande bouw beschikbaar gekomen³.

In het *BANS klimaatconvenant* (BANS staat voor Bestuursakkoord Nieuwe Stijl) is vastgelegd dat provincies en gemeenten zich meer gaan inzetten om de uitstoot van broeikasgassen terug te dringen. Dit convenant is ondertekend door het Rijk, het Interprovinciaal Overleg (IPO) en de Vereniging van Nederlandse Gemeenten (VNG). Om voor BANS-subsidie in aanmerking te komen moeten gemeenten en stadsdelen een BANS plan van aanpak vaststellen.

³ Bron: <http://www.senternovem.nl/gemeenten/aandeslag/epl/index.asp> (18 september 2006).



1.1.6 Effectiviteit van het instrumentarium

Op grond van de huidige inzichten over de kosteneffectiviteit van specifieke maatregelen, o.a. via het Optiedocument van ECN, en de resultaten van diverse evaluaties kan worden gereflecteerd op de doelmatigheid van het ingezette instrumentarium en op het effect dat hiermee is bereikt. Daarbij valt uiteraard met meer zekerheid iets te concluderen over de directe instrumenten, dan over de indirecte instrumenten.

Tabel 3 geeft een overzicht van de doelstelling per instrument en van de daarmee gerealiseerde CO₂-besparing in 2002.

Tabel 3 Harde en zachte instrumenten om maatregelen bij huishoudens te stimuleren (Ecofys, 2004)

Instrument	Type	Doelstelling	Energiebesparing (2002)	
			PJ primair	Mton CO ₂
Harde instrumenten				
EPN	Normstelling	15 - 20% op het aardgasgebruik	2 tot 4	0,1 tot 0,2
REB	Regulering	Doelstelling is niet gekwantificeerd	13 tot 40	0,8 tot 2,4
Zachte instrumenten				
MAP 2000	Subsidie	3,1 Mton	5 tot 9	0,3 tot 0,5
EPR	Subsidie	2 tot 3 Mton (in combinatie met EPA)	(EPR: 2,8 tot 3,9) 2 tot 3	0,1 tot 0,2
EPA	Communicatief (vrijwillig)	Energetische kwaliteit bestaande woningen in kaart brengen en besparingsadvies geven		
Totaal			23 tot 57	1,4 tot 3,4

Uit de tabel kan worden afgeleid dat de harde instrumenten relatief veel effect hebben gehad, terwijl deze de overheid vrijwel geen geld hebben gekost. De zachte instrumenten hebben veel minder effect bewerkstelligd, terwijl wel grote subsidiebedragen zijn uitgekeerd.

De kosteneffectiviteit van instrumenten voor de sector huishoudens hangt in belangrijke mate samen met het grote aantal potentiële gebruikers en de aard van het instrument (CE, 2005). Subsidieregelingen voor de huishoudens brengen al snel hoge uitvoeringskosten met zich mee door het grote aantal gebruikers, terwijl ook een relatief hoog subsidiebedrag nodig is om hen te verleiden. Economisch irrationele beslissingen zijn in deze sector eerder regel dan uitzondering. Slechts bij een enkeling vallen die uit in het voordeel van energiebesparing en duurzame energie, tenzij daar direct comfortverbetering aan is gekoppeld. Het subsidiebedrag moet hoog zijn om actie uit te lokken en onvermijdelijk treedt daarbij dan een aanzienlijk free-riderseffect op. Ook dit pleit voor het inzetten van een harder instrumentarium, waarbij deze effecten niet spelen.

Tenslotte kan het ingezette instrumentarium worden gelegd naast de 'ladder' van maatregelen die volgt uit het Optiedocument van ECN (ECN, 2006) voor de sec-

tor huishoudens. Deze ladder is gerangschikt naar kosteneffectiviteit. Hierbij moet wel worden opgemerkt dat de kosten die voor het opstellen van het Optiedocument zijn gehanteerd puur de technische meerkosten van de maatregelen betreffen en niet een compensatie voor de weerstand die gebruikers hebben tegen het treffen van de maatregelen (vanwege de moeite, de overlast, of wat dan ook). Wanneer hier wel rekening zou worden gehouden zal de ladder er ongetwijfeld anders uitzien, maar op dit moment ontbreken betrouwbare data op dit terrein, zodat van de volgorde uit het Optiedocument wordt uitgegaan.

Tabel 4 'Ladder' van mogelijke maatregelen, gerangschikt naar kosteneffectiviteit

Maatregel	Onrendabele top (M€ / PJ)	Maximaal potentieel (PJ)
Elektriciteitsbesparing door gedrag	-15 tot -4	30
Zuinig stookgedrag	-4 tot -3	7
Restwarmtebenutting huishoudens	-2	6
Vraagbeperking bestaande bouw	-2 tot 12	60
Elektriciteitsbesparing door normering	-4 tot 10	40
Elektrische warmtepomp in nieuwbouw	25 - 29	7
Zonneboilers	28 - 40	3
Micro-WKK	50 - 60	5
Vraagbeperking nieuwbouw	60 - 100	4
Zon-PV	70 - 80	10
HR-ketels met hoger rendement	80 - 100	14

Vastgesteld kan worden dat, met uitzondering van de vraagbeperking in de bestaande bouw, waarbij m.n. gedacht moet worden aan isolatiemaatregelen, de meest kosteneffectieve maatregelen uit deze ladder niet zijn gestimuleerd met het subsidie-instrumentarium dat door de overheid in de afgelopen decennia is ingezet. Via het MAP van de energiedistributiesector is hier wel op ingespeeld en de REB heeft uiteraard ook effect gehad.

Ook eerdere evaluatiestudies (bijv. Ecofys, 2004) concluderen dat de overheidsmiddelen doelmatiger hadden kunnen worden ingezet.

1.1.7 Belemmeringen voor de effectiviteit

Op grond van de evaluatie van de instrumenten en overige analyses voor de sector huishoudens kan een reeks factoren worden vastgesteld die de realisatie van energiebesparing en duurzame energie in de woningbouw belemmeren. In Tabel 5 zijn enkele belangrijke belemmeringen weergegeven (CE, 2006).

Tabel 5 Voorbeelden van belemmeringen binnen de woningbouw

Eigenaar/bewoners
Desinteresse door geringe aandacht voor het milieu of doordat de energieprijzen als 'niet hoog' wordt gepercipieerd door de relatieve welvaart bij woningbezitters
Onwil door verwachte overlast zoals stof en/of tijdelijk een andere woning
Onbekendheid eigen verbruik, duurzame en energiebesparende oplossingen en kennis over het milieuprobleem
Geringe bereidheid tot uitvoering van werken in de particuliere sector door aannemers en installateurs
Sociale verhuur
Investeringsrendementen zijn vaak laag en de woningcorporaties hebben hun prioriteit niet bij investeringen in CO ₂ -reducerende projecten liggen
Door de keuzevrijheid van huurders (bijvoorbeeld bij vervanging van de keuken) kan de milieuprestatie in de woning verminderen
Weerstand van huurders bij inspraaktrajecten
In projecten waar samenwerking is met eigenaar/bewoners of beleggers speelt de financiële component een grote rol

De belemmeringen kunnen in vier categorieën worden ingedeeld. De eerste categorie wordt aangegeven met de term 'sense of urgency'. Deze is hoog wanneer de sector het belang en nut van energiebesparing inziet door bijvoorbeeld normstelling door de overheid of voorlichting over de voordelen hiervan voor het milieu en financiën. Binnen de sector huishoudens is de sense of urgency erg laag bij de huiseigenaren. Bij de verhuursector is de sense of urgency wel aanwezig, maar op zich niet zelfstandig bepalend voor het beleid.

De tweede categorie hangt samen met de weerstand tegen het treffen van maatregelen. Dit is een belangrijke factor die hieronder iets verder wordt uitgewerkt. Bij de woningeigenaren is de weerstand hoger dan in de verhuursector (hoewel deze bij de bewoners daar wel bestaat).

De derde categorie is kennisgebrek. Zoals in Tabel 5 al wordt aangegeven kan dit de onbekendheid zijn met het eigen verbruik, met duurzame en energiebesparende oplossingen en met het milieuprobleem. De aanwezigheid van kennis is hoog voor de verhuursector, maar laag bij de woningeigenaren.

De laatste categorie de eerder genoemde 'split incentives'. In bijvoorbeeld de sociale verhuur zijn de kosten voor de corporatie en de baten voor de huurder. Dit is in deze deelsector een grote belemmering.

In Tabel 6 zijn de belemmeringen voor de woningbouw samengevat. Een rood vlak staat voor een ongunstige Ausgangssituation, een groen vlak voor een gunstige situatie. Een geel vlak zit daar tussenin.

Tabel 6 Overzicht van de situatie per sector op vier belangrijke aspecten

	Sense of urgency	Enthusiasme	Kennis	Match van last en lusten
Woningbouw Eigendom	Laag	Laag	Laag	OK
Woningbouw Verhuur	Aanwezig	Aanwezig	Hoog	Slecht

1.1.8 Weerstandskosten

Zoals hierboven is aangegeven hebben energiegebruikers weerstand tegen het treffen van maatregelen o.a. door de moeite die ze moeten doen, de overlast die ze hebben of de weerzin tegen bepaalde effecten (vergelijk spaarlampen versus gloeilampen of halogeen verlichting).

Om te komen tot structurele energiebesparing en toepassing van duurzame energie moeten wegen gevonden worden om de weerstand te overwinnen. Het geldt dat daarbij wordt ingezet noemen we weerstandskosten. De weerstandskosten zijn gedefinieerd als de kosten die marktpartijen of de overheid moeten maken om de gebruikers of eigenaren er toe aan te zetten besparingsmaatregelen daadwerkelijk te treffen.

Het is van belang op te merken dat de weerstandskosten in deze definitie niet hetzelfde zijn als de weerstand zelf. De weerstand van de eindgebruiker tegen het treffen van maatregelen zal in beginsel altijd bestaan, hoewel deze over de tijd kan variëren, bijvoorbeeld als gevolg van het optreden van natuurlijke momenten voor vervanging van een apparaat of verhuizing naar een andere woning. Wel kan de weerstand verminderen wanneer de perceptie van de effecten van de belemmeringen verandert. De weerstandskosten, zoals deze hier zijn gedefinieerd, betreffen de financiële vergoeding die de overheid of een marktpartij betaalt om de weerstand te overwinnen. Deze kosten zijn sterk afhankelijk van het instrumentarium dat wordt ingezet.

1.1.9 Conclusie

Uit het verleden kunnen de volgende lessen worden getrokken:

- Het besef dat de sector huishoudens een groot potentieel bezit voor energiebesparing en duurzame energie bestaat al decennia.
- De maatregelen zijn beschikbaar en studies geven aan dat de benutting ervan in veel gevallen rendabel zou zijn.
- In jaren met maximale beleidsinspanning is een efficiëntieverbetering gerealiseerd van 2% (in een situatie waar nog sprake was van 'laaghangend fruit').
- In veel meer jaren is de efficiëntieverbetering niet of nauwelijks uitgekomen boven een waarde van 1% per jaar.
- Qua instrumentarium zijn steeds mixen ingezet van directe en indirecte instrumenten. Het lijkt nuttig om deze lijn in de toekomst door te trekken.
- De beste resultaten zijn bereikt met harde instrumenten, zoals de EPN en de regulerende energiebelasting, terwijl bij dit type van instrumenten ook de kosten voor de overheid en andere partijen in de markt het laagst zijn.
- Met deze instrumenten is weliswaar een afvlakking van de groei te bereiken, maar niet een absolute reductie. Het totale energiegebruik in de sector huishoudens neemt nog steeds toe.
- Het beperkte effect van de ingezette instrumentarium kan deels worden verklaard uit belemmeringen in de markt, waarvan de weerstand tegen maatregelen, bij de eindgebruikers, een wezenlijke is.



1.2 Huidig beleid

1.2.1 Inleiding

In deze paragraaf wordt kort aandacht besteedt aan het huidige beleid ten aanzien van energiebesparing en duurzame energie in de huishoudens, zowel nationaal als dat van de Europese Commissie. Het hoofdstuk wordt besloten met een conclusie rond de sterke en zwakke punten.

1.2.2 Nederlands beleid

Centraal in het huidige energiebeleid van de Nederlandse overheid staan het garanderen van de voorzieningszekerheid en de aanpak van het mondiale klimaatprobleem. Dit wordt gezien als een internationale opgave, waaraan Nederland een zo groot duidelijke bijdrage wil leveren. Het kabinet kiest daarbij voor een integrale aanpak vanuit drie doelstellingen: voorzieningszekerheid, milieukwaliteit en economische efficiency. Daarbij betreft het kabinet ook andere onderwerpen zoals veiligheid, ontwikkelingssamenwerking en handelsbetrekkingen.

Voor de korte termijn wordt er ingezet op energiebesparing en innovatie. Het kabinet zet voor de periode 2008 - 2020 in op 1,5% energie-efficiëntieverbetering per jaar. Hiervoor moet het energiebesparingsbeleid ruim driemaal zoveel effectief worden als de afgelopen jaren. Toen bedroeg de verbetering van de energie-efficiëntie ca. 1% per jaar, maar een substantieel deel daarvan is een gevolg van autonome processen in de markt en niet van het beleid.

De overheid onderkent dat de knelpunten (zoals die genoemd in hoofdstuk 1) met het huidige instrumentarium niet overwonnen kunnen worden. Er wordt dan ook gestreefd naar aanscherping van de bestaande energieprestatie-eisen en normen en vooral ook naar nieuwe instrumenten. De nieuwe instrumenten moeten met name aangrijpen op de besparingsmogelijkheden in de bestaande bouw.

Een aanknopingspunt hiervoor kan wellicht gevonden worden in de nieuwe richtlijn van de Europese Commissie rond de energieprestatie in de bestaande bouw (de Energy Performance Building Directive; EPBD). De richtlijn stelt verplicht dat bij de overdracht van een woning of gebouw een document wordt overlegd dat inzicht geeft in de energetische kwaliteit van dit object (het energielabel). Dit label verplicht als zodanig tot geen enkele actie, maar leidt wel tot inzicht en bewustwording en biedt aanknopingspunten voor verdergaand beleid, zoals het verplicht stellen van een bepaalde minimale energetische kwaliteit. Dit laatste is echter geen onderdeel van het huidige beleid.

In het Energierapport uit 2005 heeft het kabinet wel een voornemen uitgesproken rond een ander instrument; witte certificaten. Dit is een instrument waarbij het treffen van bepaalde besparingsmaatregelen wordt gestimuleerd door hiervoor certificaten uit te geven en waarbij een marktpartij wordt verplicht elk jaar een aantal certificaten te kopen. Bij deze marktpartijen wordt in Nederland met name gedacht aan energieleveranciers of netbeheerders, maar in beginsel behoren ook andere constructies tot de mogelijkheden. De gedachte een taakstelling neer

te leggen bij marktpartijen sluit aan bij de nieuwe richtlijn van het Europese Commissie betreffende energie-efficiëntie bij het eindgebruik en energiediensten, hoewel deze richtlijn zeker ook andere keuzemogelijkheden biedt. Met het instrument Witte certificaten wordt inmiddels ervaring opgedaan in diverse landen, waaronder Engeland en Italië.

Het instrumentarium dat op dit moment wordt ingezet om energiebesparing en duurzame energie in de huishoudens te stimuleren bouwt hoofdzakelijk voort op de instrumenten die in de afgelopen tien jaar een rol hebben gespeeld. Hieronder is een overzicht opgenomen van de belangrijkste instrumenten, ingedeeld in de rubrieken fiscale instrumenten, subsidies, convenanten, regelgeving en voorlichting. Veel van de regelingen worden uitgevoerd door SenterNovem.

Tabel 7 Het huidige instrumentarium

Instrument	Naam	Omschrijving
<i>Fiscaal</i>		
REB	Regulerende Energie Belasting	Degressieve belasting op elektriciteit en gas
Groen beleggen	Groen beleggen	Bij beleggen in een groenfonds wordt gedeeltelijk gecompenseerd door de fiscus voor het lagere rendement
<i>Subsidie</i>		
EPR	Energie Premie Regeling	Subsidieregeling van VROM voor energiezuinige apparatuur, gebouwde omgeving en duurzame energie achter de meter
<i>Regelgeving</i>		
EPN	Energie Prestatie Norm	Stelt eisen aan de energieprestatie van nieuwe gebouwen
EPL	Energie Prestatie Locatie	Geeft energieprestatie van een wijk aan
<i>Voorlichting</i>		
EPA	Energie Prestatie Advies	Voorlichting over energiebesparingsmogelijkheden in de gebouwde omgeving
Generiek		Algemene voorlichting via Postbus 51, e.d. (vooral door VROM)

Wanneer de Nederlandse overheid er met het voorziene beleid in slaagt een efficiëntieverbetering te bereiken van 1,5% per jaar, dan wordt tot 2020 een cumulatief effect bereikt van bijna 25% en in 2030 bijna 50%. Daarmee zou de verwachte toename van de energievraag in de sector huishoudens ruimschoots worden gecompenseerd. Gekoppeld aan een sterkere inzet van duurzame energie zou een halvering van de CO₂-uitstoot ten opzichte van het referentiescenario binnen bereik komen.

Het is om tenminste twee redenen twijfelachtig of de waarde van 1,5% per jaar langjarig gerealiseerd kan worden met het voorziene instrumentarium. De eerste reden is dat het totale geïdentificeerde besparingspotentieel dan meer dan volledig benut zou worden, via de inzet van zachte instrumenten. Het verleden leert dat dit geen reële verwachting is. De tweede reden ligt in de extreem hoge kosten die aan de aanpak verbonden zouden zijn (CE, 2006).

1.2.3 Europees beleid

Het Nederlandse beleid wordt voor een deel gestuurd door het Europese beleid. Vanuit de EU zijn er twee zogenaamde groenboeken die een algemene visie neerzetten op het gebied van het realiseren van energie-efficiëntie. Het eerste is het groenboek inzake energie-efficiëntie getiteld 'Meer doen met minder' dat in 2005 is gepubliceerd. Het tweede is het in 2006 verschenen Groenboek 'Een Europese strategie voor duurzame concurrerende en continue geleverde energie voor Europa'. Daarnaast zijn er enkele richtlijnen die hier ook aan bod zullen komen.

Groenboek inzake energie-efficiëntie (2005)

Dit groenboek benadrukt de noodzaak voor energiebesparing en concludeert op basis van meerdere studies dat met kosteneffectieve maatregelen 20% bespaard kan worden op het Europese energieverbruik in 2020. Het gaat hierbij om zowel gedragsmaatregelen als technische maatregelen, die niet ten koste gaan van comfort en levensstandaard.

Het groenboek doet per sector eerste aanbevelingen voor mogelijke kosteneffectieve maatregelen. Hierbij betreft ze alle sectoren, van productie tot eindgebruikers. Het groenboek is bedoeld om de discussie op gang te brengen onder alle betrokken op zowel regionaal, nationaal als internationaal niveau. Niet alleen over de mogelijke maatregelen, maar ook over de noodzaak van algemeen bindende doelstellingen en minimale harmonisatie. Tevens moet de discussie met financiële instellingen worden aangegaan, teneinde investeringen in energie-efficiëntie te kunnen financieren. In het bijzonder zijn er financieringsinstrumenten nodig voor kleinere projecten. Op basis van de reacties op dit groenboek en een kosten-batenanalyse van de verschillende besparingsmogelijkheden wordt een Europees actieplan voor energie-efficiëntie samengesteld, zoals ook in 2000 is gedaan. Dit wordt in de loop van 2006 verwacht.

Voor de woningbouw/consument wordt erop aangestuurd om de bewustwording te verbeteren, onder andere door voorlichting. Daarnaast wordt etikettering genoemd als gebied waar meer mee gedaan moet worden en de richtlijn betreffende energieprestaties van gebouwen.

Het groenboek voor een Europese strategie voor duurzame, concurrerende en continue geleverde energie voor Europa (2006)

Zoals de titel van het groenboek al aangeeft, zijn er drie belangrijke redenen om als Europa een gezamenlijk energiebeleid te voeren: de hedendaagse milieu-problemen, het bevorderen van economische groei en werkgelegenheid en het verbeteren van de voorzieningszekerheid. Dit groenboek sluit aan op het groenboek Continuïteit van de energievoorziening uit 2000, dat vooral was bedoeld om de discussie over veiligheid en voorzieningszekerheid op gang te brengen. Het groenboek uit 2006 doet zes concrete voorstellen om op bovengenoemde punten verbetering te bewerkstelligen. Eén van deze voorstellen gaat concreet in op energie-efficiëntie.

Daarbij wordt voorgesteld energie efficiëntie prioriteit te geven, via een doel van 20% besparing ten opzichte van het anders te verwachten energieverbruik in de EU en via een aantal concrete maatregelen, waaronder voor de woningbouw:

- Campagnes over energiebesparing.
- Hardere financiële instrumenten of mechanismen om investeringen in energie-efficiënte te stimuleren.
- Een Europa breed systeem voor witte certificaten.
- Betere informatie over energiegebruik van apparaten en wellicht minimale eisen voor energiegebruik.

Europese richtlijnen

Naast twee groenboeken, die richtinggevend zijn voor toekomstig Europees besparingsbeleid, is er een aantal richtlijnen door de commissie vastgesteld die van invloed zijn op het besparingsbeleid in de woningbouw. Het gaat hier om de volgende richtlijnen.

Richtlijn Energieprestaties van gebouwen (EPBD) 2002

In 2002 is de EU-richtlijn Energieprestaties van gebouwen (EPBD, 2002/91/EG) gepubliceerd. De EPBD verplicht de lidstaten tot 5 concrete activiteiten, waarbij een zekere mate van vrijheid geldt om de richtlijn te vertalen naar de eigen nationale situatie:

- 1 Invoering van energieprestatie-eisen bij nieuwbouw en ingrijpende renovatie van gebouwen (woningen en utiliteitsgebouwen).
- 2 Energieprestatiecertificering (labelling en advies voor verbetermaatregelen) bij nieuwbouw en transacties in de bestaande bouw.
- 3 Periodieke keuring van ketels en installaties.

Op enkele van deze punten voldoet Nederland al aan de EU-richtlijn via bestaande wet- en regelgeving. Zo bestaan er al methodieken om de energieprestatie van gebouwen inzichtelijk te maken en gelden ook energieprestatienormen voor nieuwbouw. Een belangrijke vernieuwing waartoe de nieuwe regelgeving leidt, is dat in de toekomst alle nieuwe gebouwen moeten beschikken over een energieprestatiecertificaat; en voor bestaande gebouwen geldt deze verplichting op transactiemomenten. Een verplicht energiecertificaat moet gebruikers, huurders en kopers inzicht geven in de energielasten van een woning en de mogelijkheden om rendabel energie te besparen. Het certificaat moet bij transactiemomenten, zoals bij de verkoop en de verhuur van het pand, worden overlegd.

De uitwerking van de richtlijn voor de Nederlandse situatie en daadwerkelijke implementatie in Nederland valt onder de beleidsverantwoordelijkheid van de Minister van VROM. Het ministerie heeft aangegeven dat bij de implementatie twee randvoorwaarden zullen gelden, namelijk het maximaal beperken van de kosten voor de overheid en burger en het voorkomen van complexe en niet-transparante regelgeving. Concreet betekent dit het zo veel mogelijk gebruiken van nu al bestaande wet- en regelgeving. Alleen waar het niet anders kan, worden aanpassingen voorgesteld.



De richtlijn betreffende energie-efficiëntie en energiediensten (2006)

Het doel deze richtlijn is het verhogen van de energie-efficiëntie bij het eindverbruik via een aantal operationele maatregelen. Een van deze maatregelen betreft de ontwikkeling van de markt voor energiediensten om daarmee energie-efficiëntie een geïntegreerd onderdeel te maken van de interne markt voor energie. Dit is niet zozeer van toepassing op individuele consumenten, maar eventueel wel op woningcorporaties.

De richtlijn biedt een kader voor het bevorderen van de markt voor energiediensten en voor energie-efficiëntiemaatregelen, waarbij deze bij voorkeur in samenhang tot stand moeten komen. De richtlijn betreft met name de detaillevering en distributie van elektriciteit en aardgas, maar ook stadsverwarming en transportbrandstoffen en voor zover van toepassing huisbrandolie, steenkool, e.d.

De richtlijn bevat een besparingsdoel op lidstaatsniveau voor energie-efficiëntieverbetering (jaarlijks minimaal 1%), een besparingsdoel voor de publieke sector (jaarlijks 1,5%) en een oproep aan de lidstaten ervoor te zorgen dat bepaalde energiedistributeurs en/of energieleveranciers energiediensten aanbieden aan hun klanten.

In de richtlijn wordt een beroep gedaan op de lidstaten de genoemde zaken ter harte te nemen en te implementeren en wordt een uitgebreide toelichting gegeven op de achtergronden en noodzaak hiervan.

De richtlijn vult het Europese instrumentarium aan rond de openstelling van de interne energiemarkt, door belemmeringen op te heffen en door marktwerking te stimuleren. Concurrentie van energie-efficiënte eindverbruikstechnologieën kan zorgen voor grotere economische efficiëntie bij de hervorming van de interne energiemarkt.

Ecodesign richtlijn

Naast gebouwgebonden energieverbruik zijn de apparaten in een huishouden ook een grote energieconsumerende groep. Onder andere op basis van dit gegeven keurde het Europees parlement op 13 april 2005 de nieuwe Ecodesign (Eco-design of Energy-using Products (EuP)) richtlijn goed. Deze richtlijn schept een kader voor milieunormen voor energieverbruikende producten, zoals verwarming, verlichting en elektrische apparaten voor het huishouden. Helaas ontbreken ambitieuze energiestandaarden voor apparaten.

Het doel van de richtlijn is om een consistente set regels op te stellen voor het milieuvriendelijk ontwerpen van energiegebruikende producten (eco-design) en om nationale wet- en regelgeving hieromtrent te harmoniseren. De Eco-design directive is een raamwerk directive die door middel van zogenaamde Implementing Measures voor verschillende type apparaten concreet ingevuld dient te worden. De verwachting is dat eind 2007 de eerste Implementing Measures gereed zijn en van kracht zullen worden.

1.2.4 Conclusie

Met betrekking tot het huidige beleid kan het volgende worden vastgesteld:

- het huidige beleid heeft een nationale en een internationale component. Het belang van de laatste neemt geleidelijk toe;
- in het huidige beleid (zowel nationaal als internationaal) zijn de lessen uit het verleden voor wat betreft de beleidseffectiviteit nog niet geïnternaliseerd;
- hoewel positieve tendensen waarneembaar zijn is het onwaarschijnlijk dat met de huidige aanpak het beoogde doel zal en kan worden bereikt.

1.3 Parameters voor 60% emissiereductie

In het voorgaande is vastgesteld dat de sector huishoudens een flink potentieel bezit voor benutting van energiebesparing en duurzame energie. Dit potentieel bedraagt volgens studies totaal zo'n 180 PJ voor 2020. Dat is pakweg eenderde van het huidige energiegebruik in de sector en dus onvoldoende om 60% emissiereductie te bereiken.

In jaren waar beleidsmatig zwaar is ingezet op energiebesparing is een efficiëntieverbetering gerealiseerd van 2%. Over de afgelopen jaren is een jaarlijkse efficiëntieverbetering van 1% echter een meer representatieve waarde. Een belangrijk deel daarvan is het gevolg van autonome ontwikkelingen en niet van het beleid. Ondanks deze efficiëntieverbetering neemt het totale energiegebruik in de sector huishoudens nog steeds toe.

Voor de periode 2008 - 2020 wordt door de rijksoverheid ingezet op 1,5% energie-efficiëntieverbetering per jaar. Hiervoor moet het energiebesparingbeleid ruim driemaal zoveel effectief worden als de afgelopen jaren. In het voorgestelde beleid worden echter alleen opties aangesproken die al deel uitmaken van de genoemde 180 PJ. Daarbij wordt een aanpak voorgesteld die naar verwachting hoge kosten met zich mee zal brengen, als gevolg van de wijze waarop de stimulering vorm wordt gegeven, en die om die reden op termijn vrijwel zeker niet houdbaar zal blijken.

Uit het verleden kan worden geleerd dat goede resultaten worden bereikt met harde instrumenten, terwijl bij dit type van instrumenten ook de totale kosten het laagst zijn. Bij deze harde instrumenten kan worden gedacht aan verdergaande normering, van apparatuur en van de huizen zelf, maar gelet op de omvang van de problematiek is het de vraag of zelfs daarmee kan worden volstaan. Zo niet dan resteert wellicht alleen plafonnering van het verbruik als optie.

1.3.1 Ontwikkeling van het verbruik

Het energiegebruik zal de komende decennia veranderen. Door demografische ontwikkelingen zal de groep 60+ fors toenemen. Voor het energiegebruik heeft dit tot gevolg dat woningen meer uren per jaar bewoond worden en vaak met een hogere temperatuur. De comfortbehoefte zal verder toenemen, net zoals de wens om woningen te gaan koelen, zeker als we hetere zomers krijgen. De verwachting is dat de vraag naar energiefuncties ten gevolge van de economische groei zal blijven stijgen. Het stijgingspercentage van 10% over 15 jaar, dat is opgetreden in de periode 1990-2005 kan daarbij worden beschouwd als ondergrens.



1.3.2 Besparingspotentieel en kosten

Het totale economisch rendabele besparingspotentieel in Nederland voor de sector huishoudens wordt ingeschat op ruim 180 PJ (Optiedocument, 2006). Het gaat daarbij om het bruto besparingspotentieel dat rendabel te ontsluiten zou zijn in 2020, uitgaande van een maximale terugverdientijd van vijf jaar. Er is dus meer mogelijk!

Tabel 8 Maatregelen, kosten en besparingspotentieel voor huishoudens in het Optiedocument van ECN

Maatregel	Onrendabele top (M€ / PJ)	Maximaal potentieel (PJ)
Elektriciteitsbesparing door gedrag	- 15 tot - 4	30
Zuinig stookgedrag	- 4 tot -3	7
Restwarmtebenutting huishoudens	- 2	6
Vraagbeperking bestaande bouw	- 2 tot 12	60
Elektriciteitsbesparing door normering	- 4 tot 10	40
Elektrische warmtepomp in nieuwbouw	25 - 29	7
Zonneboilers	28 - 40	3
Micro-WKK	50 - 60	5
Vraagbeperking nieuwbouw	60 - 100	4
Zon-PV	70 - 80	10
HR-ketels met hoger rendement	80 - 100	14

Uit de tabel blijkt dat het grootste deel van het besparingspotentieel binnen de woningbouw gerealiseerd kan worden door het nemen van maatregelen op het gebied van isolatie en klimaatbeheersing. Hierbij is de grootste winst te behalen in de bestaande bouw. In de praktijk is dit type van maatregelen lang niet overal eenvoudig te implementeren of treden bijvoorbeeld problemen op bij de financiering ervan, zoals de 'split incentive' problematiek in de sociale verhuur.

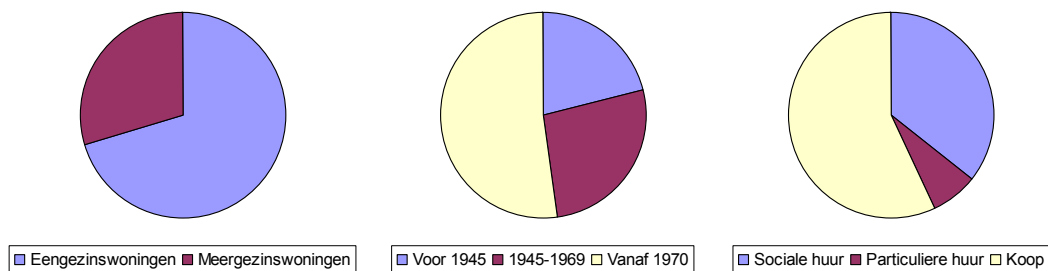
Tabel 9 Technische en gedragsmaatregelen om energiebesparing te realiseren en hun penetratiegraad

Subsector	Maatregelcategorie	Typering en penetratiegraad
Sociale verhuur	Isolatie en klimaatbeheersing	Met name in de rijtjeswoningen van voor 1980 kunnen besparingen worden gerealiseerd door isolatie. Daarnaast beschikt 75% van de woningen over een eigen CV-ketel. Hiervan bestaat 26% uit HR, 60% VR en 14% CR.
Eigen woning	Isolatie en klimaatbeheersing	In deze sector ligt het potentieel van isolatiemaatregelen met name bij de oude vrijstaande en 2-onder-1-kap woningen. Ruim 90% van de woningen beschikt over een eigen CV-ketel. Hiervan is de helft inmiddels een HR-ketel. Daarnaast staat in 40% van de woningen een VR-ketel en bij 10% een CR.
Sociale verhuur	Gedrag	Energiebesparing door gedrag betekent de thermostaat een graad lager zetten, apparaten niet onnodig aan c.q. stand-by laten staan e.d. Gedrag is ook belangrijk bij de aankoop van installaties en apparatuur. De penetratiegraad is moeilijk aan te geven.
Eigen woning	Gedrag	
Eigen woning	Apparaten	Besparing kan nog behaald worden op meer energiezuinige apparatuur: TV's, koelkasten, vriezers, computers, e.d.

Bij de besparing in de sfeer van de apparaten is rekening gehouden met een bijdrage van 40 PJ via normering. Deze normering zal overwegend in internationaal kader vorm moeten krijgen. De bijdrage hiervan is wezenlijk omdat een vermindering van het elektriciteitsgebruik relatief veel CO₂-emissiereductie oplevert, wanneer de elektriciteit met fossiele dragers is opgewekt.

Het besparingspotentieel voor isolatie en klimaatbeheersing hangt sterk af van het type woning. De samenstelling van de woningvoorraad in Nederland is weergegeven in Figuur 5.

Figuur 5 Samenstelling van de woningvoorraad in 2004 naar woningtype, bouwjaarklasse en eigendoms categorie (Bron: CBS)



Ook het energieverbruik verschilt per woningtype en huishouden. In het onderzoek Kwalitatieve Woningregistratie 2000 (KWR, 2000)⁴ worden verschillende energieprofielen voor woningen onderscheiden. In Tabel 10 zijn deze woningaantallen aangegeven en is het gemiddelde energiegebruik uitgesplitst naar de drie functies ruimteverwarming, warm tapwater en elektriciteit.

⁴ <http://www.vrom.nl/pagina.html?id=9582> (Bezocht op 18-4-2006).

Tabel 10 Aantal woningen in 2000 en het gemiddelde energiegebruik

	Aantal woningen [*1000]	Ruimteverwar- ming [GJ/j]	Tapwater [GJ/j]	Elektriciteit [GJ/j]	CO ₂ -emissie [ton/won.]	Totale CO ₂ -emissie [Mton/j]
1 vrijstaand voor 66	514	90	11	26	9,9	5,1
2 2/1 kap voor 66	393	69	11	20	7,7	3,0
3 rij+hoekwoning voor 46	501	56	11	17	6,5	3,3
4 rij+hoekwoning 46-65	669	49	10	14	5,7	3,8
5 galerijwoning voor 66	127	31	6	5	3,0	0,4
6 portiekwoning voor 66	524	33	8	4	2,9	1,5
7 bovenwoning voor 66	345	36	8	5	3,3	1,1
8 vrijstaand 66-88	295	100	13	20	9,6	2,8
9 2/1 kap 66-88	301	64	13	16	6,9	2,1
10 rij+hoekwoning 66-75	654	53	11	12	5,7	3,7
11 rij+hoekwoning 76-79	165	51	12	11	5,4	0,9
12 rij+hoekwoning 80-88	469	42	12	8	4,4	2,0
13 galerijwoning 66-88	243	24	6	4	2,4	0,6
14 portiekwoning 66-88	206	34	7	5	3,1	0,6
15 appartement 66-88	235	32	6	4	2,7	0,6
16 woningen vanaf 1989	949	35	14	12	4,8	4,5
totaal	6.588					36
gemiddeld		51	11	12	5,5	

Bron: Dit overzicht is afgeleid van de woningaantallen in KWR en het onderzoek 'Beleidsmodel energiegebruik bestaande bouw' dat CE heeft uitgevoerd voor Novem.

De CO₂-emissie is berekend met de waarden voor 2000 van 190 kg CO₂ per GJ elektriciteit, 56 kg CO₂ per GJ aardgas (bron: EnergieNed, Elektriciteitsproductie en Milieu).

Uit de tabel blijkt dat de energetische kwaliteit van de Nederlandse woningvoorraad in de loop der jaren is verbeterd. De invoering van isolatie-eisen vanaf 1965 voor de nieuwbouw en eisen aan dakisolatie (sinds 1975) en gevelisolatie (sinds 1979) en isolatie van de begane grondvloer (sinds 1983) hebben duidelijk bijgedragen aan de verbetering van de kwaliteit, evenals de invoering van de EPN in 1995.

De kennis rond de gemiddelde energetische kwaliteit van woningen van een bepaald type en in een gegeven leeftijdscategorie maakt het in beginsel mogelijk een op maat toegesneden verplichting te koppelen aan de EPBD. Daarbij kan worden gedacht aan de verplichting voor de huiseigenaar de woning op te leveren met een bepaalde minimale energetische kwaliteit zodra deze de woning verkoopt. Om problemen te voorkomen is het te overwegen deze verplichting pas op te leggen aan nieuwe eigenaren die een woning kopen. De eigenaar weet zo waar deze aan begint en het mechanisme zal toch ook al druk opbouwen bij bestaande bewoners, omdat deze hun woning wellicht moeilijker kunnen verkopen als deze niet voldoet aan de vereiste energetische kwaliteit. Via deze 'normering' van de woningen kan een belangrijk deel van het besparingspotentieel worden gerealiseerd.

Verder kan substantieel effect worden bereikt via de normering van de installaties voor verwarming en airconditioning. Een HR-ketel, of installatie met tenminste gelijkwaardig rendement is bijvoorbeeld nog steeds niet verplicht.

Omdat de sector huishoudens een 'afgeschermd' markt is kunnen de genoemde eisen relatief eenvoudig en door de Nederlandse overheid zelf worden ingevoerd. Gelet op het nog steeds stijgende gebruik van elektrische apparaten en de daaraan gekoppelde groei van het elektriciteitsgebruik is het van belang dat ook stevig wordt gewerkt aan de normering van het verbruik van losse elektrische apparaten. Een reductie die wordt bereikt in het elektriciteitsgebruik weegt zwaar in de reductie van de CO₂-emissie, wanneer de elektriciteit met fossiele dragers is opgewekt. De normering van de elektrische apparaten kan echter alleen op internationaal niveau worden geëffectueerd.

Daarnaast kan de benutting van restwarmte en de inzet van duurzame energie in 2030 een wezenlijke bijdrage leveren in de gebouwde omgeving. Voor duurzame energie ook via vergroening van de elektriciteit.

1.3.3 Mogelijke maatregelen voor de korte termijn

Verwarming, koeling en warm water

In de bestaande gebouwen zullen bij reguliere vervanging veel efficiëntere installaties voor verwarming en warm tapwater moeten komen. Dit kunnen de eerste jaren warmteterugwinningseenheden zijn, HR-ketels, etc. Technieken dus die nu reeds beschikbaar zijn. Deze zullen binnen enkele jaren worden opgevolgd door nog efficiëntere apparaten zoals de microWK en warmtepompcombi's (op gas of elektrisch). Om op termijn schone energie (biogas, CO₂-loos gas, restwarmte, waterstof, elektriciteit) op een efficiënte wijze te kunnen gebruiken zullen collectieve verwarmingssystemen behouden moeten blijven.

In de komende decennia zullen nog veel nieuwe gebouwen worden ontwikkeld, vooral door herstructurering van wijken en bedrijventerreinen. Bij deze gebouwen zijn er meer mogelijkheden dan bij de gebouwen waar geen ingrijpende veranderingen plaatsvinden. Aardgas zal niet meer in de gebouwen zelf worden omgezet in warmte en elektriciteit, maar in de buurt van die gebouwen. Dat kan zijn in combinatie met bodemwarmte, thermische zonne-energie of elektriciteitsproductie. Op termijn kan het aardgas worden vervangen door schone energiebronnen (biogas, zonthermisch) en schone energiedragers (elektriciteit en waterstof). Essentieel is dat de omzetting van fossiele energie in warmte niet meer in de gebouwen zelf plaatsvindt, omdat hiermee professioneel de beste oplossing kan worden getroffen als de installatie over een aantal jaren moet worden vervangen. De flexibiliteit is hiermee maximaal. Nieuwe kantoorgebouwen kunnen binnen enkele jaren al over het jaar gemiddeld zonder energie voor verwarming/koeling, door buffering en slim ontwerpen.

Door de hogere prijs van fossiele energie en het besef van schaarste zullen consumenten zowel hun gedrag veranderen op het gebied van investeringen als in het gebruik, zowel op het gebied van efficiency als rond schone energie.

Elektrische apparaten/verlichting

Het energiegebruik is nu nauwelijks een factor bij het gebruik of de aanschaf van apparaten, en dat verandert naar verwachting ook niet snel als de elektriciteit fors duurder wordt. Daarom moeten enerzijds de producenten worden aangespoord de apparaten fors zuiniger maken en anderzijds de elektriciteitleveranciers op den duur alleen nog schone elektriciteit aanbieden.

Elektrische apparaten kunnen nog fors zuiniger. De Europese Commissie is hiervoor de aangewezen overheid. Nederland kan een actieve rol spelen om met de Commissie voor de belangrijkste elektrische apparaten normen te ontwikkelen. Hierbij kan gedacht worden aan het standby-verbruik van apparaten (maximaal 1 W), koelkasten, TV's, kantoorverlichting en computers. Voorkomen moet worden dat voor elk apparaat een commissie wordt gevormd. Deze normen zullen voortschrijdend worden verlaagd zodat de producenten weten aan welke eisen ze over 5 jaar moeten voldoen.

Daarnaast zal de elektriciteit veel schoner worden doordat het met minder fossiele energie wordt geproduceerd, omdat de elektriciteitsproductie voor de extensieve energiegebruikers ook onder het systeem van fossiele energierechten gaat vallen.

1.3.4 Systemen om het potentieel te ontsluiten

Eind 2005 zijn door CE diverse sturingsystemen onderzocht om de energiebesparing te bevorderen. Onder systeem wordt daarbij het geheel verstaan van het overheidsinstrumentarium en de rol van de marktpartijen, gemeenten, e.d. inclusief de handhaving. Hieronder worden deze systemen kort getypeerd.

Acht mogelijke systemen voor stimulering van energiebesparing en duurzame energie

Vraagnormering

Dit systeem bouwt voort op de succesvolle EPC-benadering. De voortschrijdende aanscherping wordt voortgezet voor nieuwe woningen. Voor de bestaande bouw wordt een vergelijkbaar systeem ontwikkeld waarbij op het moment van wisseling van de gebruiker (huurder en eigenaar/bewoner) de woning moet voldoen aan een EPC. De (oude) eigenaar betaalt de daaraan gekoppelde kosten. Daarnaast worden voor alle apparaten met een verbruik van meer dan 100 kWh/jaar efficiëncynormen opgesteld (Europees) die gaandeweg worden aangescherpt.

'Schone plicht'

In dit systeem mogen nieuwe gebouwen alleen worden aangesloten op schone energiedragers. Dit betekent dat in de gebouwen geen emissies (CO₂, NO_x) meer vrij komen. Energiebedrijven leveren warmte, elektriciteit, schoon gas (biogas of waterstof) aan de gebruikers. Deze schone energiedragers worden in/nabij de gebouwen geproduceerd en moeten duurzaam zijn. Voor de bestaande gebouwen geldt dat stapsgewijs de levering van schone energiedragers wordt ingevoerd (stadsvernieuwing, renovatie). Op termijn worden alleen nog schone energiedragers geleverd en moeten deze deels met hernieuwbare bronnen worden geproduceerd.

Maatregelsubsidie

Energiebesparende maatregelen worden gesubsidieerd, zowel in de woningen als bij de woning. Elk jaar maakt het Rijk bekend welke subsidies worden gegeven. Huiseigenaren krijgen subsidie of belastingaftrek voor het isoleren van hun woning. Apparaten met een A-label krijgen subsidie.

CO₂-tax

De energiebelasting wordt elk jaar zodanig verhoogd dat het gebruik van fossiele brandstof in de gebouwde omgeving een dalende lijn vertoont. Het werkelijke brandstofverbruik van het afgelopen jaar is bepalend voor de CO₂-tax van het volgende jaar. Dit kan betekenen dat bovenop de huidige energiebelasting (thans € 6 per GJ) een CO₂-tax van € 20 per GJ komt, maar het kan ook zijn dat € 1 per GJ genoeg is. In tegenstelling tot de energiebelasting is deze CO₂-tax afhankelijk van de hoeveelheid CO₂ die vrij komt.

Emissiehandel

De gebouwde omgeving wordt toegevoegd aan het huidige CO₂-emissiehandels-systeem (ETS). De rechten die de gehele sector krijgt beginnen met het huidige emissieniveau en worden in een aantal jaar afgebouwd. De energieleveranciers zijn de uitvoerders van dit systeem. Zij zorgen dat ze over voldoende emissierechten beschikken, hetgeen te bereiken is door de vraag te verlagen, door hernieuwbare energie te produceren, of door emissierechten bij de industrie te kopen.

Fossiele energierechten individueel

De gebouwde omgeving krijgt een eigen energiehandelssysteem (dus geen CO₂). De gebruiksrechten die de sector krijgt beginnen met het huidige verbruik en worden elk jaar verminderd, zo snel als de politiek dat wil. Per gebruiker worden rechten vastgesteld voor gebruik van elektriciteit, gas en warmte. Gebruikers moeten zorgen dat ze over voldoende energierechten beschikken, hetgeen te bereiken is door de vraag te verlagen, zuinige apparaten aan te schaffen of door rechten te kopen. Indien afnemers onder de verbruiksnorm blijven ontvangen zij een bonus (verkoop van emissierechten).

Fossiele energierechten algemeen

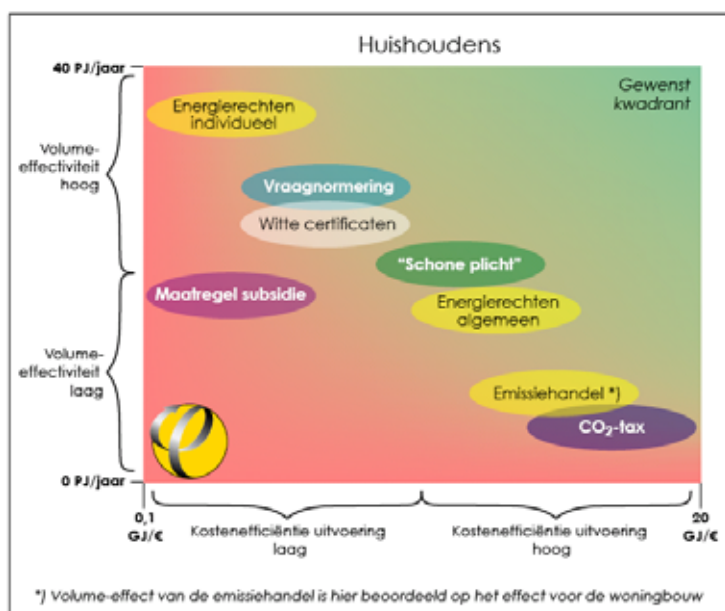
Dit systeem is qua principe gelijk aan het voorgaande, maar de gebruiksrechten worden in dit geval niet op individueel niveau vastgesteld, maar op collectief niveau. Te denken valt aan gemeenten, netbeheerders en energieleveranciers. Zij zorgen dat het totaal aan afnemers over voldoende energierechten beschikt, hetgeen te bereiken is door de vraag te verlagen, door hernieuwbare energie te produceren, of door besparingen te realiseren met de productie van warmte en elektriciteit in/nabij de gebouwen. Door de schaarste aan rechten zal er een prijsverhogend effect zijn.

Witte Certificaten

Witte Certificaten zijn energiebesparingscertificaten. In dit systeem wordt het resultaat van energiebesparende acties in de gebouwde omgeving op verzoek gecertificeerd. De overheid legt de verplichting in de markt jaarlijks een aantal certificaten op te leveren. Het verschil met de energierechten systematiek is dat een certificeringsmethode ontwikkeld en gehandhaafd moet worden en er eenduidige referenties bepaald moeten worden om te bepalen wanneer iets een besparing is. Overeenkomst met de algemene energierechtensystematiek is dat de verplichting bij verschillende partijen kan worden ondergebracht (energieleveranciers, een nationaal energiebesparingbedrijf, gemeenten, netwerkbedrijven, maar ook bij de eindegebruikers, woningcorporaties of vastgoedeigenaren).

De systemen zijn onderling vergeleken op onder meer de volume-effectiviteit, de kostenefficiëntie van de maatregelen en de uitvoeringskosten. Omdat alle systemen uiteindelijk zijn gericht op de uitvoering van (nagenoeg) dezelfde energiebesparende maatregelen bestaat er slechts beperkt onderscheid op het punt van kostenefficiëntie van de maatregelen. Substantiële verschillen treden wel op in de systeemkosten en het gemak waarmee met een systeem een zeker volume-effect kan worden bereikt. Bij de systeemkosten gaat het vooral om verschillen in de uitvoeringskosten en in de weerstandskosten (d.w.z. in welke mate er vanuit het systeem wordt bijgedragen aan het overwinnen van weerstanden bij individuen). De volume-effectiviteit en de kosteneffectiviteit zijn gevisualiseerd in Figuur 6.

Figuur 6 De systemen gepositioneerd naar kostenefficiëntie uitvoering en volume-effectiviteit



Geconcludeerd wordt dat er is niet één ideaal systeem met grote volume-effecten en lage systeemkosten. De systemen Fossiele energierechten en Vraagnormering, lijken de beste wijzen om het beoogde doel te bereiken.

1.3.5 Conclusie

Uit dit hoofdstuk kunnen de volgende conclusies worden getrokken met betrekking tot de realisatie van de emissiereductiedoelstelling van 60%:

- Belangrijke parameters bij de keuze van een aanpak voor het realiseren van de doelstelling zijn de verwachte ontwikkeling van het energieverbruik in de sector, het besparingspotentieel, de kosten en de inzetbare instrumenten.
- Het totale energiegebruik in de sector huishoudens neemt nog steeds toe en zal in de periode tot 2030 minimaal 15% stijgen tot ca. 500 PJ. Het besparingspotentieel is bepaald op ruim 180 PJ voor 2020, maar is groter wanneer rekening wordt gehouden met de looptijd tot 2030. Het potentieel ligt, buiten het gedrag, vooral in de isolatie en klimaatbeheersing en het verbruik van elektrische apparaten.
- Om benutting van dit potentieel te bevorderen lijken de systemen Fossiele energierechten⁵ en Vraagnormering het meest effectief (qua volume en kosten).
- Wanneer met name wordt gedacht aan normering kan deze voor de gebouwschil zelf worden gekoppeld aan de EPBD. Daarbij kan worden gedacht aan de verplichting voor de huiseigenaar de woning op te leveren met een bepaalde minimale energetische kwaliteit zodra deze de woning verkoopt.

⁵ Het systeem Fossiele energierechten (FER) heeft binnen Green4sure een aanpassing ondergaan en is specifiek gericht op broeikasgassen. Het heeft de naam klimaatbudget meegekregen en is uitgebreid beschreven in een bijlage van het hoofdrapport.

- Verder kan het energieverbruik van installaties voor verwarming en airconditioning worden genormeerd, als ook het verbruik van elektrische apparaten. Dit laatste kan echter alleen op internationaal niveau.
- De benutting van restwarmte en de inzet van duurzame energie kunnen in 2030 een wezenlijke bijdrage leveren in de sector huishoudens. Voor duurzame energie ook via vergroening van de elektriciteit.

1.4 Hoe kan 60% reductie worden gerealiseerd?

1.4.1 Analyse

In de afgelopen decennia is het energiegebruik per huishouden voor verwarming gedaald en dat voor elektriciteit toegenomen. Door de toename van het aantal woningen bleef het gasverbruik voor de sector als totaal ongeveer gelijk, maar steeg de vraag naar elektriciteit fors. Dit ondanks de forse energiebesparing die heeft plaatsgevonden. Bij elektriciteit is het volume van de behoefte sterker gestegen dan de voortgang in de efficiency. Bij de gasvraag zijn deze zaken in evenwicht gebleven. De belangrijkste instrumenten die hiervoor zijn ingezet zijn de energieprestatienormering, ecotax en de subsidiering van besparingsmaatregelen (MAP, EPR).

In de gebouwde omgeving zal de komende decennia veel veranderen. Door demografische ontwikkelingen zal de groep 60+ fors toenemen. Voor het energiegebruik betekent dat, dat woningen meer uren per jaar bewoond worden en vaak met een hogere temperatuur. De comfortbehoefte zal verder toenemen, zoals de wens om woningen te gaan koelen, zeker als we vaker hetere zomers krijgen. Nu al stijgt het aantal woningen met koeling jaarlijks fors. De verwachting is dat de vraag naar energiefuncties ten gevolge van de economische groei zal blijven stijgen.

Het gewoontegedrag van energiegebruikers, maar ook van installateurs, corporaties, etc. zorgt ervoor dat er forse weerstanden overwonnen moeten worden alvorens zuinig energiegedrag ontstaat. Door divers overheidsinstrumentarium, technische ontwikkelingen en prijseffecten kan de kosten/batenverhouding veranderen en kan ook het gedrag veranderen.

1.4.2 Lange termijn instrumentarium

Om een sterke CO₂-reductie (60%) in de huishoudens te realiseren zullen uiteindelijk twee soorten harde instrumenten moeten worden ingezet:

- 1 Plafonnering van de CO₂-emissie.
- 2 Normen voor de efficiency van apparaten en woningen.

De plafonds worden geïmplementeerd via een het emissierechtensysteem dat ook voor andere sectoren wordt ingevoerd en een 'Klimaatbudget' voor gebouwen. De overheid stelt de plafonds vast en ziet toe op naleving. De andere partijen worden hierdoor gestimuleerd hun gewoontepatroon te doorbreken en hun gedrag te veranderen met betrekking tot efficiency, volume als schone energie. Hoe ze het doel bereiken is vanuit milieuoogpunt niet interessant. Daarvoor is er bewust flexibiliteit. Stapsgewijs zal het plafond voor de gebouwde omgeving worden verlaagd van 45 Mton in 2005 naar 18 Mton in 2030. Dit is voor zowel voor



de CO₂-emissies verbonden aan het gasverbruik als aan het elektriciteitsverbruik. In de doorrekening van ECN is het elektriciteitsverbruik voor de gebouwde omgeving opgenomen bij het totale elektriciteitsverbruik.

Om het bereiken van het plafond te vergemakkelijken, zal voor gebouwen, installaties en apparaten een systeem van voortschrijdende normstelling worden opgezet om de efficiency te verbeteren. Gebouwen en installaties op nationaal niveau, apparaten op Europees niveau. Dit beperkt de flexibiliteit enigszins, maar is noodzakelijk om te zorgen dat producenten het maximaal mogelijke doen om apparaten en gebouwen zuiniger te maken.

1.4.3 Korte termijn instrumentarium

Het eindbeeld zal zo snel mogelijk stapsgewijs moeten worden opgezet, waarbij zeker in de eerste jaren ook stimulerende maatregelen nodig zijn. Naast de voorzichtige invoering van plafonds en normen zal de energiegebruiker, maar bijv. ook de installateur, vertrouwd moeten raken met het doel en de middelen om een forse reductie te realiseren. Hiervoor zijn extra instrumenten nodig om de markt voor zuinige en schone technieken op gang te helpen.

Klimaatbudget

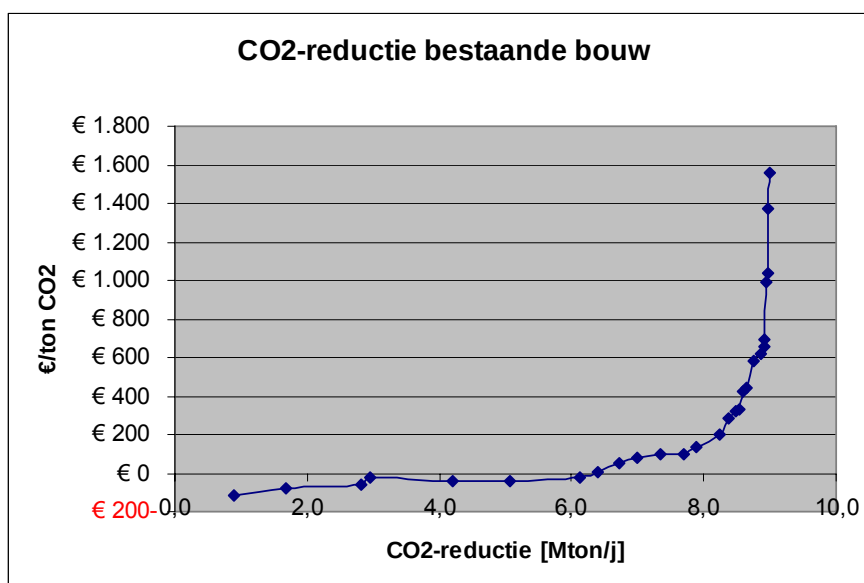
De huidige hoge energieprijzen en de invoering van de EPBD kunnen worden aangegrepen om het systeem van emissierechten in de gebouwde omgeving en het Klimaatbudget voor woningen in te voeren. Als de prijzen weer inzakken zal het moeilijk zijn om aandacht te behouden voor energiebesparing. In de loop van de tijd zal het plafond (het budget) omlaag gaan en zal dit met specifieke instrumenten worden ondersteund.

Ondersteunend: Voortschrijdende normen

Voor gebouwen en apparaten wordt een lange termijn stappenplan uitgezet waardoor productontwikkelaars weten aan welke normen zij moeten voldoen en wanneer. Voor nieuwe gebouwen wordt nu al vastgelegd dat de EPC stapsgewijs wordt verlaagd naar 0,4 in 2015. De EPL wordt verhoogd naar 10. Ook voor bestaande gebouwen wordt bepaald aan welk klimaatbudget (en daarmee aan welke energie-index) deze moeten voldoen.

Verhuurders van woningen krijgen de plicht om hun woningvoorraad binnen een gegeven aantal jaren op EPBD prestatieniveau B te brengen. Voor individuele woningeigenaren wordt een energieprestatie-eis gekoppeld aan de overdrachtmomenten. De koper weet dan welke plicht op het huis rust en kan later niet verkopen als niet aan de prestatie-eisen wordt voldaan. Bij de verplichting in de bestaande bouw wordt rekening gehouden met wat redelijkerwijs bij het betreffende type woning geëist kan worden. Uit recent onderzoek van EBM blijkt dat de kosten voor het bereiken van label B voor de meeste woningen zeer goed haalbaar is. In Figuur 7 zijn op de x-as de CO₂-emissies cumulatief weergegeven per categorie woningen, geordend op volgorde van rentabiliteit (y-as). De gemiddelde investeringskosten per woning bedragen ongeveer € 6.000. Een groot deel is daardoor, bij de huidige prijzen rendabel.

Figuur 7 Rentabiliteit label B bestaande woningen



Voor apparaten zal Nederland het initiatief nemen om scherpe, voortschrijdende normen te gaan vaststellen voor de belangrijkste groepen apparaten (TV's, computers, koelkasten, stand-by, lampen).

In het emissierechtensysteem voor de gebouwde omgeving zullen de energieleveranciers moeten beschikken over emissierechten voor het aardgas dat zij leveren aan hun gebruikers. Elektriciteitsproductie valt onder het ETS.

Ondersteunend: 100% duurzame elektriciteit

Voor de elektriciteit, die door energieleveranciers wordt geleverd in de gebouwde omgeving, gaat de eis gelden dat deze in 2030 volledig met duurzame bronnen moet zijn opgewekt. Voor warmte zal deze verplichting niet gelden, omdat verwacht wordt dat het emissierechtensysteem voor de gebouwde omgeving al voldoende stimulerend werkt en het bovendien moeilijk is de productie van warmte te meten, omdat het vaak achter de energiemeter in het gebouw plaatsvindt.

Tijdelijk: Innovatie

Om zuiniger om te gaan met energie blijft het van belang dat nieuwe technieken en nieuwe vormen van samenwerking ontwikkeld worden. Het vernieuwingsproces kan inhoud worden gegeven met subsidies en via allianties van bedrijfsleven en grote afnemers (woningcorporaties).

In de sector huishoudens vergt vooral de ontwikkeling van koude/warmteopslag op gebouwniveau nog inspanning. Bij de vernieuwing moet, zoals gezegd, naast technieken vooral ook worden gedacht aan slimme samenwerkingsconstructies om besparingen te realiseren, in samenwerking met eigenaar/bewoners en om eventuele weerstanden te verlagen.

Tijdelijk: Energiebesparingsbedrijf

Om de markt van zuinige en schone technieken op gang te helpen zal zo snel mogelijk een onafhankelijk energiebesparingsbedrijf worden opgezet dat gebou-

wen en apparaten die ruim boven de verplichte normen scoren met subsidie zal belonen. Actief worden installateurs, corporaties, e.d. benaderd om maatregelen te treffen en allianties te vormen. De dekking van de subsidies vindt zo snel als mogelijk plaats vanuit de opbrengsten van de veiling van energierechten. Er wordt gekozen voor een onafhankelijk besparingsbedrijf om conflicten met andere bedrijfsvoeringsaspecten te vermijden.

Verdere maatregelen

Ter ondersteuning van de voorgaande instrumenten worden maatregelen getroffen in de sfeer van de huurwetgeving (revolving fund) en met betrekking tot de overdrachtbelasting (differentiatie naar energieprestatie).

Op verschillende manieren zullen energiegebruikers en intermediaire partijen geïnformeerd moeten worden over de werking van het plafond en de efficiency normen. Dit moet zowel gebeuren door overheid (aanscherping van plafonds en normen), bedrijfsleven (producten) als milieuorganisaties (HIER-campagne). Het energiebesparingsbedrijf en een betere informatie zal naar verwachting de weerstand doen afnemen.

Voorwaarden scheppen

In de praktijk zijn er diverse belemmeringen voor energiebesparing, doordat de investeerder niet alle kosten mag doorrekenen (woningwet) of doordat de ontwikkelaar geen belangen heeft bij de gebruiksfase en dus hoofdzakelijk kijkt naar de investeringskosten en nauwelijks naar de exploitatiekosten. Ook dient hierbij gedacht te worden aan de energie-infrastructuur die het huidige gebruik van fossiele energie in stand houdt. Door bijvoorbeeld de plicht voor een schone infrastructuur kan dergelijk gewoontegedrag worden doorbroken.

Resumerend

Om een substantiële reductie van het gebruik van fossiele energie en daarmee CO₂-emissie in de huishoudens te bereiken, zullen de volgende instrumenten op korte termijn worden ingevoerd:

- 1 Invoeren Klimaatbudget voor woningen:
 - a De hoeveelheid CO₂-emissie voor huishoudelijke gebruikers wordt gelimiteerd.
 - b Energieleveranciers moeten rechten kopen (via veiling) voor verkoop aardgas en andere fossiele energie.
 - c Inkomsten uit veiling worden volledig teruggesluisd zodat energieprijzen stijgen, maar energiekosten slechts beperkt.
 - d Gaandeweg wordt het budget verlaagd.
- 2 Normering:
 - a Aanscherpen EPC & EPL voor nieuwe gebouwen >> EPC 0,6 in 2010 en 0,4 in 2015; EPL=10 in 2015.
 - b Invoering verplicht label en normering voor bestaande gebouwen.
 - c Lage temperatuur verwarmingssystemen in alle nieuwe en vernieuwde gebouwen/woningen.
 - d Voortschrijdende normering elektrische apparaten (via EU).

- 3 100% duurzame elektriciteit:
 - a Elektriciteitslevering voor de gebouwde omgeving in 2030 volledig uit hernieuwbare bronnen.
- 4 Innovatie:
 - a Koplopers in de schijnwerpers EPL=10 en financieel bevoordelen.
 - b Tijdelijke subsidiëren van vernieuwende technieken.
 - c Oprichting energiebesparingsbedrijf voor tijdelijke stimulering.
- 5 Overige maatregelen:
 - a Aanpassen huurwetgeving (revolving fund).
 - b Differentiëren overdrachtbelasting naar energieprestatie.
 - c Overheid: noodzaak, achtergronden en facilitatie naar bedrijven en burgers.
 - d NGO's: noodzaak en mogelijkheden burgers.
 - e Bedrijfsleven: zuinige producten.
- 6 Voorwaarden scheppen:
 - a De bestaande regels worden gescreend op belemmeringen.
 - b Aanleg schone energie-infrastructuur (warmtebedrijf in de grote steden, kleine warmtenetten in herstructureringslocaties).

1.5 Inkomenseffecten huishoudens

Het klimaatbudget leidt tot een verlaging van de vaste energielasten (vastrecht, verminderd met teruggave ten gevolge van verkoop van CO₂-rechten) en een verhoging van de variabele energielasten (de kosten per eenheid energie oftewel m³ gas: de directe brandstofkosten met BTW en ecotax vermeerderd met de kosten van CO₂-rechten). De vraag is daarbij of dat lage inkomensgroepen niet onevenredig belast.

CBS geeft statistieken voor de bestedingen van huishoudens, met daarin onderscheid naar inkomensdecilen. De statistieken bevatten ook uitgaven aan energie. De meest recente statistiek is van 2004.

In 2004 waren de uitgaven aan 'verwarming en verlichting' als volgt:

	Besteding aan 'verwarming en verlichting' (Euro per jaar)	Besteding aan 'verwarming en verlichting' (% van totale bestedingen)
1 ^e deciel (laagste inkomens)	1.066	5,6
2 ^e deciel	1.041	6,5
3 ^e deciel	1.108	6,2
4 ^e deciel	1.145	5,7
5 ^e	1.290	5,2
6 ^e	1.424	5,1
7 ^e	1.502	4,8
8 ^e	1.500	4,4
9 ^e	1.734	4,3
10 ^e deciel (hoogste inkomens)	1.979	3,9

Lage inkomens geven een groter deel van hun inkomen uit aan verwarming en verlichting, maar de absolute bestedingen van lage inkomens zijn minder. De enige uitzondering op deze regel is het eerste inkomensdecil (de laagste 10%



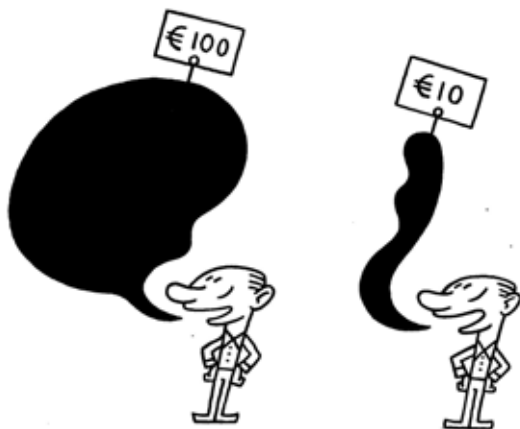
van de inkomens). Die besteden een paar Euro per jaar meer aan verwarming en verlichting.

Een verlaging van de vaste lasten met een gelijktijdige verhoging van de variabele lasten is gunstig voor de huishoudens die minder energie dan gemiddeld gebruiken. Als we aannemen dat alle huishoudens ongeveer dezelfde prijzen betalen, is de gemiddelde gebruiker het huishouden met het mediane inkomen. Bovenmediane huishoudens gaan er op achteruit, benedenmediane huishoudens gaan er met het klimaatbudget op vooruit.

Kijken we naar andere huishoudkenmerken, dan blijkt dat grote huishoudens meer uitgeven aan verwarming en verlichting dan kleine huishoudens, maar ook meer verdienen, waardoor het aandeel van uitgaven aan energie lager is.

Berekening inkomenseffecten

Green4sure is doorerekend op macro-niveau, maar minstens zo belangrijk is een inschatting van wat het kost voor een huishouden, een automobilist, een bedrijf. Het is nodig om onderscheid te maken tussen de prijzen van elektriciteit en energiedragers (aardgas, motorbrandstoffen), kosten van energieverbruikende producten, en verbruik. Globaal gaan de prijzen van elektriciteit en energiedragers in Green4sure omhoog. Hierdoor ervaren consumenten een grotere prikkel om energie te besparen. Daardoor, maar ook door strengere normen voor energieverbruikende producten, neemt de efficiëntie toe: huishoudens hebben minder energie nodig om dezelfde dingen te doen (minder aardgas om de woning op dezelfde temperatuur te houden, minder brandstof om eenzelfde afstand per auto af te leggen, enzovoort). Door de efficiëntienormen nemen de aanschafkosten van energiegebruikende producten toe.



De drie effecten werken deels kostenverhogend, deels kostenverlagend. Voor een beter inschatting van de effecten op het besteedbaar inkomen van huishoudens hebben we indicatief enkele berekeningen gemaakt, uitgaande van het huishoudelijk gebruik voor gas, elektriciteit en automobiliteit. Een huishouden gebruikte in 2005 gemiddeld 1.850 m³ aardgas en 3.500 kWh elektriciteit. Als Green4sure is ingevoerd betaalt het huishouden per m³ aardgas naar verwachting⁶ € 0,20 meer dan op dit moment (de huidige

prijs is ongeveer € 0,32 per m³ exclusief belastingen en ecotax). De elektriciteitsprijs stijgt met € 0,05 per kWh doordat deze geheel met hernieuwbare bronnen wordt geproduceerd. Beide factoren verhogen de uitgaven aan energie. Als gevolg van normeringen en reacties op de prijsprikkels worden woningen beter geïsoleerd. Een gemiddelde woning wordt daardoor € 6.000 duurder en de lasten

⁶ Dit is een inschatting op basis van welke prijs nodig is om de besparingsmaatregelen gerealiseerd te krijgen. Als de vraag naar energie sterker toeneemt zal de prijs ook hoger zijn.

per jaar nemen met ongeveer € 600 toe⁷. Elektrische apparatuur wordt wel zuiniger, maar niet noemenswaardig duurder. Onder Green4sure daalt het gasverbruik met ongeveer 50% en het elektriciteitsgebruik blijft constant door de hogere prijs en door de zuinigere apparaten, omdat de trend zich doorzet en omdat nieuwe vormen van verwarming minder aardgas maar meer elektriciteit vergen. De prijsverhoging van gas wordt teruggegeven aan de consument in de vorm van een negatief vastrecht. Dit bedraagt ongeveer € 185⁸. De prijsverhoging van elektriciteit hangt samen met de hogere opwekkingskosten van hernieuwbare energie en leidt niet tot een teruggave.

Per jaar nemen de uitgaven aan gas af met € 300 (inclusief negatieve vastrecht) en elektriciteit toe met ongeveer € 200 en de uitgaven aan de woning met € 300⁹. Zodoende komt de totale kostenverhoging gemiddeld neer op € 200 per jaar. Voor zuinige energiegebruikers die de helft gebruiken van het gemiddelde blijven de kosten ongeveer gelijk en voor kwistige gebruikers (50% meer gebruik) nemen de kosten met € 400 toe.

Automobilisten

In 2005 reden automobilisten gemiddeld 18.000 kilometer met een gemiddeld verbruik van 1:12 en een gemiddelde brandstofprijs van € 1,40. Door Green4sure stijgen de brandstofkosten met gemiddeld € 0,60 per liter en worden auto's gemiddeld € 5.000 duurder. Daar staat een halvering van het brandstofverbruik per kilometer tegenover.

In het SE-scenario stijgt de mobiliteit met 50%, in Green4sure blijft deze gelijk. Per jaar nemen de uitgaven aan brandstof af met € 350. De jaarlijkse meerkosten aan het voertuig bedragen € 800. Per saldo wordt autorijden gemiddeld per jaar € 400 duurder. Ook hier geldt weer dat de zuinige autorijder (50% minder gebruik dan gemiddeld) ongeveer gelijkblijvende kosten houdt.

Ten opzichte van SE nemen de kosten met ongeveer € 200 per jaar toe.

Berekening

De kosten bestaan uit 3 componenten:

- directe energiekosten;
- ecotax, accijns, BTW;
- kosten voor hogere efficiëntie van huizen, apparaten en auto's.

Directe energiekosten

In Tabel 11 zijn de kosten weergegeven (prijzen 2005, exclusief vaste kosten) van het directe energieverbruik, exclusief BTW en ecotax.

⁷ Uitgaande van 50% van de investeringen in woning en 50% in installatie met rentes en afschrijvingstermijnen conform de milieukostenmethodiek.

⁸ Prijsverhoging van € 0,20 maal een verbruik van 50% van 1.850 m³.

⁹ Huidige uitgaven aan gas: 1850 * 0,32 = € 600 + belastingen € 400. Uitgaven aan gas in 2030: 50% * 1.850*(0,32+0,20) = € 700. Meeruitgaven aan elektriciteit 100% * 3500 * 0,05 = € 200.



Tabel 11 Berekening directe energiekosten

	Gemiddelde vraag			Zuinig	Gemiddeld	Kwistig
2005	1.850	m ³	Aardgas	€ 296	€ 592	€ 888
	3.500	kWh	Elektriciteit	€ 158	€ 315	€ 473
	18.000	Km	Automobiliteit	€ 375	€ 750	€ 1.125
SE 2030	1.388	m ³	Aardgas	€ 222	€ 444	€ 666
	4.725	kWh	Elektriciteit	€ 213	€ 425	€ 638
	27.000	Km	Automobiliteit	€ 473	€ 945	€ 1.418
G4S 2030	925	m ³	Aardgas	€ 56	€ 296	€ 537
	3.850	kWh	Elektriciteit	€ 270	€ 539	€ 809
	18.000	Km	Automobiliteit	€ 36-	€ 360	€ 756

Voor deze berekening is uitgegaan van € 0,32 voor aardgas (exclusief BTW en ecotax), elektriciteit € 0,09 (exclusief ecotax en BTW) en voor autobrandstof van € 0,50 (exclusief accijns en BTW).

Directe energiekosten

Bij de berekeningen is er van uitgegaan dat het Rijk bij een dalende energievraag dezelfde inkomsten moet ontvangen aan belastingen en ecotax. Doordat deze afhankelijk zijn van het verbruik zullen deze kosten dus relatief stijgen per eenheid energie om in totaliteit gelijk te blijven. In de berekeningen zijn deze kosten per gemiddeld huishouden berekend op € 444 voor gas, € 350 voor elektriciteit en € 1.350 voor mobiliteit. Deze zijn weer wel, net als nu, afhankelijk van het verbruik; een zuinige energiegebruiker betaalt dus minder.

Kosten voor hogere efficiëntie

Naast deze directe energiekosten en de belastingen zullen de huishoudens geconfronteerd worden met extra kosten voor het zuinig maken van de woningen, apparaten en voertuigen. Zuinige installaties zijn in eerste instantie veel duurder dan de conventionele. Het voorbeeld is de spaarlamp die eerst € 14 kostte en nu € 5. Binnen een jaar is dat bedrag terugverdiend. Maar niet elke besparing is zo rendabel. Zuinige huizen zijn iets duurder en auto's zullen ook duurder worden om nog maar 1:25 te rijden. De jaarlasten voor de woning nemen met circa € 270 toe door isolatie en zuinigere ketel, de kosten van de auto worden ook circa € 800 duurder doordat deze twee keer zo zuinig wordt.

Tabel 12 Berekening extra kosten efficiëntie

	Gemiddelde vraag			Zuinig	Gemiddeld	Kwistig
2005	1.850	m ³	Aardgas	-	-	-
	3.500	kWh	Elektriciteit	-	-	-
	18.000	km	Automobiliteit	-	-	-
SE 2030	1.388	m ³	Aardgas	-	-	-
	4.725	kWh	Elektriciteit	-	-	-
	27.000	km	Automobiliteit	-	-	-
G4S 2030	925	m ³	Aardgas	€ 136	€ 271	€ 407
	3.850	kWh	Elektriciteit	€ -	€ -	€ -
	18.000	km	Automobiliteit	€ 395	€ 790	€ 1185

In SE neemt de vraag van woningen af met gemiddeld 25%. Auto's worden 15% zuiniger. Dit hanteren we als autonome besparing. De mobiliteit stijgt met 50% en de elektriciteitsvraag met 35%.

Voor elektrische apparaten nemen de kosten ook in Green4sure niet toe, omdat met normering de verwachting is dat de kosten van die apparaten niet merkbaar duurder worden.

In Tabel 13 zijn voor een gemiddeld, een zuinig en een kwistig huishouden de totale kosten berekend die ook in Figuur 8 zijn gevisualiseerd.

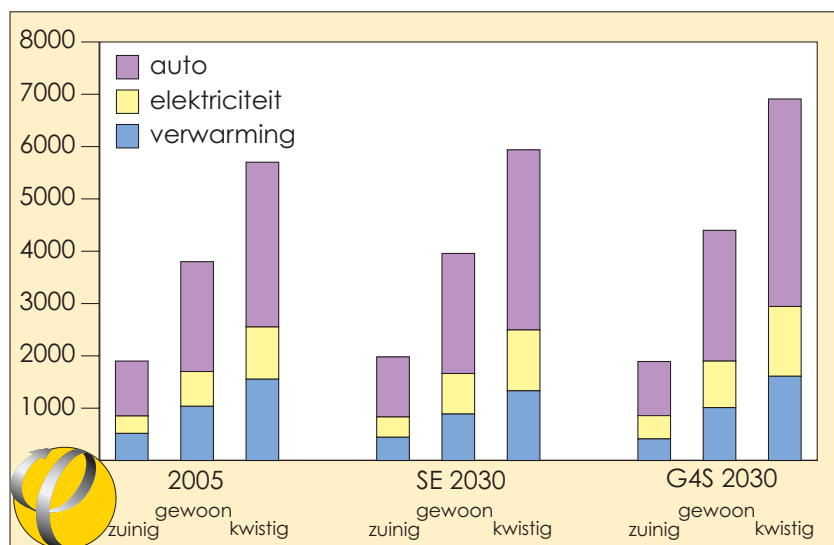
Tabel 13 Berekening totale energiekosten

		Zuinig	Gemiddeld	Kwistig
2005	Aardgas	€ 518	€ 1.036	€ 1.554
	Elektriciteit	€ 333	€ 665	€ 998
	automobiliteit	€ 1.050	€ 2.100	€ 3.150
	Totaal	€ 1.901	€ 3.801	€ 5.702
SE 2030	Aardgas	€ 444	€ 888	€ 1.332
	Elektriciteit	€ 388	€ 775	€ 1.163
	automobiliteit	€ 1.148	€ 2.295	€ 3.443
	Totaal	€ 1.979	€ 3.958	€ 5.937
G4S 2030	Aardgas	€ 413	€ 1.011	€ 1.610
	Elektriciteit	€ 445	€ 889	€ 1.334
	automobiliteit	€ 1.034	€ 2.500	€ 3.966
	Totaal	€ 1.892	€ 4.400	€ 6.909

In totaal zullen voor een gemiddeld huishouden de kosten stijgen met circa € 600 per jaar. Door de groeiende economie zullen in 2030 de inkomens gemiddeld met 50% zijn toegenomen. Met andere woorden, de verwachte stijging van de inkomens is veel groter dan de stijging van de energiekosten.



Figuur 8 Energiekosten voor de consument (€/j)





2 Utiliteit en MKB

2.1 Historische ontwikkelingen

2.1.1 Inleiding

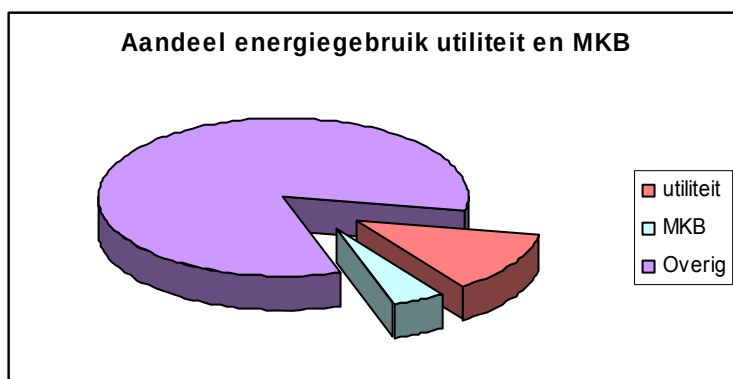
Lessen uit het verleden bieden inzicht in de mogelijkheden en manieren om CO₂-emissiereductie in de utiliteitsbouw en het midden- en kleinbedrijf (MKB) te verwezenlijken, of in elk geval in de drijvende krachten en de grootste barrières daarbij. In dit hoofdstuk wordt daarom teruggekeken naar de ontwikkelingen in de afgelopen decennia.

Hierbij wordt eerst een kenschets van de sectoren gegeven, met name voor wat betreft het gebruik van energie. Vervolgens wordt de beleidsontwikkeling in kaart gebracht en wordt ingegaan op de gevolgen hiervan voor het totale energieverbruik en de energie-efficiëntie. Daarbij komen de belangrijke instrumenten aan de orde en de mate waarin hun doelen zijn gerealiseerd. Op grond daarvan worden lessen voor de toekomst getrokken.

2.1.2 Kenschets utiliteitsbouw en MKB

Het jaarlijkse energieverbruik in de utiliteitsbouw en het MKB bedraagt ruim 15% van het totale energiegebruik in Nederland. De trend van het energieverbruik is dat het elektriciteitsverbruik (nu ruim 40%) stijgt en het aandeel gas daalt. Er bestaat een groot potentieel voor verbetering van de energie-efficiëntie en toepassing van duurzame energie en dus ook een groot potentieel voor CO₂-emissiereductie.

Figuur 9 Totaal energiegebruik in Nederland (ruim 3.500 PJ) en het aandeel van utiliteit en MKB



Kenmerkend voor de sector is de diversiteit. Aan de hand van de verschillende categorieën gebouwfuncties is de sector utiliteitsbouw ingedeeld in deelsectoren. Dit zijn de deelsectoren kantoren, scholen, winkels, horeca, recreatieve accommodaties en zorginstellingen. Het MKB wordt gezamenlijk als één deelsector beschouwd. De panden zijn soms eigendom van de gebruikers zelf, maar in veel

meer gevallen eigendom van vastgoedbeleggers, institutionele beleggers, overheden, etc.

Dat de eigenaar en de gebruiker van een gebouw vaak verschillende partijen zijn, leidt met betrekking tot het treffen van energiebesparende maatregelen of de toepassing van duurzame energie tot een 'conflict of interest'. De baten van maatregelen, in de vorm van een lagere energierekening, komen terecht bij de gebruiker en niet bij de investeerder (de eigenaar). Dit wordt ook wel getypeerd als 'split incentive'-problematiek en zorgt voor een aanzienlijke belemmering voor de realisatie van CO₂-reductie binnen de utiliteitsbouw.

De bedrijfsruimten van het MKB vertonen overeenkomsten met de utiliteitsbouw in die zin dat de bruikbare technieken grotendeels hetzelfde zijn. Een belangrijk verschil is dat er voor het MKB nog geen energieprestatienorm geldt en bij de utiliteitsbouw wel (d.w.z. bij nieuwbouw en grootschalige renovatie). In veel hogere mate dan bij de utiliteitsbouw zijn in het MKB de gebruikers van de bedrijfsruimten ook de eigenaren hiervan, zodat de split incentive-problematiek hier minder speelt.

Het totale besparingspotentieel in de utiliteitsbouw en het MKB wordt ingeschat op ruim 100 PJ. Deze waarde betreft maatregelen met een terugverdientijd van maximaal vijf jaar die gerealiseerd zouden kunnen zijn in 2020.

2.1.3 Historische beleidsontwikkeling

Het beleid rond het stimuleren van energiebesparing en toepassing van duurzame energie in de utiliteitsbouw en het MKB is de afgelopen decennia steeds beleid geweest dat gericht was op de gebouwde omgeving als totaal, met op onderdelen specifieke invullingen zoals meerjarenafspraken met specifieke deelsectoren.

Vanwege de hoge mate van overeenkomst wordt voor de beschrijving van de historische beleidsontwikkeling verwezen naar paragraaf 1.3 uit de rapportage over de sector huishoudens.

2.1.4 Energie-efficiëntie en het totale verbruik

Zoals in de vorige paragraaf werd beschreven is de aandacht voor energiebesparing die in de jaren zeventig ontstond begonnen met een verbetering van de energie-efficiëntie met 2% per jaar en daarna geleidelijk afgezaakt naar 1% per jaar.

In tegenstelling tot de sector huishoudens is de ontwikkeling van het energieverbruik binnen de utiliteitsbouw en het MKB nauwelijks gevolgd. Gegevens over het verloop van het energieverbruik, opgesplitst naar deelsectoren en 'gemiddelde situaties' zijn niet beschikbaar. Wel kan worden aangenomen dat zich grofweg dezelfde trend aftekent als bij de woningbouw, namelijk een daling in het aardgasverbruik (door invoering van de energieprestatienorm (EPN)) en een stijging in het elektriciteitsverbruik door het toenemende gebruik van energieconsummerende apparaten.

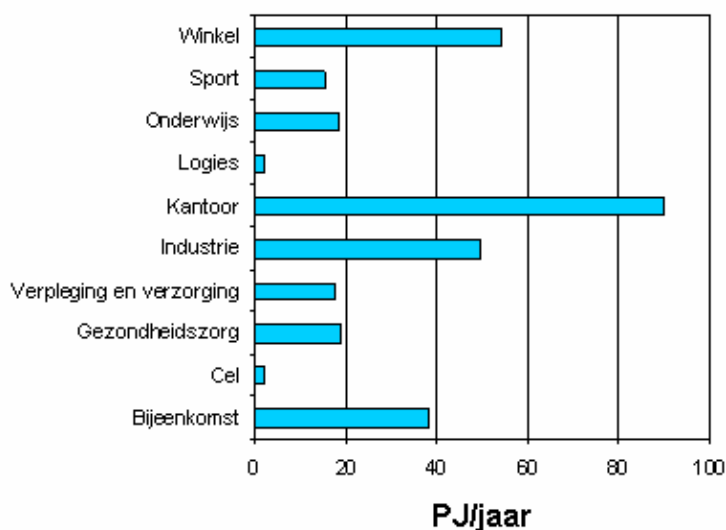


Tabel 14 en Figuur 10 geven een indruk van het huidige energieverbruik in de verschillende deelsectoren, ingedeeld naar gebouwfunctie (SenterNovem, 2003).

Tabel 14 Energieverbruik per deelsector utiliteit

Gebouwfunctie	Energieverbruik in 2000 (PJ/jaar) ¹⁰
Winkelfunctie	54,1
Sportfunctie	15,4
Onderwijsfunctie	18,6
Logiesgebouw	2,2
Kantoorfunctie	89,6
Industriefunctie	49,5
Verpleging in verzorging	17,7
Gezondheidszorgfunctie	19,1
Celfunctie	2,2
Bijeenkomstfunctie	38,1
Totaal utiliteit	306,5

Figuur 10 Energiefunctie per deelsector utiliteit



Uit deze dat wordt duidelijk dat met name in kantoren veel energie wordt gebruikt. Daarna volgen de winkelpanden, bedrijfshallen (MKB) en bijeenkomstgebouwen. Hoe dit zich verhoudt tot het besparingspotentieel wordt nader toege-licht in paragraaf 2.3.

2.1.5 Instrumentatie

De door de overheid en de energiedistributiebedrijven ingezette instrumenten voor het bevorderen van energiebesparing en benutting van duurzame energie in de utiliteitsbouw en het MKB komen in hoge mate overeen met die voor de sector

¹⁰ Bron: Energiebesparingsmonitor 2003.

huishoudens. Vanwege de hoge mate van overeenkomst wordt voor de beschrijving van de instrumentatie verwezen naar paragraaf 1.4 uit de rapportage over de sector huishoudens. Enkele instrumenten die specifiek voor de sector utiliteitsbouw en het MKB zijn ingezet worden hieronder beschreven.

Energie Investerings Aftrek (EIA), Willekeurige Afschrijving Milieu-Investeringen (VAMIL) en Energie Investerings Aftrek voor de non-profit sector (EINP): Dit zijn regelingen waarbij investeringen in energiebesparende maatregelen fiscaal ondersteund worden via gunstige voorwaarden voor belastingaftrek. Hierbij is de EIA voor de profit sector bedoeld en de EINP voor de non-profit sector. Door middel van deze twee regelingen wordt een gedeelte van de REB weer naar de sector teruggestuurd.

MeerJaren Afspraken (MJA's): Dit zijn afspraken die de Nederlandse overheid met een aantal branches heeft gemaakt over de verbetering van hun energie-efficiëntie.

In het *BANS Klimaatconvenant* (BANS staat voor Bestuursakkoord-Nieuwe-Stijl) is vastgelegd dat provincies en gemeenten zich meer gaan inzetten om de uitstoot van broeikasgassen terug te dringen. Dit convenant is ondertekend door het Rijk, het Interprovinciaal Overleg (IPO) en de Vereniging van Nederlandse Gemeenten (VNG). Om voor BANS-subsidie in aanmerking te komen moeten gemeenten en stadsdelen een BANS plan van aanpak vaststellen.

Kenmerkend voor deze instrumenten is dat het zachte instrumenten zijn.

2.1.6 Evaluatie doelstellingen

Op grond van de huidige inzichten over de kosteneffectiviteit van specifieke maatregelen, o.a. via het Optiedocument van ECN, en de resultaten van diverse evaluaties kan worden gereflecteerd op de doelmatigheid van het ingezette instrumentarium en op het effect dat hiermee is bereikt. Daarbij valt uiteraard met meer zekerheid iets te concluderen over de directe instrumenten, dan over de indirecte instrumenten.

Tabel 15 geeft een overzicht van de doelstelling per instrument en van de daarmee gerealiseerde CO₂-besparing in 2002.

Tabel 15 Harde en zachte instrumenten om energiebesparing in de utiliteitsbouw en het MKB te stimuleren

Instrument	Type	Doelstelling	Energiebesparing (2002)	
			PJ primair	Mton CO ₂
Harde instrumenten				
EPN	Normstelling	15 - 20% op het aardgasgebruik	2 tot 5	0,1 tot 0,3
REB	Regulering	Doelstelling is niet gekwantificeerd	1 tot 10	0,1 tot 0,6
Zachte instrumenten				
MAP 2000	Subsidie	1,8 Mton CO ₂	3 tot 6	0,2 tot 0,4
EIA/VAMIL	Subsidie		2 tot 9	0,1 tot 0,5
EINP	Subsidie		3 tot 16	0,2 tot 1,0
MJA	Convenant	Verbet. energie-effic. met 25 - 30%	1 tot 2	0,0 tot 0,1
Overig			1 tot 7	0,05 tot 0,4
Overlap			-2 tot -9	-0.1 tot -0,5
Totaal			8 tot 46	0.5 tot 2,9

Opvallend is dat er grote marges zijn bij de presentatie van de gereduceerde CO₂-emissies. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat er veel minder gedetailleerde gegevens beschikbaar zijn over de utiliteitsbouw vergeleken met bijvoorbeeld de sector woningbouw.

Uit de tabel komt naar voren dat het klimaatbeleid uit een mix van diverse instrumenten bestaat. Het overkoepelende beleid, zoals vastgelegd in de Plannen van Aanpak Duurzaam Bouwen en de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid, geeft het kader waarbinnen deze instrumenten zijn uitgevoerd. Voor de nieuwbouw van utiliteitsgebouwen is de EnergiePrestatieNorm het centrale instrument geworden. Dit geldt niet voor de bedrijfsgebouwen van het MKB. Verschillende maatregelen om aan de EPC te voldoen financieel zijn ondersteund vanuit andere instrumenten zoals het MAP, de EIA/VAMIL en de EINP. Dit zijn ook de instrumenten die een belangrijke bijdrage hebben geleverd aan de totale energiebesparing binnen de utiliteitsbouw. Hieruit kan worden afgeleid dat financiële ondersteuning (naast de EPN) een effectieve prikkel is binnen de utiliteitsbouw. Hoewel de ingezette instrumenten over de periode 1995 tot 2002 wel zichtbaar resultaat hebben geboekt op het gebied van energiebesparing bestaat er nog een groot besparingspotentieel in de sector utiliteit, vooral bij oudere bestaande gebouwen.

Op financieel vlak kan worden vastgesteld dat de overheidskosten van wetgeving (EPN) het laagst zijn omdat er geen financiële overdracht naar de doelgroep plaatsvindt. De MJA's daarentegen zorgen voor hoge overheidskosten omdat er relatief veel overheidsmiddelen zijn ingezet, die tot relatief weinig CO₂-emissiereductie tot gevolg hebben gehad. Over de fiscale maatregelen en subsidies (EIA/VAMIL, MAP, EINP) is in diverse evaluaties (o.a. Ecofys, 2004) geconcludeerd dat de kosteneffectiviteit ongeveer gelijk is, maar dat hun effect vergroot had kunnen worden als de maatregelen die leiden tot veel free-riding van de lijst waren gehaald of de criteria voor deze maatregelen eerder waren aangescherpt.

Tenslotte kan het ingezette instrumentarium worden gelegd naast de 'ladder' van maatregelen die volgt uit het Optiedocument van ECN (ECN, 2006) voor de sec-

toren utiliteitsbouw en MKB (bij ECN: HDO). Deze ladder is gerangschikt naar kosteneffectiviteit. Hierbij moet worden opgemerkt dat de kosten die voor het opstellen van het Optiedocument zijn gehanteerd puur de technische meerkosten van de maatregelen betreffen en niet een compensatie voor de weerstand van gebruikers tegen het treffen van de maatregelen (vanwege de moeite, de overlast, etc.). Wanneer hier wel rekening zou worden gehouden zal de ladder er ongetwijfeld anders uitzien, maar op dit moment ontbreken betrouwbare data op dit terrein, zodat van de volgorde uit het Optiedocument wordt uitgegaan.

Tabel 16 'Ladder' van mogelijke maatregelen gerangschikt naar kosteneffectiviteit

Maatregel	Onrendabele top (M€ / PJ)	Maximaal potentieel (PJ)
Vraagbeperking bestaande bouw	- 1 tot 20	30
Elektriciteitsbesparing door normering	- 1 tot 3	50
Elektrische warmtepomp	-1 - 10	5
Zonneboilers	28 - 40	1
Micro-WKK	0 - 30	20
Vraagbeperking nieuwbouw	60 - 100	3

Vastgesteld kan worden dat er meer opties zijn dan de hier genoemde (tenminste ook die in de gedragsfeer) en ook dat niet alle kosteneffectieve maatregelen uit deze ladder niet zijn gestimuleerd met het subsidie-instrumentarium dat de afgelopen decennia is ingezet. Er lijkt dus verbetering mogelijk. Ook eerdere evaluatiestudies (bijv. Ecofys, 2004) concluderen dat de overheidsmiddelen doelmatiger hadden kunnen worden ingezet.

2.1.7 Belemmeringen voor de effectiviteit

Ondanks het succes van de invoering van de EPN zijn er nog veel substantiële belemmeringen voor het realiseren van energiebesparing in de utiliteitsbouw en het MKB, zoals onbekendheid met de mogelijkheden of hoge kosten. De overheid onderkent dat zij deze knelpunten met het huidige instrumentarium niet kan overwinnen. Er wordt dan ook gestreefd naar aanscherping van bestaande energieprestatie-eisen en normen en vooral ook naar nieuwe instrumenten, als aanvulling op wat er nu al is. De nieuwe instrumenten moeten met name aangrijpen op de besparingsmogelijkheden in de bestaande bouw.

De belemmeringen verschillen per deelsector. Dit maakt deze sector moeilijk aan te sturen omdat er niet één probleem overwonnen moet worden, maar meerdere. In een recente studie van CE (2006b) is een inventarisatie gemaakt voor een aantal belangrijke deelsectoren binnen de utiliteitsbouw en MKB. In Tabel 17 zijn de belemmeringen beknopt per deelsector weergegeven.

Tabel 17 Belemmeringen binnen de utiliteitsbouw

Deelsector	Belemmeringen
Bedrijfshallen	– Geringe kennis van zaken omdat opdrachtgevers vaak eenmalig bouwen
Zorgsector	– Door de ontwikkelingen in de sector Verpleging en Verzorging (huren steeds meer en daardoor grotere concentratie op zorgtaken) bestaat een risico van afnemende attentiewaarde – Instellingen hebben een beperkte autonomie op het gebied van investeringen en exploitatie
Kantoren	– De lasten en lusten liggen bij verschillende partijen. Projectontwikkelaars, institutionele beleggers en vastgoedfondsen investeren, maar zijn niet de gebruikers die geconfronteerd worden met de exploitatielasten
Scholen	– In het primair en voortgezet onderwijs is er weinig aandacht voor energiebesparingen maatregelen en een geringe stimulans omdat ze zelf geen baten hebben – Beperkte kennis omtrent energiebesparende maatregelen

De belemmeringen kunnen in vier categorieën worden ingedeeld. De eerste categorie wordt aangegeven met de term 'sense of urgency'. Deze is hoog wanneer de sector het belang en nut van energiebesparing inziet door bijvoorbeeld normstelling door de overheid of voorlichting over de voordelen hiervan voor het milieu en financiën. Binnen de sector utiliteitsbouw en het MKB is de sense of urgency in de regel extreem laag, omdat de energiekosten maar een klein deel van de totale kosten voor de bedrijven of instellingen bedragen. Een uitzondering hierop vormt de zorgsector waar er professionele aandacht voor energiebesparing is doordat de energiekosten hoog zijn vanwege het grote energieverbruik.

De tweede categorie hangt samen met de weerstand tegen het treffen van maatregelen. Dit is een belangrijke factor die hieronder iets verder wordt uitgewerkt. Bij scholen en kantoren is de weerstand gemiddeld hoger dan bij bedrijfsruimten.

De derde categorie is kennisgebrek. Zoals in de bovenstaande tabel al wordt aangegeven kan dit de onbekendheid zijn met het eigen verbruik, met duurzame en energiebesparende oplossingen en met het milieuprobleem. Over het algemeen is de kennis van energiebesparing aanwezig in de sector, maar in beperkte mate. Voor de zorg neemt de kennis hiervan zelfs merkbaar af. Uitzondering hierop is de deelsector kantoren, waar zeer geringe kennis aanwezig is.

De laatste categorie de eerder genoemde 'split incentives'. Dit probleem speelt vooral bij de kantoren en scholen. Bij de kantoren zijn de projectontwikkelaars, institutionele beleggers en vastgoedfondsen bijvoorbeeld wel de investeerders, maar niet de gebruikers die geconfronteerd worden met de exploitatielasten. Ook bij scholen is een dergelijke constructie aanwezig, omdat de gemeenten verantwoordelijk zijn voor de huisvestingskosten, terwijl de onderwijsinstellingen de gebruikers zijn.

In Tabel 18 zijn de belemmeringen voor vier deelsectoren samengevat. De situatie is per deelsector getypeerd in woorden en in kleuren. Een rood vlak staat voor een ongunstige Ausgangssituatie, een groen vlak voor een gunstige situatie en een geel vlak zit daar tussenin.

Tabel 18 Overzicht van de situatie per sector op vier belangrijke aspecten

	Sense of urgency	Enthousiasme	Kennis	Match van last en lusten
Bedrijfshallen	Bijzonder laag	Aanwezig	Beperkt	OK
Zorg	Hoog	Aanwezig	Redelijk, maar dalend	Beperkte autonomie
Kantoren	Bijzonder laag	Laag	Laag	Veelal slecht
Scholen	Laag	Laag	Beperkt	Veelal slecht

2.1.8 Weerstandskosten

Zoals hierboven is aangegeven hebben energiegebruikers weerstand tegen het treffen van maatregelen o.a. door de moeite die ze moeten doen, de overlast die ze hebben of de weerzin tegen bepaalde effecten (vergelijk spaarlampen versus gloeilampen of halogeen verlichting).

Om te komen tot structurele energiebesparing en toepassing van duurzame energie moeten wegen gevonden worden om de weerstand te overwinnen. Het geldt dat daarbij wordt ingezet noemen we weerstandskosten. De weerstandskosten zijn gedefinieerd als de kosten die marktpartijen of de overheid moeten maken om de gebruikers of eigenaren er toe aan te zetten besparingsmaatregelen daadwerkelijk te treffen.

Het is van belang op te merken dat de weerstandskosten in deze definitie niet hetzelfde zijn als de weerstand zelf. De weerstand van de eindgebruiker tegen het treffen van maatregelen zal in beginsel altijd bestaan, hoewel deze over de tijd kan variëren, bijvoorbeeld als gevolg van het optreden van natuurlijke momenten voor vervanging van een apparaat of verhuizing naar een andere pand. Wel kan de weerstand verminderen wanneer de perceptie van de effecten van de belemmeringen verandert. De weerstandskosten, zoals deze hier zijn gedefinieerd, betreffen de financiële vergoeding die de overheid of een marktpartij betaalt om de weerstand te overwinnen. Deze kosten zijn sterk afhankelijk van het instrumentarium dat wordt ingezet.

2.1.9 Conclusie

Uit het verleden kunnen de volgende lessen worden getrokken:

- Het besef dat de sectoren utiliteit en MKB een substantieel potentieel bezitten voor energiebesparing en duurzame energie bestaat al decennia.
- De maatregelen zijn beschikbaar en studies geven aan dat de benutting ervan in veel gevallen rendabel zou zijn.
- In jaren met maximale beleidsinspanning is een efficiëntieverbetering gerealiseerd van 2%. Veel vaker beperkte de verbetering zich tot ca. 1% per jaar.
- Qua instrumentarium zijn steeds mixen ingezet van directe en indirecte instrumenten. Het lijkt nuttig om deze lijn in de toekomst door te trekken.



- De beste resultaten zijn bereikt met harde instrumenten, zoals de EPN en de regulerende energiebelasting, terwijl bij dit type van instrumenten ook de kosten voor de overheid en andere partijen in de markt het laagst zijn.
- Met deze instrumenten is weliswaar een afvlakking van de groei te bereiken, maar niet een absolute reductie. Het totale energiegebruik in de sectoren utiliteit en MKB neemt nog steeds toe.
- Het beperkte effect van de ingezette instrumentarium kan deels worden verklaard uit belemmeringen in de markt, waarvan onbeduidendheid van de effecten en gebrek aan kennis wezenlijke zijn.

2.2 Huidig beleid

2.2.1 Inleiding

In deze paragraaf wordt kort aandacht besteedt aan het huidige beleid ten aanzien van energiebesparing en duurzame energie in de utiliteitsbouw en het MKB, zowel nationaal als dat van de Europese Commissie. Het hoofdstuk wordt besloten met een beknopte analyse van de sterke en zwakke punten.

2.2.2 Nederlands beleid

In het energiebeleid van de Nederlandse overheid is op het niveau van de hoofdlijnen die hier worden beschouwd geen onderscheid te maken binnen de gebouwde omgeving. Een omschrijving van dit beleid is opgenomen in de rapportage rond de sector huishoudens. Daarom wordt hier volstaan met een verwijzing naar deze rapportage.

2.2.3 Instrumenten

Ook het instrumentarium dat op dit moment wordt ingezet om energiebesparing en de toepassing van duurzame te bevorderen in de utiliteitsbouw en het MKB is slechts op onderdelen specifiek. Voor een beschrijving van de instrumenten die algemeen van toepassing op de gebouwde omgeving wordt weer verwezen naar de rapportage voor de sector huishoudens. Hieronder worden alleen het deel van het instrumentarium beschreven dat speciaal gericht is op de utiliteitsbouw en het MKB.

Tabel 19 Het huidige instrumentarium

Instrument	Naam	Omschrijving
<i>Fiscaal</i>		
REB	Regulerende Energie Belasting	Degressieve belasting op elektriciteit en gas
EIA	Energie Investeringsaftrek	Fiscale aftrekmogelijkheid voor energiezuinige investeringen en investeringen in duurzame energie
<i>Subsidie</i>		
CO ₂ -reductieplan		Stimuleert o.a. energiebesparing
EOS	Energie Onderzoek subsidie	Programma EOS wil kennis over energie-efficiëntie en duurzame energie in Nederland uitbreiden
<i>Convenanten</i>		
MJA's	MeerJarenAfspraken	Energiebesparingsconvenant met grote bedrijven
<i>Regelgeving</i>		
WM	Wet milieubeheer	Geeft energievoorschriften in de milieuvergunning, schrijft verplichte terugverdienden voor
EPN	Energie Prestatie Norm	Stelt eisen aan de energieprestatie van nieuwe gebouwen
EPL	Energie Prestatie Locatie	Geeft energieprestatie van een wijk aan
<i>Voorlichting</i>		
EPA	Energie prestatie Advies	Voorlichting over energiebesparingsmogelijkheden in de gebouwde omgeving

Binnen de sector MKB zorgt het energiecentrum van MKB-Nederland voor de energiebesparingsadviezen aan het midden- en kleinbedrijf. Het Energiecentrum is een servicepunt voor brancheorganisatie op het gebied van energie. Het is een dienstverlenend projectbureau voor kennis- en informatieoverdracht op het gebied van energie-efficiëntie en energiebesparing.

Tot op heden maken 29 brancheorganisaties uit het MKB van het dienstenaanbod van het Energiecentrum gebruik, die samen 70.000 ondernemers vertegenwoordigen. Het Energiecentrum bedient branches en ondernemers met onder meer een energieloket met alle relevante informatie over energie. Daarbij biedt het Energiecentrum ook energiebesparende producten en projectondersteuning. Vooral branches, maar ook andere intermediairs fungeren daarbij als schakel naar de MKB-ondernemers.

De afgelopen drie jaar hebben de 70.000 ondernemers, met een gezamenlijk verbruik van ongeveer 100 PJ, tezamen ongeveer € 5 miljoen aan energiekosten op jaarbasis bespaard. De hoeveelheid bespaarde energie is te vergelijken met het totale energieverbruik van 4.500 gemiddelde huishoudens, wat neerkomt op een besparing van ruim 0,3 PJ.

Met de toegekende subsidie van Economische Zaken wil het Energiecentrum de dienstverlening voor 2010 uitbreiden naar 200.000 ondernemers. Wanneer de beoogde groep van 200.000 ondernemers de adviezen van het Energiecentrum gaat toepassen, rekent het Energiecentrum op een jaarlijkse besparing van 4 PJ, wat gelijk staat aan het energieverbruik van 50.000 huishoudens op jaarbasis.



Uit deze cijfers blijkt dat de huidige inspanningen leiden tot effecten die ruim onderdoen voor de door de Nederlandse overheid uitgesproken ambitie van een efficiëntieverbetering van 1,5% per jaar. Wanneer de Nederlandse overheid er met het voorziene beleid in slaagt een verbetering te bereiken van 1,5% per jaar, dan wordt tot 2020 een cumulatief effect bereikt van bijna 25% en in 2030 bijna 50%. Daarmee zou, gekoppeld aan een sterkere inzet van duurzame energie, een halvering van de CO₂-uitstoot ten opzichte van het referentiescenario binnen bereik komen.

Het is om tenminste twee redenen twijfelachtig of de waarde van 1,5% per jaar langjarig gerealiseerd kan worden met het voorziene instrumentarium. De eerste reden is dat het totale geïdentificeerde besparingspotentieel dan meer dan volledig benut zou worden, via de inzet van zachte instrumenten. Het verleden leert dat dit geen reële verwachting is. De tweede reden ligt in de extreem hoge kosten die aan de aanpak verbonden zouden zijn (CE, 2006).

2.2.4 Europees beleid

Het Nederlandse beleid wordt voor een deel gestuurd door het Europese beleid. Dit beleid is bij uitstek generiek voor de gebouwde omgeving en breder. Een omschrijving van dit beleid is opgenomen in de rapportage rond de sector huishoudens. Daarom wordt hier volstaan met een verwijzing naar deze rapportage, met uitzondering van de richtlijn rond de toepassing van warmte-kracht-koppeling.

Richtlijn warmtekracht (2004)

Het energiebesparingspotentieel van WKK wordt in Europa nog onvoldoende benut. In 1998 bedroeg het aandeel WKK in de elektriciteitsproductie circa 11%. Wanneer dit aandeel wordt vergroot dan kan dat significante energiebesparingen met zich meebrengen. Het doel van Europese richtlijn voor warmtekracht (2004/8/EC) is het energierendement te vergroten en de voorzieningszekerheid te verbeteren door een kader te creëren voor de bevordering en ontwikkeling van hoogrenderende warmtekrachtkoppeling op basis van de vraag naar nuttige warmte en besparing op primaire energie binnen de interne energiemarkt. De richtlijn bevat de volgende elementen:

- Een definitie van elektriciteit die met een warmtekrachtcentrale (waarbij de restwarmte van de elektriciteitsproductie nuttig wordt gebruikt) is opgewekt.
- Een methodiek voor de berekening van het rendement van het warmtekrachtkoppelingsproces (inclusief referentiewaarden die overigens apart worden gepubliceerd).
- De plicht voor lidstaten om desgevraagd WKK-bedrijven een verklaring 'Garantie van Oorsprong' van WKK-stroom te geven zodat WKK-stroom internationaal beter verhandeld kan worden.
- Het verzoek om potentieelstudies voor de toepassing van WKK op te stellen; voor het eerst in 2007, daarna om de vier jaar.
- Het verzoek om de financiële ondersteuning van WKK in kaart te brengen.
- Het verzoek om nettoegang te verzekeren voor afname en teruglevering van elektriciteit.

- Het verzoek om administratieve belemmeringen weg te nemen door lidstaten te vragen een evaluatie te maken van het bestaande wet- en regelgevingskader met betrekking tot de vergunningsprocedures of de overige procedures voor hoogrenderende WKK.

2.2.5 Conclusie

Met betrekking tot het huidige beleid kan het volgende worden vastgesteld:

- Het huidige beleid heeft een nationale en een internationale component. Het belang van de laatste neemt geleidelijk toe.
- In het huidige beleid (zowel nationaal als internationaal) zijn de lessen uit het verleden voor wat betreft de beleidseffectiviteit nog niet geïnternaliseerd.
- Hoewel positieve tendensen waarneembaar zijn is het onwaarschijnlijk dat met de huidige aanpak het beoogde doel zal en kan worden bereikt.

2.3 Parameters voor 60% emissiereductie

2.3.1 Inleiding

In het voorgaande is vastgesteld dat de sectoren utiliteit en MKB een flink potentieel bezitten voor benutting van energiebesparing en duurzame energie. Dit potentieel bedraagt volgens studies ca. 100 PJ in 2020. Dat is echter minder dan een kwart van het huidige energiegebruik in de sector en dus onvoldoende om 60% emissiereductie te bereiken.

In jaren waar beleidsmatig zwaar is ingezet op energiebesparing is een efficiëntieverbetering gerealiseerd van 2%. Over de afgelopen jaren is een jaarlijkse efficiëntieverbetering van 1% echter een meer representatieve waarde. Een belangrijk deel daarvan is het gevolg van autonome ontwikkelingen en niet van het beleid. Ondanks deze efficiëntieverbetering neemt het totale energiegebruik in de sectoren utiliteit en MKB nog steeds toe.

Voor de periode 2008 - 2020 wordt ingezet op 1,5% energie-efficiëntieverbetering per jaar. Hiervoor moet het energiebesparingbeleid ruim driemaal zoveel effectief worden als de afgelopen jaren. In het voorgestelde beleid worden echter alleen opties aangesproken die al deel uitmaken van de genoemde 60 PJ en is gekozen voor een aanpak die naar verwachting hoge kosten met zich mee zal brengen en die om die reden op termijn niet houdbaar zal blijken.

Uit het verleden kan worden geleerd dat goede resultaten worden bereikt met harde instrumenten, terwijl bij dit type van instrumenten ook de totale kosten het laagst zijn. Bij deze harde instrumenten kan worden gedacht aan verdergaande normering, van apparatuur en van de huizen zelf, maar gelet op de omvang van de problematiek is het de vraag of zelfs daarmee kan worden volstaan. Zo niet dan resteert wellicht alleen plafonnering van het verbruik als optie.

Dit hoofdstuk brengt de belangrijkste parameters voor besluitvorming over deze zaken in kaart.



2.3.2 Besparingspotentieel en kosten

In Tabel 20 zijn de belangrijkste maatregelen aangegeven, met hun kosten en besparingspotentieel, zoals deze volgen uit het Optiedocument.

Tabel 20 Maatregelen, kosten en besparingspotentieel voor utiliteit en MKB in het Optiedocument van ECN

Maatregel	Onrendabele top (M€ / PJ)	Maximaal potentieel (PJ)
Vraagbeperking bestaande bouw	- 1 tot 20	30
Elektriciteitsbesparing door normering	- 1 tot 3	50
Elektrische warmtepomp	-1 - 10	5
Zonneboilers	28 - 40	1
Micro-WKK	0 - 30	20
Vraagbeperking nieuwbouw	60 - 100	3

Uit de tabel blijkt dat het grootste deel van het besparingspotentieel gerealiseerd kan worden door het nemen van maatregelen op het gebied van isolatie en klimaatbeheersing, verlichting en apparaten. Met name via de normering van elektrische apparaten is kan veel worden bereikt. Deze normering zal overwegend in internationaal kader vorm moeten krijgen, maar kan een wezenlijke bijdrage leveren. Een vermindering van het elektriciteitsgebruik weegt zwaar in de reductie van de CO₂-emissie, wanneer de elektriciteit met fossiele dragers is opgewekt. Verder is de potentiële bijdrage van micro-WKK opvallend groot.

De maatregelen om energiebesparing te realiseren op bedrijventerreinen van het MKB kunnen worden opgesplitst in collectieve maatregelen (dus op meerdere bedrijven van toepassing) en individuele maatregelen. Wanneer alleen maatregelen binnen individuele bedrijven worden doorgevoerd ligt het besparingspotentieel tussen de 20 en 40% voor gas (warmte) en tussen 5 en 10% voor elektriciteit. Het potentieel van collectieve maatregelen is veel groter. Voor de ruimteverwarming kan in potentie warmteproductie uit hernieuwbare lage temperatuur bronnen (zonneboiler, geothermische energie, warmtepomp) en restwarmte ingezet worden. Geothermische energie en warmtepompen lijken juist bij kleinere vermogens en dus op kleine terreinen het meest rendabel te zijn (dit hangt samen met de relatief geringe investeringskosten voor een klein warmte-distributienet).

Tabel 21 Technische maatregelen om energiebesparing te realiseren en hun penetratiegraad

Subsector	Maatregelcategorie	Typering en penetratiegraad
Kantoren	Apparaten	Meer dan de helft van het energieverbruik betreft het gebruik van computers, faxen, printers, copiers, e.d. Energiezuinige uitvoeringen kunnen hierin tot 20% besparing opleveren. De huidige penetratiegraad is matig.
Kantoren	Verlichting	In meer dan de helft van de kantoren wordt gebruik gemaakt van TL-verlichting. Van spaarlampen en energiezuinige Hf-verlichting wordt ongeveer een kwart van de gebouwen gebruik gemaakt.
Kantoren	Isolatie en klimaat-beheersing	Minder dan de helft van de kantoren is redelijk tot goed geïsoleerd. Geschat wordt dat 25% besparing mogelijk is op het gebruik van aardgas voor verwarming. Vervanging van VR en CR-ketels door HR levert ook energiebesparing op.
Winkels	Verlichting	In bijna 60% van de winkels wordt gebruik gemaakt van TL-verlichting. Van spaarlampen en energiezuinige Hf-verlichting wordt in 17% gebruik gemaakt.
Winkels	Isolatie en klimaat-beheersing	Minder dan de helft van de winkelpanden is redelijk tot goed geïsoleerd. Geschat wordt dat 25% besparing mogelijk. In winkels bestaat 67% van de verwarmings-ketels uit HR, 11% is VR en nog eens 22% is CR.
MKB	Isolatie en klimaat-beheersing	Warmteproductie uit hernieuwbare lage temperatuur bronnen (zonneboiler, geothermische energie en warmtepomp). De laatste twee opties zijn juist bij kleinere vermogens en dus op kleine terreinen rendabel.
Zorgsector	Isolatie en klimaat-beheersing	Minder dan de helft van de gebouwen is redelijk tot goed geïsoleerd. Geschat wordt dat 25% besparing mogelijk is. In zieken- en bejaardenhuizen bestaat gemiddeld de helft van de verwarmingsketels uit HR, 20% is VR en nog eens 30% is CR. Opvallend is dat bij ziekenhuizen relatief veel warmte/koude opslag en warmtepompen worden toegepast.

Via de Wet Milieubeheer wordt van bedrijven geëist dat energiebesparingsmaatregelen met een terugverdientijd korter dan 5 jaar automatisch worden genomen. In de praktijk blijkt dit echter slechts in beperkte mate te gebeuren en ook niet of nauwelijks te worden gehandhaafd. Maatregelen die technisch mogelijk zijn, maar een lange terugverdientijd hebben dan vijf jaar worden in de regel sowieso niet gerealiseerd.

Het rendabele besparingspotentieel voor individuele maatregelen is samengevat in Tabel 22.

Tabel 22 Indicatie van het rendabele besparingspotentieel bij individuele maatregelen per categorie, in procenten van het totale energiegebruik

Categorie	Omschrijving	Brandstof	Elektriciteit
1a	Kantoren groot	30%	11%
1b	Kantoren klein	41%	10%
2a	Bedrijfspanen groot	21%	6%
2b	Bedrijfspanen klein	25%	8%
3a	Combi's groot 40-75%	20%	6%
4a	Combi's groot tot 40%	23%	8%
3b en 4b	Combi's klein	23%	8%



2.3.3 Instrumenten om het potentieel te ontsluiten

Voor wat betreft de mogelijke instrumentering van het beleid komen de sectoren utiliteitsbouw en MKB in hoge mate overeen met de sector huishoudens. Voor dit aspect wordt dan ook verwezen naar de rapportage over de sector huishoudens.

2.3.4 Conclusie

Uit dit hoofdstuk kunnen de volgende conclusies worden getrokken met betrekking tot de realisatie van de emissiereductiedoelstelling van 60%:

- Het totale energiegebruik in de sector utiliteitsbouw neemt toe, maar over de precieze opbouw van het verbruik is onvoldoende bekend om verwachtingen uit te spreken over de toekomst. Het potentieel ligt, buiten het gedrag, vooral in de isolatie en klimaatbeheersing, verlichting en het verbruik van elektrische apparaten.
- Om benutting van dit potentieel te bevorderen kunnen de systemen Fossiele energierechten en Vraagnormering worden benut, aangevuld met een 'Schone plicht'.
- Wanneer met name wordt gedacht aan normering kan deze voor de gebouwschil zelf worden gekoppeld aan de EPBD. Daarbij kan worden gedacht aan de verplichting voor de gebouweigenaar het pand op te leveren met een bepaalde minimale energetische kwaliteit zodra deze het verkoopt.
- Verder kan het energieverbruik van installaties voor verwarming en airconditioning worden genormeerd, als ook het verbruik van elektrische apparaten. Dit laatste kan echter alleen op internationaal niveau.
- Wanneer de genoemde normstellingen daadkrachtig en voldoende 'knellend' worden doorgevoerd en ook meer duurzame energie wordt benut kan het beoogde reductiedoel naar verwachting worden gehaald.

2.4 Hoe kan 60% reductie worden gerealiseerd?

2.4.1 Analyse

In de afgelopen decennia is in de sectoren utiliteit en MKB het energiegebruik voor verwarming gedaald en dat voor elektriciteit toegenomen. Bij elektriciteit is het volume van de behoefte sterker gestegen dan de voortgang in de efficiency. De comfortbehoefte zal verder toenemen, zoals onder meer blijkt uit de groeiende wens om gebouwen te koelen, zeker als we vaker hetere zomers krijgen. De verwachting is dat de vraag naar energiefuncties ten gevolge van de economische groei zal blijven stijgen.

Het gewoontegedrag van energiegebruikers, maar ook van installateurs, en de veelal zeer korte terugverdientijden die bedrijven hanteren zorgen ervoor dat er forse weerstanden overwonnen moeten worden alvorens zuinig energiegedrag ontstaat. Door divers overheidsinstrumentarium, technische ontwikkelingen en prijseffecten kan de kosten/batenverhouding veranderen en kan ook het gedrag veranderen.

2.4.2 Lange termijn instrumentarium

Om een sterke CO₂-reductie (60%) in de utiliteit en het MKB te realiseren zullen uiteindelijk twee soorten harde instrumenten moeten worden ingezet:

- 1 Plafonnering van de CO₂-emissie.
- 2 Normen voor de efficiency van apparaten en gebouwen.

De plafonds worden geïmplementeerd via een het emissierechtensysteem dat ook voor andere sectoren wordt ingevoerd het zogenaamde 'Klimaatbudget' gebouwde omgeving. De overheid stelt de plafonds vast en ziet toe op naleving. De andere partijen worden hierdoor gestimuleerd hun gewoontepatroon te doorbreken en hun gedrag te veranderen met betrekking tot efficiency, volume als schone energie. Hoe ze het doel bereiken is vanuit milieuoogpunt niet interessant. Daarvoor is er bewust flexibiliteit. Stapsgewijs zal het plafond voor de gebouwde omgeving worden verlaagd.

Om het bereiken van het plafond te vergemakkelijken, zal voor gebouwen, installaties en apparaten een systeem van voortschrijdende normstelling worden opgezet om de efficiency te verbeteren. Gebouwen en installaties op nationaal niveau, apparaten op Europees niveau. Dit beperkt de flexibiliteit enigszins, maar is noodzakelijk om te zorgen dat producenten het maximaal mogelijke doen om apparaten en gebouwen zuiniger te maken.

2.4.3 Korte termijn instrumentarium

Het eindbeeld zal zo snel mogelijk stapsgewijs moeten worden opgezet, waarbij zeker in de eerste jaren ook stimulerende maatregelen nodig zijn. Naast de voorzichtige invoering van plafonds en normen zal de energiegebruiker, maar bijv. ook de installateur, vertrouwd moeten raken met het doel en de middelen om een forse reductie te realiseren. Hiervoor zijn extra instrumenten nodig om de markt voor zuinige en schone technieken op gang te helpen.

Klimaatbudget

De huidige hoge energieprijzen en de invoering van de EPBD kunnen worden aangegrepen om het systeem van emissierechten in de gebouwde omgeving en het Klimaatbudget voor gebouwen in te voeren. Als de prijzen weer inzakken zal het moeilijk zijn om aandacht te behouden voor energiebesparing. In de loop van de tijd zal het plafond (het budget) omlaag gaan en zal dit met specifieke instrumenten worden ondersteund.

Voortschrijdende normen

Voor gebouwen en apparaten wordt een lange termijn stappenplan uitgezet waardoor productontwikkelaars weten aan welke normen zij moeten voldoen en wanneer. Voor nieuwe gebouwen wordt nu al vastgelegd dat de EPC stapsgewijs wordt verlaagd naar 0,4 in 2015. De EPL wordt verhoogd naar 10. Ook voor bestaande gebouwen wordt bepaald aan welk klimaatbudget (en daarmee aan welke energie-index) deze moeten voldoen.

Verhuurders krijgen de plicht om hun gebouwbestand binnen een gegeven aantal jaren op EPBD prestatieniveau B te brengen. Voor individuele gebouweigenaren wordt een energieprestatie-eis gekoppeld aan de overdrachtmomenten. De koper weet dan welke plicht op het huis rust en kan later niet verkopen als niet aan de



prestatie-eisen wordt voldaan. Bij de verplichting in de bestaande bouw wordt rekening gehouden met wat redelijkerwijs bij het betreffende type gebouw geëist kan worden.

Voor apparaten zal Nederland het initiatief nemen om scherpe, voortschrijdende normen te gaan vaststellen voor de belangrijkste groepen apparaten (ICT-apparatuur, airco's, stand-by, verlichting).

In het emissierechtensysteem voor de gebouwde omgeving zullen de energieleveranciers moeten beschikken over emissierechten voor het aardgas dat zij leveren aan hun gebruikers. Elektriciteitsproductie valt onder het ETS.

100% duurzame elektriciteit

Voor de elektriciteit, die door energieleveranciers wordt geleverd in de gebouwde omgeving, gaat de eis gelden dat deze in 2030 volledig met duurzame bronnen moet zijn opgewekt. Voor warmte zal deze verplichting niet gelden, omdat verwacht wordt dat het emissierechtensysteem voor de gebouwde omgeving al voldoende stimulerend werkt en het bovendien moeilijk is de productie van warmte te meten, omdat het vaak achter de energiemeter in het gebouw plaatsvindt.

Innovatie

Om zuiniger om te gaan met energie blijft het van belang dat nieuwe technieken en nieuwe vormen van samenwerking ontwikkeld worden. Het vernieuwingsproces kan inhoud worden gegeven met subsidies en via allianties van bedrijfsleven en grote afnemers (woningcorporaties).

Net als in de sector huishoudens vergt ook voor de utiliteit en het MKB de ontwikkeling van koude/warmteopslag op gebouwniveau nog inspanning. Bij de vernieuwing moet, zoals gezegd, naast technieken vooral ook worden gedacht aan slimme samenwerkingsconstructies om besparingen te realiseren, in samenwerking met eigenaar/bewoners en om eventuele weerstanden te verlagen.

Energiebesparingsbedrijf

Om de markt van zuinige en schone technieken op gang te helpen zal zo snel mogelijk een onafhankelijk energiebesparingsbedrijf worden opgezet dat gebouwen en apparaten die ruim boven de verplichte normen scoren met subsidie zal belonen. Actief worden installateurs, corporaties, e.d. benaderd om maatregelen te treffen en allianties te vormen. De dekking van de subsidies vindt zo snel als mogelijk plaats vanuit de opbrengsten van de veiling van energierechten. Er wordt gekozen voor een onafhankelijk besparingsbedrijf om conflicten met andere bedrijfsvoeringsaspecten te vermijden.

Voorwaarden scheppen

In de praktijk zijn er diverse belemmeringen voor energiebesparing, doordat de investeerder niet alle kosten mag doorrekenen (woningwet) of doordat de ontwikkelaar geen belangen heeft bij de gebruiksfase en dus hoofdzakelijk kijkt naar de investeringskosten en nauwelijks naar de exploitatiekosten. Ook dient hierbij gedacht te worden aan de energie-infrastructuur die het huidige gebruik van fossiele energie in stand houdt. Door bijvoorbeeld de plicht voor een schone infrastructuur kan dergelijk gewoontegedrag worden doorbroken.

Resumerend

Om een substantiële reductie van het gebruik van fossiele energie en daarmee CO₂-emissie in de sectoren utiliteit en MKB te bereiken, zullen de volgende instrumenten op korte termijn worden ingevoerd:

- 1 Invoeren Klimaatbudget voor gebouwen:
 - a De hoeveelheid CO₂-emissie voor gebruikers in de utiliteit en het MKB wordt gelimiteerd.
 - b Energieleveranciers moeten rechten kopen (via veiling) voor verkoop aardgas en andere fossiele energie.
 - c Inkomsten uit veiling worden volledig teruggesluisd zodat energieprijzen stijgen, maar energiekosten slechts beperkt.
 - d Gaandeweg wordt het budget verlaagd.
- 2 Normering:
 - a Aanscherpen EPC & EPL voor nieuwe gebouwen >> EPC 0,6 in 2010 en 0,4 in 2015; EPL=10 in 2015.
 - b Invoering verplicht label en normering voor bestaande gebouwen.
 - c Lage temperatuur verwarmingssystemen in alle nieuwe en vernieuwde gebouwen.
 - d Voortschrijdende normering elektrische apparaten (via EU).
- 3 100% duurzame elektriciteit:
 - a Elektriciteitslevering voor de gebouwde omgeving in 2030 volledig uit duurzame bronnen.
- 4 Innovatie:
 - a Koplopers in de schijnwerpers EPL=10 en financieel bevoordelen.
 - b Tijdelijke subsidiëren van vernieuwende technieken.
 - c Oprichting energiebesparingsbedrijf voor tijdelijke stimulering.
- 5 Voorwaarden scheppen:
 - a De bestaande regels worden gescreend op belemmeringen.
 - b Aanleg schone energie-infrastructuur (warmtebedrijf in de grote steden, kleine warmtenetten in herstructureringslocaties).



3 Energieplan glastuinbouw

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk staat de vraag centraal op welke wijze binnen de tuinbouwsector vergaande emissiereducties gerealiseerd kunnen worden. Het rapport is gebaseerd op literatuurstudie en interviews met een groot aantal personen die een belangrijke rol vervullen binnen de sector (zie Referenties).

Paragraaf 3.2 geeft aan welke instrumenten in de afgelopen jaren binnen de glastuinbouw zijn ingezet voor het realiseren van doelstellingen op het gebied van energie-efficiëntie en CO₂-emissiereductie. De resultaten van dat beleid wordt in paragraaf 3.3 geanalyseerd, waarbij ook wordt aangegeven wat de succes- en faalfactoren van dat beleid zijn geweest. In paragraaf 3.4 wordt ingegaan op de reductiemaatregelen die er binnen de sector beschikbaar zijn. In paragraaf 3.5 staat het instrumentarium voor de toekomst centraal. Paragraaf 3.6 geeft de conclusies weer.

3.2 Huidig beleid binnen de sector

3.2.1 Wet- en regelgeving

Het convenant Glastuinbouw en Milieu (Glami) vormt het vervolg op de Meerjarenafspraken Energie. In het Glami heeft de glastuinbouwsector in 1997 samen met de overheid een sectordoelstelling afgesproken voor efficiënter energiegebruik. Het doel is een verbetering van de EE-index met 65% in 2010 ten opzichte van het basisjaar 1980. De EE-index geeft het primair brandstofverbruik per eenheid product weer. In aanvulling op dit convenant is een intentieverklaring opgesteld waarin is overeengekomen dat een aandeel van 4% duurzame energie in de totale energievraag van de sector wordt nagestreefd. Deze intentieverklaring staat bekend als Aanvullend Convenant Glastuinbouw en Milieu (2002).

In het Besluit Glastuinbouw, een AMvB in het kader van de Wet milieubeheer, zijn de GLAMI-energiedoelstellingen doorvertaald naar individuele energie-efficiëntie normen op bedrijfsniveau voor glastuinbouwbedrijven. Dit besluit werd op 1 april 2002 van kracht, maar toen traden de individuele verbruiksnormen nog niet in werking. Voor de energienormen gebeurde dat op 1 januari 2005. De manier waarop de GLAMI-doelen naar bedrijfsniveau vertaald zijn, heeft vaak ter discussie gestaan, maar hier is niet een voor alle partijen bevredigend resultaat uit gekomen. Uiteindelijk is er voor gekozen alle normen uit te drukken per m². Voor energie zijn deze normen ook nog gespecificeerd per gewasgroep. In het GLAMI-doelgroepenoverleg is besproken of een beleidsevaluatie nuttig zou zijn. Uiteindelijk is hiervoor niet gekozen omdat inmiddels de intentie was om het convenant te herijken. In mei 2006 zou het besluit Glastuinbouw voor het eerst gehandhaafd worden, maar dit heeft wat betreft energie niet plaatsgevonden omdat

het klimaatbeleid ook t.a.v. energie in de glastuinbouw inmiddels leidend is geworden.

3.2.2 Financiële prikkels

Bedrijven met een zgn. Groenlabelkas (zie kader) komen in aanmerking voor de regeling groenprojecten en de overheidsregelingen MIA (milieu-investeringsaftrek) en VAMIL (Vervroegde Afschrijving milieu-investering). De regeling groenprojecten stimuleert milieuvriendelijke projecten door financiering tegen een lagere rente (doorgaans 1 à 2% lager dan de gemiddelde rente). Via de MIA is het mogelijk een bepaald percentage van de investering af te trekken van de fiscale winst. Met de VAMIL is het mogelijk om de investeringen geheel vrij (bijvoorbeeld in zijn geheel in het eerste jaar) fiscaal af te schrijven.

Groenlabelkas

Een groenlabelkas is een tuinbouwkas die voldoet aan een aantal duurzaamheidscriteria. Deze criteria zijn basiseisen betreffende energieverbruik, nutriënten, gewasbescherming en waterverbruik. Met dit instrument wordt de toepassing van energie-innovaties die zichzelf bewezen hebben bij voorlopers gemeengoed voor een groter deel van de sector. De doelstelling is dat 30% van de tuinders een certificaat heeft. Inmiddels beschikt 10% van de glastuinbouwbedrijven over een groenlabelkas-certificaat. Het financiële voordeel van certificering voor de tuinder is dat hij mee kan doen aan een aantal regelingen.

Bepaalde onderdelen van een tuinbouwkas kunnen in aanmerking komen voor de EIA-regeling (Energie-investeringsaftrek) in plaats van de MIA / VAMIL-regeling. Met deze regeling kan een percentage van de investering extra worden afgetrokken van de fiscale winst (50% in 2005, 44% in 2006). Het directe financiële voordeel is afhankelijk van het belastingspercentage over de winst. Voor deelname aan de EIA-regeling is geen Groen Label Kas-certificaat nodig.

Nadeel van de EIA en MIA-regeling is dat deze minder aantrekkelijk zijn als er geen winst wordt gemaakt omdat het regelingen zijn die werken met een investeringsaftrek. Hierbij moet worden aangetekend dat het mogelijk is om de aftrek tot 3 jaar terug of tot 9 jaar vooruit te laten werken. In die periode zijn er zeker jaren dat er voldoende winst is gemaakt om van de regeling gebruik te kunnen maken. In tijden dat er geen geld verdiend wordt, moet er echter wel geïnvesteerd worden. Hier zou de EIA en de MIA op kunnen worden aangepast.

Het Ministerie van EZ kent de Unieke Kansen Regeling. Met deze regeling kunnen ondernemers in aanmerking komen voor een subsidie voor het realiseren van een innovatieve energiebesparende maatregel. Dit is een regeling voor de eerste tuinders die een innovatie in de praktijk willen brengen. Wanneer een techniek nieuw is, is het voor de eerste afnemers te duur om ermee te beginnen. Bovendien is nog niet veel ervaring opgebouwd en zitten er voor de ondernemers dus risico's aan vast. Dit zorgt ervoor dat tuinders een behoorlijke drempel hebben om een innovatieve maatregel door te voeren. De unieke kansen regeling is er op gericht dit risico minder groot te maken.



3.2.3 Kennisontwikkeling

Het bedrijfsleven, EZ en LNV hebben in het kader van het GLAMI-convenant, toegezegd t/m 2008 jaarlijks ruim € 4,5 mln. aan energiebesparingsonderzoek in te zetten. LNV zet tot en met 2008 programmagelden in (ruim € 1 mln of meer voor Energie-onderzoek) met de intentie dit nadien te blijven inzetten (brief DWK 19994596). Het LNV-energieonderzoek vindt in nauwe samenwerking met het Productschap Tuinbouw plaats op basis van 50/50%-financiering en 50/50%-aansturing (bron: LEI, 2006).

Om een transitie naar duurzaamheid te kunnen volbrengen is in 2002 het transitieprogramma 'Kas als Energiebron' opgesteld door PT, het tuinbouwbedrijfsleven en het Ministerie van LNV. Ambitie is om in 2020 in nieuwe kassen energieneutraal en economisch rendabel te telen. Om dit te realiseren worden vijf transitiepaden in pilotprojecten verder ontwikkeld. Dit zijn: zonne-energie, aardwarmte, biobrandstof, energiearme rassen en licht.

Kas als energiebron zet via een aantal verschillende paden in op een ontwikkeling van een energiezuinigere glastuinbouw. In het kader van het ontwikkelen van innovaties is het praktijkexperiment 'de energieproducerende kas' opgezet. Daarnaast wordt meerjarig onderzoek gedaan naar de elektriciteitsproducerende kas en is een internationale ontwerpwedstrijd uitgeschreven.

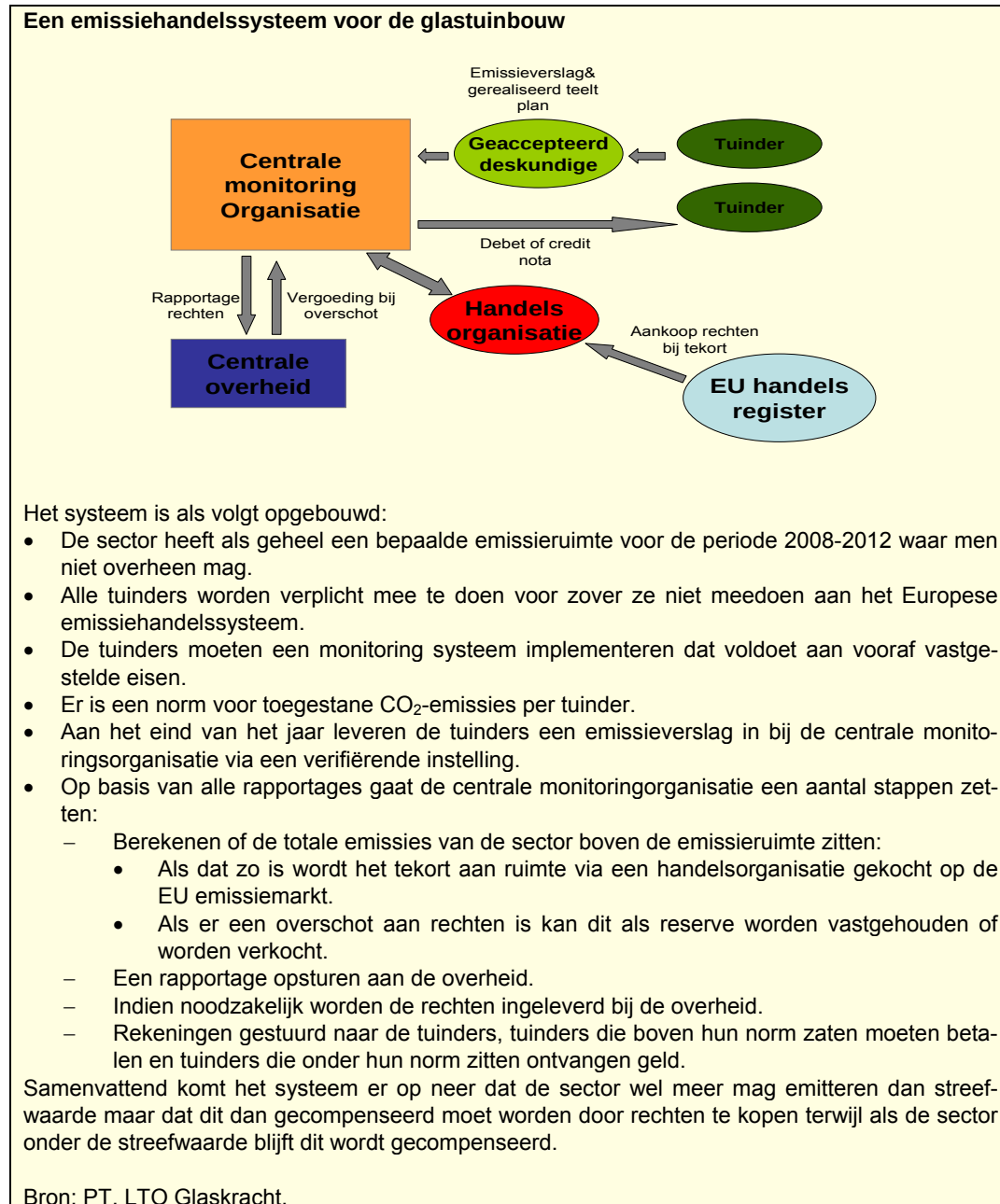
Om innovaties toe te passen en te versnellen wordt gekeken naar de mogelijkheden voor een innovatie- en democentrum. Ook is er een routeplanner in ontwikkeling waarin het ontwikkelingsproces is beschreven. Met het project Synergie worden wetenschappers en ondernemers bij elkaar gebracht om een kennisagenda op te stellen. Naast deze initiatieven zijn er ook een aantal demoprojecten en een programma ter bevordering van de toepassing van warmtepompen.

3.2.4 Emissiehandel

In de EU is op 1 januari 2005 een systeem van CO₂-emissiehandel (Europees emissiehandelssysteem: EU ETS) van start gegaan. Dit houdt in dat een bedrijf per jaar een norm voor de hoeveelheid CO₂-emissie krijgt toegewezen. Wanneer het bedrijf meer uitstoot dan deze toewijzing, dan moeten CO₂-emissierechten worden bijgekocht. Wanneer het bedrijf minder uitstoot, dan kan het de rechten die het over heeft verkopen. Op dit moment nemen in Nederland zo'n 200 bedrijven deel aan het EU ETS, waaronder 2 glastuinders. In deze vorm loopt het emissiehandelssysteem tot 2008. Vanaf 2008 gaat de tweede periode van het EU ETS van start. Vanaf dat moment zullen er circa 70 tuinbouwbedrijven mee gaan doen aan het EU ETS. De verwachting is dat als gevolg van schaalvergroting en de toepassing van WKK's steeds meer tuinbouw bedrijven mee zullen gaan doen aan het EU ETS. De verwachting is dat eind 2012 het totaal aantal glastuinbouwbedrijven dat meedoet aan het EU ETS gezamenlijk circa 20% van de totale CO₂-emissie van de sector zal representeren.

In het kader van dit klimaatbeleid is een CO₂-emissieruimte voor de glastuinbouw voor de periode 2008 – 2012 vastgesteld. Deze emissieruimte bedraagt in 2010

6,6 miljoen ton CO₂, uitgaande van 10.500 ha glastuinbouw. Bij een eventuele areaaluitbreiding wordt de CO₂-emissieruimte verhoogd tot maximaal 7,2 miljoen ton CO₂ bij een areaal van 11.500 ha. Bij verdere groei van het areaal blijft de emissieruimte in totaal 7,2 miljoen ton CO₂.



De CO₂-streefwaarde voor de sector en de onvrede over de energienormen binnen het besluit glastuinbouw vormden de aanleiding om binnen de sector te gaan werken aan een eigen emissiesysteem (zie kader voor een beschrijving van een mogelijk sector systeem). Dit eigen systeem moet zoveel mogelijk gaan aansluiten bij het EU ETS om te zorgen voor een level-playing field met de bedrijven die wel in het EU ETS zitten en met de andere energieproducerende bedrijven. Ver-

der is het de bedoeling dat het eigen systeem een verbinding krijgt met het EU ETS, met andere woorden als de sector als geheel over het plafond heen gaat krijgt men de mogelijkheid om rechten uit het EU ETS bij te kopen ter compensatie en als men binnen het systeem rechten over heeft kunnen die weer te gelde gemaakt worden. De intentie van de sector is dat in 2009 dit emissiehandelssysteem van start kan gaan. Wanneer dit in werking treedt zullen de normen met betrekking tot energie-efficiëntie en duurzame energie in het besluit glastuinbouw buiten spel worden gezet.

3.3 Resultaten van het beleid

3.3.1 Resultaten in de tijd

In Tabel 23 t/m Tabel 25 worden het verloop van de energie-efficiëntie en daar aan verwante parameters weergegeven.

Tabel 23 Ontwikkeling van de EE-index in de glastuinbouw gecorrigeerd voor temperatuur en de verklarende factoren: primair brandstofverbruik en fysieke productie

	1980	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
EE-index(%)	100	67	60	63	58	60	57	56	52	52	51
Primair brandstofverbruik (m ³ a.e. / m ²)	40,9	44,8	45,0	47,0	43,7	43,8	43,0	42,3	39,5	41,0	41,0
Fysieke productie (€(1980) / m ²)	20,9	34,2	38,1	37,9	38,8	37,5	38,4	38,4	39,2	40,0	41,2

Bron: Van der Knijff, 2006, LEI.

Tabel 24 CO₂-emissie en CO₂-index in de glastuinbouw per jaar in de periode 1990 – 2003 (IPCC-methode)

	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
CO ₂ -emissie (miljoen ton)	6,76	7,20	8,02	6,73	6,75	6,56	6,35	6,12	6,23	6,44
CO ₂ -index (%)	100	106	119	99	100	97	94	91	92	95

Bron: Van der Knijff, 2006, LEI.

Tabel 25 Areaal glastuinbouw en opkweek (ha) in Nederland per jaar over de periode 1980 – 2003

	1980	1985	1990	1995	2000	2001	2002	2003
Glastuinbouw incl. opkweek	8.755	8.968	9.768	10.154	10.526	10.524	10.538	10.525

Bron: CBS Meitelling.

Op basis van deze gegevens kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

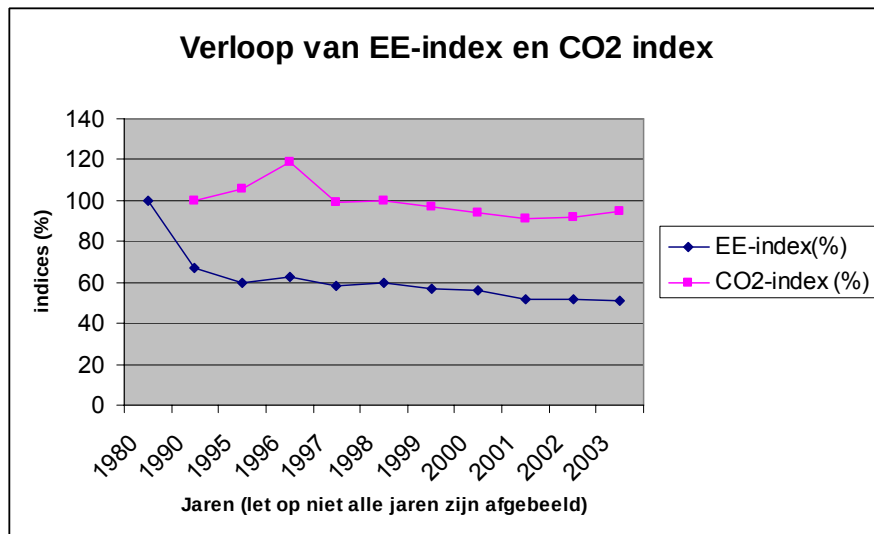
- De efficiëntie van het energieverbruik in de glastuinbouwsector (uitgedrukt in de EE-index) is vanaf 1980 tot 2003 met zo'n 50% verbeterd (zie Tabel 23).
- Het totale energieverbruik is sinds 1980 niet gedaald maar is blijven schommelen rond het niveau van 41 m³ aardgas eq/m². De efficiëntieverbetering

wordt volledig behaald door een toegenomen productie bij gelijkblijvend energiegebruik.

- De CO₂-emissie is vanaf eind jaren negentig tot 2001 continu gedaald bij ongeveer gelijkblijvend areaal (zie Tabel 24 en Tabel 25).

In Figuur 11 is de energie-efficiëntie-index en de CO₂-index uitgezet in de tijd. De figuur laat zien dat de energie-efficiëntie met name tussen 1980 en 1995 sterk is verbeterd met bijna 40%. Daarna is de efficiency met gemiddeld 1% per jaar verbeterd. De CO₂-index is over een periode van 13 jaar met 5% verbeterd.

Figuur 11 Verloop van EE-index en CO₂-index in de tijd



Het verbruik van duurzame energie is marginaal. In 2003 bedroeg het aandeel duurzame energie ongeveer de helft van het totale energiegebruik.

Een andere relevante ontwikkeling is de prijs van brandstof. De prijs van brandstof was in de jaren 80 hoog, in de jaren 90 een stuk lager en stijgt weer sinds 2000. Grootverbruikers (bij een verbruik van 1,3 mln m³, gedurende 200 dagen en 1.600 uur per jaar) betaalden in 2006 gemiddeld 21,2 cent per m³ aardgas. Voor deze bedrijven is de Energiebelasting per m³ lager dan bij de huishoudens. De prijs voor elektriciteit hangt onder andere af van de brandstofprijzen van olie, kolen en aardgas. Industriële bedrijven (bedrijven met een jaarlijks verbruik van 2.000 MWh bij een maximum vraag van 500 kW en een bedrijfstijd van 4.000 uur) betalen minder dan huishoudens.

De afgelopen jaren heeft een verschuiving plaatsgevonden in de producten die geteeld worden. Vanuit de markt wordt meer gevraagd naar kwaliteit dan naar kwantiteit. Een voorbeeld hiervan zijn tommie-tomaten. Hierdoor neemt het aantal kilo's dat geproduceerd wordt niet 1 op 1 toe met het aantal producten dat geproduceerd wordt.

3.3.2 Analyse van de resultaten

In Tabel 26 worden de verschillende doelstellingen binnen de sector, de mate waarin die gerealiseerd zijn en de oorzaken hiervan samengevat. In de hierna volgende paragrafen worden deze oorzaken verder toegelicht.

Tabel 26 Realisatie doelen CO₂-emissiereductie en ontwikkelingen die daar positief of negatief aan hebben bijgedragen

	Doel	Realisatie	Positieve bijdragen	Negatieve bijdragen
Energie Efficiency	50% in 2000 en 65% in 2010, t.o.v. 1980.	44% in 2000, 49% in 2003	– energieprij – energiebesparende maatregelen – productiestijging	– liberalisering markt – energie-intensivering
CO ₂ -emissie-reductie	8% in 2012 t.o.v. 1990	5% in 2003	– energieprij – energiebesparende maatregelen	– liberalisering markt – energie-intensivering
Duurzame energie	4% in 2010	< 1% in 2003	– groene energie	– maatregelen in ontwikkelingsfase – vergunningproblematiek

Energie-efficiëntie

Het doel van de Meerjarenaafspraken Energie uit 1992, een verbetering van de EE-index met 50% in 2000 t.o.v. 1980, is niet gehaald. In 2000 was de EE-index 56% ten opzichte van 1980. In 2003 wordt deze norm bijna gerealiseerd, nl. 51%.

De verbetering van de EE-index tussen 1980 en 2000 is het gevolg van verscheidene energiebesparende maatregelen zoals een bewegend lichtscherf, warmteopslag en een condensor op de ketel. De toepassing hiervan neemt steeds meer toe (oplopend tot 5% jaarlijkse toename). Momenteel heeft driekwart van de bedrijven een energiescherf, 40% warmteopslag, driekwart een condensor en bijna elke tuinder een klimaatcomputer.

Na 2000 is de dalende trend van de EE-index verminderd. Dit heeft te maken met een toename in het gebruik van aardgas in 2003. Jarenlang is in de sector veel energie bespaard door gebruik te maken van restwarmte en WKK-warmte (Warmte Kracht Koppeling) van energiebedrijven. Door de liberalisering is dit minder geworden. Hierdoor is ook de toename van de CO₂-emissie van 2002 tot en met 2003 te verklaren.

De vraag naar warmte, CO₂ en elektriciteit is sterk afhankelijk van gewas, tijdstip, klimaat, type kas, etc. In de sector worden steeds meer maatregelen toegepast om op een energie-efficiënte manier in de afzonderlijke of gecombineerde energievraag te voorzien. Hierbij moet gedacht worden aan benutting van restwarmte en CO₂ of aan het zelf toepassen van WKK.

Sinds tien jaar benutten zo'n 300-350 glastuinbouwbedrijven in verschillende projecten restwarmte vanuit andere sectoren (bijv. industrie). Bij enkele van deze restwarmteprojecten wordt ook CO₂ geleverd. Daarnaast is er een omvangrijk project in het Westland waarin CO₂ uit de industrie aan de glastuinbouw wordt

geleverd. In dit project wordt momenteel een hoeveelheid CO₂ benut dat een besparing geeft van 95 miljoen m³ gas of 170.000 ton CO₂. Door de liberalisering staat het gebruik van restwarmte en WKK-installaties van energiebedrijven echter onder druk. Verschillende projecten zijn de afgelopen jaren (gedeeltelijk) stopgezet. Daarnaast zijn er wel plannen voor nieuwe projecten waarin restwarmte in de glastuinbouw wordt benut.

Tegenover de dalende trend in gebruik van WKK op energiebedrijven staat de toename in gebruik van WKK-installaties op glastuinbouwbedrijven. Dit zijn installaties waarmee de tuinder zowel elektriciteit, warmte en CO₂ produceert. Dit toenemend gebruik kan worden verklaard door toenemende vraag naar elektriciteit op bedrijven (bijv. voor belichting), stijgende elektriciteitsprijs (zowel bij aankoop als verkoop) en de MEP-subsidie op geproduceerde elektriciteit m.b.v. een WKK. Momenteel wordt op zo'n 17% van het glastuinbouw areaal een WKK toegepast.

CO₂-emissie

De CO₂-emissie in de glastuinbouw is in de periode tot 2001 gedaald tot 91% t.o.v. 1990 en vervolgens weer gestegen tot 95% in 2003.

De toename van de penetratiegraad van verschillende energiebesparende opties heeft bijgedragen aan de daling van de CO₂-emissie vanaf eind jaren negentig tot 2001. Dit heeft echter niet geleid tot een sterke CO₂-emissiereductie. Naast de trend van energiebesparing zoals hierboven besproken, zien we namelijk een trend van energie-intensivering: een toename in energiegebruik door maatregelen die de productie of kwaliteit van producten verhogen. Voorbeelden zijn CO₂-dosering en belichting. Het toedienen van CO₂ gebeurt al op grote schaal (ruim 80% van de bedrijven) en bleef de afgelopen jaren constant. Belichting van gewassen is de afgelopen jaren met bijna 2% per jaar toegenomen tot bijna 25% in 2004. Vooral de roos en de chrysant worden veel belicht (resp. 95% en 65%). De toename zit de laatste jaren met name in de groentesector. Groentetelers investeren in belichting vanuit markt en concurrentieoverwegingen. Ook hier zien we dat in nieuwe kassen meer gebruik gemaakt wordt van deze energie-intensieve maatregelen (ruim 90% CO₂-dosering en 36% belichting). De verwachting is dan ook dat de toename in energiegebruik zal doorzetten, zeker in de groentesector.

Duurzame energie

In 2003 lag het aandeel duurzame energie in de range van 0,5 - 0,66%. Dit is vooral te danken aan het kleine aantal bedrijven dat beschikking heeft over duurzame energieopties. Een aantal opties bevindt zich namelijk nog in de ontwikkelingsfase (b.v. het gesloten-kas principe). Andere knelpunten zijn de vergunningsproblematiek (windturbine) of het (nog) niet rendabel zijn. Groene elektriciteit is verreweg de meest toegepaste vorm van duurzame energie in de glastuinbouw (Nienhuis, 2005).



3.3.3 Lessen voor de toekomst

Succesfactoren van de ingezette instrumenten

Uit bovenstaande blijkt dat er een grote slag gemaakt is op het gebied van energiebesparing per eenheid product. Tal van technische energiebesparende maatregelen zijn toegepast. En vooral bij de nieuwbouw van kassen blijkt de graad van toepassing hoog.

Een succesfactor van het afgelopen beleid blijkt het aanspreken van de sector op de kracht tot innovatie. Tal van technologische ontwikkelingen zijn in gang gezet om energie te besparen. Gedacht kan worden aan het inzetten van biobrandstof, WKK, benutting van restwarmte en CO₂, verbeteringen in het ontwerp van kassen en klimaatbeheersing. Deze ontwikkelingen zijn gericht op tal van aspecten van de glastuinbouw. Energiebesparing vindt plaats op verschillende fronten. Naast energiebesparing is sterk ingezet op een energietransitie. Ook uit dit onderzoeksprogramma blijken innovaties te komen die in de praktijk ingezet kunnen worden. Denk aan de energieleverende kas van Huisman.

Het succes van nieuwe innovaties zit in het feit dat de sector zelf haar verantwoordelijkheid neemt en dat de overheid faciliteert. Mede gedreven door de hoge energieprijzen wordt door het bedrijfsleven geïnvesteerd in de ontwikkeling van energiebesparende technieken. Ook betaald het bedrijfsleven mee aan onderzoek dat gedaan wordt binnen het transitieprogramma 'Kas als Energiebron'. Een belangrijke pijler hieronder is het goed ontwikkelde kennisbenuttingssysteem in de Nederlandse glastuinbouw. In dit systeem werken onderzoek (zoals universiteiten en kennisinstituten), en praktijk (Productschap Tuinbouw, voorlichtingsorganisaties, banken) nauw samen om innovaties snel in de praktijk te brengen.

Een andere succesfactor van het huidige instrumentarium is dat het divers is. Naast hardere instrumenten zoals de afspraken in het convenant GLAMI en de toekomstige emissiehandel zijn er zachtere instrumenten ingezet zoals subsidies en investeringsaftrekken. Ook wordt ingezet op ontwikkeling en verspreiding van kennis.

Belemmeringen van de ingezette instrumenten

Een belemmering voor de realisatie van een flinke energiebesparing in de glastuinbouw is de energie-intensivering. In de glastuinbouw vindt een verschuiving plaats naar energieintensievere productiemethoden. Zo gaan steeds meer teelten over op assimilatiebelichting en CO₂-dosering.

Een andere belemmering is de liberalisering van de energiemarkt. Hierdoor staat het gebruik van restwarmte en WKK-installaties van energiebedrijven onder druk.

Een derde belemmering is de beperkte hoeveelheid nieuwbouw die in de Nederlandse glastuinbouw wordt gepleegd. Op basis van een vervangingstijd van 15 jaar en zo'n 10.000 ha glastuinbouw, zou je verwachten dat er jaarlijks 600 - 700 ha nieuw glas wordt gebouwd. In de praktijk varieert het aantal ha nieuwgebouwd glas van 250 tot 500 ha. Hoewel in bestaande kassen ook een slag ge-

maakt kan worden, worden energiebesparende maatregelen met name toegepast in nieuwgebouwde kassen.

Wat betreft het ingezette instrumentarium levert met name het Besluit glastuinbouw niet de resultaten op die daarvan verwacht werden. Dit heeft te maken met aantal eigenschappen van het instrument. De GLAMI-doelstellingen voor de EE-index zijn doorvertaald naar bedrijfsnormen. Een sterk punt hiervan is dat dit een duidelijke doelstelling voor de individuele ondernemer geeft. Een belangrijke tekortkoming van dit systeem is echter het gebrek aan flexibiliteit. Iedere tuinder moet voldoen aan een norm. Hoewel er veel werk is besteed aan deze normen houden ze toch nooit helemaal rekening met alle specifieke eigenschappen van een bedrijf. Dit betekent dat de normen met name bij innovatieve bedrijven knellend kunnen worden. Voor de werking van het instrument is de gebrekkige handhaving een zwak punt. Er ontbreekt een afdoende handhavinginstrument op nationale schaal en ook het regionale bevoegd gezag handhaaft dit onvoldoende.

3.4 Besparingspotentiëlen in de sector

3.4.1 Technische opties

De glastuinbouwsector wordt gekenmerkt door zijn verscheidenheid. Het is daarom van groot belang om in te zetten op verschillende transitieën. Wat voor de ene teelt een oplossing biedt, hoeft niet kansrijk te zijn in de andere teelt. De sector zelf heeft een transitieprogramma opgesteld en hier ook doelen voor het jaar 2020 aan gehangen (Energietransitieprogramma glastuinbouw, PT/LTO/LNV, 2005):

- voor de energiearme kas en concepten is de warmtebehoefte voor nieuw te bouwen kassen teruggebracht naar $30 \text{ m}^3 \text{ a.e.q./m}^2$, waarvan 70% wordt gedekt door zonnewarmte;
- aardwarmte wordt op 5% van het areaal toegepast en daarmee wordt in 2% van de energiebehoefte van de glastuinbouw voorzien;
- bij belichting wordt 30% van de zelf opgewekte elektriciteit geleverd door bio-WKK;
- 5% van het energiegebruik door middel van eigen ketels wordt ingevuld met biobrandstoffen;
- 50% van de nieuw te bouwen kassen hebben een hogere lichttransmissie voor PAR-licht (+5%) en houden 30% van de warmtestraling tegen;
- voor groeilicht (assimilatielicht) is 40% minder primaire energie nodig dan in 2004. Deze efficiëntere manier van belichten wordt op 50% van het belichte areaal toegepast.

In de onderstaande paragrafen worden de belangrijkste technische opties kort beschreven.

Zonne-energie

In een gesloten kas wordt overtollige zonnewarmte via koeling opgeslagen in aquifers in de bodem. Deze warmte kan in koudere perioden worden gebruikt zodat er minder fossiele energie nodig is voor de verwarming van kassen. Er kan ook warmte geleverd worden aan niet-gesloten kassen van derden of via ener-



gienetwerken aan andere partijen (industrie, stedelijk gebied). Bij het opzetten van nieuwe woonwijken en bedrijventerreinen moet gekeken worden hoe een energienetwerk hierin past. Dan kunnen CO₂, elektriciteit, laagwaardige warmte en hoogwaardige warmte optimaal benut worden. Een ander voordeel van de gesloten kas is dat CO₂ niet wordt afgelucht.

De gesloten kas bestaat inmiddels in de praktijk en er worden ook steeds meer semi-gesloten kassen gebouwd. De ontwikkeling naar glastuinbouw met veelal semi-gesloten kassen vindt plaats in de aankomende 10 - 15 jaar. Innovatieve bedrijven hebben dan een gesloten kas. Het is een ontwikkeling die zeker zal doorzetten omdat het meer voordelen heeft dan alleen energiebesparing. Door een verhoogd CO₂-gehalte onder lichtrijke omstandigheden wordt de fotosynthese efficiënter bij C3-planten. Daarnaast verschuift het temperatuuroptimum voor fotosynthese dan naar hogere temperaturen. De verwachting op basis van het bedrijf van Huisman (zie kader) is dat er 20% meer opbrengst gerealiseerd kan worden. Dus een win-win situatie.

De eerste energieproducerende kas is een feit!

Stef Huisman in Bemmelen heeft in 2006 de eerste energieproducerende kas. Deze experimentele kas compenseert zijn eigen energiegebruik en houdt naar verwachting energie over. De energieleverende kas is technisch mogelijk door een aantal innovaties, die zijn toegepast:

- hoogwaardige en energie-efficiënte warmtewisselaars;
- lange termijn koude en warmte opslag in de watervoerende zandpakketten in de bodem;
- toepassing van een isolerend kasdek;
- sluiting van de kas.

Het principe van de energieleverende kas is dat het warmteoverschot in de zomer wordt opgeslagen in grondwater en in koude periodes kan worden benut. Hierbij komt meer warmte vrij dan op het eigen bedrijf benut kan worden. Er is echter wel energie nodig om voor CO₂-dosering en elektriciteit (m.n. belichting). Toch kan gesproken worden over een energieleverende kas, omdat de hoeveelheid laagwaardige warmte uitgedrukt in aardgasequivalenten groter is dan wat nog nodig is voor de elektriciteit en CO₂-dosering. De uitdaging voor de toekomst is het benutten van de laagwaardige warmte die overblijft. Momenteel wordt de warmte die vrij komt op de 2.700 m² van de energieproducerende kas toegepast op deze oppervlakte (2.700 m²) + nog 6.000 m² kassen. Daarmee kan de kas dus in de eigen warmte voorzien en zelfs warmte leveren aan andere kassen. In de toekomst wordt gekeken naar mogelijkheden om laagwaardige energie te leveren aan andere sectoren.

Stef Huisman: In Bergenden zijn we bezig met de ontwikkeling van een energienet. Dit is een unieke gebeurtenis! Daar komen 800 woningen die verwarmd worden door laagwaardige energie. Dit is nog in ontwikkeling. Er zijn nu 14 ondernemers op het terrein en het energienet ligt er. Er zit een collectief waterbedrijf dat het afvalwater van de daken afvangt en gebruikt. Verder zit er een collectief energiebedrijf voor het energienet. Het is een win-win situatie. Het is economisch interessant en goed voor het milieu. De verwachting is dat het bedrijventerrein over 4 jaar vol is en 35 ondernemers telt.

Er zijn nog wel een paar kanttekeningen bij de techniek te plaatsen. Telen in gesloten kassen vereist een andere manier van telen dan in open kassen. Ieder gewas heeft hierbij weer andere eigenschappen. In de glastuinbouwsector wordt vergeleken met andere sectoren gemakkelijk geïnvesteerd. Maar als het om de teelt gaat zijn tuinders voorzichtig. Dan willen ze geen concessies doen. In een gesloten kas is het sturen op klimaat minder eenvoudig en dat brengt risico's met

zich mee voor de teelt. Belangrijk is het daarom om goede sensoren te ontwikkelen waar de tuinder vertrouwen in krijgt en deze meer in te zetten. Daarnaast is het belangrijk om veel ervaring op te doen. De grenzen van wat voor een plant toelaatbaar is kunnen dan worden opgezocht.

Niet alle teelten zijn geschikt voor een gesloten kas systeem. Koude teelten die alleen vorstvrij gehouden moeten worden of gewassen met een C4 of CAM-fotosynthese. De grote investeringen worden niet terugverdiend bij energiearme teelten of door telers die niet elk jaar gewassen in de kas zetten.

De lage temperatuur van de restwarmte maakt de aanwending niet eenvoudig, maar met een warmtepomp kan de temperatuur worden verhoogd. Deze vraagt echter wel weer energie. Restwarmte wordt nu opgeslagen in aquifers. Als iedereen dat gaat doen kan er een ondergronds ruimteprobleem ontstaan.

Voor een gesloten kas is het koelen van de kas een must. Hierdoor neemt de elektriciteitsvraag toe. Verder reduceert de kas in beperkte mate de elektriciteit- en CO₂-vraag, maar voorziet hier niet in.

De gesloten kas is nu nog te duur om op grote schaal toegepast te worden. De kas staat al in de MIA, maar er moet ervaring opgedaan worden en dat gaat langzaam (zie hierboven).

Aardwarmte

Bij deze techniek wordt de warmte in de diepere ondergrond van de aarde (2 tot 3 km diep) gebruikt voor het verwarmen van kassen. Aardwarmte staat nog in de kinderschoenen en voorziet niet in de elektriciteit- en CO₂-vraag. Inmiddels is er wel een project in Bleiswijk, waarbij een glasgroenteteler zijn bedrijf van 7 ha wil verwarmen met aardwarmte.

Biobrandstoffen

Bij de toepassing van biobrandstoffen moet gedacht worden aan duurzame brandstoffen die worden aangewend in ketels en in warmtekrachtinstallaties. Ketels worden op vrijwel alle glastuinbouwbedrijven gebruikt voor warmteproductie. Warmtekrachtinstallaties draaien alleen op bedrijven met een grote elektriciteitsvraag in verband met groeilicht. De bij de elektriciteitsproductie vrijkomende warmte wordt aangewend voor de kasverwarming en met de gereinigde rookgassen wordt CO₂-gedoseerd. De ketel voorziet in de resterende warmte en CO₂-behoefte.

Mogelijk geschikte binnenlandse biomassa is hout, bermgras, pluimveemest, slib, oliën en vetten. Drijfmest en GFT zijn minder geschikt vanwege de lage stookwaarde en daarmee het relatief hoge aantal vervoersbewegingen. Om de doelstelling van 4% energie uit biomassa te realiseren is er binnen de glastuinbouwsector zelf te weinig biomassa (GFT) aanwezig, maar wel in de rest van Nederland. Gezien die vraag naar biomassa vanuit de elektriciteit- en transportwereld zal in de toekomst grootschalige import van biomassa uit het buitenland noodzakelijk zijn. Toepassing van bio-WKK op grote schaal is het meest kansrijk



voor vergassing met WKK en voor bio-olie direct in een WKK. De technologie rond de vergassingsroute is nog sterk in ontwikkeling evenals de technieken voor het reinigen van de rookgassen. Ook toepassing van bio-olie in WKK is nog in ontwikkeling (Cogen projects, 2005).

Energiearme rassen

Energiearme rassen zijn zonder productie- en kwaliteitsverlies te telen bij lagere en hogere temperaturen. Een lagere kastemperatuur vraagt minder warmte, een hogere kastemperatuur is praktisch in een gesloten kas omdat de koelinstallatie dan minder snel hoeft te draaien. Een lagere teelttemperatuur gaat echter gepaard met een hoger vochtgehalte. Dit kan leiden tot een hoge ziektedruk van met name schimmels. Daarom is ook vochttolerantie van belang.

Energiearme rassen reduceren niet de gehele warmte, elektriciteit- en CO₂-vraag. Bovendien is het nog niet duidelijk of met dergelijke rassen hogere productie- en kwaliteitsniveaus zijn te realiseren bij de traditionele teelttemperatuur. Wanneer dit het geval is zal de tuinder in de praktijk vaak toch voor een hogere temperatuur kiezen in verband met de internationale marktpositie van de glastuinbouw.

Toch is dit een interessant pad omdat hier zeker energiebesparing te behalen valt. Tomaten bij 1 graad lager telen betekent een productiebesparing van 7 tot 8% (pers. Mededeling C. Custers). Vaak blijkt in de praktijk dat een tomatenplant bij 20 graden telen meer produceert. Dan werkt de tuinder toch met 20 graden in verband met de internationale marktpositie van de glastuinbouw.

Licht

Vooraf in verband met het concept van de gesloten kas is het belangrijk om zonlicht binnen te laten, en warmte buiten te houden. De buitenkant van de kas is energetisch gezien de zwakste schakel. Er zit nog altijd 4 mm glas in de kas waardoor er lekverliezen optreden. Deze zijn in al sterk gereduceerd vergeleken met het verleden. Maar er is zeker nog een slag te maken. Gedacht moet worden aan dek materiaal dat goed isoleert en met een hoge lichtopbrengst. Op dit moment zijn er al veel meer tuinders die schermen toepassen. Maar ook in de toekomst kan hier nog een slag gemaakt worden.

Zonnecollectoren

Het produceren van elektriciteit is voor de glastuinbouwsector een ontzettend belangrijke ontwikkeling omdat elektriciteit een hoogwaardig energieproduct is dat je altijd kunt gebruiken. De rendementen uit zonnecellen zijn momenteel nog te laag, maar dit gaat in de toekomst mogelijk verbeteren.

Samenwerking

Het bij elkaar brengen van vraag en aanbod van warmte, elektriciteit en CO₂ kan een behoorlijke besparing opleveren. Nu wordt ook op warme dagen aardgas verstoekt voor de productie van CO₂. Ook wordt het teveel aan warmte dat wordt geproduceerd afgelucht. Met een samenwerking kan energie bespaard worden. Deze samenwerking kan vorm krijgen in een energieweb. De voorkeur gaat

daarbij niet uit naar een grootschalig web, maar een middelgroot cluster (tot 200 ha). Grotere gebieden zijn lastiger te realiseren: het gevaar is dat zo'n gebied te langzaam volstroomt met bedrijven. Het heeft daarom de voorkeur om te beginnen met 40 - 50 ha met 1 centraal ketelhuis en een aantal bedrijven. Het is lastig om een goede mix van belichtende en niet belichtende telers bij elkaar te krijgen. Bovendien moeten er afspraken gemaakt worden over de maximale vermogenspiek. Maar door de samenwerking kunnen wel energie- en kostenbesparingen gerealiseerd worden. De energiebesparingen die daarvoor gemaakt kunnen worden zijn maximaal zo'n 15 - 18%. Een ander voordeel van dit systeem is dat de installatie meer uren maakt en eerder vervangen kan worden. Zo worden nieuwe technieken eerder doorgevoerd.

3.4.2 Marginale kosten

In Tabel 27 worden de marginale kosten per ton CO₂ van de voornaamste maatregelen in de glastuinbouw gegeven.

Tabel 27 Relatie tussen CO₂-prijs en investeringen in CO₂-reductie voor periode 2007-2009

Optie	Investering (10 ⁶ €)	Reductie CO ₂ -emissie (kton/jaar)	Benodigde subsidie in Euro per ton CO ₂ -reductie
<i>Bestaande bedrijven</i>			
Clustering (warmtelevering extern)	13	48	8
Eerste scherm	30	58	16
Buffer (CO ₂ +piek)	24	30	22
Buffer (CO ₂ +piek+bel.)	11	14	29
Tweede scherm	44	34	32
Condensor retour (ketel)	6	7	50
(Semi)gesloten kas	76	58	58
Temp. integratie + klimaatcomputer	66	78	84
<i>Totaal bestaand</i>	<i>269</i>	<i>327</i>	<i>37</i>
<i>Nieuwbouw</i>			
Clustering (warmtelevering extern)	1,6	5,7	8
Eerste scherm	20	36	18
Frequentie geregelde pomp	1,2	1,6	19
Tweede scherm	0,3	0,5	23
Buffer (CO ₂ +piek)	29	29	27
Buffer (CO ₂ +piek+bel.)	13	14	34
(Semi)gesloten kas	39	41	38
Condensor retour (ketel)	0,8	0,9	54
Temp. integratie + klimaatcomputer	26	29	91
<i>Totaal nieuwbouw</i>	<i>131</i>	<i>158</i>	<i>31</i>
<i>Totaal bestaand en nieuwbouw</i>	<i>400</i>	<i>485</i>	<i>35</i>

Bron: Van der Velden en Nienhuis (2006).

De tabel geeft de mogelijke emissiereducties die bereikt kunnen worden in de periode 2007-2009 uitgaande van een reële toename van de penetratie van de genoemde maatregelen. Wat het totale reductie-effect van deze maatregelen op langere termijn zou kunnen zijn is niet bekend. Wat de tabel in ieder geval duid-



lijk maakt is dat er binnen de sector nauwelijks 'goedkope' maatregelen meer beschikbaar zijn. Meeste maatregelen brengen een kostenplaatje per ton CO₂ met zich mee die ver ligt boven de CO₂-prijzen die verwacht worden binnen het EU ETS voor de komende vijf jaar.

3.5 Instrumenten voor de toekomst

3.5.1 Analyse

De glastuinbouwsector is een energie-intensieve sector. De energiekosten zijn een substantieel deel van de bedrijfskosten. Dit betekent dat energiegebruik veel aandacht heeft van de individuele ondernemer maar ook dat alleen rendabele maatregelen zullen worden uitgevoerd. Daarnaast heeft de sector te maken met een steeds sterkere buitenlandse concurrentie die veelal tegen lagere kostprijs produceert. Dit geeft extra druk voor de ondernemer om zich alleen te richten op rendabele maatregelen.

Daarnaast kenmerkt de sector zich door een sterk innovatief karakter. Er zijn een aantal veelbelovende innovaties op energiebesparingsgebied die momenteel worden ontwikkeld of op het punt staan te worden geïntroduceerd.

Verder blijft de sector zich richting de toekomst sterk ontwikkelen. De volgende trends hebben direct hun beslag op energiegebruik en CO₂-emissie:

- De snelle introductie van WKK's. De schatting is dat er in 2010 tussen de 2.000 en 2.500 MWe staat opgesteld in de glastuinbouwsector. De sector wordt daarmee een belangrijke energieproducent. Deze productie-eenheden zullen gedeeltelijk binnen bedrijven staan maar ook gedeeltelijk ondergebracht worden in zelfstandige BV's. Het zal steeds moeilijker worden om de grens tussen wel en niet tuinbouw te trekken.
- Schaalvergroting, er komen steeds minder kleine bedrijven er ontstaan grotere bedrijven die veel efficiënter maar ook veel intensiever gaan telen. Deze bedrijven zullen langzaam steeds meer opgenomen worden in het emissiehandelssysteem.

In dit hoofdstuk gaan we eerst in op instrumenten en technieken voor de toekomst om een forse reductie te realiseren.

Kijkend naar de resultaten van de afgelopen jaren dan lijkt de glastuinbouw redelijk op de goede weg. Vooral de energie-efficiëntie stijgt. Deze daling is met name toe te schrijven aan de sterk stijgende energiekosten en de druk vanuit internationale concurrentie waardoor kostprijsverlaging een blijvend aandachtspunt is. Hierdoor ontstaat een duidelijk financiële prikkel om te besparen op energiegebruik. Daarnaast is de sector zich bewust van het maatschappelijke belang om zuinig om te gaan met energie. Vanuit dat besef werkt de sector samen met de overheid aan innovatieve oplossingen om het energiegebruik drastisch te verminderen.

De glastuinbouwsector zelf heeft de ambitie geformuleerd dat in 2020, in nieuw te bouwen kassen, vrijwel energieneutraal en economisch rendabel geteeld kan worden. Deze ambitie is ingegeven door de kostprijsontwikkelingen van gas, de

twijfels over voorzieningszekerheid, het imago van de glastuinbouw en door de noodzaak voor maatregelen voor vermindering van de CO₂-uitstoot. Met een levensduur van 15 jaar voor een kassencomplex, zou dit betekenen dat in 2035 CO₂-neutrale teelt een realiteit is.

Daar tegenover staat dat er nog een lange weg is te gaan om van 5% reductie in 2003 te komen tot 50% reductie in 2030. Doorgaan op de ingeslagen weg is onvoldoende. Het leidt tot een betere energie-efficiëntie, maar niet tot een substantieel grote CO₂-emissiereductie voor de sector als geheel. Verder is de huidige vervanging van oude kassen slechts zo'n 2 - 5% (dus vervanging na ± 30 jaar i.p.v. 15 jaar zoals hierboven genoemd). Momenteel zet de sector zwaar in op de inzet van WKK's. De bijdrage daarvan aan CO₂-reductie is slechts beperkt.

Om daadwerkelijk toe te werken naar minimaal 50% reductie van CO₂-uitstoot is een energietransitie noodzakelijk. Dit betekent maximale inzet op invoering van nieuwe concepten als (semi)gesloten kas en op langere termijn de energieleverende kas. Gezien de relatief hoge kosten van deze opties mag hiervan echter op korte termijn nog geen groot besparingseffect verwacht worden.

Op basis van de analyse van de sector wordt geconstateerd dat het gaat om een sector waar al veel aan besparing is gedaan en dus niet veel goedkope besparingsopties meer over zijn. Daarbij gaat het om een zeer energie-intensieve sector die concurreert op de wereldmarkt. En als laatste kan geconcludeerd worden dat het een dynamisch en diverse sector is die zich niet leent voor een beleid van middelvoorschriften. Op basis van deze analyse is geconcludeerd dat het realiseren van vergaande reducties binnen deze sector het best gerealiseerd kunnen worden door de inzet van een mix van twee instrumenten:

- aansluiting bij het internationale systeem van emissiehandel;
- ondersteuning van innovaties;
- verplichte efficiency verbetering.

3.5.2 Emissiehandel

Wat betreft de CO₂-emissies zal een groot gedeelte van de tuinbouwsector in de komende jaren mee gaan doen aan het EU ETS. Gezien de structuur van de sector ligt het voor de hand om ook de rest van de sector zo spoedig mogelijk zich te laten aansluiten bij het EU ETS. Deze keus heeft wel een nadeel dat de administratieve lasten verbonden aan het EU ETS voor kleine bedrijven zoals in de tuinbouw relatief hoog kunnen zijn. Er is echter in het EU ETS een duidelijke trend om de administratieve druk te verkleinen voor kleine bedrijven. Vooral voor die bedrijven, zoals in de tuinbouw, die alleen een gasmeter hebben. Daarbij zouden er stappen gezet moeten worden om er voor te zorgen dat de administratieve druk door het toestaan van efficiënte vormen van clustering na 2012 nog lager wordt.

Binnen de sector bestaat draagvlak voor een systeem van emissiehandel omdat men graag een 'level playing field' handhaaft tussen die bedrijven die nu al in het EU ETS zitten en bedrijven die daar niet in zitten. Daarbij heeft een handelssys-



teem voor de sector als groot voordeel dat het flexibiliteit oplevert om zich te blijven ontwikkelen.

Het is evident dat het voor het realiseren van vergaande emissiereducties van belang is dat er veel stringenter plafonds binnen het EU ETS gehanteerd gaan worden dan in de afgelopen jaren. Daardoor zal de prijs van rechten oplopen en komen voor de sector veel meer reductiemogelijkheden in zicht. Aan de andere kant is het duidelijk dat de sector in de eerste jaren, binnen een handelsstelsel, niet veel aan emissiereductie zal doen omdat de marginale kosten binnen de sector te hoog liggen.

3.5.3 Stimulering innovatie en implementatie

Om in 2030 50% CO₂-emissiereductie te kunnen realiseren is het van belang dat innovaties niet bij toepassing op enkele demobedrijven blijven. Het huidige overheidsbeleid kent verschillende instrumenten voor de verschillende fasen in het adaptatieproces van een innovatieproces. Zoals eerder beschreven is er bijvoorbeeld de Unieke Kansen Regeling voor de echte voorlopers en groenfinanciering voor de meest innovatieve 10% glastuinders. Waar nog een verbeterslag gemaakt kan worden is voor de 'early adopters'. De slag van enkele bedrijven naar tientallen bedrijven. Hier is ondersteuning van de overheid nodig. Wanneer meer mensen een bepaald innovatief energiebesparend product gaan afnemen kan de prijs naar beneden en wordt er ervaring opgedaan. Vaak is de opbrengststijging die met de investering gerealiseerd kan worden nog niet duidelijk door gebrek aan ervaring. Dit maakt het voor tuinders die met innovatie aan de gang willen gaan financieel risicovol. Ondersteuning van de overheid is dan nodig om de innovatie door te kunnen voeren.

Zo is de gesloten kas bijvoorbeeld een concept dat al 25 jaar bestaat, maar dat nog geen gemeengoed is. De kosten en baten van geconditioneerd / gesloten telen ten opzichte van traditioneel telen leiden op dit moment meestal tot onvoldoende rendement doordat:

- onduidelijk is hoeveel meerproductie maximaal gerealiseerd kan worden;
- hoge investeringskosten in nog zeer dure technische voorzieningen als warmtepompen, warmte wisselaars en aquifers gestoken moeten worden;
- onduidelijkheid is over welke technieken / systemen het meest geschikt zijn voor een bepaalde teelt en gewas.

Deze knelpunten kunnen worden opgelost wanneer enkele tientallen projecten op praktijkschaal worden uitgevoerd. De gesloten kas staat in de MIA, maar dit alleen blijkt niet voldoende omdat er daarmee nog onvoldoende ervaring wordt opgedaan. Er is wel een flinke kostprijs reductie mogelijk wanneer overgegaan wordt op semi-gesloten kassen. De koeltechniek is daarmee minder duur. Om innovatieve ondernemers te motiveren zou de instelling van een ondernemersinvesteringfonds gericht op het verkleinen van de investeringsrisico's een oplossing zijn¹¹. Verder is aanvullend praktijkonderzoek nodig om ervaring op te doen.

¹¹ Bron: Investerings noodzakelijk voor overstap naar geconditioneerde / gesloten kasteelt. Persbericht van PPO, WUR, 4 juli 2006.

3.5.4 Efficiencyverbetering

Met efficiencyverbetering bij gebruik van energie (warmte en elektriciteit) en CO₂ is een belangrijke slag te slaan bij het halen van de 50% reductie. We onderscheiden een aantal instrumenten die nodig zijn om dit te realiseren.

Voor het duurzaam opwekken van warmte dient een stimuleringsregeling te komen. Een tuinder heeft immers 80% warmte nodig en 20% elektra. Ook het afnemen van restwarmte van bijvoorbeeld energiecentrales zou gestimuleerd moeten worden. Gedacht kan worden aan 'blauwe energie' naast groene energie. Dit zou energie zijn waarvan de warmte is benut. Een andere mogelijkheid is om zoals in Denemarken de praktijk is, het opwekken van energie verbieden wanneer de warmte niet wordt benut.

Verder dient het bij elkaar brengen van vraag en aanbod van elektriciteit, warmte en CO₂ gestimuleerd te worden. Dit kan vorm krijgen in een zogenaamd 'energieweb' (zie paragraaf 3.4.1). Vooral bij nieuwbouw van locaties liggen kansen om dit op een goede manier in implementeren. De overheid kan toepassing hiervan stimuleren door toepassing van een 'energieweb' als voorwaarde te stellen bij nieuwe tuinbouwlocaties. Het zou hierbij moeten gaan om een stimulerende rol vanuit de overheid, in principe zouden dit soort maatregelen al vanuit de deelname aan emissiehandel interessant moeten worden.

3.6 Conclusies

Uit het voorgaande blijkt dat er binnen de tuinbouwsector al tientallen jaren veel is gedaan aan energie-efficiëntie verbetering. Dit heeft echter maar in zeer beperkte mate geleid tot een afname van de CO₂-emissie, doordat tegelijkertijd de productie van de glastuinbouw sterk is gegroeid.

De efficiency verbetering die is gerealiseerd is te danken aan de continue aandacht die er binnen de sector is geweest voor het eigen energiegebruik. Deze aandacht was van belang vanuit het energie en milieubeleid maar zeker ook omdat energie voor deze energie-intensieve sector een belangrijke kosten post is. Dankzij deze continue aandacht is er binnen de sector een efficiënte en effectieve kennisinfrastructuur waardoor innovaties relatief snel opgenomen worden en er ook continue aandacht is voor mogelijkheden om verdergaande besparingen te realiseren. Dit systeem heeft er ook toe geleid dat er binnen de sector geen sprake meer is van goedkope maatregelen waarmee op korte termijn vergaande emissiereducties gerealiseerd kunnen worden. Voor de langere termijn zijn er wel veelbelovende ontwikkelingen met name in de richting van het gesloten kas concept. Op basis van dit concept kan het fossiele energiegebruik van kassen naar nul terug gaan. De verwachting is echter dat dit soort kassen pas vanaf 2020 echt breed geïmplementeerd kunnen gaan worden.

De tuinbouw is een energie-intensieve sector die concurreert op een internationale markt. Het binnen zo'n sector afdwingen van vergaande emissie reductie-maatregelen zou de concurrentiepositie van de sector ernstig schaden. Om de sector toch te laten bijdragen aan het realiseren van vergaande emissiereducties is aansluiting bij het Europese systeem van emissiehandel het meest effectieve en efficiënte middel. Binnen een termijn van 5-10 jaar zal dit, afhankelijk van hoe



de prijzen zich in het EU ETS ontwikkelen, er waarschijnlijk niet toe leiden dat er binnen de sector extra maatregelen genomen gaan worden. Op de langere termijn, als de rechten in het EU ETS veel duurder zijn worden en worden geveild, vormt het EU ETS wel een goede basis voor de bredere implementatie van de gesloten kas in de sector.

Om er voor te zorgen dat de ontwikkeling van de gesloten kas door gaat en ook leidt tot een zo spoedig mogelijke implementatie verdient het aanbeveling om deze innovatie de komende jaren extra te ondersteunen. Daarbij is het vooral van belang dat een versnelde implementatie gerealiseerd wordt zodat er ervaring wordt opgedaan en ook de kosten van dit concept naar beneden gaan.



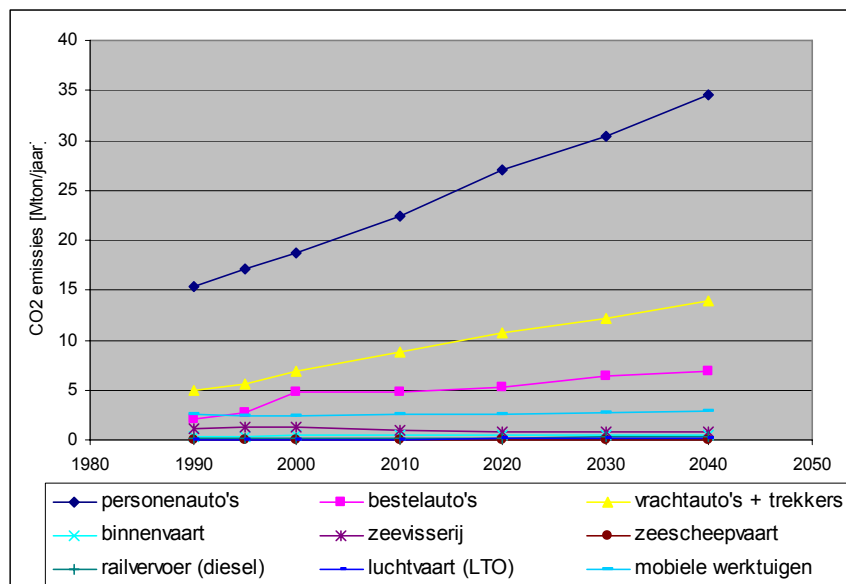
4 Verkeer

4.1 Inleiding

4.1.1 CO₂-emissies in verkeer blijven groeien

In veel sectoren zijn de afgelopen decennia successen geboekt bij het reduceren van de emissies van CO₂ en andere broeikasgassen. Dit geldt echter niet voor de transportsector. De CO₂-emissie van verkeersector bedraagt met 37,5 Mton/jaar in 2005 ruim 19% van de nationale uitstoot in Nederland (excl. internationale lucht- en zeescheepvaart). Dit aandeel zal groeien als gevolg van reducties in andere sectoren en groei van de mobiliteit (m.n. goederenvervoer). Ondanks dat personenauto's per gereden kilometer significant zuiniger zijn geworden en brandstofbesparing uit kosten oogpunt traditioneel veel aandacht krijgt in het goederenvervoer is sinds 1990 de CO₂-uitstoot van verkeer met 38% toegenomen. Deze groei zet ook de komende decennia bij ongewijzigd beleid nog door (zie Figuur 12¹²).

Figuur 12 Groei van de jaarlijkse CO₂-uitstoot van de verschillende vervoerswijzen, historisch (vanaf 1990) en prognose, Global Economy scenario, emissies o.b.v. IPCC afbakening)



Bron: MNP, 2006 en CBS Statline.

Als het gaat om technische en beleidsmaatregelen voor CO₂-reductie is het belangrijk om onderscheid te maken tussen korte- en lange-termijn doelstellingen. Korte-termijn doelstellingen zoals de Kyoto-afspraken (5,2% reductie t.o.v. 1990 niveau in 2008/12 voor EU en 6% voor Nederland) en nationale doelstellingen

¹² Merk op dat de emissies voor luchtvaart alleen betrekking hebben op de LTO-emissies tot een hoogte van 1 km.

zijn bindend vastgelegd en moeten (en kunnen) worden gehaald met middelen die nu of op korte termijn toepasbaar zijn. Nederland heeft besloten om deze doelstelling voornamelijk met maatregelen buiten de verkeerssector te halen. Lange-termijn doelstellingen zijn in de regel indicatieve doelen die niet bindend zijn maar wel zeer ambitieus. Het NMP4 spreekt van 40 – 60% reductie in 2030 t.o.v. 1990. Dit zijn overigens algemene doelen, niet specifiek voor de verkeerssector.

In Green4sure wordt uitgegaan van 50% reductie van de energiegerelateerde broeikasgasemissies in Nederland in 2030, t.o.v. 1990. De verkeerssector heeft als doelstelling 35% reductie meegekregen, t.o.v. 2005. Dat betekent dat de emissies van de sector in 2030 ongeveer gelijk zijn aan die in 1990. Er is voor gekozen om bij verkeer uit te gaan van het basisjaar 2005 omdat de sector in de periode 1990 – 2005 nog sterk is gegroeid, en ook de economische structuur sterk is veranderd. Op deze manier hoeven deze veranderingen niet helemaal worden teruggedraaid (tegen hoge kosten). Bovendien is deze doelstelling binnen Green4sure voldoende, omdat een aantal andere sectoren wel significante reducties heeft bereikt.

In het licht van de historische emissietrends en emissieprognoses zal het duidelijk zijn dat deze doelstelling zeer ambitieus is. De gestage toename van zowel het verkeersvolume als ook van de CO₂-emissies in deze sector, die is begonnen bij de introductie van de auto, is nog nergens ter wereld gestuit. We zullen in het volgende echter duidelijk maken dat het mogelijk is om deze ambities te halen, mits de wil er is om ingrijpende beleidsmaatregelen te treffen. De markt zal dan zorgen voor de ontwikkeling en marktintroductie van nieuwe voertuigtechnieken en brandstoffen. Daarnaast zullen deze maatregelen consumenten (c.q. autorijders) en het bedrijfsleven ertoe aanzetten om te kiezen voor zuinigere voertuigen, andere brandstoffen, andere logistieke oplossingen, etc.

Volgens het bekende adagium kunnen milieuproblemen worden opgelost met middelen die aangripen op de elementen volume, structuur en efficiëntie. In het geval van CO₂-uitstoot door de verkeersector vertaalt zich dat in:

- beperking van de (groei in) verkeersprestatie (aantal kilometers);
- toepassing van energiedragers met lagere ketenemissies van broeikasgasen;
- verlaging van energiegebruik per voertuigkm door verbeteren van voertuigrendement of rijstijl/ritpatroon.

Om de bovenstaande doelstellingen te halen zijn in de toekomst van Green4sure technieken en brandstoffen nodig zijn die zich nu nog in een R&D stadium bevinden: voertuigen moeten aanzienlijk zuiniger worden dan nu, en klimaatneutrale brandstoffen moeten worden ontwikkeld en op de markt worden gebracht. Het potentieel van deze oplossingen is echter beperkt, bovendien zijn de kosten aanzienlijk. Een beperking van de *groei* van het transportvolume zal derhalve ook noodzakelijk zijn om de doelstelling te halen.



4.1.2 Energiezekerheid

Bij de sector verkeer gaat CO₂-reductie en energievoorzieningszekerheid vaak hand in hand. 98% van het mondiale verkeer wordt door olieproducten aangedreven (IEA World Energy Outlook), waardoor deze sector sterk afhankelijk is van de olieprijs en -beschikbaarheid. De afgelopen jaren laten zien dat de prijs sterk kan stijgen door bijvoorbeeld geopolitieke ontwikkelingen (in het Midden-Oosten bijvoorbeeld), natuurrampen (denk aan orkanen in de Golf van Mexico die de productie daar tijdelijk stilleggen) en technische tegenslagen (zoals roesende pijpleidingen in Alaska). Bovendien neemt de vraag naar olie mondiaal toe vanwege groeiende vraag in Westerse landen, en economische ontwikkelingen in een aantal Aziatische landen.

Daarnaast is de wereldwijde olievoorraad weliswaar nog aanzienlijk, maar eindiger dan die van kolen en gas. Nieuwe reserves worden m.n. gevonden in niet-conventionele bronnen, maar de vraag is of grootschalige ontginning van bijv. teerzanden vanuit ecologisch en milieuoogpunt op termijn acceptabel is. Ook de exploitatiekosten zullen toenemen. Daarnaast kan synthetische motorbrandstof worden gemaakt uit kolen of aardgas. Grootschalige beschikbaarheid van deze verschillende bronnen maakt dat fossiele motorbrandstoffen nog decennialang beschikbaar kunnen zijn tegen prijzen van niet meer dan 40 à 50 €/bbl. Daarnaast wordt door verschillende deskundigen verwacht dat de wereldwijde productiecapaciteit op enig moment zal pieken en dat ondanks voldoende voorraden het aanbod de stijgende vraag niet meer zal kunnen bijhouden ('peak oil'). Dit zal naar verwachting leiden tot grote schommelingen in de olieprijs die negatieve economische gevolgen kunnen hebben.

Het is lastig om te kwantificeren welke waarde energiebesparende maatregelen en alternatieve brandstoffen hebben met betrekking tot het aspect energiezekerheid. Beoordeling van opties alleen op grond van CO₂-vermijdingskosten lijkt echter onrecht te doen aan de grote geopolitieke belangen die verbonden zijn aan de winning en het gebruik van olie.

4.1.3 Niet-wegtransport

Deze notitie richt zich vooral op het verkeer en vervoer over de weg. De reden is dat dit de hoofdmoot vormt van de broeikasgassen van transport, zoals ook uit Figuur 12 blijkt. Dit betekent niet dat de andere transportvormen niet belangrijk zijn en geen bijdrage leveren. In deze paragraaf adresseren we daarom kort de andere modaliteiten. De aandacht in de rest van het document zal hoofdzakelijk uit gaan naar het verkeer over de weg.

Spoor

Vervoer over het spoor betreft zowel goederen als personen. Het personenvervoer vindt hoofdzakelijk plaats met behulp van elektriciteit. Op een aantal regionale spoorlijnen, die niet voorzien zijn van bovenleidingen, worden dieseltreinen ingezet. De NS heeft meer dan 90% van de markt in handen. In het goederenvervoer, dat in omvang veel kleiner is, is het aandeel dieseltreinen groter. Dit heeft onder andere te maken met beperktere elektrificatie van regionale goede-

renspoorlijnen, toetreding van nieuwe kleine vervoerders en de bredere inzetbaarheid en lagere aanschafkosten van diesellocomotieven.

Ten opzichte van wegvervoer is spoorvervoer relatief energie-efficiënt. Vooral het energiegebruik is vergeleken met het wegvervoer per tonkm of pkm laag, vanwege de lage rolweerstand van spoorvervoer. Bij diesellocomotieven zijn de verschillen op het gebied van luchtverontreinigende emissies minder groot, o.a. vanwege de lange levensduur van locomotieven. Daarom is in de spoorsector aandacht uitgegaan naar luchtvervuilende¹³ emissies in de afgelopen jaren. In 2004 is een EU Richtlijn (2004/26) in werking getreden, die de emissies van dieselmotoren in het spoorvervoer in stappen omlaag brengt tot het niveau van motoren in het wegverkeer.

Binnen de personenvervoer is er al langere tijd aandacht voor het terugdringen van het energiegebruik in Nederland. In het personenvervoer heeft de NS, in het kader van de meerjarenafspraken energie efficiency (MJA), het energiegebruik per zitplaatskilometer teruggebracht met meer dan 10% sinds 1995, waarbij de doelstelling ruimschoots en vroegtijdig gehaald is. Dit is met name gehaald door het vervangen van oud materieel, maar ook is er aandacht geweest voor het ventilatieregime en de temperatuur in treinen en een milde vorm van energiezuinig rijden. Naast deze positieve ontwikkelingen zorgen de treinen met hoge snelheid (Hanzelijn en HSL-zuid) voor een toename van het energiegebruik per zitplaatskilometer, omdat de luchtweerstand sterk toeneemt bij hogere snelheden. Binnen het goederenvervoer zijn de ontwikkelingen beperkt geweest.

Binnen de branche (UIC) is er op internationaal niveau aandacht voor het terugbrengen van het energiegebruik, maar de terugverdientijd van investeringen speelt een grote rol. Technieken als hybride aandrijving, spoorelektrificatie, en het stellen van eisen aan het energiegebruik bij procurement krijgen momenteel aandacht, evenals de inzet van biobrandstoffen (AEA, 2005; CE, 2006e).

Vergeleken met het wegvervoer worden er in het spoorvervoer relatief weinig heffingen betaald. Hierdoor zijn de energiekosten laag, en is de terugverdientijd voor investeringen relatief hoog. Het accijnstarief op rode diesel is een factor 6 lager dan op diesel voor het wegvervoer en spoorwegbedrijven betalen nagenoeg geen regulerende energie belasting (REB), omdat het grootverbruikers zijn. Hun elektriciteitsgebruik valt sinds 2005 wel onder het Europese emissiehandelssysteem (ETS), dat in de toekomst kan resulteren in een hogere elektriciteitskosten en een grotere bereidheid voor investeringen om het energiegebruik terug te dringen.

In Green4sure nemen we de dieselemisssies van het spoorvervoer op in het EU Klimaatbudget.

¹³ Onder luchtvervuilende emissies verstaan we emissies van NO_x, SO₂, fijn stof en NMVOS.



Scheepvaart

De scheepvaart is op te splitsen in de binnenvaart en internationaal transport. Het brandstofverbruik van de binnenvaart is laag. Dit geldt zowel in absolute getallen als uitgedrukt per vervoersprestatie. Binnenvaart is een efficiënte manier van transport. De aandacht met betrekking tot milieu gaat voornamelijk uit naar de emissies van NO_x en HCs. Europese richtlijnen schrijven normen voor nieuwe schepen voor. Daarnaast is er wel aandacht voor energiebesparing, waarbij de vorm van het schip, zuinige motoren en scheepsverlenging enige mogelijkheden voor brandstofbesparing zijn. Volgens ECN (2006) is het reductiepotentieel bij bestaande schepen ongeveer 5%, en voor nieuwe schepen zo'n 12%. Hiervoor zouden wel hoge subsidies nodig zijn, aldus ECN, om de concurrentiepositie met buitenlandse binnenvaarders niet te verstoren. Een CO₂-toeslag op de brandstof zou ook een extra prikkel kunnen geven aan binnenvaarders om te investeren in nog zuinigere motoren, maar is moeilijk instrumenteerbaar vanwege de accijns-vrijstelling voor zeescheepvaart.

De internationale zeescheepvaart neemt, gemeten in tonkilometers, het leeuwendeel (90%) van het goederentransport voor haar rekening. Internationaal is er, evenals voor de luchtvaart, geen overeenstemming over hoe CO₂-emissies tijdens internationaal transport aan landen moeten worden toegerekend. Mede daarom zijn de emissies van internationale bunkers (brandstof voor zeescheepvaart en luchtvaart) niet in het Kyoto Protocol opgenomen. In plaats daarvan is het beleid voor emissiereducties in handen gegeven van de International Maritime Organisation (IMO) (en de International Civil Aviation Organisation (ICAO) in het geval van luchtvaart). Deze organisaties zijn tot nu toe traag gebleken met het invoeren van effectief klimaatbeleid¹⁴, zie ook CE (2006). Op het gebied van de uitstoot van luchtverontreinigende stoffen is het IMO iets slagvaardiger gebleken.

Het implementeren van nationaal klimaatbeleid voor de internationale scheepvaart is niet eenvoudig. Veel instrumenten verstoren de eerlijke concurrentie. Omdat het relatief eenvoudig is in de scheepvaart om unilateraal ingevoerd beleid te ontlopen, door bijvoorbeeld onder een andere vlag te gaan varen, of elders te tanken, zal nationaal beleid ook niet effectief zijn. CE (2007) heeft een aantal maatregelen onderzocht die Europees ingevoerd zouden kunnen worden. Inclusie van de scheepvaart in het Europese emissiehandelssysteem, differentiatie van havengelden en het verplichten van een maximale CO₂-index zijn mogelijkheden die het verdienen verder te worden onderzocht.

Ondanks het gebrek aan beleid, is er wel aandacht in de sector voor energiebesparing. Dit komt doordat de brandstofkosten een relatieve grote kostenpost zijn voor internationale zeescheepvaart.

In Green4sure nemen we de binnenvaart, visserij en recreatievaart op in het EU Klimaatbudget. De internationale zeescheepvaart van en naar bestemmingen in de EU wordt onderdeel van het EU ETS.

¹⁴ Voor meer achtergrond en mogelijke oplossingen, zie (CE, 2006).

Luchtvaart

Naast zeescheepvaart neemt ook de luchtvaart een belangrijke positie in bij het internationale goederentransport. Vooral hoogwaardige goederen die snel op bestemming moeten zijn, waaronder ook post, worden per vliegtuig vervoerd. Binnen ICAO is de voortgang met betrekking tot klimaatbeleid beperkt. Dit is des te meer te betreuren, omdat gebleken is dat de klimaatimpact van vliegverkeer niet beperkt is tot de gevolgen van de CO₂-uitstoot. Ook de uitstoot van NO_x op grote hoogte en de condensatiesporen dragen bij aan opwarming van de aarde. De bijdrage van vliegverkeer wordt geschat op 2 tot 4 keer de bijdrage van de CO₂-effecten alleen.

De Europese Commissie heeft mede hierom onlangs het voortouw genomen. Eind 2006 heeft zij een voorstel gelanceerd voor het opnemen van de emissies van internationale luchtvaart onder het Europese emissiehandelssysteem.

Slechts enkele landen hebben ook nationaal beleid. In Nederland is onlangs een kerosinebelasting ingevoerd voor de brandstof gebruikt op binnenlandse vluchten. Daarnaast hebben enkele landen ticketbelastingen ingevoerd, die het personen-vliegverkeer iets duurder zullen maken en waardoor vliegen iets onaantrekkelijker wordt. Deze nationale maatregelen zijn niet specifiek gericht op het tegengaan van de klimaatimpact van vliegverkeer, maar kunnen daar wel iets aan bijdragen. Tot nog toe heeft het beleid niet tot een daling van de emissies geleid.

Ook voor de luchtvaart geldt dat ondanks het (gebrek aan) beleid, er wel veel aandacht is voor brandstofbesparing in de sector. Zo hebben de afgelopen periode de hoge brandstofprijzen de inventiviteit van luchtvaartmaatschappijen verder aangesproken.

De sterke groei van de luchtvaartsector doet de bereikte efficiencyverbeteringen teniet en de CO₂-emissies van de sector blijven sterk stijgen.

In Green4sure nemen we de emissies van de luchtvaart van en naar EU-bestemmingen op in het EU ETS.

4.2 De afgelopen decennia

4.2.1 Introductie

De CO₂-emissies van de verkeerssector groeien, en blijven dat ook de komende decennia doen bij het huidige beleid. Er is nog geen zicht op technische maatregelen waarmee deze trend effectief kan worden afgebogen. Hetzelfde geldt voor de beleidsmaatregelen: de instrumenten die in het verleden zijn ingezet hebben de groei van de mobiliteit niet kunnen compenseren. In dit hoofdstuk proberen we de lessen uit het verleden in kaart te brengen. Welke instrumenten zijn de afgelopen decennia op dit gebied ingezet, en waarom? Hebben deze de gewenste effecten gehad? Wat kunnen we hieruit leren bij het opstellen van toekomstig beleid dat tot daadwerkelijke, significante reducties moet leiden?



Zowel in de EU als ook Nederland is de afgelopen jaren een aantal beleidsmaatregelen ingezet die zijn gericht op CO₂-reductie in de verkeerssector. Toch is het niet gelukt om de groei een halt toe te roepen. Deels wordt dit veroorzaakt door andere (externe) ontwikkelingen zoals de economische groei, deels werken sommige beleidsmaatregelen op andere terreinen, zoals de aanleg van nieuwe infrastructuur, de groei juist verder in de hand. Daarnaast hadden de beleidsmaatregelen ook niet tot doel om de CO₂-emissies in absolute zin te reduceren. De uitstoot van de verkeerssector mocht, binnen relatief ruime grenzen, groeien omdat de uitstoot in andere sectoren voldoende werd gereduceerd om aan de Kyoto-doelstelling te voldoen.

4.2.2 Wat waren de instrumenten (in relatie tot eventuele doelen?)

Klimaatbeleid in verkeer is de afgelopen jaren voor een groot deel vastgesteld door de Europese Unie. Een deel van dit beleid vereiste implementatie van nationaal beleid door de Nederlandse overheid. Dit beleid heeft de overheid aangevuld met een aantal andere, nationale maatregelen die zijn gericht op reductie van de CO₂-uitstoot.

In het volgende beschrijven we de beleidsinstrumenten en doelen, op EU-niveau en in Nederland. Bij de verschillende maatregelen uit het verleden wordt ook aangegeven wat het huidige beleid is en welke voornemens er zijn voor nieuw beleid.

EU-beleid

Het EU-beleid m.b.t. CO₂-reductie in verkeer is sterk gericht op het verbeteren van de efficiency van personenauto's en op de inzet van biobrandstoffen. Het eerste had als doel om de gemiddelde CO₂-emissie (waarde gemeten op typekeuringstest) van nieuw verkochte auto's te reduceren tot 120 g/km in 2010¹⁵. Dit beleid rust op 3 pijlers:

- De belangrijkste pijler is een convenant tussen de EU en autofabrikanten, waarin de 3 associaties ACEA, JAMA en KAMA beloven om tussen 1995 en 2008/9 de gemiddelde CO₂-emissie (waarde gemeten bij typekeuring) van nieuw verkochte auto's te reduceren van 186 g/km naar 140 g/km.
- Daarnaast is er gewerkt aan consumentenvoorlichting m.b.v. brandstofverbruikslabelling op nieuwe auto's.
- Lidstaten worden opgeroepen om fiscale maatregelen te implementeren om consumenten te beïnvloeden tot de aanschaf van zuiniger voertuigen.

Met name fiscale maatregelen zouden het gat tussen 140 g/km (het doel van het convenant voor 2008/9) en 120 g/km (het doel voor 2010) moeten dichten. De EC heeft hiertoe een voorstel gepresenteerd voor CO₂-differentiatie van belastingen (COM(2005) 261 final). Het doel is dat eind 2008 tenminste 25% van de belastinginkomsten moeten voortkomen uit een CO₂-gebaseerd element, oplopend tot 50% eind 2010. Dat labelling en fiscale maatregelen echter in de korte periode tussen 2008/9 en 2012 een verdere reductie naar 120 g/km bewerkstelligen

¹⁵ Onlangs is in een nieuw voorstel dit al lang staande doel aangepast.

lijkt volstrekt uitgesloten. Tegelijkertijd wordt er EU-beleid ontwikkeld dat is gericht op het afschaffen van voertuigbelasting (registration tax / BPM) voor 2016 om de EU-interne markt te bevorderen. Dit doorkruist evt. beleid voor CO₂-differentiatie en kan zelfs leiden tot toename van CO₂-emissies omdat aanschafprijs voor veel consumenten zwaarder weegt in de aankoopbeslissing dan wegenbelasting en brandstofkosten.

Het is overigens twijfelachtig of de doelstelling van het convenant met de autofabrikanten wordt gehaald. De CO₂-uitstoot van nieuw verkochte auto's daalt weliswaar, maar minder snel dan nodig om het doel te halen. De EC evalueert de strategie daarom op dit moment, en bekijkt andere mogelijkheden om de CO₂-emissies van personenauto's verder terug te brengen. In een recent voorstel van de Europese Commissie wordt dan ook bindende normstelling voor het brandstofverbruik van nieuw verkochte voorgesteld, van gemiddeld 130 g CO₂/km in 2012 (volgens typekeuring). Daarnaast worden maatregelen getroffen om nog een additionele reductie te bereiken die qua omvang equivalent is met een extra reductie van 10 g/km op de typekeuring. Deze aanvullende maatregelen omvatten ondermeer het zuiniger maken van airconditioners, toepassing van lagerolweerstandsbanden, verhoging van het aandeel biobrandstoffen en CO₂-beleid voor bestelauto's¹⁶.

Naast deze voertuiggerelateerde maatregelen verplicht de Europese Biofuels Directive (Richtlijn 2003/30/EC) EU-lidstaten zich in te spannen om de introductie van biobrandstoffen te bevorderen. Niet-bindende doelen zijn 2% vervanging van conventionele brandstoffen voor 2005 en 5,75% voor 2010, op basis van energie-inhoud van verkochte benzine en diesel. Landen hebben vrijheid in de keuze van brandstoffen en maatregelen (bijv. fiscale stimulering of wettelijk verplichte bijmengpercentages). Het doel voor 2005 is echter niet gehaald en ook over het halen van de 2010-doelstelling bestaan twijfels. Daarnaast zijn er de laatste jaren veel twijfels gerezen over potentiële negatieve gevolgen van biobrandstoffen op o.a. biodiversiteit en de voedselvoorziening, en is ook duidelijk geworden dat de CO₂-reductie van de biobrandstoffen vaak beperkt is. De richtlijn heeft de productie en toepassing van biobrandstoffen echter wel een sterke zet gegeven, en vrijwel alle EU-landen hebben inmiddels beleid geïmplementeerd. Een review van deze richtlijn wordt in 2007 uitgebracht¹⁷.

Omdat de verkeerssector grotendeels gebruik maakt van uit aardolie geproduceerde brandstoffen, leidt groei van de mobiliteit tevens tot een versterkte afhankelijkheid van schaarser wordende, geïmporteerde aardolie. Met name het (bio)brandstoffenbeleid van de Europese Unie is dan ook niet alleen gericht op vermindering van de CO₂-uitstoot, naar ook op een vergroting van de voorzieningszekerheid. Daarnaast speelt landbouwpolitiek een belangrijke rol.

¹⁶ COM(2007) 19 final. Hiermee wordt dus afstand gedaan van de oorspronkelijke doelstelling van 120 g/km in 2010.

¹⁷ Vooruitlopend daarop merken we op dat de CO₂ besparing van de huidige biobrandstoffen beperkt is, en de meeste niet volledig duurzaam zijn.



Voor luchtvaart bereidt de EU opname in het EU ETS voor. Mogelijkheden voor CO₂-beleid in de zeescheepvaart worden op dit moment door de Europese Commissie onderzocht.

Nederlands beleid

Het klimaatbeleid dat in Nederland is geïmplementeerd in de sector verkeer komt deels voort uit de inspanningen om de Kyoto-doelstellingen te halen (zie de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid), deels gaat het om de implementatie van EU-richtlijnen zoals de biobrandstoffenrichtlijn. Vóór 1995 was er nog geen sprake van emissiedoelen of klimaatbeleid in de sector verkeer. Daarnaast is echter wel fiscaal beleid, dat niet primair is gericht op klimaatbeleid, effectief geweest in de reductie van de CO₂-emissies.

Het huidige klimaatbeleid is erop gebaseerd dat de Kyoto-doelstelling voor Nederland wordt gehaald zonder dat een sterke bijdrage van de verkeerssector nodig is. De verkeerssector hoeft niet aan internationale CO₂-doelen te voldoen, maar op nationaal niveau is er wel een streefcijfer afgesproken (38 Mton CO₂ in 2010).

De belangrijkste elementen van het huidige Nederlandse klimaatbeleid in verkeer (ofwel, van het beleid dat expliciet is gericht op CO₂-reductie) zijn:

- brandstofverbruikslabelling (de nationale uitwerking van Europese richtlijn);
- BPM-differentiatie van personenauto's op basis van brandstofverbruikslabel (recent ingevoerd);
- extra BPM-korting voor hybride voertuigen;
- stimulering van 'Het Nieuwe Rijden'; en
- verplicht aandeel biobrandstoffen bij het wegverkeer, vanaf 2007. Dit percentage loopt op van 2% in 2007 naar 5,75% in 2010.

Hybride voertuigen waren sinds eind jaren '90 vrijgesteld van BPM en worden ook lager aangeslagen voor de wegenbelasting. Per 1 juli 2006 is deze regeling vervangen door een iets lagere BPM-korting als onderdeel van een integrale CO₂-differentiatie van de BPM (zie ook paragraaf 4.3).

Labelling

Alle EU-landen hebben op basis van EU Directive 1999/94/EC een systeem voor brandstofverbruikslabelling ingevoerd om consumenten te stimuleren om bij de aankoop van personenauto's meer rekening te houden met brandstofverbruik en CO₂-emissies. In de meeste landen beperkt het labellingsysteem zich tot het vermelden van verbruik en CO₂-emissies in de showroom en in reclames en de beschikbaarstelling van een gids met verbruikscijfers door de overheid. Nederland en een aantal andere landen gaan verder en hebben een systeem ingevoerd met kleurcodes voor verschillende voertuigklassen.

Het huidige EU-beleid m.b.t. labelling heeft volgens (ADAC, 2005) echter geen meetbare invloed op consumentengedrag en CO₂-emissie van nieuw verkochte auto's. Verbetering en harmonisatie van het labellingsysteem zou hierin verandering kunnen brengen (TNO, 2006).

BPM-differentiatie van personenauto's naar brandstofverbruikslabel

Labelling kan ook worden gecombineerd met subsidies of CO₂-differentiatie van belastingen. In 2002 gaf de overheid € 1.000 belastingvoordeel voor A-label voertuigen en € 500 voor B-label voertuigen. Deze maatregel werd echter binnen een jaar weer afgeschaft. De aandelen van de klassen stegen van 0,3% tot 3,2% voor A-label voertuigen en van 9,5% tot 16,1% voor B-label voertuigen (CE, 2005a).

Sinds 1 juli 2006 heeft de overheid het BPM-tarief gedifferentieerd naar verbruikslabel. Voertuigen in A, B of C klasse krijgen een korting op de BPM, terwijl voor auto's met een D, E of F label een hogere heffing moet worden betaald. De eerste evaluaties hiervan lijken erop te wijzen dat dit zeer effectief is. In het vierde kwartaal van 2006 is de verkoop van A-klasse auto's verdubbeld en de verkoop van B-klasse auto's met 50% gestegen.

BPM-korting voor hybride auto's

Sinds enkele jaren vergoedt de overheid een deel van de meerkosten van hybride auto's. Deze maatregel is nu ondergebracht in de per 1 juli 2006 ingevoerde BPM-differentiatie.

Tabel 28 Kortingen en toeslagen per zuinigheidsklasse

Korting/toeslag BPM per auto	Zuinigheidsklasse (energielabel)						
	A	B	C	D	E	F	G
Hybride auto	-€ 6.000	-€ 3.000	-	+€135	+€ 270	+€ 405	+€ 540
Niet-hybride auto	-€ 1.000	-€ 500	-	+€ 135	+€ 270	+€ 405	+€ 540

Het nieuwe rijden

Het Nieuwe Rijden (HNR), zoals dat in Nederland wordt gestimuleerd middels voorlichtingscampagnes, omvat twee hoofdelementen: een energiezuinige rijstijl en optimale bandenspanning. Beide maatregelen behoren tot de categorie 'laaghangend fruit', in de zin dat in principe significante effecten kunnen worden bereikt tegen zeer lage investeringskosten.

Kort na een cursus zuinig rijden kan de besparing 10% of meer zijn, maar TNO (2006) verwacht dat deze besparing daalt tot gemiddeld 3% een jaar of langer na de cursus. Hierover is nog onvoldoende bekend. In-car devices zoals een schakelindicator, een verbruiksmeter en cruise-control kunnen helpen om het potentieel beter uit te nutten en worden derhalve financieel gestimuleerd.

Rijden met correcte bandenspanning kan volgens TNO (2006) een besparing van gemiddeld 2 tot 3% opleveren. Tyre pressure monitoring systemen kunnen daarbij helpen en maken de maatregel minder afhankelijk van menselijk gedrag, maar zijn alleen kosteneffectief bij hogere brandstofprijzen.

Een belangrijk probleem met beide maatregelen is de 'measurability' en 'monitorability'. De CO₂-reductie die voertuiggebruikers er in de praktijk mee bereikt wordt, is niet direct te meten. Dit maakt vooralsnog dat stimulering van HNR een



interessante no-regret maatregel is, maar dat het opnemen van HNR in beleid gericht op het halen van kwantitatieve reductiedoelstellingen niet eenvoudig mogelijk is.

Biobrandstoffen beleid

In 2006 is een (tijdelijke) accijnsverlaging voor bijmenging van biobrandstoffen van kracht, deze wordt vanaf 2007 vervangen door een verplicht bijmengpercentage van 2%. De overheid heeft aangegeven dit percentage de komende jaren te verhogen, tot 5,75% in 2010. De verplichting geldt zowel voor benzine als voor diesel.

Accijnzen en autobelastingen

Zoals eerder opgemerkt zijn de bestaande accijnzen op brandstoffen weliswaar niet ingevoerd uit oogpunt van klimaatbeleid, ze zijn echter wel een effectief middel om de CO₂-uitstoot te reduceren. In 2005 is uit het oogpunt van vergroening van het belastingstelsel besloten ook accijns te heffen op binnenlandse vluchten. Het effect hiervan is minimaal. Overigens worden er geen accijnzen geheven op kerosine voor buitenlandse vluchten, en ook de zeescheepvaart hoeft geen accijns te betalen voor de bunkerbrandstoffen die ze inslaan.

Naast accijnzen dragen ook de vast belastingen zoals BPM (zie hierboven) en MRB (gedifferentieerd naar autogewicht) bij aan een kleiner en lichter autopark (CE, 2001) ten opzichte van het Business as Usual autopark.

Stimulering van R&D en demonstratieprojecten

De afgelopen decennia was stimulering van innovatie door subsidiëring van R&D en demonstratieprojecten een belangrijk onderdeel van het Nederlandse milieu-beleid. Voor de transportsector zijn in het kader van SSZ (Schoon, Stil & Zuinig) en andere programma's veel projecten gesubsidieerd op het gebied van nieuwe aandrijftechnologie of nieuwe brandstoffen. De meeste van deze projecten hebben echter niet geleid tot een marktrijp product of tot daadwerkelijke marktintroductie. Dit heeft twee belangrijke oorzaken. Allereerst bestaat de indruk dat veel projecten meer subsidiegedreven waren dan dat ze voortkwamen uit een werkelijke ambitie van de betrokken fabrikanten om een nieuw product op de markt te brengen. Dit leidde tot onvoldoende commitment bij de fabrikanten om tegenslagen in de ontwikkel- en demonstratiefase te overwinnen. Fabrikanten lieten het afweten als de voertuigen door mankementen stil stonden en het projectbudget op was. Ten tweede waren veel demonstraties gericht op niche applicaties. Het idee was dat nieuwe producten in een nichetoepassing kunnen rijpen. In nichetoepassingen worden bepaalde milieuaspecten van de techniek hoger gewaardeerd waardoor er geld en ruimte is om kinderziektes te overwinnen die in de massamarkt niet getolereerd zouden worden. Vanuit de nichetoepassingen zouden leer- en schaafeffecten uiteindelijk leiden tot verbeterde producten en reductie van kosten ('strategisch niche management'). Stedelijk OV, bijvoorbeeld, was een belangrijke niche voor LPG, aardgas, elektrische en hybride aandrijving omdat gemeentelijke overheden veel geld over hadden om ervaring op te doen met schone technieken. Liberalisering van deze markt heeft echter geleid tot een veel bedrijfsmatiger aanpak waarin geen ruimte meer is voor deze 'speeltuin'-functie.

Al met al kan geconcludeerd worden dat Nederlands innovatiebeleid m.b.t. zuinige voertuigen niet heeft geleid tot belangrijke doorbraken van innovaties in de markt.

OV-beleid

OV is lange tijd in het Nederlandse beleid gezien als milieuvriendelijk alternatief voor de auto. In de praktijk functioneert OV echter eerder aanvullend dan als alternatief. Investerings in OV-capaciteit hebben in het geval van de trein wel geleid tot meer treinreizigers maar niet tot merkbaar minder autokilometers. Deze investeringen hebben overigens ook voornamelijk tot doel gehad om de bereikbaarheid van stedelijke gebieden te bevorderen. Andere vormen van OV zijn de afgelopen jaren eerder gekrompen door privatisering en bezuinigingen als gevolg van stijgende loonkosten. Intussen groeit ook het besef dat niet alle OV goed is voor het milieu. Als de bezettingsgraad van bussen of treinen laag is, kan de CO₂-emissie per passagierskilometer zelfs hoger uitkomen dan van autovervoer (CE, 2003).

Beleid op gebied van infrastructuur en ruimtelijke ordening kan een groot effect hebben op de CO₂-uitstoot van verkeer. Nieuwe wegen of uitbreiding van bestaande wegen leiden in de meeste gevallen tot meer wegverkeer omdat reistijden worden verkort, en daarmee tot meer CO₂-uitstoot. Desondanks speelt CO₂ in het infrastructuur- en ruimtelijke ordeningsbeleid slechts een bescheiden rol. Bij de milieubeoordeling van infrastructurele plannen wordt CO₂ in de regel wel in de berekeningen meegenomen maar weegt het minder zwaar dan bijvoorbeeld bereikbaarheid, economische ontwikkelingen en emissies van NO_x en PM₁₀ in de uiteindelijke afweging. Voor lokale beleidsmakers is eind jaren '90 bijvoorbeeld de 'Verkeersprestatie op Locatie' (VPL) ontwikkeld, die erop is gericht wijken zo te ontwikkelen dat de autokilometrages worden teruggebracht. De daadwerkelijke toepassing en overall impact van dit beleid is echter beperkt geweest.

Als we kijken naar overig beleid, kunnen we concluderen dat de relatieve hoge belastingen op auto's in Nederland, en op brandstof in heel Europa er overtuigend toe hebben geleid dat auto's in Europa veel zuiniger zijn dan auto's in bijv. de Verenigde Staten. Dit fiscale beleid is niet gericht op beperking van brandstofverbruik of CO₂-emissie maar heeft er wel effectief toe geleid dat Europa zich wat betreft CO₂-emissies door het wegverkeer in een gunstiger situatie bevindt dan veel andere regio's in de wereld (denk aan de VS). Verder toont dit voorbeeld aan dat fiscaal beleid, en prijsbeleid in het algemeen, effectief kan zijn. Daar staat echter wel tegenover dat in de huidige Europese situatie van relatief hoge kosten voor voertuigen en brandstoffen de prijselasticiteit m.b.t. zuinige voertuigen en brandstoffen laag blijkt te zijn.

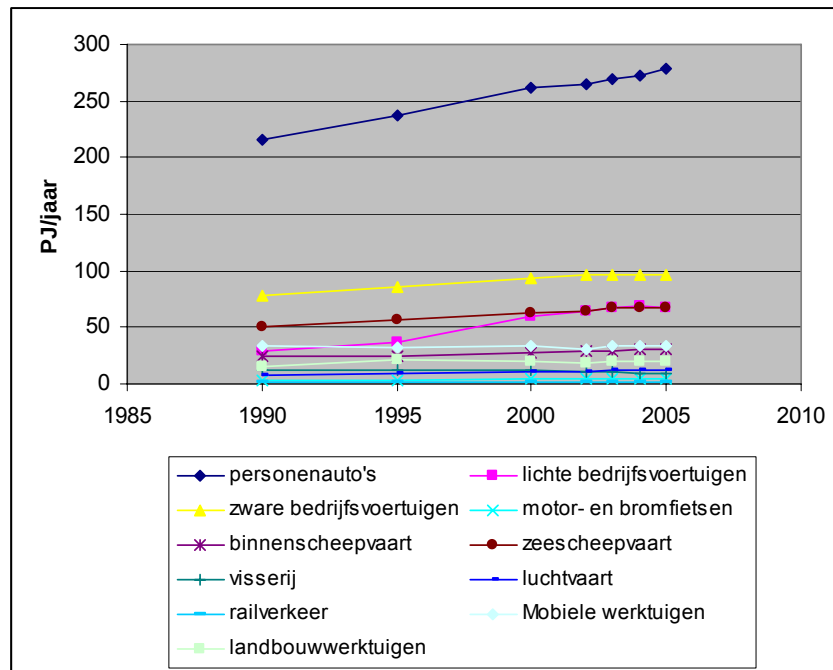
4.2.3 Wat is er gebeurd met efficiency en totale verbruik?

Het totale brandstofverbruik van de verkeerssector is de afgelopen decennia gestaag gegroeid, gemiddeld met ruim 2% per jaar in de periode 1990-2005 (CBS, binnenlands vervoer). Personenauto's hebben het grootste aandeel in het totaal, gevolgd door vrachtauto's, bestelauto's en de zeescheepvaart (incl. NCP), zo



laat Figuur 13 zien. De grootste groei is ook bij personenauto's te vinden, en, vooral in de jaren '90, bij de bestelauto's.

Figuur 13 Ontwikkeling van het energiegebruik in de verkeerssector, 1990-2005



Bron: Milieucompendium, MNP.

NB. Zeescheepvaart: binnengaats en op het Nederlands Continentaal Plat, Luchtvaart: starts, landingen en taxiën van vliegtuigen en het gebruik van interne transportmiddelen op vliegvelden. Railverkeer: dieseltractie.

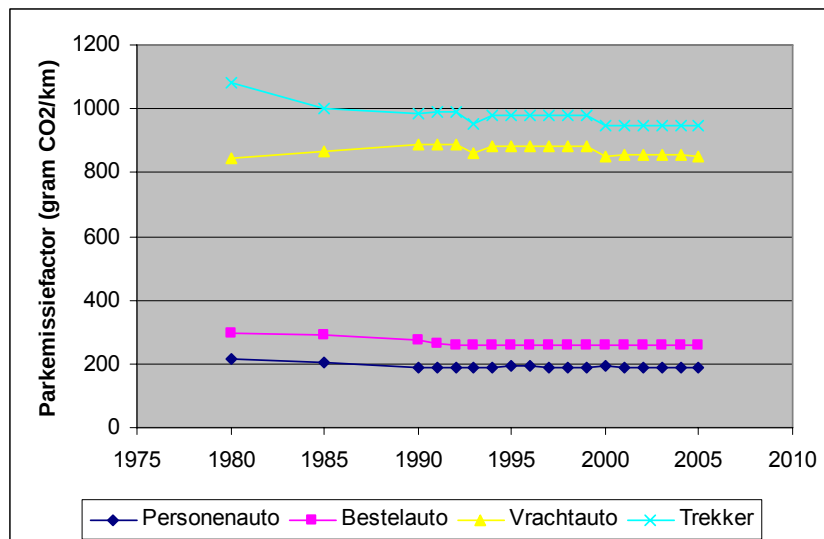
Deze groei van het energiegebruik wordt grotendeels veroorzaakt door een toename van het transportvolume, want de efficiency van wegvoertuigen is in deze periode bij sommige vervoermiddelen wel verbeterd. Dit is geïllustreerd in Figuur 14, waarin de gemiddelde CO₂-uitstoot per kilometer van wegvoertuigen is uitgezet:

- Personenauto's zijn de afgelopen jaren zuiniger geworden, vanwege verbeteringen aan de motoren (bijv. toepassing van directe injectie van dieselmotoren), stroomlijning van de auto's, etc. Ook de stijging van het aandeel dieselauto's (deze zijn tot 20% zuiniger dan benzinemotoren) heeft een bijdrage gehad aan de verlaging van het gemiddelde verbruik. De technische verbeteringen worden overigens deels teniet gedaan door een verschuiving naar grotere en luxere auto's. Monitoring van de effecten van het convenant tussen de Europese Commissie en de associaties van autofabrikanten laten zien dat ondanks een stijging in voertuiggewicht en motorvermogen de laatste jaren een netto afname van CO₂-emissies per kilometer is gerealiseerd. Deze ontwikkeling is te zien in Figuur 15. De huidige verwachting is dat de bereikte reductie waarschijnlijk onvoldoende is om de doelstelling van het convenant, een gemiddelde uitstoot van nieuwe personenauto's van 140 gr/km in 2008/9, te halen (EC, 2006; MNP, 2006). De EU bereidt dan ook inmiddels normstelling voor m.b.t. de gemiddelde uitstoot van nieuw verkochte auto's. De prak-

tijkemissies zijn overigens vaak aanzienlijk hoger dan de emissies bij de typekeuringstest (gemiddeld ca. 15%), vanwege ander rijgedrag en omdat in de test elektrische apparatuur en airconditioning uit mogen staan (MNP, 2006).

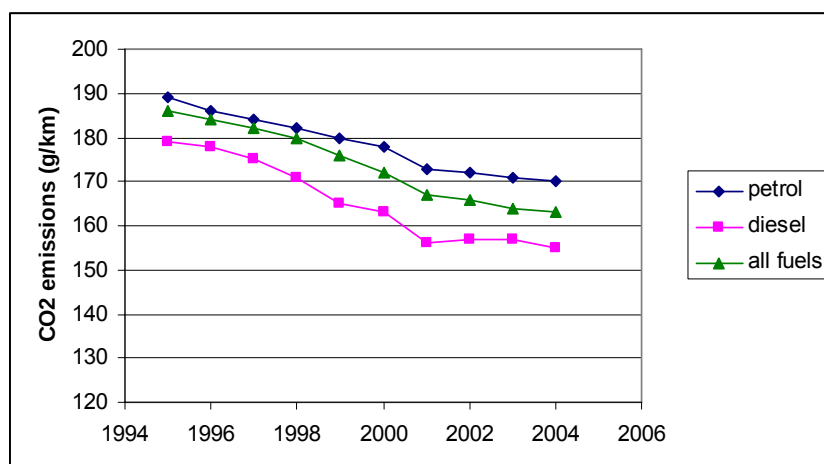
- Voor bestelauto's is een test van brandstofverbruik en CO₂-emissies pas sinds kort opgenomen in de typekeuringstest, zodat er nog geen goede data over ontwikkelingen in deze sector bestaan. Bestaande modellen voor bepaling van emissiefactoren van wegvoertuigen leveren door gebrek aan data ook geen betrouwbare getallen voor de analyse van het brandstofverbruik van bestelauto's. Omdat bestelauto's tot nu toe geen onderwerp zijn geweest van gericht CO₂-beleid en ook de brandstofkosten in de regel minder zwaar wegen dan bij vrachtwagens, lijkt er bij deze voertuigen nog een significant potentieel te bestaan voor verbruiksreductie.
- Het verbruik van vrachtauto's is de afgelopen jaren vrijwel gelijk gebleven. Verbeteringen in de motortechniek die leiden tot minder verbruik werden deels teniet gedaan door een trend naar hogere motorvermogens en deels doordat motoren aan steeds strengere milieunormen moeten voldoen (de Euro-normen, die de uitstoot van o.a. NO_x en PM₁₀ regelen). De oorzaak van dit laatste ligt in een trade-off tussen rendement en 'engine-out' NO_x. De toepassing van SCR-deNO_x om Euro 4 te halen biedt om dezelfde redenen juist mogelijkheden voor verbruiksreductie. Door het grote reductiepercentage van deze nageschakelde techniek mag de 'engine-out' NO_x hoger zijn, zodat de motor zelf op verbruik kan worden geoptimaliseerd. Met verdere aanscherping van de normen onder Euro 5 zal mogelijk een deel van dit voordeel verdwijnen.

Figuur 14 De gemiddelde emissiefactor van wegvervoermiddelen, parkgemiddelde, 1980-2005



Bron: CBS Statline.

Figuur 15 Gemiddelde emissiefactoren van nieuw verkochte personenauto's in de EU volgens de EU typekeuring, 1995-2003



Bron: COM(2006)463.

4.2.4 Waarom zijn doelen wel/niet gehaald?

Er is een aantal redenen te benoemen waardoor de CO₂-reductie doelen in de sector niet zijn gehaald (CE/ECN, 2005). Allereerst zijn niet alle voorgenoemde beleidsinstrumenten daadwerkelijk geïmplementeerd (zoals rekeningrijden en fiscale maatregelen ter beperking van het personenautoverkeer). Daarnaast is ook het verkeersvolume sterker gegroeid dan verwacht, en is ook de efficiency van personenauto's minder verbeterd dan vooraf aangenomen. Het wordt hierdoor lastiger dan voorzien om de doelstellingen t.a.v. CO₂-emissies en efficiency in 2010 te halen.

Het MNP concludeert dan ook dat de klimaatdoelstelling van 38 Mton CO₂ voor de sector verkeer in 2010 zonder aanvullend beleid niet zal worden gehaald (MNP, 2006). Het beleidstekort in het hoge groeiscenario van de nieuwe MNP raming bedraagt circa 3,5 Mton. Hierop heeft het Ministerie van VROM o.a. besloten om de biobrandstofdoelstelling voor 2010 te verhogen (op 5,75% te zetten), en de BPM van personenauto's te differentiëren naar CO₂-uitstoot¹⁸.

Het ziet er op dit moment niet naar uit dat het EU-doel van een gemiddelde uitstoot van 120 g/km voor nieuwe personenauto in 2010 wordt gehaald (EC, 2006). Als belangrijkste reden hiervoor wordt genoemd dat consumenten een voorkeur hebben voor grote, luxere en zwaardere auto's, die in het algemeen duidelijk meer verbruiken dan kleine en sobere auto's. Het fiscale beleid dat deze vraag moet veranderen, is pas kort geleden ingevoerd in Nederland, in veel andere landen is het zelfs nog helemaal niet geïmplementeerd. Daarnaast speelt waarschijnlijk ook een rol dat één van de belangrijke pijlers van het beleid, het convenant met autofabrikanten, in de praktijk lastig uitvoerbaar is, omdat het convenant

¹⁸ Integrale afweging klimaatbeleid gericht op het halen van Kyoto, brief van Staatsecretaris Van Geel aan de Tweede Kamer, 13 april 2006.

is afgesloten met de brancheorganisaties, die geen directe zeggenschap hebben over de fabrikanten zelf.

Los van de vraag of autofabrikanten in het kader van het convenant voldoende hun best hebben gedaan toont bovenstaande aan dat markttrends een belangrijke factor zijn in het succes van beleid in deze sector. Economische groei leidt ertoe dat consumenten meer te besteden hebben. Dit betekent dat ze meer over zullen hebben voor mobiliteit hetgeen resulteert in de aanschaf van meer auto's en/of van duurdere auto's en mogelijk in meer kilometers. Auto's mogen duurder zijn als ze meer toegevoegde waarde leveren voor de consument, maar deze toegevoegde waarde heeft in de regel een materiële drager die gewicht aan het voertuig toevoegt en in de meeste gevallen direct of indirect (via het toegenomen gewicht) leidt tot een hogere energiegebruik¹⁹.

Daarnaast is veel transportbeleid, m.n. infrastructuurbeleid, gericht op verbetering van bereikbaarheid en doorstroming. Veel van deze maatregelen bevorderen echter ook de groei van de sector. De aanleg van nieuwe wegen of verbreding van bestaande wegen trekt nieuw transport aan, en draagt daarmee bij aan de groei van het verkeersvolume. Ook de toenemende globalisering heeft gezorgd voor meer transport, bijv. door verplaatsing van productie naar Oost-Europa of Azië. Andere ontwikkelingen zoals just-in-time delivery en bijvoorbeeld internet-shopperen leiden verder tot fijnmaziger distributie van goederen in kleine volumes en zo tot meer verplaatsingen en inzet van minder efficiënte voertuigen. Ook voor goederenvervoer geldt dus dat economische groei een belangrijke factor is bij het behalen van reductiedoelstellingen.

4.3 Lessen voor de toekomst

4.3.1 De belangrijkste lessen

Tot op heden is een daadwerkelijke (absolute) reductie van CO₂-emissies in de sector verkeer niet nodig geweest om de nationale klimaatdoelen (Kyoto) te halen. Het tot nog toe ingezette klimaatbeleid in deze sector heeft de groei van de emissies waarschijnlijk iets geremd, maar de effecten zijn niet groot genoeg geweest om de volumegroei te compenseren. Het EU-beleid omtrent zuinige personenauto's heeft de stijgende emissies van het wagenpark (nog) niet doen dalen, het fiscale beleid heeft nog niet tot meetbare emissiereducties geleid, en kilometerheffing (c.q. rekeningrijden) is nog niet ingevoerd. Alleen het biobrandstoffenbeleid zal de komende jaren zorgen voor enkele procenten reductie ten opzichte van het referentiescenario²⁰.

¹⁹ Een belangrijke vraag bij de formulering van beleid is of deze markttrends als een gegeven moeten worden beschouwd of dat ze bijgestuurd kunnen worden. In het laatste geval dient er wel rekening mee gehouden te worden dat geld dat consumenten niet aan automobilititeit (kunnen) uitgeven veelal ergens anders wordt uitgegeven aan activiteiten of goederen die ook leiden tot extra CO₂-emissies. Dit geldt natuurlijk niet wanneer door genomen maatregelen automobilititeit netto duurder wordt.

²⁰ Het MNP berekent (MNP, 2006) dat een verplichting om 2% biobrandstoffen te verkopen leidt tot een CO₂-reductie van 0,8 Mton. NB. Hierbij is uitgegaan van 100% reductie t.g.v. biobrandstoffen, en is er dus geen rekening gehouden met broeikasgasemissies over de keten van de biobrandstoffen.



Om aan de doelstellingen van Green4sure te voldoen, is dan ook een andere aanpak nodig. Het is daarom zinvol om eens te kijken wat naar ons idee de belangrijkste lessen zijn die we uit het verleden kunnen trekken. Waarom is het nog niet gelukt om de groei van de CO₂-emissies van verkeer een halt toe te roepen? En waarom zijn er eigenlijk nog geen ambitieuze (bijv. absolute) reductiedoelen voor deze sector vastgesteld? Kort samengevat zien we hiervoor de volgende oorzaken:

- Creëren van maatschappelijk en politiek draagvlak voor beleid dat ingrijpt op de kosten of keuzevrijheid van vervoer is tot nu toe vaak lastig geweest.
- Kosteneffectieve maatregelen worden niet altijd 'vanzelf' getroffen.
- De praktijk laat zien dat introductie van nieuwe aandrijftechnologie een lange en moeizame weg is.
- Met name het goederenvervoer heeft bij voorkeur een internationale beleidsaanpak nodig, uit oogpunt van effectiviteit en van de internationale concurrentiepositie van het Nederlandse vervoer.
- Daarnaast is er nog een aantal praktische en juridische bezwaren die belemmerend kunnen werken voor implementatie van effectief beleid.

In het volgende lichten we deze punten kort toe. In paragraaf 4.4 beschrijven we dan op welke manier we in het plan voor Green4sure met deze lessen en conclusies om willen gaan.

Mobiliteit als motor van de economie en als recht

De verkeerssector vormt een belangrijke schakel in de Nederlandse en mondiale economie. De voortdurende globalisering van productie en diensten leunt dan ook sterk op de groeiende mogelijkheden die de verkeers- en vervoerssector biedt. Goederen worden steeds meer in andere landen of werelddelen geproduceerd of verwerkt, en mensen reizen vaker en over langere afstanden, zowel voor hun werk als voor vakantie. Al deze ontwikkelingen hebben bijgedragen aan de groei van de mondiale economie. Mobiliteit wordt dan ook door velen gezien als de motor van de economie.

Bovendien wordt mobiliteit door veel consumenten gezien als een verworven recht, en de auto wordt voorgesteld als melkkoe. Voorstellen tot accijnsverhogingen, bijvoorbeeld, hebben in het verleden regelmatig tot politiek en maatschappelijk verzet geleid, voorstellen tot vergroening van het belastingstelsel of verhoging van de vaste belastingen hebben zelden een politieke meerderheid behaald. Veel consumenten waarderen het comfort en luxe van grotere auto's, accessoires (bijv. airco's) en meer motorvermogen, en geven daar graag meer geld voor uit als inkomen en kosten dat toelaten.

Het is in het verleden dan ook moeilijk gebleken om politiek en maatschappelijk draagvlak te krijgen voor maatregelen die zorgen voor een kostenverhoging van mobiliteit, of die mobiliteit op een of andere manier beperken.

Kosteneffectieve maatregelen worden vaak niet getroffen

Kosteneffectieve maatregelen worden niet altijd 'vanzelf' getroffen. Consumenten houden vaak geen rekening met de brandstofkosten over de levensduur van een auto. Bovendien spelen kosten voor veel van hen slechts een beperkte rol in mobiliteitsoverwegingen. Comfort, bijvoorbeeld, is lastig te kwantificeren maar is ook een belangrijke keuzefactor.

Bij goederenvervoer worden brandstofkosten in het algemeen wel meegenomen in overwegingen, maar deze zijn voor een product vrij beperkt ten opzichte van andere kostenposten (vaak maar zo'n 1-2%). Bovendien zijn de kosten van transport laag, zowel in vergelijking met de baten van transport als in vergelijking met de maatschappelijke kosten die worden veroorzaakt.

Beperkt potentieel en hoge kosten van technische oplossingen

Het Europese beleid om de luchtvervuilende emissies, zoals NO_x, SO₂, en PM₁₀, in verkeer te reduceren is de afgelopen decennia zeer succesvol geweest (zie tekst box aan het eind van deze paragraaf). Geleidelijke aanscherping van de normen heeft de industrie ertoe aangezet om technische oplossingen te ontwikkelen en te implementeren. De kosten hiervan vielen achteraf vaak mee, en de consument heeft er relatief weinig van gemerkt.

Dergelijke technische en relatief eenvoudige oplossingen zijn er echter (nog) niet op het terrein van de CO₂-reductie. De potentiële reductiepercentages zijn lager, en de kosten hoger, zowel financieel, maar ook in termen van overige welvaarts-kosten zoals ervaren comfort. Met huidige technologie kunnen auto's nog wel (tegen bepaalde meerkosten) zo'n 30% zuiniger worden zonder dat er een verschuiving naar kleinere auto's nodig is. De meerkosten bij de aankoop worden dan door besparingen tijdens het gebruik voor een deel terugverdiend (TNO, 2006). Als auto's nog zuiniger moeten worden zal er ook een verschuiving naar kleinere auto's moeten plaatsvinden. Dit is technisch goed mogelijk, maar stuit op verzet bij de auto-industrie en consumenten: bij de eerste omdat dit de markt voor grotere en luxere auto's, waar in de huidige situatie de grootste winstmarges liggen, negatief beïnvloedt²¹, bij de tweede omdat consumenten juist een voorkeur blijken te hebben voor steeds grotere en luxere auto's.

Op het gebied van brandstoffen is er de afgelopen jaren een begin gemaakt met het stimuleren van biobrandstoffen. Ook hiervan is het potentieel uiteindelijk beperkt, al is nog niet duidelijk wat het maximum percentage zal zijn. Deze beperking wordt voornamelijk veroorzaakt doordat biobrandstoffen worden geproduceerd uit biomassa, waardoor deze brandstoffen landbouwgrond en, bij huidige technieken, voedsel- en veevoerproducten gebruiken. Hierdoor ontstaat enerzijds concurrentie met de voedselsector, anderzijds zorgt een toename van de vraag naar biobrandstoffen voor een groeiende druk op natuur en milieu, met negatieve gevolgen voor o.a. de mondiale en regionale biodiversiteit (CE, 2007b). De verwachting is dat het potentieel van biobrandstoffen op termijn kan worden uitgebreid door een overstap op de zogenaamde 2^{de} generatie biobrandstoffen. Deze zijn nu nog in ontwikkeling, maar kunnen veel verschillende soorten bio-

²¹ NB. Dit is uiteraard geen wetmatigheid, maar een eigenschap van de huidige personenautomarkt.

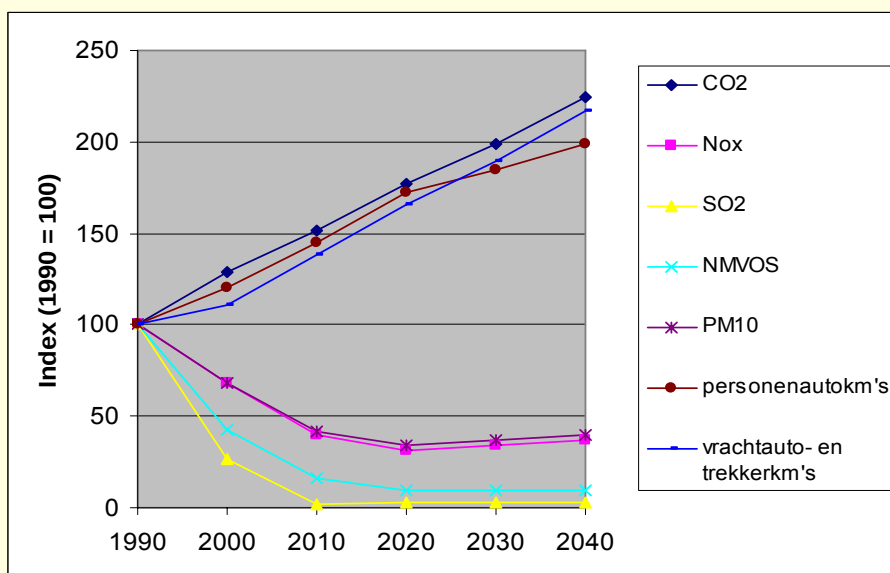


massa verwerken tot brandstof, waaronder houtachtige biomassa en plantaardig afval (CE, 2005c). Ook deze biomassa zal echter ergens vandaan moeten komen, zodat het potentieel ook hiervan beperkt zal zijn. Bovendien kan deze biomassa ook elders in de economie worden ingezet (vaak met hogere kosteneffectiviteit), bijvoorbeeld in de elektriciteitssector.

Bij biobrandstoffen gaat het overigens niet zozeer om het volumepotentieel (uitgedrukt in liters of GJ), maar vooral om het CO₂-reductiepotentieel. Hierbij wordt gekeken naar de totale uitstoot van broeikasgassen over de keten van de biobrandstoffen. Deze kan bijvoorbeeld worden verminderd door gewassen te gebruiken die minder kunstmest nodig hebben, of door omzettingsprocessen te gebruiken met een hoog rendement. De verwachting is dat de CO₂-uitstoot van de 2^{de} generatie biobrandstoffen minder wordt dan de gemiddelde uitstoot van de huidige generatie, maar ook bij de huidige biobrandstoffen zijn er verschillende met een goede CO₂-balans over de keten²².

Ontkoppeling bij luchtvervuilende emissies wel gelukt

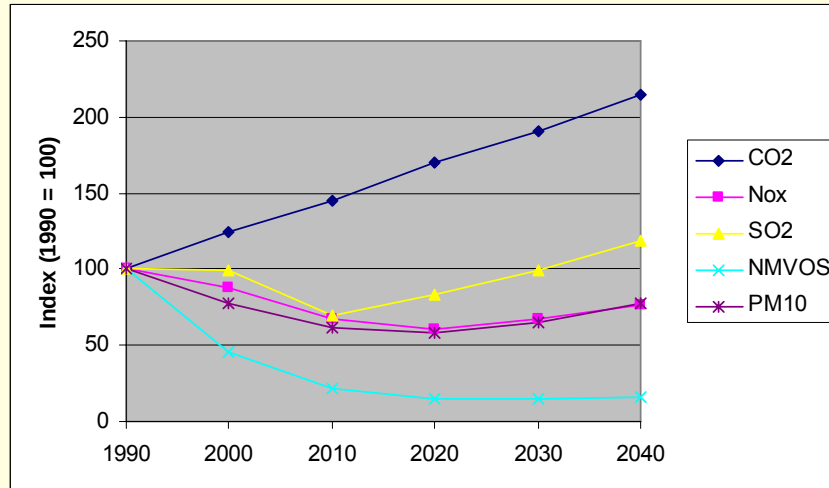
De uitstoot van luchtvervuilende emissies in de sector verkeer is de afgelopen decennia d.m.v. succesvol beleid sterk gereduceerd, en daarmee ontkoppeld van de groei van het verkeersvolume. Dit is goed te zien in onderstaande figuur, die de ontwikkelingen laat zien in het Nederlandse wegverkeer. Zo leverde bijvoorbeeld de 3-weg katalysator, die in de jaren '80 is geïntroduceerd in benzineauto's, een factor 20 reductie, zodat het effect van volumegroei op luchtverontreinigende emissies ruimschoots wordt gecompenseerd. Ook dieselauto's worden steeds schoner, in respons op steeds verdere aanscherping van de Europese emissienormen (de Euro-normen), en zullen de komende 5 jaar nog een flinke sprong maken door toepassing van roetfilters. De SO_x-emissies in het wegverkeer zijn sterk teruggedrongen door het zwavelgehalte van brandstoffen te verlagen. In de figuur is echter ook duidelijk te zien dat bij de CO₂-emissies nog geen ontkoppeling is bereikt.



Bron: MNP, 2006, Global Economy scenario, emissies door het wegverkeer op Nederlands grondgebied.

²² Zo is de gemiddelde CO₂-uitstoot over de keten van Braziliaans ethanol veel minder dan van bijv. ethanol uit de EU.

De overige verkeersmodaliteiten laten overigens een minder rooskleurig beeld zien dan het wegverkeer, met name wat betreft de uitstoot van SO₂. De ontwikkeling van de emissies van de *totale* verkeerssector (op Nederlands grondgebied, zie onderstaande figuur) laat dan ook een iets ander plaatje zien wat betreft de luchtvervuilende emissies, waarbij door volumegroei in m.n. het goederenvervoer na 2020 verschillende emissies weer gaan stijgen.



Innovatietrajecten nog weinig succesvol

De verbrandingsmotor en de brandstoffen zijn de afgelopen decennia verder ontwikkeld, met name om aan de steeds hogere eisen t.a.v. luchtvervuilende emissies en de vraag naar betere prestaties en minder verbruik te voldoen. Dit heeft vooral geleid tot verdere evolutie van bestaande technieken en brandstoffen, waarbij nieuwe technologieën werden gebruikt om de bestaande te verbeteren (denk aan common rail technologie bij dieselloertuigen, de drieweg katalysator en, meer recent, directe injectie bij benzinevoertuigen).

De introductie van fundamenteel andere aandrijftechnologie zoals de brandstofcel en de elektrische auto is dan ook een lange en moeizame weg, mede doordat conventionele technologie zich in de tussentijd zo snel verbetert dat de voordelen van alternatieven deels 'verdamp't zijn voordat de nieuwe technologieën technisch en economisch marktrijp zijn. Conventionele techniek gedraagt zich als een 'moving target'. Dit geldt zeker voor lokale emissievoordelen²³, maar ook ten dele voor verbruiksvoordelen. De verbetering van conventionele technieken wordt overigens wel sterk gestimuleerd door de 'dreiging' die van betere alternatieven uitgaat. Het Californische ZEV-mandate²⁴ is nooit in zijn beoogde vorm uitgevoerd maar heeft autofabrikanten er wel toe aangezet grotere sprongen te maken in emissiereductie bij conventionele voertuigen.

²³ Zo is de argumentatie dat LPG, aardgas of zelfs waterstof nodig zijn om de lokale luchtkwaliteit te verbeteren langzaam maar zeker vervlogen, omdat de benzine- en dieselauto's over de jaren steeds schoner zijn geworden. Met Euro 6 en verder wordt een 'zero effect level' bereikt.

²⁴ Het Californische Zero Emission Vehicle mandate beoogde een verplicht aandeel van 2% zero-emission vehicles in de verkopen van autofabrikanten in Californië in 1998 en oplopende percentages voor daaropvolgende jaren. Alleen elektrische en brandstofcelvoertuigen hebben nul-emissies.

Daarnaast blijken veel nieuwe technieken in het gebruik nadelen te hebben t.o.v. de conventionele techniek. Prestaties vallen tegen, de opslag van energie neemt ruimte in, of de actieradius is te klein (zoals bij elektrische voertuigen en aardgas). In het verleden is in onderzoek en beleidsvorming te gemakkelijk aan consumentenwensen voorbij gegaan. Deze conclusie kan ook worden omgedraaid: consumenten zijn bij aanschaf van een auto bereid veel te betalen voor aspecten die zij als toegevoegde waarde ervaren. Een uitdaging voor de industrie bij introductie van schone of energiezuinige technologie, zeker als die voor de consument tot hogere kosten leidt, is er voor te zorgen dat de techniek ook voor de consument toegevoegde waarde oplevert.

De veelal op nichetoepassingen gerichte demonstratieprojecten die in het verleden zijn uitgevoerd hebben niet geleid tot significante doorbraken in innovatie en markt. De bijdrage van deze projecten aan daadwerkelijke CO₂-reductie is daarmee verwaarloosbaar. Het kleinschalige karakter van veel van deze projecten is hier mede debet aan. In de EU en VS zijn de afgelopen jaren grootschalige subsidie- en onderzoeksprogramma's gestart naar de toepassing van waterstof in verkeer, maar ook deze hebben nog niet geleid tot concurrerende technologieën en grootschaligere markttoepassing. Inzet op grootschaligere projecten met een grotere zichtbaarheid en een andere structuur voor subsidieverlening lijken nodig om daadwerkelijk doorbraken te realiseren.

Internationale beleidsaanpak nodig

Met name het goederenvervoer (over de weg, maar ook bij de andere modaliteiten) heeft een internationale beleidsaanpak nodig. Nationaal beleid kan negatieve gevolgen voor de concurrentieverhouding van Nederlandse vervoerders hebben. Bovendien kan de effectiviteit van nationaal beleid in deze sectoren worden ondermijnd doordat verladers het beleid kunnen ontwijken, bijvoorbeeld door buitenlandse transporteurs te kiezen.

In het algemeen is de EU een geschikt beleidsniveau voor goederenvervoer. Dit geldt ook voor zeescheepvaart en luchtvaart, zoals de discussies rondom de opname van luchtvaart in het EU ETS laten zien. Voor deze vervoerssectoren met een sterk internationaal en mondiaal karakter is daarnaast ook een mondiale aanpak aan te bevelen, bijvoorbeeld door ze op te nemen in mondiale klimaatafspraken (post-2012), en door mondiaal beleid te implementeren.

Praktische en juridische bezwaren

Beleidsinstrumenten zijn soms lastig te implementeren vanwege praktische of juridische belemmeringen²⁵. We denken daarbij bijvoorbeeld aan de volgende punten:

- Het is op dit moment niet mogelijk om de dieselaccijns voor personenauto's te verhogen zonder dat ook de dieselaccijns voor het vrachtverkeer wordt verhoogd.
- Accijnsverhogingen binnen Nederland zijn ook lastig omdat dit aan de grenzen ertoe leidt dat een deel van de autobezitters in Duitsland of België gaat tanken. Dit heeft negatieve gevolgen voor de pomphouders in het Nederland-

²⁵ Waarbij praktische bezwaren vaak te herleiden zijn tot politieke (draagvlak) of juridische belemmeringen.

se grensgebied, daarnaast vermindert het de effectiviteit van het beleid. Hierbij kan wel worden opgemerkt dat de accijnzen in bijv. Duitsland de afgelopen tijd flink zijn gestegen, en de dieselaccijns in dat land inmiddels hoger zijn dan in Nederland.

- De EU kan alleen fiscale maatregelen in de gehele EU invoeren met een unanieme beslissing van de lidstaten. Dit belemmert implementatie van effectief en geharmoniseerd beleid op dit terrein binnen de EU²⁶.
- Nederland heeft niet de bevoegdheid om normen te stellen ten aanzien van de CO₂-uitstoot van auto's, dit kan alleen op EU-niveau worden afgesproken.

4.4 Green4sure: hoofdlijnen van het beleid

4.4.1 Inleiding

Het totale CO₂-reductiedoel is in Green4sure 50% reductie voor 2030 t.o.v. 1990. Voor verkeer is dit vertaald naar de volgende doelstellingen voor 2030:

- Luchtvaart en zeescheepvaart: onder EU ETS, plafond daalt jaarlijks met **3,5%**:
 - Deze twee sectoren komen onder het EU ETS, op basis van hun emissies in 2005 en 2010 respectievelijk. Het plafond van het totale EU ETS wordt vanaf 2013 jaarlijks met 3,5% gereduceerd. Van de totale reductie mag maximaal 20%-punt worden gedekt met JI en CDM rechten²⁷, de rest van de reductie moet binnen de partijen die onder het EU ETS vallen worden bereikt. Rechten kunnen daarnaast worden aangekocht van de andere EU ETS sectoren, waardoor dus niet werkelijk jaarlijks 3,5% minder CO₂-uitstoot hoeft plaats te vinden in de lucht- en zeescheepvaart.
- Overige modaliteiten: **35% reductie t.o.v. 2005**:
 - Het gaat hierbij om het verkeer en vervoer over de weg, binnenvaart, recreatievaart, diesel railtransport, visserij en mobiele werktuigen.

Green4sure heeft geen aparte doelstelling voor 2020 gesteld.

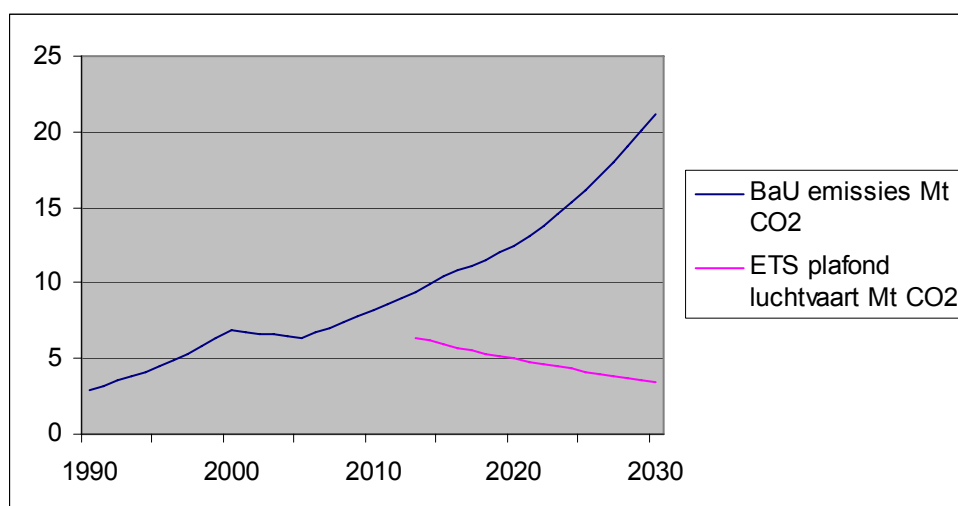
Voor verkeer is gekozen voor het basisjaar 2005 omdat de sector in de periode 1990 - 2005 nog sterk is gegroeid, en ook de economische structuur sterk is veranderd. Een reductiedoel stellen t.o.v. 1990 zou betekenen dat deze veranderingen deels weer zouden moeten worden teruggedraaid, wat tot relatief hoge kosten zou leiden.

²⁶ Deze belemmering biedt soms ook voordelen. Zo blijkt het lastig te zijn om d.m.v. een EU-richtlijn de BPM in de EU-lidstaten te beperken of af te schaffen. Dit is voordelig voor Nederland, waar de BPM relatief hoog is: de hoge BPM beperkt o.a. de gemiddelde grootte van de auto's, wat tot een lager gemiddeld verbruik leidt.

²⁷ JI = Joint Implementation, CDM = Clean Development Mechanism. Deze opties bieden de mogelijkheid om (goedkopere) emissiereducties in bijv. ontwikkelingslanden te behalen, en mee te laten tellen in de nationale emissieregistratie voor het Kyoto verdrag.



Figuur 16 Emissies van de luchtvaart in verhouding tot allocatie



Bron: Lee, D.S., B. Owen, A. Graham, C. Fichter, L.L. Lim en D. Dimitriu, Allocation of international aviation emissions from scheduled air traffic - present day and historical, MMU 2005.

Noot: De figuur laat de verhouding zien tussen de BaU emissies van de luchtvaart op uit Nederland vertrekkende vluchten en de rechten die betrekking hebben op de luchtvaartsector onder het EU ETS.

Uit de hierboven beschreven historische ontwikkelingen en lessen uit het verleden zal duidelijk zijn dat dit ambitieuze doelen zijn, die dan ook om ambitieus beleid vragen. De hoofdlijnen hiervan zetten we in het volgende uiteen.

In deze paragraaf beschrijven we allereerst de beleidsmaatregelen die we voorstellen, en waarmee de gestelde doelen kunnen worden behaald. Dit is de basis van beleid voor de verkeerssector in Green4sure. Het huidige beleid is duidelijk onvoldoende om de trend van de stijgende CO₂-emissies in verkeer te keren. Om de bovenstaande reductiedoelen te bereiken zal derhalve nieuw beleid nodig zijn. 'Zachte' maatregelen kunnen in deze sector onvoldoende reductie bereiken om de volumegroei te compenseren, 'harde' maatregelen zijn daarom nodig. Het hier voorgestelde beleid zorgt ervoor dat de meest kosteneffectieve maatregelen in verkeer worden benut, en innovatie wordt gestimuleerd. Bovendien wordt aangesloten bij beleidsontwikkelingen in de EU.

We gaan daarnaast ook in op de technieken en (gedrags)veranderingen waarmee deze doelen kunnen worden gehaald. We moeten ons echter realiseren dat het beleid er onder andere op is gericht om innovatie te bevorderen, in voertuigtechnieken, brandstoffen, wellicht ook in de samenleving zelf, in de economische structuur en in de manier waarop we tegen verkeer en vervoer aan kijken. Het is, naar ons idee, onmogelijk om dergelijke innovaties en ontwikkelingen op dit moment al te voorzien en concreet te voorspellen. Naarmate mensen en bedrijven worden uitgedaagd om stevige reducties te bereiken zullen ongetwijfeld nieuwe ideeën opkomen. Het overheidsbeleid dient er dan voor te zorgen dat deze innovaties een kans maken op de markt. Vanwege de onzekerheden is het belangrijk dat de overheid niet voorschrijft wat de markt moet doen. Het is de taak van de overheid om de markt te ontwikkelen waarbinnen de industrie (vervoermiddelen,

brandstoffen) en gebruikers (reizigers, vervoerders, verladers) de ruimte krijgen om zelf naar de voor hen meest gunstige maatregelen te zoeken.

We kunnen op voorhand zeggen dat het niet eenvoudig zal zijn om de bovenstaande doelen te halen. Niet zozeer beleidstechnisch: een plafond op de emissies, gecombineerd met emissiehandel en een aantal ondersteunende efficiencymaatregelen zijn in principe voldoende om een reductie te bereiken. De uitdaging zal zijn om de belemmeringen die we in het vorige hoofdstuk hebben beschreven (waaronder problemen met draagvlak en met de marktimplementatie van nieuwe technologieën en brandstoffen), te verwijderen of te omzeilen.

In het volgende beschrijven we allereerst de hoofdlijnen van het voorgestelde beleid. In paragraaf 4.4.3 gaan we dan expliciet in op de wijze waarop dit beleid ingrijpt op de eerder beschreven belemmeringen.

4.4.2 De hoofdlijnen van het voorgestelde beleid

We kiezen in Green4sure voor de volgende, globale opzet van het beleid:

- De komende jaren worden er, in Europees verband, **normen gesteld aan de efficiency van voertuigen** (met name personenauto's en bestelauto's), deze worden in de periode 2010 – 2025 geleidelijk aangescherpt.
- Dit efficiencybeleid wordt aangevuld met **fiscale maatregelen** zoals de nu net ingevoerde differentiatie van de aanschafbelasting voor personenauto's (BPM) en differentiatie van fiscale aftrek van leaseauto's. De belastingvrije reiskostenvergoeding wordt afgeschaft onder gelijktijdige verhoging van de belastingvrije verhuisvergoeding.
- De biobrandstofverplichting wordt de komende jaren omgezet in een **verplichting om duurzame, klimaatneutrale brandstoffen** in te zetten (de huidige regulering van het biobrandstofvolume wordt vervangen door een regulering van de gemiddelde well-to-wheel CO₂-uitstoot van de brandstoffen). De CO₂-reductie die brandstofleveranciers hiermee moeten bereiken wordt vervolgens geleidelijk opgevoerd²⁸.
- **R&D en marktimplementatie van innovatieve technologieën** op gebied van zuinige aandrijvingen en voertuigen en duurzame, klimaatneutrale brandstoffen wordt gestimuleerd. Dit gebeurt deels met behulp van subsidies en financiering van onderzoeksprogramma's, deels door specifieke incentives in het generieke beleid op te nemen, en deels d.m.v. fiscaal beleid (denk bijv. aan BPM-korting of vrijstelling voor zeer zuinige voertuigen).
- Beleid dat is gericht op de **verbetering van de bereikbaarheid** wordt zo vormgegeven dat het geen verdere groei van de CO₂-uitstoot van mobiliteit veroorzaakt. Een belangrijk onderdeel hiervan wordt de gedifferentieerde kilometerheffing, die vanaf 2012 wordt geïmplementeerd. Deze maatregel waarborgt efficiënt gebruik van de beschikbare infrastructuur. Ook investeringen in openbaar vervoer maken hier deel van uit.
- Dit wordt ondersteund door beleid dat ingrijpt op de **ruimtelijke ordening en vervoerswijzekeuze**: bij alle toekomstige ontwikkelingen op dit gebied wordt

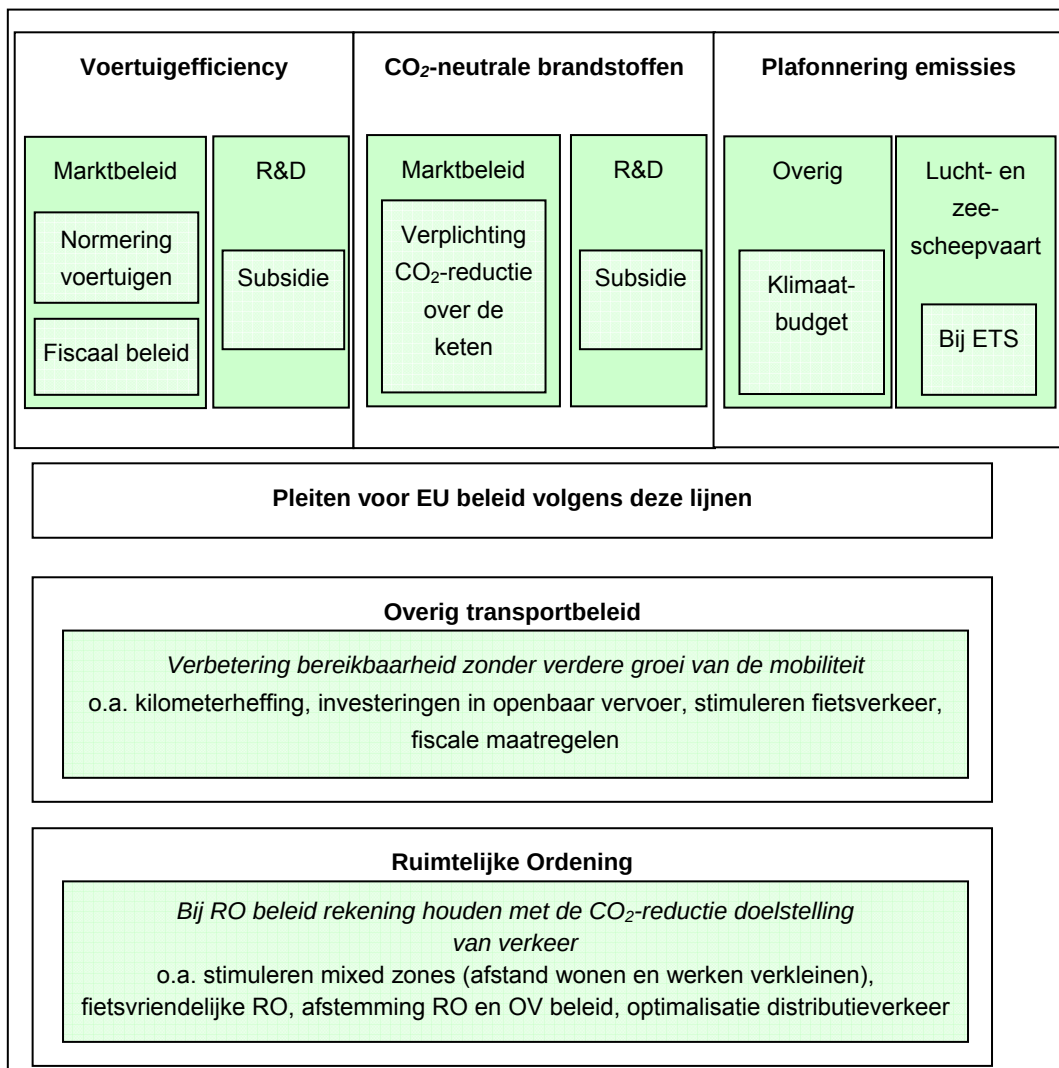
²⁸ Dit beleid zal in eerste instantie vooral gericht zijn op biobrandstoffen. Duurzaam geproduceerde waterstof of elektriciteit kunnen echter ook in aanmerking komen.



structureel rekening gehouden met de doelstellingen t.a.v. CO₂-reductie in verkeer. Denk daarbij aan investeringen in alternatieve, duurzame vervoerswijzen, zoals de fiets en duurzaam openbaar vervoer, en aan het dichterbij elkaar brengen van woonwijken en bedrijvenlocaties. Investeringen in extra weginfrastructuur worden zoveel mogelijk beperkt, omdat deze een verdere groei van de mobiliteit bevorderen.

- Tegelijkertijd wordt er gewerkt aan **plafonnering van de totale emissies** van de verkeerssector. Dit gebeurt door de luchtvaart en zeescheepvaart in het EU ETS op te nemen (vanaf 2013), én door het opzetten van een Europees klimaatplafond voor de overige modaliteiten. Bij dit laatste kunnen oliemaatschappijen rechten kopen om brandstof te mogen verkopen. Beide systemen worden vóór 2015 operationeel, vervolgens worden de plafonds voor de verschillende subsectoren geleidelijk aangescherpt.
- Als ondersteunend beleid voor de luchtvaart zullen regionale luchthavens niet verder worden uitgebreid, om geen nieuwe mobiliteit door de lucht te creëren. Verder zullen de voorgenomen verbeteringen van de Europese **luchtverkeersleiding** worden geïmplementeerd. Dit levert naar verwachting een reductie van zo'n 8 tot 10% CO₂ op.
- De bestaande **BTW vrijstellingen** in transport worden zo snel mogelijk opgeheven.
- Terwijl Nederland deze maatregelen op nationaal niveau implementeert c.q. voorbereidt, zet de overheid zich de komende jaren in om bovenstaande **maatregelen op EU-niveau in te voeren**. Dit zal de efficiency van het beleid flink verhogen, en de kosten reduceren.

Figuur 17 Overzicht van de beleidsstrategie in de sector verkeer



Prijsbeleid en/of plafonnering?

In plaats van plafonnering zou ook prijsbeleid een effectief instrument kunnen zijn om de gewenste CO₂-reducties te bereiken in verkeer. Echter, heffingen zoals accijnsverhogingen of een naar CO₂-uitstoot gedifferentieerde kilometerheffing bieden geen garantie op een bepaalde CO₂-reductie. Het resultaat, in termen van CO₂-reductie, hangt dan af van bijv. de inkomensontwikkelingen. Gezien de relatief lage prijselasticiteit van verkeer zou prijsbeleid tot significante kostenverhogingen moeten leiden om significante reducties te bereiken, wat politiek in elk geval op korte termijn onmogelijk lijkt. Het verleden leert dat significante prijsverhogingen politiek en maatschappelijk lastig zijn in deze sector. Elke verhoging van belastingen en heffingen lijkt verzet op te roepen bij de gebruikers (particulieren en vervoerders).

We gebruiken prijsbeleid in ons plan zeer nadrukkelijk wel als ondersteunend beleidsinstrument voor de plafonnering, in de vorm van kilometerheffing en fiscaal beleid. Met prijsbeleid beïnvloeden we de vraag naar energie en zuinige voertuigen, waardoor het halen van de plafonds eenvoudiger wordt en de prijzen van emissierechten lager worden. De maatregelen om de emissies te plafonneren en regulering van de CO₂-uitstoot van personenauto's, richten zich toch vooral op de aanbieders van energie en brandstoffen. Consumenten en vervoerders worden direct bereikt door vaste heffingen te variabiliseren, evt. accijns te verhogen en heffingen naar CO₂-uitstoot te differentiëren. Hierdoor neemt de vraag naar zuinige voertuigen toe, en de vraag naar transport af.

Beleid nodig op de korte termijn

Een belangrijk punt van dit voorstel is dat (een deel van) het bovengenoemde beleid al op korte termijn van kracht moet worden. Het halen van de doelstellingen wordt immers moeilijker naarmate er later wordt gestart met effectief beleid, om een aantal redenen:

- Onderzoek naar en ontwikkeling van nieuwe technieken en klimaatneutrale brandstoffen kost tijd. Het is niet ongebruikelijk dat er enkele decennia nodig zijn om van de tekentafel naar grootschalige productie te komen.
- Er gaan vaak jaren overheen voordat nieuwe technieken (c.q. zuinige voertuigen) op grote schaal in het wagenpark zijn opgenomen. Ter indicatie: auto's gaan gemiddeld ca. 14 jaar mee, bestelauto's ca. 13 jaar, vrachtauto's 5-10 jaar, binnenvaartschepen ruim 40 jaar.
- Naarmate de CO₂-uitstoot verder groeit, worden de structurele veranderingen die nodig zijn ingrijpender.

Door bepaalde beleidsinstrumenten al op korte termijn in te voeren kunnen derhalve hogere kosten op de langere termijn worden vermeden.

Op de korte termijn richt het overheidsbeleid zich voornamelijk op de volgende belangrijke peilers:

- Stimulering van technische ontwikkeling en het aanbod van zuinige voertuigen en duurzame brandstoffen, door middel van een heldere doelstelling, normering en R&D-subsidies.
- Stimulering van de vraag naar zuinige voertuigen en CO₂-neutrale brandstoffen met fiscaal beleid en stimuleringsprogramma's.
- Tegelijkertijd zet de overheid zich in om plafonnering van de emissies op de langere termijn mogelijk te maken.
- en wordt er ook bij ander transportbeleid rekening gehouden met de ambities op dit gebied.

Autofabrikanten, brandstofleveranciers én consumenten worden hiermee aangespoord om naar goedkope en aantrekkelijke reductiemaatregelen te zoeken, en de huidige trend naar grotere auto's, groei van het verkeersvolume en stijgend fossiel energiegebruik te keren.

Beleid voor koplopers, middenmoters en achterblijvers

Het hier voorgestelde beleid houdt rekening met de wijze waarop verschillende groepen binnen de betrokken actoren worden aangesproken. Daarbij kan onderscheid worden gemaakt naar koplopers, middenmoters en achterblijvers. Bij de bovenstaande maatregelen worden deze groepen op verschillende manieren benaderd:

- *Koplopers* onder fabrikanten en consumenten kunnen worden gestimuleerd en beloond door het scheppen van gunstige marktvoorwaarden, en specifiek stimuleringsbeleid. Fabrikanten kunnen worden uitgedaagd tot innovatie en implementatie door beter presterende technologieën voordelen te bieden op de markt, door middel van subsidies voor R&D, praktijkproeven en demonstratieprojecten en door gerichte public procurement door overheden. Koplopers worden bovendien financieel beloond voor hun goede prestaties in het EU ETS of binnen het klimaatbudget, waarin zij minder emissie- of energie-

- rechten nodig hebben. Daarnaast zal het voor hen eenvoudiger zijn om aan nieuwe normen of verplichtingen te voldoen.
- De grootste reducties dienen te worden bereikt door adoptie van nieuwe techniek en gedragsverandering door de *middenmotors*. De generieke beleidsopties (zoals plafonnering, emissiehandel en belastingmaatregelen) richten zich met name op deze middenmotors.
 - De meeste hierboven beschreven beleidsopties kennen geen *achterblijvers*. Het beleid treft alle actoren. Regulering, bijvoorbeeld, legt dezelfde verplichtingen op aan alle autofabrikanten c.q. brandstofleveranciers. Onder een handelssysteem (zoals het EU ETS of het klimaatbudget) betalen diegenen die niet (willen) investeren in nieuwe technologie of andere aanpassingen (de achterblijvers) mee aan de innovaties die door anderen wel worden geïmplementeerd.

Ruimtelijke ordening en modal shift

Significante CO₂-reductie in de verkeerssector kan deels ook worden bereikt door maatregelen op het gebied van RO en modal shift. De ruimtelijke ordening kan sterk bepalend zijn voor de vraag naar transport, beleid gericht op de keuze van vervoerswijze kan invloed hebben op de CO₂-uitstoot per kilometer. Beide beleidsvormen hebben gevolgen voor de lange termijn, investeringsbeslissingen kunnen ten slotte niet snel worden teruggedraaid zonder grote (financiële) gevolgen. Het verleden laat echter zien dat het niet eenvoudig is om dit beleid op een goede, effectieve manier in te zetten voor CO₂-reductie. Investeringsbeslissingen in OV leiden vaak tot veel extra mobiliteit, en slechts in beperkte mate tot minder auto-kilometers en daarmee tot minder CO₂-uitstoot.

We hebben deze maatregelen in het bovenstaande nog niet verder geconcretiseerd, vooral omdat op dit moment nog niet duidelijk is in welke mate hierop gestuurd zal moeten worden. Dit hangt sterk af van de technische ontwikkelingen op het gebied van zuinige vervoermiddelen en klimaatneutrale brandstoffen en van de vermijdingskosten in deze sector in vergelijking met oplossingen in andere sectoren. Dit soort beleid kan namelijk vrij ingrijpend en duur zijn, en is, zoals gezegd, lastig om op een effectieve manier in de praktijk te brengen.

Desondanks achten we het belangrijk om de gevolgen voor de CO₂-uitstoot van verkeer een belangrijke plaats in te laten nemen bij RO en infrastructuurbeslissingen, vanwege de sterke relatie tussen deze verschillende beleidsterreinen. De mogelijkheden voor structurele CO₂-reductie met dit soort beleid zullen echter verder moeten worden uitgewerkt. Op de langere termijn kunnen deze maatregelen dan bijdragen tot het halen van het emissieplafond.

Oliemaatschappijen krijgen een klimaatbudget

In Green4sure wordt de CO₂-uitstoot van het verkeer door de EU gelimiteerd, m.b.v. het zogenaamde klimaatbudget. In tegenstelling tot het EU ETS is dit een gesloten systeem, handel met andere sectoren is niet mogelijk. Vanuit sturingsoogpunt ligt het het meest voor de hand om dit instrument direct bij de automobilisten aan te laten grijpen. Zij kunnen ten slotte kiezen of ze de limiet willen halen door bijv. een zuinige auto te kopen, minder autokilometers te maken, of een zuig-



nigere rijstijl toe te passen. Desondanks kiezen we hier niet voor: het zou te duur en gecompliceerd zijn om alle automobilisten te laten handelen in emissierechten en het resultaat te handhaven.

We kiezen er daarom voor om oliemaatschappijen verantwoordelijk te maken voor de CO₂-uitstoot van de brandstoffen die ze verkopen. Zij krijgen een limiet opgelegd, en moeten rechten overhandigen voor deze emissies. Dit heeft als voordeel dat er slechts een zeer beperkt aantal handelende partijen zijn, waarvan de meesten overigens ook nu al deelnemen in het huidige ETS. De transactiekosten zullen daardoor beperkt zijn. Een nadeel is dat de oliemaatschappijen minder mogelijkheden hebben om de uitstoot te beperken: ze kunnen een groter aandeel klimaatneutrale brandstoffen bijmengen, of de brandstoffen duurder maken. De reductiemaatregelen moeten dus komen van consumenten en mogelijk autofabrikanten, die slechts een indirecte prikkel ontvangen via de hogere brandstofprijzen en een mogelijk lagere vraag naar onzuinige auto's. Ze hebben zelf echter geen directe invloed op het brandstofverbruik.

Er kunnen nu twee situaties ontstaan:

- Consumenten en vervoerders reageren in voldoende mate op de prijsprikkels en het overige beleid, door zuinigere voertuigen te kopen, minder te rijden, een zuinigere rijstijl toe te passen, etc. Het resultaat is dat de gewenste CO₂ reductie wordt gehaald, m.a.w. de emissie komt onder de limietwaarde.
- Consumenten passen hun aankoop- en rijgedrag onvoldoende aan, waardoor de limiet niet wordt gehaald. Oliemaatschappijen hebben dan een beperkt aantal mogelijkheden om te reageren om alsnog aan de limiet te voldoen en een boete te ontlopen. Ze kunnen:
 - meer klimaatneutrale brandstoffen bijmengen;
 - de prijs van de brandstoffen verder verhogen om de vraag te vermindere(n); of
 - meer emissierechten aankopen.

De kosten van eventuele extra emissierechten zullen vervolgens weer worden doorgerekend aan de afnemers, in de vorm van een kostenverhoging van de brandstoffen.

De marktwerking van een dergelijk klimaatbudget vertoont daarmee veel gelijkenis met een CO₂-heffing op brandstoffen of een accijnsverhoging van fossiele brandstoffen. Er zijn echter twee wezenlijke verschillen. Allereerst is er bij het klimaatbudget zekerheid dat de emissies niet boven een plafond uitkomen, bij een heffing niet. Daarnaast worden bij het klimaatbudget de oliemaatschappijen verantwoordelijk voor de prijsstelling van de brandstoffen en het bereiken van het klimaatdoel. Bij een CO₂-heffing of accijnsverhogingen ligt deze verantwoordelijkheid bij de overheid, die de heffingen zal moeten verhogen als de emissies minder hard dalen dan verwacht. Een verdere uitwerking van het klimaatbudget in de verkeerssector is te vinden in Bijlage C van het hoofdrapport van Green4sure.

4.4.3 Omgaan met belemmeringen

In paragraaf 4.3 zijn de volgende belemmeringen voor effectief klimaatbeleid in verkeer beschreven:

- a Mobiliteit wordt gezien als motor van de economie én een verworven recht.
- b Kosteneffectieve maatregelen worden niet altijd 'vanzelf' getroffen.
- c Er is op dit moment nog geen zicht op kosteneffectieve (m.a.w. goedkope) technische maatregelen om de CO₂-uitstoot van verkeer met meer dan ca. 20% te verminderen.
- d Introductie van nieuwe aandrijftechnologie is lastig. Bestaande technologie is verder geoptimaliseerd, maar R&D- en demonstratieprojecten hebben niet geleid tot radicale doorbraken in innovatie en markt.
- e Met name het goederenvervoer heeft bij voorkeur een internationale beleidsaanpak nodig.
- f Daarnaast zijn er nog een aantal praktische en juridische bezwaren die belemmerend kunnen werken voor implementatie van effectief beleid.

ad. a Mobiliteit wordt gezien als motor van de economie én een verworven recht
Een van de belangrijke belemmeringen uit het verleden is het probleem om maatschappelijk en politiek draagvlak te krijgen voor beleid in de verkeerssector. Zodra kosten van mobiliteit (lijken te) worden verhoogd, ontstaat er weerstand bij politiek en samenleving. Mobiliteit wordt gezien als motor van de economie én als een verworven recht.

In het beleid dat we hier voorstellen proberen we op de volgende manier voor draagvlak te zorgen:

- We maken het beleid zo generiek mogelijk, en schrijven geen technieken of gedragsveranderingen voor. De gebruikers (particulieren en het bedrijfsleven) mogen zoveel mogelijk zelf kiezen hoe ze CO₂ gaan reduceren. Zij kunnen zo binnen de gegeven randvoorwaarden zoeken naar de oplossing die voor hen het meest aantrekkelijk is.
- We houden rekening met de concurrentiepositie van de Nederlandse transportsector door invoering van het budget op EU-schaal te bepleiten. Concurrentieverschillen tussen Europese vervoerders zullen zo beperkt zijn.
- We maken zo min mogelijk onderscheid naar vervoerswijze, zodat al het beschikbare reductiepotentieel wordt benut, en er geen onevenredig voordeel ontstaat bij bepaalde modaliteiten.
- Mobiliteit is zelden een doel op zich, maar veeleer een middel om ergens te komen of goederen ergens af te leveren. We vinden het dan ook belangrijk dat de bereikbaarheid wordt verbeterd, maar dan zonder extra (auto)mobiliteit te genereren. In steden waar dit is gebeurd, bijvoorbeeld in Londen of Stockholm, zijn de resultaten in het algemeen zeer positief en kunnen de maatregelen ook bij de bevolking op steun rekenen.
- Het is altijd lastig om mensen iets te ontnemen waar ze aan gewend zijn. Bovendien laten de ontwikkelingen van de afgelopen decennia zien dat veel mensen status ontlenden aan hun (grote en luxe) auto of daar anderszins toegevoegde waarde aan toekennen. We pleiten er daarom voor om zo snel mogelijk te beginnen met het hier voorgestelde beleid, om te voorkomen dat



mensen een grote 'stap terug' moeten zetten. Hoe sneller er wordt begonnen met het beleid, hoe geleidelijker de veranderingen kunnen plaatsvinden.

ad. b

Zowel door consumenten als bij professionele vervoerders worden kosteneffectieve maatregelen niet altijd 'vanzelf' getroffen. In het hier voorgestelde beleid spelen we hier als volgt op in:

- De efficiëncynormen voor personen- en bestelauto's zorgen er in elk geval in eerste instantie voor dat alle beschikbare kosteneffectieve maatregelen op dit gebied zullen worden getroffen. Hoewel (TNO, 2006) aangeeft dat de CO₂-vermijdingskosten voor het zuiniger maken van auto's op korte termijn relatief hoog zijn²⁹, is het op dit moment lastig te voorspellen in hoeverre de vermijdingskosten de iets langere termijn oplopen naarmate de normen verder worden aangescherpt. Vanwege de grote aantallen geproduceerde personenauto's is de leercurve van nieuwe technologie vaak stijl, en vallen de kosten achteraf gezien vaak mee – mits de technologie grootschalig wordt toegepast. Efficiëncynormen zullen aan deze laatste voorwaarde bijdragen, en daarmee helpen om de kosteneffectiviteit van zuinige technologieën te verbeteren. We zullen in een later stadium ingaan op de verwachte ontwikkeling van kosteneffectiviteiten van zuinige auto's.
- Door goederenvervoer in het EU ETS op te nemen krijgen de CO₂-emissies een prijskaartje. Hierdoor worden transporteurs geprikkeld om maatregelen te treffen³⁰.
- Doordat het EU ETS-systeem uitgaat van plafonnering met handel, worden de deelnemers gestimuleerd om de meest kosteneffectieve maatregelen te treffen. Door handel met andere sectoren of andere vervoerswijzen toe te staan, worden de meest kosteneffectieve maatregelen binnen het hele systeem getroffen.

ad c.

Er is op dit moment nog geen zicht op kosteneffectieve (m.a.w. goedkope) technische maatregelen om de CO₂-uitstoot van verkeer met meer dan ca. 20% te verminderen. Zoals onder ad b) beschreven, leert de geschiedenis echter dat mensen en bedrijven innovatief kunnen zijn, en kosten flink kunnen dalen bij grootschalige marktimplementatie. Door emissienormen creëert het beleid een markt voor zuinige voertuigen. De hoge kosten daarvan zullen partijen uitdagen tot investeringen in innovatie (verbetering van kosten en prestatie bestaande techniek of ontwikkeling van goedkopere alternatieven). Innovatiesubsidies zullen deze ontwikkelingen verder stimuleren.

Op deze manier krijgen innovatieve ideeën de kans om een voedingsbodem te krijgen voor verdere ontwikkeling en marktimplementatie, zodat ze de leercurve zo snel mogelijk kunnen doorlopen. Als de overheid bijvoorbeeld de efficiency van nieuwe auto's de komende jaren reguleert, en de lange-termijndoelen zo

²⁹ Dit zijn de kosten van vermijding van CO₂-uitstoot, en worden vaak uitgedrukt in Euro per ton vermeden CO₂.

³⁰ Deze prikkel is overigens beperkt bij de huidige prijzen voor emissierechten in het ETS. Een prijs van 15 €/ton komt neer op 0,04 €/l.

stelt dat de industrie wordt uitgedaagd om de auto's daadwerkelijk zuiniger te maken, zal de industrie zelf ook investeren in nieuwe technologieën om hun lange termijn marktpositie niet in gevaar te laten komen. Dit kan zorgen voor investeringen in bijv. hybride aandrijftechniek, lichtere auto's, of geheel nieuwe concepten. De verschillende technieken worden zo verbeterd, en de kosten zullen dalen. De kosteneffectiviteit van zuinige technologieën zal zo dus verbeteren. Hetzelfde mechanisme geldt voor klimaatneutrale brandstoffen (CE, 2006c).

ad d.

De praktijk laat zien dat introductie van werkelijk nieuwe aandrijftechnologie een lange en moeizame weg is. De veelal op nichetoepassingen gerichte demonstratieprojecten die in het verleden in Nederland zijn uitgevoerd hebben niet geleid tot significante doorbraken in innovatie en markt. De meeste innovatie heeft dan ook plaatsgevonden bij de bestaande technologieën. Dit is op zich overigens niet negatief: de bestaande technologie en brandstoffen zijn de afgelopen decennia steeds verder geoptimaliseerd, op gebied van kosten maar ook op milieugebied. Het maakt het wel steeds lastiger voor nieuwe alternatieven om op de markt te komen, o.a. omdat hun meerwaarde steeds meer afneemt.

Dit is één van de redenen dat we dit beleid zo generiek mogelijk opzetten, en niet op specifieke technologieën sturen. We willen niet op voorhand inzetten op nieuwe, alternatieve aandrijftechnologieën, of op een specifieke klimaatneutrale brandstof, maar zoveel mogelijk opties openhouden waar de markt uit kan kiezen. Afhankelijk van kostenontwikkeling en consumentenvraag kunnen autofabrikanten zo bijvoorbeeld kiezen of ze auto's met conventionele verbrandingsmotoren zuiniger willen maken, of dat ze op termijn willen overstappen op brandstofcellen met een hoger rendement. Dit maakt de overheid niet uit, zolang er maar aan de efficiëncynormen wordt voldaan.

Daarnaast denken we echter wel dat het zinvol is dat de overheid kansrijke alternatieve, nieuwe technieken extra stimuleert, zodat deze niet in de la verdwijnen alleen omdat ze een ontwikkelingsachterstand hebben op de bestaande technologieën. We denken hierbij met name aan (tijdelijke) subsidies en financiering van onderzoeksprogramma's. Het eerste voor technologieën die al op kleine schaal op de markt kunnen komen, het tweede voor technologieën die nog in de kinderschoenen staan. Nieuwe technologieën zijn nu eenmaal duurder doordat ze nog aan het begin van de leercurve staan, en kunnen door de overheid over de eerste drempel heen worden getild. Naar ons idee hebben kleinschalige programma's op dit gebied echter geen zin, tenzij ze worden ingebed in het grootschalige marktbeleid. Zo hebben subsidies op een klimaatneutraal biobrandstofproces bijvoorbeeld alleen zin als het marktbeleid ook stuurt op vergroting van de CO₂-reductie met biobrandstoffen, zodat het nieuwe proces een kans maakt om de markt op te komen. Het innovatiebeleid geeft het nieuwe proces dan een eerste zet, waarna het grootschaliger wordt opgepakt door de markt. Dit laatste kan dan zorgen voor verdere kostendaling en ontwikkeling.



ad e.

Met name het goederenvervoer heeft bij voorkeur een internationale beleidsaanpak nodig, uit oogpunt van effectiviteit en van de internationale concurrentiepositie van het Nederlandse vervoer. Bij regulering rondom personenauto's en brandstoffen is de ruimte voor de Nederlandse overheid daarnaast beperkt, en zal ook veel via de EU moeten worden geregeld. Een derde reden voor een internationale aanpak is dat hiermee de markt voor zuinige technologie en klimaatneutrale brandstoffen wordt vergroot. De rendabiliteit van investeringen in R&D en marktimplementatie van nieuwe technologieën wordt daardoor veel groter.

Dit is de achtergrond voor de aanbeveling dat de overheid ook sterk op EU-niveau inzet om deze beleidsmaatregelen aan te nemen en te implementeren.

ad f.

In paragraaf 4.3.1 hebben we een aantal praktische en juridische bezwaren genoemd die in het verleden belemmerend hebben gewerkt op de implementatie van effectief beleid. Het hier beschreven plan ontloopt de meeste van deze belemmeringen, alleen de laatste is relevant: Nederland heeft niet de bevoegdheid om normen te stellen ten aanzien van de CO₂-uitstoot van auto's, dit kan alleen op EU-niveau worden afgesproken. De discussie over het stellen van efficiency-normen wordt op EU-niveau ook al gevoerd, een sterke Nederlandse inbreng in deze discussie is dan ook aan te bevelen in het licht van Green4sure.

4.5 Kostencurves voor CO₂-reductie in het wegverkeer

4.5.1 Inleiding

In de voorgaande paragrafen zijn de verschillende beleidinstrumenten beschreven waarmee we binnen Green4sure de beoogde CO₂-emissiereducties in de verkeerssector willen bewerkstelligen. Beleid reduceert zelf echter geen emissies, maar stimuleert of verplicht de toepassing van technische en niet-technische opties voor CO₂-reductie. Deze opties omvatten technische maatregelen aan voertuigen, het gebruik van alternatieve brandstoffen, verandering in rijstijl en in aankoop- en verplaatsingsgedrag, infrastructurele aanpassingen, et cetera. In deze paragraaf wordt uitgebreid beschreven welke CO₂-reductieopties voor het wegverkeer beschikbaar zijn, en welke CO₂-reductiepotentiëlen die tegen welke kosten leveren. Voor de overige modaliteiten is bij de doorrekeningen gebruik gemaakt van de data die ECN beschikbaar had.

Voor de modellering van verkeer en vervoer is in de WLO-studie (MNP, 2006) gebruik gemaakt van CO₂-reductieopties uit het Optiedocument (ECN, 2006). Deze opties zijn voor de transportsector hoofdzakelijk geformuleerd in termen van beleidsopties waarbij CO₂-reductiepotentiëlen en vermijdingskosten zijn ingeschat voor een gemodelleerde of veronderstelde respons van de verkeersector op de beleidsmaatregel.

De resulterende kostencurve is niet bruikbaar voor Green4sure om de volgende redenen:

- De beschreven opties lijken qua ambitieniveau vooral bedoeld voor de periode 2010-2020, terwijl voor Green4sure een beeld voor 2030 en verder dient te worden geschetst.
- In Green4sure formuleren we zelf een set beleidsmaatregelen waarmee de gestelde reductiedoelen worden gehaald. Daaraan voorafgaand is echter een technische analyse nodig van de reducties die haalbaar zijn. Dit vereist een kostencurve die niet gebaseerd is op beleidsmaatregelen, maar op de verschillende soorten technische en niet-technische maatregelen waarmee de CO₂-emissiereductie fysiek gerealiseerd wordt.

In deze paragraaf worden alternatieve kostencurves afgeleid voor de transportsector op basis van uit recente literatuur beschikbare data en eigen inschattingen van de impact van schaal- en leereffecten en innovaties in de periode 2005-2030.

4.5.2 Overall aanpak

- Op basis van data uit recente literatuur (o.a. TNO, 2006; INFRAS, 2006; Concawe, 2006) is een inschatting gemaakt van de additionele kosten en de CO₂-reductiepotentiëlen op voertuigniveau van verschillende technische en andere maatregelen die kunnen worden toegepast op wegvoertuigen. De gebruikte literatuurdata zijn geldig voor de periode 2010-2015.
- Gebruikte bronnen gaan op vrij impliciete wijze uit van de veronderstelling dat producten in grote serie worden gemaakt (bijv. >100.000 p.a. voor hybrides en andere technieken in (TNO, 2006) en >50.000 p.a. in (Concawe, 2006)), maar maken geen concrete inschatting van mogelijke reducties in verdere toekomst als gevolg van schaal- en leereffecten of innovatie.
- M.b.v. de leercurve-theorie, learning rates die zijn gekozen op basis van de beperkt beschikbare literatuur en expert judgements, en back-of-the-envelope berekeningen van cumulatieve productievolumes die in 2030 realiseerbaar zijn in relatie tot de veronderstelde marktpenetratie van de bestudeerde technieken, zijn de meerkosten van de verschillende techniek in 2030 ingeschat. Op basis van expert judgement zijn ook enkele reductiepercentages bijgesteld.
- Op basis van de voor 2030 geschatte kosten en reductiepercentages is vervolgens een berekening gemaakt van het reductiepotentieel en de CO₂-vermijdingskosten van de verschillende opties.
- Reductiepotentiëlen zijn ingeschat op basis van de relatieve reductie per optie op voertuigniveau, een veronderstelde mate van toepassing van een optie (aandeel in vloot in 2030) en de baseline vlootemissie in 2030 (volgens data SE-scenario).
- Indien de SE-emissiefactoren in 2030 lager zijn dan in 2005 is een aanname gemaakt m.b.t. de technieken waarmee dat gerealiseerd wordt. De reductie tussen 2005 en 2030 in het referentiescenario gaat ten koste van het totale potentieel van deze technieken dat voor Green4sure beschikbaar is.



4.5.3 Bronnen

- personenauto's en bestelauto's: (TNO, 2006) voor verbeterde conventionele en hybride voertuigen, en (Concawe, 2006) voor H₂-voertuigen (met verbrandingsmotor en brandstofcel)³¹;
- vrachtwagens en bussen: (INFRAS, 2006), data mede gebaseerd op (Pischinger, 1998) en (ECN, 2007);
- biobrandstoffen: (Concawe, 2006);
- waterstof: (Concawe, 2006);
- leercurves: (Prikken, 1998; HyWays, 2006).

4.5.4 Methodologische aspecten

Baseline

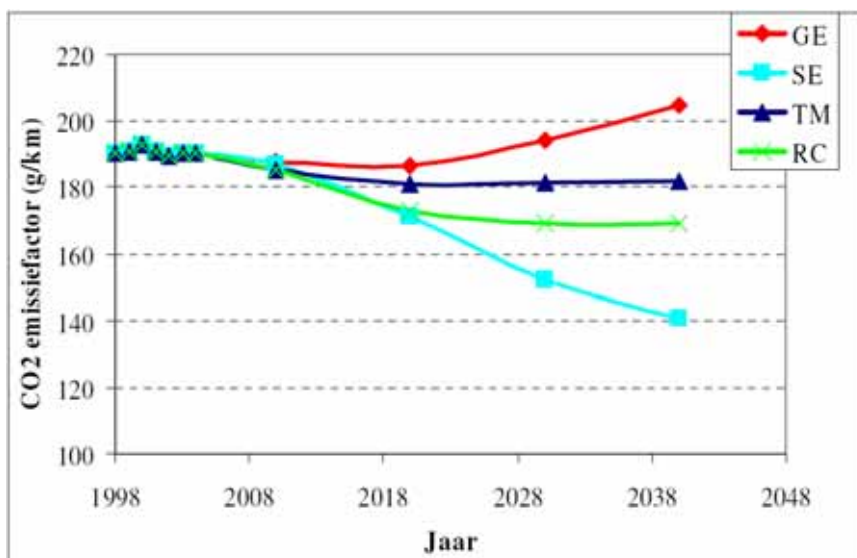
De baseline voor bepaling van reductiepotentiëlen en CO₂-vermijdingskosten is het SE-scenario uit de WLO-studie (MNP, 2006). Belangrijke aspecten van dit scenario zijn:

- CO₂-emissiefactoren voor personenauto's dalen significant tussen 2000 en 2030. In het SE-scenario wordt verondersteld dat de 140 g/km doelstelling van het covenant tussen Europese Commissie en auto-industrie pas in 2020 wordt gehaald en dat a.g.v. Europese wetgeving de gemiddelde CO₂-emissie van nieuwe voertuigen op de typekeuringstest in 2030 120 g/km bedragen.
- In het SE-scenario wordt verondersteld dat in 2030 25% van de nieuwverkopen van personenauto's in 2030 hybride voertuigen zijn:
 - Aannemende dat vanaf 2015 het aandeel in de nieuwverkopen vanaf nagenoeg 0 stijgt met 1,5% per jaar betekent dat een aandeel van 16% in de vloot in 2030.
- Bestelauto's worden in het SE-scenario tussen 2005 en 2030 zo'n 12% zuiniger. Niet duidelijk is of dit het gevolg is van veronderstelde efficiëntieverbeteringen of van verschuivingen in de parksamenstelling (tussen Class III (zware bestelauto's), Class II (middelzware bestelauto's) en Class I voertuigen (lichte bestelauto's)). Dit wordt in (MNP, 2006) niet nader toegelicht:
 - In onze berekening veronderstellen we dat dit door verbeteringen aan motoren en voertuigen wordt gerealiseerd, en dat dit ten koste gaat van het verder voor Green4sure beschikbare reductiepotentieel van deze technieken (een conservatieve aanname).
- De CO₂-emissiefactoren van vrachtauto's en bussen stijgen tussen 2000 en 2030 licht in het SE-scenario.
- In het SE-scenario wordt na 2020 5,75% bijmenging van ethanol in benzine en biodiesel in diesel verondersteld. Onduidelijk is of en hoe dat verrekend is in de CO₂-emissiefactoren en totale CO₂-emissies van wegtransportmiddelen:
 - Ervan uitgaande dat het in de emissies is verrekend betekent dit dat in Green4sure 10% extra bijmenging t.o.v. SE verondersteld wordt (zie verderop).
- De olieprijs in het SE-scenario bedraagt volgens opgave van ECN 4,36 €/GJ hetgeen met een LHV van 36,3 MJ/l en 159 l/bbl neerkomt op 25 €/bbl.

³¹ Data uit (Concawe, 2006) zijn ook gebruikt in (TNO, 2006). In deze studie zijn kosten- en potentieelschattingen voor personen- en bestelauto's gemaakt op basis van gegevens uit een groot aantal bronnen, waaronder literatuur en respons van ACEA, JAMA en KAMA op een questionnaire.

- De volumes (voertuigkilometers) in het SE scenario zijn significant kleiner dan in het GE-scenario³². In SE is echter geen extra (volume)beleid verondersteld. De verschillen zijn dus volledig terug te voeren op economische en demografische gronden.

Figuur 18 Ontwikkeling van de gemiddelde CO₂-emissiefactor (in de praktijk) van het personenautopark volgens verschillende WLO-scenario's (NMP, 2006)



TTW naar WTW

M.b.v. informatie uit (Concawe, 2006) zijn tank-to-wheel (TTW) CO₂-emissies omgerekend naar well-to-wheel (WTW) emissies. Voor Green4sure wordt het aandeel LPG buiten beschouwing gelaten.

De verwachting is dat de invloed van de benzine-diesel mix in het park op CO₂-emissies op termijn steeds kleiner wordt. Door toepassing van directe benzine-inspuiting en een aantal technieken, die bij benzine een groter reductiepotentieel hebben dan bij diesel zal de CO₂-emissie van benzineauto's naar die van diesels toegroeien. Een shift van benzine naar diesel wordt derhalve niet als CO₂-reductie voor de lange termijn meegenomen.

CO₂ vs. totale broeikasgassen

Well-to-tank (WTT) data uit (Concawe, 2006) zijn uitgedrukt in CO₂-equivalenten en omvatten dus ook de emissies van CH₄ en N₂O in de energieketen. Dit is met name van belang in het geval van biobrandstoffen.

Emissies van CH₄ en N₂O op voertuigniveau zijn dusdanig beperkt dat ze in onze berekeningen worden verwaarloosd. Waar in dit hoofdstuk wordt gesproken over CO₂-vermijdingskosten wordt in goede benadering 'broeikasgasvermijdingskos-

³² De beleidsdiscussie wordt vaak gevoerd op basis van verschillende toekomstscenario's. Het GE (Global Economy) scenario is een wereld met sterke economische groei en weinig milieubeleid. In Strong Europe (SE) wordt uitgegaan van een sterk wereldwijd klimaatbeleid. Transatlantic Markets (TM) en Regional Communities (RC) zijn twee andere scenario's die ontwikkeld zijn.



ten' bedoeld in Euro's per ton vermeden broeikasgassen uitgedrukt in CO₂-equivalenten.

CO₂-vermijdingskosten

CO₂-vermijdingskosten zijn berekend op basis van de volgende algemene methode:

$$\text{CO}_2\text{-vermijdingskosten} = \frac{I^{an} + \Delta_{O\&M} - \Delta_{\text{brandstofkosten}} - \text{secundaire voordelen}}{\text{jaarlijkse CO}_2\text{-reductie}}$$

met $\Delta_{O\&M}$ de additionele operationele en onderhoudskosten per jaar ('operation and maintenance') en $\Delta_{\text{brandstofkosten}}$ de jaarlijkse besparing op brandstofkosten. De additionele operationele en onderhoudskosten en de secundaire voordelen zijn in de transportsector in de regel verwaarloosbaar en dus voor deze studie op nul gezet. I^{an} is de annuïteit van de investering (meerkosten van zuiniger voertuig):

$$I^{an} = I * \frac{(1+r)^l * r}{(1+r)^l - 1}$$

met l de levensduur van de maatregel (in de regel gelijk aan de levensduur van het voertuig maar voor sommige maatregelen korter), r de discontovoet en I de totale additionele investering. Deze methodiek wijkt af van de formule zoals gebruikt in (TNO, 2006) en leidt tot iets hogere waarden voor de berekende vermijdingskosten. De aangepaste methode is in lijn met wat voor andere sectoren gehanteerd wordt.

Voertuigcategorieën

Berekeningen worden uitgevoerd voor vier vervoerwijzen voor het wegverkeer:

- personenauto's;
- bestelauto's;
- vrachtwagens;
- bussen.

Binnen deze vervoerwijzen wordt geen nader onderscheid gemaakt naar voertuigklassen. Berekeningen worden uitgevoerd op basis van het gemiddelde voertuig per vervoerwijze. Bij vrachtwagens wordt een aantal reductieopties beschouwd die slechts op een deel van het park toepasbaar zijn (bijv. alleen lange-afstandsvervoer). Hier wordt op een indicatieve manier rekening gehouden door het reductiepercentage van de optie te vermenigvuldigen met een marktaandeelpercentage.

Stapelings van reductieopties

Voor de berekening van CO₂-vermijdingskosten zijn bovenstaande formules toegepast op voertuigniveau. Uitgangspunt (het baselinevoertuig) is de gemiddelde CO₂-emissiefactor van een gegeven vervoerwijze in 2030 volgens het SE-scenario. Een belangrijk kenmerk van de transportsector is dat meerdere beleidsinstrumenten zich richten op de zelfde bron van CO₂, bijvoorbeeld de auto. De verschillende mogelijke technische maatregelen beïnvloeden elkaar vaak ook.

Reductiepotentiëlen en vermijdingskosten kunnen daarom niet onafhankelijk voor verschillende opties kunnen worden berekend. In plaats daarvan is een marginale benadering noodzakelijk waarin opties worden 'gestapeld' en steeds voor een volgende optie de extra absolute CO₂-emissiereductie wordt berekend, alsook de extra (marginale) CO₂-vermijdingskosten. De absolute CO₂-emissiereductie en daarmee ook de marginale CO₂-vermijdingskosten van een optie hangen immers af van de mate waarin reeds andere CO₂-reducerende opties op het baseline-voertuig zijn toegepast. De volgorde waarin opties worden gestapeld bepaalt daarmee ook de waarde van de CO₂-emissiereductie en de marginale CO₂-vermijdingskosten.

Vanuit macro-economisch perspectief kan een gegeven reductiedoelstelling het meest kostenoptimaal worden bereikt door stapeling van opties met oplopende CO₂-vermijdingskosten. Deze aanpak is echter niet recht-toe-recht-aan toe te passen. Voor een niet-technische optie als 'energiezuinige rijstijl' geldt dat deze wordt toegepast op een voertuig waarop een aantal technische reductieopties zijn toegepast. Hoe zuiniger het voertuig, hoe kleiner het potentieel en hoe hoger de vermijdingskosten van de optie 'zuinig rijden' (energiezuinige rijstijl). Voor een correcte berekening van reductiepotentieel en CO₂-vermijdingskosten dient deze optie dus altijd gestapeld te worden bovenop de technische opties die worden toegepast, ondanks dat de vermijdingskosten van de optie 'zuinig rijden' in de regel lager zijn dan die van technische reductieopties. Ook voor een optie als biobrandstoffen geldt dat bij een verondersteld bijmengpercentage het totale reductiepotentieel afhangt van het gemiddeld brandstofverbruik van de voertuigen waarin de biobrandstof wordt toegepast³³.

Deze aspecten maken het lastig om voor de transportsector een formeel correcte generieke kostencurve te creëren. In onze berekeningen hebben we ervoor gekozen om opties als 'zuinig rijden', bijmenging van biobrandstoffen en verbetering van transportlogistiek toe te passen op voertuigen waarop alle beschikbare technische opties zijn toegepast. Wanneer de voor de transportsector benodigde reductie niet de toepassing van alle beschikbare opties vereist leidt dit tot een onderschatting van het potentieel van opties als 'energiezuinige rijstijl', bijmenging van biobrandstoffen en verbetering van transportlogistiek en tot een overschatting van de vermijdingskosten. Voor de technische opties is wel verondersteld dat ze worden toegepast in volgorde van oplopende vermijdingskosten.

Efficiencyverbetering bij conventionele voertuigen

In (TNO, 2006) wordt een groot aantal technische opties in beschouwing genomen waarmee de CO₂-emissies van personen- en bestelauto's kunnen worden gereduceerd. Deze kunnen worden onderscheiden in opties die aangrijpen op de motor, op de transmissie, op de aandrijflijn als geheel, op de body van het voertuig en op andere aspecten (bijv. hulpsystemen). Voor personenauto's wordt daarmee berekend tegen welke kosten verdere emissiereducties voorbij de 140 g/km doelstelling (typekeuring) van het ACEA-convenant haalbaar zijn. De in

³³ In Green4sure gaan we ervan uit dat in 2020 10% biobrandstoffen wordt bijgemengd en dat daarna de gebruikte hoeveelheid biobrandstoffen constant blijft. Door verdere reductie van verbruik komt dat neer op een bijmengpercentage van zo'n 15% in 2030.



(TNO, 2006) voor dit doel ontwikkelde kostencurves kunnen niet voor Green4sure worden overgenomen omdat ze niet eenvoudig kunnen worden gecombineerd met andere reductieopties (opties die bijv. niet direct de CO₂-emissie op de typekeuringstest beïnvloeden). In plaats daarvan zijn verschillende motor- en transmissie gerelateerde opties uit (TNO, 2006) gecombineerd tot één optie 'verbeterde ICE'. Van andere categorieën opties is steeds de meest vergaande geselecteerd (full hybrid, gewichtsreductie) en als aparte optie in de kostencurve opgenomen.

Hybride aandrijving en waterstofvoertuigen

In analogie met (TNO, 2006) wordt in bovenstaande methodiek hybride aandrijving niet als een alternatieve aandrijftechnologie beschouwd maar als een incrementele verbetering van conventionele voertuigen die kan worden gecombineerd met opties die het motorrendement verbeteren en opties die de energievraag van het voertuig verminderen.

Waterstof toegepast in een verbrandingsmotor kan eveneens worden gezien als een techniek die kan worden gestapeld op andere technische opties die worden toegepast op conventionele voertuigen. In onderstaande berekeningen is echter uitgegaan van toepassing van waterstof in brandstofcelvoertuigen. Deze worden gemodelleerd als een alternatief voor conventionele voertuigen. De additionele kosten en CO₂-reductie worden berekend t.o.v. het parkgemiddelde voertuig waarop alle overige technische reductiemaatregelen zijn toegepast inclusief hybride aandrijving. Het energiegebruik van waterstofvoertuigen is bepaald op basis van een relatief reductiegetal t.o.v. een conventioneel voertuig, dat is overgenomen uit (Concawe, 2006). Dit getal geldt t.o.v. een conventioneel voertuig in 2010-2015, en wordt hier toegepast op een geschatte referentiewaarde voor het TTW energiegebruik van een conventioneel voertuig in 2030 volgens het SE-scenario.

Verrekening van autonome trends

In (TNO, 2006) is expliciet rekening gehouden met het effect van een autonome trend in het gewicht van voertuigen. De afgelopen decennia zijn auto's gemiddeld steeds groter en m.n. zwaarder geworden, deels als gevolg van wettelijk verplichte veiligheidsmaatregelen en deels als gevolg van comfortverhogende aspecten. Een deel van het potentieel van technieken die worden ingezet om de CO₂-emissie van voertuigen te verlagen wordt daardoor opgesoupeerd door de extra CO₂-emissie die het gevolg is van de toegenomen voertuigmassa. Wanneer deze trend ook naar de toekomst wordt doorgetrokken betekent dit dat zelfs voor het op gelijk niveau houden van de gemiddelde CO₂-emissie van auto's toepassing van CO₂-reducerende technieken nodig is.

In onze berekening zijn we er voor personenauto's echter van uitgegaan dat het gewicht constant blijft. De autonome trend zonder beleid is naar verwachting een gewichtstoename van gemiddeld 0,5 tot 1% per jaar tussen 2005 en 2030, maar we nemen aan dat als gevolg van in Green4sure gevoerd beleid deze trend gekeerd wordt door een verschuiving in de aankopen naar kleinere en dus lichtere auto's.

Het lichter maken van een auto van gegeven afmeting is wel als technische optie in de curve opgenomen en staat los van bovengenoemde marktverschuiving.

4.5.5 Volumebeleid

Green4sure bevat de volgende twee generieke maatregelen die leiden tot volume-effecten:

- een kilometerheffing;
- een Europees klimaatplafond voor de verkeerssector waardoor CO₂ een prijs krijgt die wordt verwerkt in de brandstofprijs.

Voor de effecten van de kilometerheffing baseren we ons op de rapporten m.b.t. 'Anders betalen voor mobiliteit'. In subvariant 1B van deze studie wordt de gehele MRB + BPM gevariabiliseerd en overgeheveld naar een kilometerheffing. Deze budgetneutrale variant leidt tot een km-prijs van 0,057 €/km en resulteert in een afname van de personenautomobiliteit met 16%³⁴. Trein en overig OV groeien in dit scenario met 5 - 6%. Een verdere verhoging van de km-heffing leidt tot het netto duurder worden van mobiliteit en tot verdere volumereductie (afhankelijk van de prijselasticiteit).

De CO₂-prijs die resulteert uit de instelling van een CO₂-plafond zal leiden tot een stijging van de brandstofkosten en zal dus tot verdere volumereductie leiden. De hoogte van de CO₂-prijs kunnen we in de context van Green4sure niet uitrekenen. Deze hangt af van veel factoren zoals de marginale vermijdingskosten van beschikbare technische opties, de mate waarin reducties door de oliemaatschappijen zelf kunnen worden bewerkstelligd en de volumerespons op een stijging van de brandstof. Daarbij speelt een rol dat de kosten en baten van een CO₂-reductie maatregel voor de consument op micro-niveau (incl. belastingen) wordt bepaald en voor de maatschappij als geheel op macro-niveau (excl. belastingen). Break-even points zullen voor consument en samenleving dus anders liggen.

We nemen hier aan dat de combinatie van km-heffing (evt. met netto toename van de belastingdruk op autorijden) en het doorberekenen van de prijs van CO₂ in de brandstofkosten leidt tot de volgende volume-effecten.

Tabel 29 Effecten van volumebeleid in het wegverkeer. Green4sure vergeleken met het SE-scenario

	2005	SE 2030	Reductie	G4s 2030	G4s 2030 t.o.v. 2005
	[vkm]	[vkm]	[%]	[vkm]	[%]
Personenauto's	1,1E+11	1,4E+11	25%	1,1E+11	100%
Bestelauto's	1,9E+10	2,2E+10	8%	2,0E+10	109%
Vrachtwagens	7,6E+09	9,4E+09	8%	8,7E+09	113%
Bussen	6,7E+09	6,5E+08	-8%	7,1E+08	105%

De aanname is dus dat het aantal personenautokilometers in Green4sure in 2030 stabiliseert op het niveau van 2005. Een deel van het gereduceerde volume

³⁴ Rapport: "Verkeerskundige effecten varianten 'Anders betalen voor Mobiliteit'.



hevelt over naar een toename van het aantal kilometers per OV. Voor goederenvervoer wordt een beperkte stijging t.o.v. 2005 verondersteld.

4.5.6 Opties voor CO₂-reductie op voertuigniveau

De technische en niet technische opties, die in de kostencurve zijn meegenomen, zijn voor de verschillende vervoerwijzen gekwantificeerd in Tabel 31 en Tabel 32. De basis CO₂-emissie voor de totale vloot is bepaald door op de CO₂-emissies in het SE-scenario de hierboven geschetste volume-effecten toe te passen.

De in deze tabellen opgenomen productiekosten zijn de meerkosten voor de optie op voertuigniveau. Voor personenauto's en bestelvoertuigen zijn deze vermenigvuldigd met een factor 1,16 voor distributie/dealerkosten en marges van fabrikant en dealer om te komen tot de maatschappelijke meerkosten (investering *I*). Voor waterstofvoertuigen is het onder productiekosten genoemde getal de additionele kosten van een brandstofcelsysteem t.o.v. een conventionele aandrijving. Het onder maatschappelijke kosten berekende getal zijn de meerkosten t.o.v. een referentievoertuig waarop alle in de kolom erboven genoemde opties zijn toegepast³⁵.

De vet omlijnde oranje cel in de kolom 'baseline TTW emissie' is de CO₂-emissie van het referentievoertuig volgens het SE-scenario in 2030. De grijs gekleurde rij(en) van de tabellen m.b.t. personen- en bestelauto's bevat(ten) de CO₂-emissie-reductie die nodig is om de in SE veronderstelde emissiefactoren te realiseren op basis van de autonome ontwikkeling geschetst in het GE-scenario. Deze reductie is in mindering gebracht op het totaal potentieel van de in grijze rij(en) vermelde, in italic gedrukte opties. Daarnaast is ook het effect van de veronderstelde volumereductie aangegeven. Het 'baseline TTW emissie'-getal in een rij is steeds de CO₂-emissie van het voertuig waarop de in die rij beschreven reductieoptie wordt toegepast.

Toelichting op opties

ICE	Internal Combustion Engine = (inwendige) verbrandingsmotor.
TPMS	Tyre Pressure Monitoring System, monitort bandenspanning zodat bestuurder altijd met de juiste bandenspanning rijdt.
LRRT	Low Rolling Resistance Tyres = lage-rolweerstandsbanden.
LVL	Low-Viscosity Lubricants = smeerolie (voor motor en versnellingsbak) met lage viscositeit.
full hybrid	Hybride aandrijving met een dusdanig grote elektromotor en batterij dat deels puur elektrisch gereden kan worden (vgl. Toyota Prius). Bij personenauto's wordt verondersteld dat het aandeel in

³⁵ Daarbij is voor opties die de energievraag aan de wielen verminderen aangenomen dat ze ook op het waterstofvoertuig worden toegepast.

GSI	de vloot in 2030 90% bedraagt en dat tegen die tijd alle nieuw verkochte auto's hybride zijn. Gear-Shift Indicator, informeert bestuurder over meest energiezuinige schakelstrategie en helpt bij het toepassen (en over langere termijn volhouden) van een energiezuinige rijstijl.
44-tons truck	In de meeste Europese landen is het maximum voertuiggewicht (gross vehicle weight of GVW) van vrachtwagencombinaties 40 ton. Dit zou kunnen worden verhoogd tot 44 ton zonder dat aanpassingen aan de voertuigen nodig zijn. Verhoging van het toegestane GVW leidt tot lagere CO₂-emissie per tonkm.
60-tons truck	In Scandinavische landen is een GVW van 60 ton toegestaan. Dit vereist wel technische aanpassing en bijbehorende investeringen op voertuigniveau. Verhoging van het toegestane GVW leidt tot lagere CO₂-emissie per tonkm.
lange-afstandsvoertuigen	HD-voertuigen worden ontworpen om zware mechanische belastingen te kunnen doorstaan, bijvoorbeeld bij oneffen en onverharde wegen op bouwplaatsen. Bij gebruik op de snelweg t.b.v. lange-afstandstransport is de mechanische belasting van veel componenten kleiner dan in de worst case waarvoor het voertuig ontworpen is. Wanneer voertuigen speciaal voor deze toepassing worden ontworpen kan op gewicht bespaard worden op een wijze die goedkoper is dan het hieronder beschreven lichtgewicht construeren.
lichtgewicht constructie	Lichtgewicht constructie leidt bij niet volledige belading tot reductie van het verbruik per voertuigkilometer. Door lichtgewicht constructie neemt echter het nuttig laadgewicht toe. Bij volledige belading is het verbruik op voertuigniveau dus niet lager maar vindt wel een reductie plaats van energiegebruik en CO₂-emissies per tonkm.
logistieke optimalisatie	Optimalisatie van routeplanning en belading, o.a. gebruik makend van GPS- en IT-systemen, leidt tot minder voertuigkilometers en besparing op o.a. kosten van chauffeurs en voertuigpark. Is eigenlijk een volumemaatregel.
bijmengen 10% biobrandstof	Dit betreft bijmenging van 2^e generatie biobrandstoffen. Voor ethanol, bijgemengd in benzine, is een mix van ethanol uit stro, houtafval en geteeld hout verondersteld met een WTW GHG-reductie van 80 – 90%. De in diesel bijgemende biodiesel betreft BTL-diesel (Fischer-Tropsch) op basis van houtafval, geteeld hout en houtafval via black



	liquor, met een WTW GHG-reductie van meer dan 90%. In het SE-scenario wordt reeds een bijmengpercentage van 5,75% verondersteld. In Green4sure gaan we uit van een aandeel van 15% in 2030. Dit aandeel is bepaald op basis van de aanname dat in 2020 het aandeel biobrandstof 10% bedraagt en dat tussen 2020 en 2030 het gebruikte volume biobrandstof min of meer gelijk blijft. Omdat voertuigen tussen 2020 en 2030 nog significant zuiniger worden en bovendien een deel van het park op waterstof gaat rijden zal bij gelijk volume aan biobrandstof het bijmengpercentage stijgen³⁶.
waterstofvoertuigen	Voor personenauto's en bestelauto's wordt voor 2030 een maximaal aandeel brandstofcelvoertuigen van 20% in de vloot verondersteld. Dit is gebaseerd op een veronderstelde start van marktintroductie rond 2015 en een groei in de verkopen naar 30% van de nieuw-verkopen in 2030. In onderstaande resultaten is uitgegaan van gebruik van gecomprimeerd waterstof die met een mix van technieken is geproduceerd op basis van aardgas (met en zonder CCS) houtafval, geteeld hout en elektriciteit uit wind. De resulterende WTW CO₂-emissies en kosten per MJ zijn weergegeven in Tabel 30.

Brandstofkosten

Brandstofkosten zijn berekend op basis van (Concawe, 2006). Deze studie geeft kosten voor de periode 2010-2015. Verwacht mag worden dat door leereffecten de productiekosten van biobrandstoffen en waterstof tussen 2015 en 2030 nog sterk zullen kunnen dalen. Voor biobrandstoffen leidt dit waarschijnlijk niet tot een netto kostendaling. Beschikbare studies laten zien dat de toename in de vraag, en m.n. toenemende import, zal leiden tot een stijging in de biomassaprijs die de afname van de productiekosten min of meer compenseert. Voor waterstof is geen inschatting gemaakt. Omdat in Green4sure uiteindelijk waterstof niet wordt ingezet in de transportsector (zie paragraaf 4.5.7), heeft dit geen effecten.

³⁶ Overigens is het getal van 15% grof geschat. Dit getal zou nauwkeuriger kunnen worden bepaald op basis van een schatting van het verbruik van voertuigen in 2020, maar omdat we op dit moment alleen kijken naar 2005 en 2030 zou dat veel extra werk opleveren.

Tabel 30 Resulterende WTW CO₂-emissie en kosten per MJ voor conventionele brandstof, brandstof met 15% biobrandstof bijgemengd en waterstof. Kosten zijn gespecificeerd voor verschillende olieprijs-niveau's

	WTW [g/MJ fin]	Kosten € /bbl			
		25 €/bbl	36,3 €/bbl	50 €/bbl	73,8 €/bbl
		[€/MJ]	[€/MJ]	[€/MJ]	[€/MJ]
Benzine/diesel	86,5	0,0059	0,0086	0,0119	0,0176
Bijmengen 15% biobrandstof	75,2	0,0079	0,0103	0,0132	0,0182
waterstof	54,7	0,0248	0,0272	0,0301	0,0352



Tabel 31 Data voor personen- en bestelvoertuigen

Personenauto's olieprijs = 25 €/bbl													
reductie-optie	TTW reductie	WTT reductie	additionele productie- kosten voertuig	additionele maatsch. kosten voertuig	baseline TTW emissie	jaar- kilometrage	levens- duur	aandeel in vloot	vermijdings kosten	reductie- potentieel WTW	over- blijvende emissie WTW 2030	reductie t.o.v. 2030	reductie t.o.v. 2005
	[%]	[%]	[€]	[€]	[g/km]	[km/j]	[j]	[%]	[€/ton]	[kton]	[kton]	[%]	[%]
<i>volumereductie</i>											19459	25%	19%
<i>verbeterde ICE (totaal)</i>	22%	0%	776	900									
<i>lichtgewicht conventioneel + aerodynamica (totaal)</i>	8%	0%	129	150									
<i>full hybrid aandrijving (totaal)</i>	20%	0%	950	1102									
<i>verbeterde ICE (SE t.o.v. GE tot 2030)</i>	10,6%		372	432	190,0	16000	13	100%	42,7				
<i>lichtgewicht conventioneel + aerodynamica (SE t.o.v. GE tot 2030)</i>	7,0%		120	140	170,0	16000	13	100%	-9,2				
<i>full hybrid aandrijving (SE t.o.v. GE tot 2030)</i>	20,0%		950	176	158,1	16000	13	16%	113,2				
TPMS	2,5%	0,0%	17	20	153,0	16000	13	100%	-44,0	486	18973	27%	21%
lichtgewicht conventioneel + aerodynamica	0,5%	0,0%	9	10	149,2	16000	13	100%	-0,5	95	18878	27%	21%
verbeterde ICE (extra)	11,5%	0,0%	404	468	148,4	16000	13	100%	74,6	2162	16716	36%	30%
LRRT	3,0%	0,0%	26	30	131,4	16000	2,5	100%	101,8	501	16215	38%	32%
efficiënte airco	0,6%	0,0%	22	25	127,5	16000	13	100%	101,2	97	16118	38%	33%
LVL	2,5%	0,0%	9	10	126,7	16000	1	100%	109,8	403	15715	39%	34%
full hybrid aandrijving	20,0%	0,0%	950	1102	123,6	16000	13	15%	225,3	471	15243	41%	36%
zuinig rijden incl. GSI	5,0%	0,0%	100	116	119,9	16000	13	100%	31,1	762	14481	44%	39%
bijmengen 10% biobrandstof	0,0%	8,7%	0	0	113,9	16000	13	100%	169,7	1266	13215	49%	45%
waterstofvoertuigen	48,6%	36,7%	560	30	170,0	16000	13	0%	323,7	0	13215	49%	45%
Bestelauto's olieprijs = 25 €/bbl													
reductie-optie	TTW reductie	WTT reductie	productie- kosten	maatsch. kosten	baseline TTW emissie	jaar- kilometrage	levens- duur	aandeel in vloot	vermijdings kosten	reductie- potentieel WTW	overblij- vende emissie WTW 2030	reductie t.o.v. 2030	reductie t.o.v. 2005
	[%]	[%]	[€]	[€]	[g/km]	[km/j]	[j]	[%]	[€/ton]	[kton]	[kton]	[%]	[%]
<i>volumereductie</i>											5013	8%	-1%
<i>verbeterde ICE (totaal)</i>	16,3%	0,0%	776	900									
<i>lichtgewicht conventioneel (totaal)</i>	6,0%	0,0%	9	10									
<i>verbeterde ICE (SE t.o.v. GE tot 2030)</i>	6,0%	0,0%	286	332	235,5	22000	15	100%	0,0	0	5013	8%	-1%
<i>lichtgewicht conventioneel (SE t.o.v. GE tot 2030)</i>	6,0%	0,0%	9	10	221,4	22000	15	100%	0,0	0	5013	8%	-1%
lichtgewicht conventioneel (extra)	1,0%	0,0%	1	1	208,0	22000	15	100%	-65,7	48	4964	9%	0%
TPMS	2,5%	0,0%	17	20	206,0	22000	15	100%	-55,0	124	4840	11%	2%
efficiënte airco	0,6%	0,0%	22	25	200,9	22000	15	100%	2,8	29	4811	12%	3%
LRRT	3,0%	0,0%	26	30	199,6	22000	2,5	100%	14,1	144	4667	14%	6%
verbeterde ICE (extra)	10,3%	0,0%	490	569	193,7	22000	15	100%	29,7	480	4187	23%	16%
LVL	2,5%	0,0%	9	10	173,7	22000	1	100%	27,2	105	4082	25%	18%
full hybrid aandrijving	18,5%	0,0%	950	1102	169,4	22000	15	25%	103,5	189	3893	29%	22%
zuinig rijden incl. GSI	5,0%	0,0%	100	116	161,5	22000	15	100%	-18,9	195	3698	32%	25%
bijmengen 10% biobrandstof	0,0%	8,7%	0	0	153,5	22000	15	100%	169,7	323	3375	38%	32%
waterstofvoertuigen	46,0%	36,7%	560	-321	220,0	22000	15	0%	311,9	0	3375	38%	32%

Tabel 32 Data voor vrachtwagens en bussen

Vrachtwagens olieprijs = 25 €/bbl													
reductie-optie	TTW reductie	WTW reductie	productie- kosten	maatsch. kosten	baseline TTW emissie	jaar- kilometrage	levensd- uur	aandeel in vloot	vermijdings kosten	potentieel	overblij- vende emissie WTW 2030	reductie t.o.v. 2030	reductie t.o.v. 2005
	[%]	[%]	€	€	[g/km]	[km/j]	[j]	[%]	€/ton	[kton]	[kton]	[%]	[%]
<i>volumereductie</i>											9646	8%	-22%
44 ton trucks	9,0%	0,0%	0	0	932,0	90000	8	50%	-67,4	434	9212	12%	-16%
60 ton trucks	20,0%	0,0%	5000	5000	890,1	90000	8	15%	-28,6	276	8936	15%	-13%
zuiniger motor	5,0%	0,0%	2000	2000	863,4	90000	8	100%	-3,4	447	8489	19%	-7%
LRRT	6,0%	0,0%	350	350	820,2	90000	0,8	100%	18,3	509	7980	24%	-1%
lekreductie airco	1,0%	0,0%	250	250	771,0	90000	8	0%	0,0	0	7980	24%	-1%
reductie luchtweerstand	6,0%	0,0%	3000	3000	771,0	90000	8	50%	22,2	239	7740	26%	2%
lange-afstandsvoertuigen	4,0%	0,0%	8000	8000	747,8	90000	8	15%	302,0	46	7694	27%	3%
lichtgewicht constructie	7,0%	0,0%	20000	20000	743,4	90000	8	0%	463,4	0	7694	27%	3%
zuinig rijden	5,0%	0,0%	350	350	743,4	90000	1	100%	23,7	385	7309	30%	8%
bijmengen 10% biobrandstof	0,0%	8,7%	0	0	706,2	90000	8	100%	169,7	639	6670	36%	16%
logistieke optimalisatie	10,0%	0,0%	0	0	644,9	90000	8	0%	0,0	0	6670	36%	16%
Bussen olieprijs = 25 €/bbl													
reductie-optie	TTW reductie	WTW reductie	productie- kosten	maatsch. kosten	baseline TTW emissie	jaar- kilometrage	levensd- uur	aandeel in vloot	vermijdings kosten	potentieel	overblij- vende emissie WTW 2030	reductie t.o.v. 2030	reductie t.o.v. 2005
	[%]	[%]	€	€	[g/km]	[km/j]	[j]	[%]	€/ton	[kton]	[kton]	[%]	[%]
<i>volumereductie</i>											783	-8%	-7%
zuiniger motor	5,0%	0,0%	2000	2000	927,0	60000	10	100%	6,8	39	744	-3%	-1%
LRRT	3,0%	0,0%	350	350	880,7	60000	1	100%	124,8	22	722	0%	2%
reductie luchtweerstand	3,0%	0,0%	3000	3000	854,2	60000	10	25%	133,9	5	716	1%	3%
hybride bussen	17,0%	0,0%	10000	10000	847,8	60000	10	100%	51,9	122	595	18%	19%
zuinig rijden	5,0%	0,0%	350	350	703,7	60000	1	100%	76,9	30	565	22%	23%
bijmengen 10% biobrandstof	0,0%	8,7%	0	0	668,5	60000	10	100%	169,7	49	516	29%	30%

4.5.7 De inzet van verschillende opties

Door de combinatie met volume-effecten hoeven de beschikbare technische opties niet volledig te worden ingezet om de beoogde 35% CO₂-reductie t.o.v. 2005 te realiseren.

Bij personenauto's gaan we ervan uit dat alle maatregelen m.b.t. de conventionele aandrijving en maatregelen die de energievraag aan de wielen verlagen worden ingezet. De extra inzet van hybride aandrijving bovenop wat in SE is verondersteld is t.o.v. eerdere berekeningen echter beperkt. Waterstofvoertuigen worden niet ingezet. Belangrijke redenen daarvoor zijn:

- Het realiseren van een significant aandeel waterstofvoertuigen hangt af van een vroegtijdige beslissing om te investeren in een waterstofinfrastructuur. Omdat dit in andere sectoren binnen Green4sure ook niet gebeurt is het onwaarschijnlijk dat dit binnen de verkeersector wel gerealiseerd kan worden (zeker gezien het feit dat de kosten van toepassing van waterstof in verkeer hoger zijn dan in vaste installaties).
- De (kosten-)effectiviteit van waterstofvoertuigen voor CO₂-reductie leunt sterk op de inzet van fossiele brandstoffen (m.n. aardgas) in combinatie met CO₂-opslag (CCS). In Green4sure wordt verondersteld dat het totaal beschikbare potentieel voor CCS beperkt is. De kosteneffectiviteit van CCS zal in andere sectoren groter zijn, zodat het niet realistisch is om te veronderstellen dat een deel van de beperkte capaciteit voor transport zal worden ingezet.

De combinatie van alle voor personenauto's veronderstelde maatregelen (gewogen volgens het % waarin ze in de vloot worden ingezet), leidt tot een parkgemiddelde TTW CO₂-emissie van 120 g/km (excl. Toepassing van biobrandstoffen). Dit komt grosso modo overeen met een parkgemiddelde typekeuringswaarde van 100 g/km. Dit resultaat kan worden gerealiseerd door vanaf 2020 een typekeuringsnorm voor CO₂ voor nieuwe auto's van iets minder dan 100 g/km te eisen. In de praktijk zal dit waarschijnlijk gerealiseerd worden door de norm in de periode 2020-2030 geleidelijk te verlagen, van bijv. 110 in 2020 naar 85 g/km in 2030.

Bij bestelauto's worden vergelijkbare inzetten van opties verondersteld als bij personenauto's. Bij vrachtauto's is de bijdrage van de optie 'logistieke optimalisatie' op 0% gezet omdat het effect hiervan zou leiden tot een dubbeltelling in relatie tot de veronderstelde effecten van volumebeleid. Ook is toepassing van lichtgewicht construeren niet meer verondersteld omdat deze optie te hoge vermijdingskosten heeft.

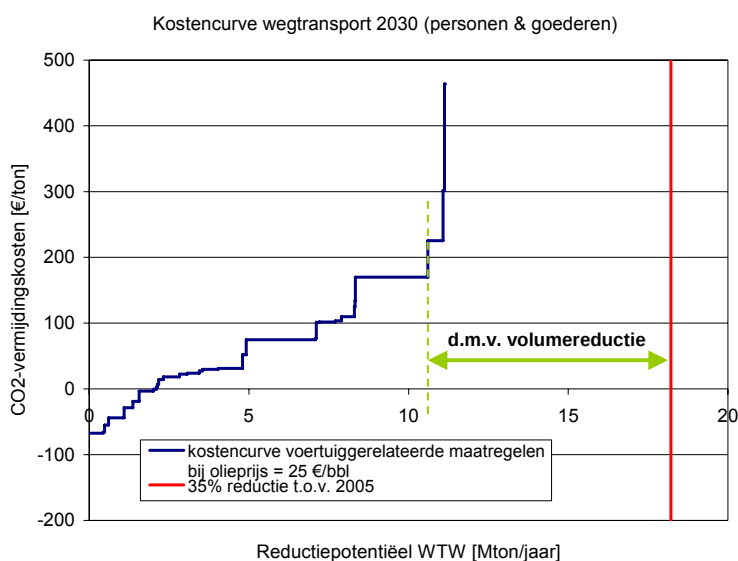
4.5.8 Kostencurve en totale reductie

In Figuur 19, Tabel 33 en Tabel 34 zijn de totaalresultaten weergegeven voor de kostencurve voor CO₂-reductie bij vervoer van personen en goederen over de weg. **Reductiepotentiëlen zijn uitgedrukt op basis van WTW-emissies³⁷.** De referentie is de emissie van wegvoertuigen in 2030 volgens het SE scenario.

Vermijdingskosten zijn berekend op basis van een veronderstelde olieprijs van 25 €/bbl = 32 US\$/bbl³⁸.

Tabel 34 laat zien dat een totale reductie t.o.v. 2005 van 37% bereikt wordt. Uitgangspunt van de berekeningen is het SE-scenario met daaraan toegevoegd de veronderstelde effecten van volumebeleid d.m.v. km-heffing en -doorberekening van een CO₂-prijs in de brandstofkosten a.g.v. een Europese klimaatbudget voor verkeer, en de hierboven berekende effecten van de toepassing van extra technische reductieopties op voertuigniveau. Daarbij is ook verondersteld dat als gevolg van gevoerd beleid en het duurder worden van auto's het aankoopgedrag zodanig wordt beïnvloed dat de autonome ontwikkeling van het gemiddeld gewicht van personen- en bestelauto's op 0% uitkomt.

Figuur 19 Kostencurve (t.o.v. SE-scenario) voor CO₂-reductie bij verschillende vervoerwijzen voor **vervoer van personen en goederen over de weg** in 2030 berekend op basis van data uit literatuur gecombineerd met aannames over schaal- en leereffecten en effecten van innovatie tussen 2005 en 2030. De veronderstelde olieprijs is 25 €/bbl



De reductiepotentiëlen zoals voor de verschillende opties weergegeven in Figuur 19 (breedte van de plateaus) is niet gebaseerd op het maximale potentieel maar op de veronderstelde inzet in het Green4sure scenario. Om die reden zijn hebben de laatste opties op de curve (waterstof toegepast in personen- en bestelauto's en lichtgewicht constructie van vrachtwagens) een potentieel van nul. Vol-

³⁷ Een grove terugrekening naar TTW (tank-to-wheel) kan door deze waarden te delen door 1,18.

³⁸ Veronderstelde conversie: 1 € = 1,3 US\$.

ledige vervanging van alle personen- en bestelauto's door brandstofcelvoertuigen, rijdend op waterstof geproduceerd uit aardgas in combinatie met CO₂-afvang en opslag, zou een incrementeel reductiepotentieel hebben van zo'n 7,5 Mton.

Binnen de deelsector personenauto's is een CO₂-reductie van 45% t.o.v. 2005 haalbaar. Voor bestelauto's leiden alle opties tezamen tot een reductie van 32% t.o.v. 2005. Voor vrachtauto's is de emissie in 2030 bij toepassing van alle reductiemaatregelen nog steeds 16% lager dan in 2005. Bij bussen wordt een reductie van 30% gerealiseerd.

Resultaten van bovenstaande exercitie zijn aangeleverd aan ECN voor verdere evaluatie m.b.t. totale CO₂-reductie en totale kosten.

Tabel 33 Data m.b.t. WTW-reductiepotentiëlen en CO₂-vermijdingskosten voor wegvervoermiddelen, zoals verwerkt in de kostencurve van Figuur 19. Data gelden voor 2030 t.o.v. het SE-scenario met een veronderstelde olieprijs van 25 €/bbl

			WTW-reductie-potentieel [Mton/j]	Cumulatieve reductie WTW [Mton/j]	Vermijdings-kosten [€/ton]
1	vrachtwagens	44 ton trucks	0,43	0,43	-67,4
2	bestelauto	lichtgewicht conventioneel (extra)	0,05	0,48	-65,7
3	bestelauto	TPMS	0,12	0,61	-55,0
4	personenauto	TPMS	0,49	1,09	-44,0
5	vrachtwagens	60 ton trucks	0,28	1,37	-28,6
6	bestelauto	zuinig rijden incl. GSI	0,19	1,56	-18,9
7	vrachtwagens	zuiniger motor	0,45	2,01	-3,4
8	personenauto	lichtgewicht conventioneel + aerodynamisch	0,09	2,11	-0,5
9	bestelauto	efficiënte airco	0,03	2,13	2,8
10	bussen	zuiniger motor	0,04	2,17	6,8
11	bestelauto	LRRT	0,14	2,32	14,1
12	vrachtwagens	LRRT	0,51	2,83	18,3
13	vrachtwagens	reductie luchtweerstand	0,24	3,07	22,2
14	vrachtwagens	zuinig rijden	0,38	3,45	23,7
15	bestelauto	LVL	0,10	3,56	27,2
16	bestelauto	verbeterde ICE (extra)	0,48	4,04	29,7
17	personenauto	zuinig rijden incl. GSI	0,76	4,80	31,1
18	bussen	hybride bussen	0,12	4,92	51,9
19	personenauto	verbeterde ICE (extra)	2,16	7,08	74,6
20	bussen	zuinig rijden	0,03	7,11	76,9
21	personenauto	efficiënte airco	0,10	7,21	101,2
22	personenauto	LRRT	0,50	7,71	101,8
23	bestelauto	full hybrid aandrijving	0,19	7,90	103,5
24	personenauto	LVL	0,40	8,30	109,8
25	bussen	LRRT	0,02	8,32	124,8
26	bussen	reductie luchtweerstand	0,01	8,33	133,9
27	personenauto	bijmengen 10% biobrandstof	1,27	9,60	169,7
28	bestelauto	bijmengen 10% biobrandstof	0,32	9,92	169,7
29	vrachtwagens	bijmengen 10% biobrandstof	0,64	10,56	169,7
30	bussen	bijmengen 10% biobrandstof	0,05	10,61	169,7
31	personenauto	full hybrid aandrijving	0,47	11,08	225,3
32	vrachtwagens	lange-afstandsvoertuigen	0,05	11,12	302,0
33	bestelauto	waterstofvoertuigen	0,00	11,12	311,9
34	personenauto	waterstofvoertuigen	0,00	11,12	323,7
35	vrachtwagens	lichtgewicht constructie	0,00	11,13	463,4

Tabel 34 Totale reducties per deelsector op basis van toepassing van alle in de kostencurve opgenomen opties. Referentie is het SE-scenario. 2005-data zijn lineair gemiddeld tussen de data voor 2000 en 2010. 1990 data zijn indicatief bepaald door het verschil tussen statistische data voor 1990 en 2005 af te trekken van de uit de WLO-data bepaalde getallen voor 2005

	TTW			WTW			absolute reductie G4S t.o.v. SE 2030			relatieve reductie G4S	relatieve reductie G4S	relatieve reductie G4S
	totale emissie SE	totale emissie SE	totale emissie SE	totale emissie SE	totale emissie SE	totale emissie SE	t.o.v. SE 2030			relatieve reductie G4S	relatieve reductie G4S	relatieve reductie G4S
	[Mton]	[Mton]	[Mton]	[Mton]	[Mton]	[Mton]	[Mton]	[Mton]	[Mton]	[%]	[%]	[%]
	1990	2005	2030	1990	2005	2030	totaal	volume	techniek	t.o.v. 1990	t.o.v. 2005	t.o.v. 2030
personenauto's	15,50	20,20	21,94	18,33	23,89	25,95	12,73	6,49	6,24	28%	45%	49%
bestelauto's	1,32	4,16	4,57	1,57	4,96	5,45	2,07	0,44	1,64	-114%	32%	38%
vrachtauto's totaal	5,44	6,63	8,77	6,50	7,93	10,49	3,81	0,84	2,98	-3%	16%	36%
bussen	0,55	0,62	0,61	0,66	0,74	0,73	0,21	-0,06	0,27	22%	30%	29%
wegtransport totaal				27,06	37,52	42,60	18,83	7,70	11,13	-1%	37%	51%
doel Green4sure						24,39	18,22				35%	

4.6 Kostencurves voor CO₂-reductie in overige verkeerssectoren

Bepaling van de CO₂-reducties en bijbehorende kosten in andere sectoren (mobiele werktuigen, luchtvaart, zeescheepvaart, binnenvaart en spoor) is uitgevoerd door ECN op basis van de in hun modellen toegepaste cijfers voor CO₂-reductiepotentiëlen en kosten en de in dit hoofdstuk voor Green4sure voorgestelde beleidsmaatregelen.

4.7 Resultaten ECN m.b.t. overall reductie en kosten

Op basis van input van CE over de voorgestelde beleidsmaatregelen in de transportsector en de kosten en potentiëlen voor CO₂-reductie in het wegtransport en eigen data m.b.t. de overige vervoerwijzen heeft ECN voor Green4sure een onafhankelijke berekening uitgevoerd van de totale CO₂-reductie in de transportsector, alsmede van de daaraan verbonden totale kosten. De resultaten hiervan zijn gerapporteerd in ECN-rapportage Green4sure (hoofdstuk 12). Deze berekeningen bevestigen dat met de voorgestelde maatregelen en de daaruit volgende inzet van reductieopties een totale reductie van ruim 35% t.o.v. 2005 wordt gerealiseerd.

De totale kosten van de in Green4sure ingezette CO₂-reducties in de transportsector bedragen volgens ECN zo'n € 3,1 miljard per jaar, waarvan 0,7 miljard voor de verhoogde inzet van biobrandstoffen en de rest voor efficiencyverbetering en andere maatregelen.

4.8 Conclusies

Green4sure beoogt in 2030 de CO₂-emissies van de wegtransportsector met 35% te hebben gereduceerd t.o.v. 2005. Voor overige sectoren geldt een reductiedoel van 50% t.o.v. 2005. In dit hoofdstuk hebben we de beleidsmaatregelen beschreven die in Green4sure voorzien zijn voor de realisatie van deze doelen. Bovendien is aangetoond dat door een effectieve mix van technische maatregelen aan voertuigen, toepassing van biobrandstoffen, gedragsmaatregelen en volumereductie het gestelde doel haalbaar is.



5 Industrie

5.1 Inleiding

5.1.1 Green4sure

Deze sectoranalyse richt zich op de sector industrie. Dit is inclusief de raffinaderijen³⁹.

Green4sure is een plan van maatschappelijke organisaties om de Nederlandse uitstoot van broeikasgassen in 2030 te halveren ten opzichte van 1990. Green4sure richt zich daarbij niet in eerste instantie op technische maatregelen, maar meer op beleidsinstrumenten om deze ambitieuze doelstelling te halen. Die instrumenten moeten als effect hebben dat het doel tegen de laagst acceptabele en haalbare kosten wordt gehaald. Daarom wordt zoveel mogelijk gebruik gemaakt van marktinstrumenten. Voor de industrie is EU ETS het belangrijkste marktinstrument.

Green4sure is een Nederlands plan, maar klimaatbeleid is mondiaal beleid. Een Nederlandse *alleingang* is zinloos, maar Nederland kan wel een koplopersrol vervullen. Green4sure kiest er daarom voor om nationaal te doen wat nationaal kan, en in EU-verband wat in EU-verband moet. Voor de industrie zullen de belangrijkste beleidsinstrumenten Europees zijn, maar er is ook ruimte voor Nederlands beleid.

Niet elke sector kan een even grote bijdrage leveren aan de uitstootvermindering. Uitstootvermindering is kostbaar, en de kostenverhoging kan de concurrentiepositie schaden van sectoren die aan internationale concurrentie blootstaan, zoals bijvoorbeeld de industrie. Zelfs bij mondiale afspraken over klimaatbeleid is het niet te verwachten dat industriële bedrijven in ontwikkelingslanden even grote inspanningen moeten leveren als bedrijven in Europa. Green4sure kiest er daarom voor om de industrie een lager reductiedoel te geven dan beschermde sectoren en om grenseffecten te beperken door aan de grenzen van de EU maatregelen te nemen.

Green4sure verandert niet alleen de relatieve factorkosten (energie wordt relatief duurder, maar arbeid goedkoper) maar ook de omstandigheden op de afzetmarkt (minder vraag naar energie-intensieve producten, meer vraag naar producten die in andere sectoren besparingen kunnen opleveren: lichtere constructiematerialen, nieuwe bouwmaterialen, enzovoort). Bedrijven zullen hun R&D inspanningen gaan verhogen en heroriënteren. Dit is iets waar bedrijven goed in zijn en waar ze in principe weinig ondersteuning bij nodig hebben. Het kan echter zinvol zijn om, gelet op de ambitieuze doelstellingen, innovatie meer te stimuleren dan nu gebeurt.

³⁹ Dit in afwijking van het hoofdrapport van Green4sure, waarin de raffinaderijen buiten de sector 'industrie' vallen.

Een goed innovatieklimaat kan een positieve vestigingsfactor worden en een positieve bijdrage leveren aan de concurrentiepositie en een deel van de eventuele verslechtering als gevolg van het klimaatbeleid tenietdoen.

Concluderend, om de concurrentiepositie van de industrie te beschermen, kiest Green4sure ervoor om:

- 1 De industrie een lager reductiedoel te geven dan bijvoorbeeld een beschermde sector als de gebouwde omgeving.
- 2 De kosteneffectiviteit te bewaken door voort te gaan met EU ETS en de industrie toegang te geven tot JI en CDM credits.
- 3 Stimulering van innovatie.
- 4 Maatregelen aan de grenzen van de EU.

Green4sure richt zich er op randvoorwaarden te scheppen waarmee de Nederlandse industrie, binnen de Europese context, zeer innovatief en energie-efficiënt is, en maximaal gebruikt maakt van de voordelen die de Nederlandse delta biedt.

5.1.2 Industrie in Nederland

Energie-intensieve industrie

Nederland heeft veel energie-intensieve industrie. Raffinaderijen, basischemie en staalindustrie zijn in sterke mate in ons land geconcentreerd. De industrie levert een aanzienlijke bijdrage aan de Nederlandse uitstoot van broeikasgassen⁴⁰. Wel is in de laatste 20 jaar de emissie slechts beperkt toegenomen doordat energie-efficiëntie maatregelen zijn getroffen. De concentratie van de bedrijven in de nabijheid van grote energiegebruikers (glastuinbouw, huishoudens) biedt verder belangrijke kansen om juist hier de meest efficiënte productie en netwerken te realiseren.

Terugblik

Hoofdstuk 2 richt zich op een terugblik: wat voor beleid is er in de afgelopen jaren gevoerd en wat heeft dat opgeleverd? Daarbij blijkt dat in de afgelopen jaren bedrijven, gestimuleerd door beleid vanuit de rijksoverheid, veel maatregelen hebben getroffen om de energie-efficiëntie te verhogen. Na 2000 is echter bij de grootste bedrijven het tempo van energiebesparing terug gevallen. Ondanks besparingsmaatregelen is er nu toch sprake van een netto groei van het energiegebruik. Daarna wordt ingegaan op het staande beleid, waaronder het EU-handelssysteem voor CO₂, waarmee tot 2012 een plafond aan de emissies wordt gesteld.

Een bijzonder punt van aandacht vormen de emissies van 'Overige Broeikasgassen', methaan (CH₄), lachgas (N₂O), en diverse fluorverbindingen (zoals PFK's en SF₆). Naast CO₂ leveren ook deze gassen een bijdrage aan het broeikaseffect. Ingegaan wordt op het beleid voor deze stoffen en de resultaten die het tot nog toe heeft opgeleverd.

⁴⁰ Naast CO₂ ook andere 'overige' broeikasgassen, zoals N₂O.



Vooruitblik

In paragraaf 5.3 gaat de blik vooruit: welke 'technische' maatregelen zijn in beginsel mogelijk om de emissies terug te dringen (het 'reductiepotentieel'). Het beeld is dat er nog veel rendabele maatregelen 'op de plank blijven liggen'. De oorzaken daarvan worden aangeduid.

De paragraaf eindigt met een beschrijving van initiatieven die overheden en bedrijven zouden moeten nemen om daadwerkelijk de technisch en economisch haalbare mogelijkheden gerealiseerd te krijgen. Wat is nodig om in de komende 25 jaar te komen tot de noodzakelijke verbetering van energie-efficiëntie en afname van CO₂-emissies?

Level playing field: toekomst voor de industrie

De energie-intensieve bedrijven maken merendeels deel uit van internationaal opererende bedrijven. Ze produceren voor internationale markten. In Europees verband wordt klimaatbeleid geformuleerd en worden plafonds gesteld voor grote emittenten. Een verdere aanscherping van Europese emissieplafonds is ook in Green4sure een belangrijk instrument.

De Europese plafonds hebben als consequentie dat bedrijven in Europa geconfronteerd worden met een strenger klimaatbeleid dan bedrijven in andere landen, terwijl ze hun producten op de mondiale markten afzetten. Europees klimaatbeleid is daarmee een punt van zorg voor bedrijven in Europa. Green4sure zet zich er voornamelijk op in dat bedrijven een maximale inspanning leveren om CO₂-emissies te reduceren, zonder dat dat leidt tot een verschuiving van productie. Dat zou immers leiden tot het verschuiven van CO₂-emissies naar andere landen zonder enig positief klimaateffect.

5.2 Terugblik

5.2.1 Ontwikkelingen CO₂-emissies energie-intensieve industrie

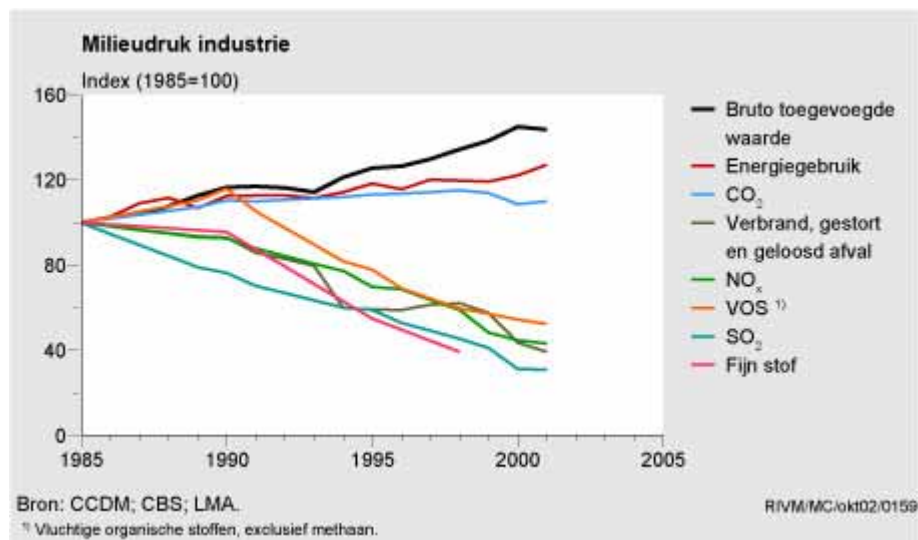
Het energieverbruik van de industrie is in de afgelopen decennia gestegen. Zo steeg het e-verbruik van de grootste verbruikers is gestegen van 668 PJ in 1999 tot 708 PJ in 2004, een toename van 1,2% per jaar⁴¹. Deze stijging gaat echter minder hard dan de stijging van de productieomvang (uitgedrukt in Bruto Toegevoegde Waarde). De CO₂-emissies vertonen over de periode 1985 – 2001 een geringe stijging⁴².

De CO₂-emissies liggen per 2005 op 44,2 Mton, ca. 25% van de totale emissie van Nederland. Hiervan nemen de raffinaderijen 11,1 Mton voor hun rekening. De ontwikkeling van de CO₂-emissies is, tegelijk met die van andere emissies naar de lucht, weergegeven in Figuur 20.

⁴¹ Jaarverslag commissie Benchmark, 2005.

⁴² In Figuur 20 ontbreken de CO₂-emissies van zgn. joint-venture WKK-installaties. Dit zijn installaties die gezamenlijk eigendom zijn van een industrieel en een energiebedrijf. Ze leveren stroom aan het net van het energiebedrijf en warmte aan het proces van het industriële bedrijf. Het CBS boekt de emissies van deze installaties onder de elektriciteitsproductiesector. In gebruik name van joint-venture WKK installaties verklaart de verlaging van de emissies in het jaar 2000.

Figuur 20 Ontwikkeling industriële emissies CO₂; doelgroep industrie (excl. Raffinaderijen), 1985-2001



Uit de figuur blijkt dat de CO₂-emissies beperkt zijn toegenomen, terwijl de Bruto Toegevoegde Waarde fors is toegenomen. De belangrijkste reden hiervoor is dat veel industriële bedrijven in de afgelopen jaren forse besparingen hebben gerealiseerd. Procesengineers hebben talloze reële energiebesparingsmogelijkheden in kaart gebracht en gerubriceerd op het te behalen rendement. Een aanzienlijk deel daarvan is ook in uitvoering genomen⁴³.

Definitie tempo van energiebesparing

Een punt van aandacht is dat voor het vaststellen t.a.v. het tempo van industriële energiebesparing in Nederland verschillende uitgangspunten worden gehanteerd, waardoor cijfers vaak niet goed vergelijkbaar zijn.

In de eerste plaats wordt het besparingstempo soms gelegd naast de ontwikkeling in toegevoegde waarde en soms in productievolume. In het eerste geval leidt het omschakelen naar producten met hogere toegevoegde waarde tot een hoger besparingstempo, in het tweede niet. Een tweede punt is dat soms het non-energetische gebruik (d.w.z. de energie-inhoud van de feed-stock) wordt meegenomen, en in andere gevallen niet. ECN heeft op verzoek van de Minister van EZ een definitie opgesteld (Boonekamp, 2005). In deze definitie wordt de besparing gerelateerd aan het productievolume (dus niet de toegevoegde waarde), en gebaseerd op de totale invoer van energie in industriële processen (incl. het non-energetische deel).

Het heeft echter ook een bepaalde logica om het besparingstempo te relateren aan alleen het energetische deel, omdat de CO₂-emissies van industriële processen voor het overgrote deel worden bepaald door het energetische gebruik.

⁴³ 'Meer energiebesparing voor de chemie in Rijnmond kansen - barrières - oplossingen' (De Wilde en Stienstra, 2006).

5.2.2 Energiebeleid industrie

Het nationale energiebeleid is sinds de oliecrisis gericht geweest op het stimuleren van energiebesparing en het stimuleren van WKK. Dit is vooral gebeurd op basis van vrijwilligheid, via convenanten en subsidies. De belangrijkste instrumenten zijn geweest:

- 1 Convenanten.
- 2 Subsidies voor het treffen van maatregelen:
 - stimulering energiebesparing;
 - stimulering WKK;
 - stimulering aanpak 'Overige Broeikasgassen'.
- 3 Subsidies gericht op stimulering van innovaties.
- 4 Vergunningverlening op basis van de Wet milieubeheer.
- 5 CO₂-emissiehandel.
(EU-beleid)

De eerste twee sporen, convenanten en subsidies, zijn primair stimulerende instrumenten. Vergunningverlening op grond van de Wet milieubeheer is een regulerend instrument, met een juridische verplichting. Een verplichting en potentiële financiële prikkel gaan uit van de emissieplafonds en het handelssysteem voor CO₂ dat vanaf 2005 op Europees niveau van kracht is geworden.

Convenanten

De belangrijkste convenanten zijn:

- Meerjaren Afspraken Energiebesparing 1;
- Meerjaren Afspraken Energiebesparing 2;
- Convenant Benchmarking Energie-efficiëntie.

MJA1

De eerste serie meerjarenafspraken energiebesparing is overeengekomen in 1989. De afspraken zijn gemaakt tussen de sector en het rijk. Per sector is daarbij een duidelijk omschreven, kwantitatief toetsbaar doel afgesproken. Zo is voor de chemie een energie-efficiëntie verbetering afgesproken van 20%, te bereiken in 2000. Dit doel werd gerealiseerd: de efficiency verbeterde met in totaal 25%.

De MJA1 was sterk 'vrijwillig' van karakter. Zo geldt dat de energiebesparingsrapporten die de bedrijven opstelden een vertrouwelijk karakter hadden. Tussen 1989 en 2000, de looptijd van deze eerste serie, is de energie-efficiëntie van de bedrijven toegenomen met 22,3%, ca. 2% per jaar. Dit heeft een besparing opgeleverd van 157 PJ aan energie, wat weer overeenkomt met 9 Mton aan CO₂-emissies. De meeste bedrijfstakken hebben de doelstellingen gehaald.

MJA2

De tweede serie Meerjaren Afspraken Energiebesparing, de MJA2, richt zich op een andere groep bedrijven dan de eerste serie. De grootste verbruikers doen er niet meer aan mee (zij vallen onder het convenant Benchmarking). Anderzijds doen naast industriële bedrijven ook bedrijven uit de dienstensector mee. De tweede serie is steviger ingezet, en kent duidelijke *plichten en ambities*.

MJA2: Plichten en ambities

De MJA2 heeft een looptijd van twaalf jaar, verdeeld in drie periodes van vier jaar. Een aangesloten bedrijf verplicht zich tot het volgende:

- Elke vier jaar maakt het bedrijf een energiebesparingsplan in overleg met het Bevoegd Gezag. In het EBP beschrijft het bedrijf welke rendabele maatregelen worden genomen en met welke verbredingsthema's het bedrijf aan de slag gaat.
- Per aangesloten MJA-branche wordt zover mogelijk een maatregelenlijst opgesteld. Bedrijven voeren de rendabele energie-efficiëntiemaatregelen van die lijst uit⁴⁴.
- Op grond van alle EBP's in een branche wordt een branchedoelstelling vastgesteld. Die wordt vastgelegd in een Meerjarenplan (MJP).
- Binnen twee jaar na deelname heeft het bedrijf een systeem van energiezorg volgens de SenterNovem-referentie.
- Het bedrijf spreekt doelstellingen af voor verbredingsthema's.
- Op termijn spant het bedrijf zich ook in om maatregelen te nemen die een langere terugverdientijd hebben.
- Jaarlijks dient het bedrijf te rapporteren aan het Bevoegd Gezag, SenterNovem en de brancheorganisatie over de uitvoering van het EBP en de implementatie van energiezorg.

Bron: website SenterNovem: Meerjaren-Afspraken Energiebesparing.

Tussen 2001 en 2004 is hiermee in de industrie een energie-efficiëntie verbetering van 11,3% gerealiseerd, gemiddeld ca. **2,9% per jaar**. Het besparingstempo ligt hiermee hoger dan tijdens de looptijd van de MJA1. Van deze 2,9% is ca. 2,1% het gevolg van verbeteringen in de procesefficiency, en ca. 0,8% van maatregelen in de keten⁴⁵.

Bij de ramingen van energie-efficiëntie verbetering geldt dat binnen de MJA's andere definities voor energiebesparing worden gehanteerd dan de standaard van ECN (Boonekamp, 2005). Deze leidt tot relatief hoge waarden voor het besparingstempo (tot een factor 2 hoger dan cf. de ECN-definitie).

Convenant Benchmark Energie-efficiëntie

Het Convenant Benchmarking CO₂ is beperkt tot de grootste verbruikers van energie, het gaat om de bedrijven met een emissie van meer dan 0,5 PJ per jaar⁴⁶. Het gaat daarbij zowel om industriële bedrijven als om bedrijven in de e-sector. Doelstelling is dat de bedrijven per 2012 behoren tot de wereldtop qua energie-efficiëntie. Daartoe onderzoeken bedrijven eerst hoever ze af staan van de wereldtop. Dit heet de 'benchmark'. Daarna maken ze een energie-efficiëntie plan (EEP) waarin ze beschrijven welke maatregelen ze gaan treffen om het 'gat' tot de wereldtop te dichten.

Het convenant levert minder resultaat op dan met de voorgestelde plannen werd beoogd. Stelden de industriële bedrijven in hun plannen voor in 2004 een energiebesparing van 50,3 PJ te realiseren, uit de monitoring blijkt dat 33,4 PJ bespa-

⁴⁴ De maatregelenlijst is gebaseerd op alle maatregelen met een terugverdientijd < 5 jaar.

⁴⁵ In de sector voedingsmiddelenindustrie lag de besparing lager: gemiddeld op 1% per jaar.

⁴⁶ Dit komt overeen met een aardgasverbruik van ca. 15 miljoen m³ aardgas (equivalent).



ring is gerealiseerd⁴⁷. De verbetering van de energie-efficiëntie blijkt gemiddeld over de periode 1999 – 2004 te liggen op 0,9% per jaar⁴⁸.

Betrokkenen bij het convenant Benchmarking Energie-efficiëntie plaatsen kritische kanttekeningen bij het convenant. Het blijkt moeilijk om eenduidig vast te stellen wat de wereldtop is. Daarbij is dit voor buitenstaanders moeilijk verifieerbaar. Daarbij blijkt het ambitieniveau vaak beperkt omdat de wereldtop is gedefinieerd als de beste 10% ter wereld. Zo geldt dat in de benchmark voor de kolencentrales de bestaande Nederlandse kolencentrales als wereldtop werden geclassificeerd. Deze hebben een energetisch rendement van ca. 40%. Bij de vestiging van een nieuwe kolengestookte elektriciteitscentrale op de Maasvlakte blijkt echter dat met de huidige beschikbare technologie een veel hogere efficiency haalbaar is, van 46 - 48% (CE, 2005).

Het convenant Benchmarking Energie-efficiëntie is grotendeels buiten werking sinds de intrede van de Emissiehandel CO₂ op EU-niveau per 1 januari 2005. Met emissiehandel kunnen bedrijven zelf bepalen waar ze hun reductie realiseren, en vervalt dus de ambitie om per 2012 over de hele linie bij de 'wereldtop' te behoren. De bedrijven hoeven geen EEP's meer op te stellen. Wel moeten ze nog een keer de afstand tot de wereldtop (ATW) vaststellen en jaarlijks hun energieprestaties blijven monitoren⁴⁹.

Vergelijking energiebesparing onder MJA1, MJA2 en Convenant benchmarking energie-efficiëntie

Figuur 21 geeft een overzicht van de gerealiseerde energiebesparing per beleidsinstrument in de periode van 1989 tot 2004. Uit de figuur blijkt dat:

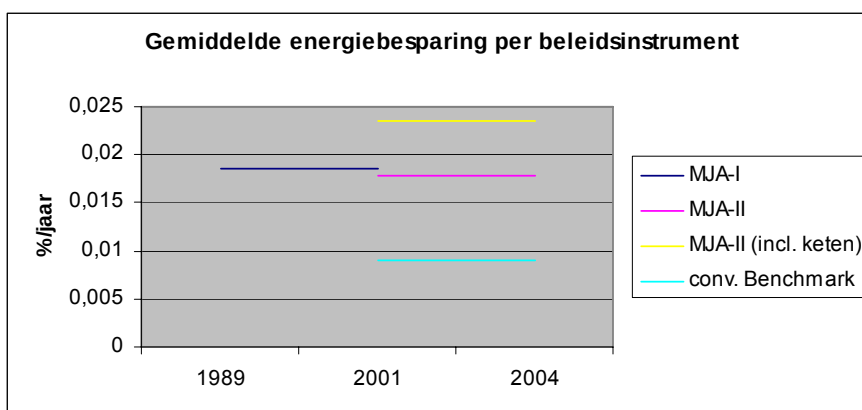
- onder de eerste generatie MJA's een forse energiebesparing werd gerealiseerd (ca. 1,9% per jaar);
- onder de MJA2 de energiebesparing op een vergelijkbaar niveau is gebleven;
- onder het convenant Benchmarking energie-efficiëntie het tempo van besparing is terug gevallen tot minder dan 1%.

⁴⁷ In plaats van de geplande 1.126 maatregelen werden er 779 uitgevoerd. Als oorzaken voor de achterblijvende energiebesparing noemt het monitoringrapport: storingen, een kleinere inzet van WKK en een mindere efficiënte inzet van installaties.

⁴⁸ Ter illustratie: bij de elektriciteitsproductiebedrijven verbeterde tussen 1999 en 2004 de energie-efficiëntie met 0,3%, met in het laatste jaar een *verslechtering met 1%*.

⁴⁹ Het convenant Benchmarking energie-efficiëntie en de plicht tot het bepalen van de benchmark en de afstand blijven wel belangrijk voor het emissiehandelssysteem, omdat de AWT (afstand tot de wereldtop) als uitgangspunt voor de allocatie van emissierechten wordt gehanteerd. Hoe verder van de top, des te minder rechten.

Figuur 21 Gemiddelde energiebesparing per beleidsinstrument



Stimuleringsbeleid WKK

Het gebruik van Warmte-Kracht Koppeling is in de jaren '80 en '90 sterk gestimuleerd via subsidieregelingen. De belangrijkste regelingen waren MAP (Milieu Actie Programma), BSET-WKK (Besluit Subsidies Energiebesparingstechnieken WKK) en MEP (Milieukwaliteit Elektriciteitsproductie). Deze financiële incentives vanuit de overheid hebben in de jaren '80 en '90 geleid tot een forse toename van het geïnstalleerde WKK-vermogen, tot 4.080 MW per 2003 (ECN, 2005). Hiervan is het merendeel een joint venture tussen een industrieel bedrijf en een elektriciteitsbedrijf.

Vanaf 1998 is de toename van de toepassing van WKK echter gestagneerd. Als verklaring hiervoor wordt aangevoerd:

- dalende energieprijzen;
- liberalisatie van de energiemarkt;
- (plotselinge) wijzigingen in subsidieregelingen vanuit de overheid. Dit geldt onder andere ten aanzien van de MAP en MEP.

Vergunningen Wet milieubeheer

Op grond van de Wet milieubeheer (1993) behoren provincies en gemeenten in milieuvergunningen eisen te stellen aan 'een zuinig verbruik van grondstoffen en energie'. Het belangrijkste hulpmiddel is de 'Circulaire Energie in de milieuvergunning' uit 1999 (Infomil, 1999). Een belangrijk criterium hierin is een terugverdientijd van 5 jaar^{50, 51}. De aanpak is voor een belangrijk deel gebaseerd op energiebesparingsonderzoeken. Bedrijven huren een extern adviseur in, die het door licht op potentieel voor energiebesparing⁵². De 'rendabele' maatregelen moeten vervolgens door het bedrijf worden getroffen, en kunnen zonodig via vergunningverlening en handhaving worden afgedwongen. Bij gebrek aan naleving kan een handhavingstraject worden ingezet.

⁵⁰ Een probleem bij de uitvoering van deze taak is juist ook dat de hulpmiddelen niet direct bij de komst van de Wet beschikbaar waren.

⁵¹ Alternatief is een interne rentevoet van 15%.

⁵² Bij grootverbruikers (energiegebruik groter dan fl 100.000,-) gaat het dan om een standaard e-besparingsonderzoek, bij middelgrote verbruikers om een korte quick scan.



De betrokken overheden en bedrijven geven aan dat energiebesparing via de Wm-vergunningen vaak moeizaam loopt:

- De sterk getrapte aanpak getrapd leidt tot een forse administratieve lastendruk voor bedrijven en overheden, die vaak niet in verhouding staat tot de bereikte energiebesparing.
- Overheden hebben niet altijd de know-how en bedrijfsprocessen te beoordelen. Dit geldt zeker voor gecompliceerde industriële processen.
- Er zijn grote verschillen tussen gemeenten en provincies in de prioriteit en aanpak van dit deel van de Wm⁵³.

De ervaringen zijn gunstiger wanneer vergunningverlening werkt als stok achter de deur voor duidelijke convenantafspraken, zoals bij de MJA2. Op grond van de Wet milieubeheer hebben overheden dan een instrument om de afgesproken maatregelen zonodig via de vergunning af te dwingen.

Subsidies

Regelingen

De rijksoverheid heeft in de loop van de jaren een flink aantal subsidieregelingen ingesteld voor energiebesparing, WKK en duurzame energie.

De regelingen zijn te onderscheiden in:

- 1 Regelingen voor het stimuleren van R&D.
- 2 Stimuleringsregelingen voor het treffen van concrete energiebesparingsmaatregelen.
- 3 Stimuleringsregelingen voor het toepassen van duurzame energie.

Tabel 35 geeft een overzicht van lopende regelingen^{54, 55}. Het aantal regelingen is groot en er zijn discontinuïteiten in de uitvoering (stopzetten EIA). Het stroomlijnen van de subsidieregelingen en het borgen van continuïteit worden gezien als belangrijke factoren voor krachtig stimuleringsbeleid voor innovatie.

⁵³ Een positief voorbeeld is de gemeente Amsterdam, waar preventie van energie en afval een belangrijk aandachtspunt in de uitvoering van de Wm-taken.

⁵⁴ In de afgelopen jaren is er een groot aantal subsidieregelingen geweest die zijn beëindigd. Deze zijn niet in de tabel opgenomen. In diverse gevallen zijn 'oude' regelingen min of meer ondergebracht in 'nieuwe' regelingen.

⁵⁵ Het overzicht geeft regelingen vanuit de rijksoverheid. Daarnaast zijn er diverse stimuleringsregelingen voor energiebesparing vanuit provincies en vanuit de Europese Unie.

Tabel 35 Subsidieregelingen voor energiebesparing in de industrie

Regeling	Volledige naam	Type	Doel	Budget	Looptijd
Onderzoek en ontwikkeling					
EOS Demo	Energie Onderzoek Subsidies: Demonstratie	Subsidie (R&D, market intro)	Ontwikkeling van nieuwe technologie te stimuleren, gericht op duurzame energievoorziening	€ 14.125 miljoen (2006)	2001-heden (EOS algemeen)
EOS ES	Energie Onderzoek Subsidies: Energie en Samenwerkingsprojecten	Subsidie (Network)	Idem EOS-demo	€ 10 miljoen (2006)	2001-heden (tot 01-2006 Innovatiesubsidie samenwerkingsprojecten IS)
EOS LT	Energie Onderzoek Subsidies: Lange Termijn	Subsidie (R&D)	Idem EOS-demo	€ 28,3 miljoen (2006)	2001-heden
EOS NEO	Energie Onderzoek Subsidies: Programma Nieuw Energie Onderzoek	Subsidie (R&D)	Idem EOS-demo	€ 1,8 miljoen (2006)	2001-heden
Marktintroductie/ exploitatie					
EIA	Energie-Investeringsaftrek	Subsidie (fiscaal)	Energiebesparing door investeringen in energiebesparende bedrijfsmiddelen.	€ 137 miljoen	1997-heden
MIA	Milieu-investeringsaftrek	Subsidie (fiscaal)	investeringen in milieuvriendelijke apparatuur	€ 123 miljoen	2000-heden
VAMIL	Willekeurige Afschrijving Milieu-investeringen	Subsidie (fiscaal)	investeringen in milieuvriendelijke apparatuur	€ 38 miljoen	1991-heden
UKR	Unieke Kansen Regeling	Subsidie (network, market intro)	transitie naar een duurzame energiehuishouding	€ 15 miljoen	2004-heden Opvolger van (OTC)
Convenanten					
MJA-convenant2	Meerjarenafspraken2-convenant	Convenant	Energie-efficiëntie realiseren bij bedrijven en in de productieketen. Bedrijven ondersteunen bij het opstellen van energiebesparingsplannen		2002-2012
Stimulering gebruik duurzame energie					
MEP ⁵⁶	Regeling milieukwaliteit elektriciteitsproductie	Subsidie (exploitatie)	9 procent duurzame elektriciteit in 2010		2003-18 augustus 2006

⁵⁶ Beëindigd per 18 augustus 2006.

Gat in de innovatie-cyclus

Met de grote bedragen die via de subsidieregelingen worden gespendeerd, zou innovatie een belangrijke prikkel gegeven kunnen worden. Het is de vraag in hoeverre dat met het huidige pakket aan regelingen wordt gerealiseerd. In innovatietrajecten is doorgaans sprake van drie opeenvolgende fases: onderzoek en ontwikkeling (R&D); pilots, marktintroductie. Om een nieuwe innovatie succesvol op de markt te brengen moeten alle drie de fasen worden doorlopen. De bestaande subsidieregelingen richten zich echter vooral op de eerste fase (R&D) en op de laatste, het treffen van concrete maatregelen. Daartussen zit een gat: voor proefprojecten en demonstratieprojecten op praktijkschaal is nauwelijks gerichte ondersteuning beschikbaar. Dit belemmert dat innovatieve ideeën daadwerkelijk uitgroeien tot technologieën die op de markt kunnen worden gebracht.

Kosteneffectiviteit:

CE/ECN (2005) hebben onderzoek gedaan naar de effectiviteit van de diverse subsidieregelingen in termen van bereikte CO₂-reductie per Euro subsidie. Uit dit onderzoek blijkt dat de rijksoverheid tussen 1990 en 2003 ruim € 500 miljoen (subsidie + uitvoeringskosten) heeft gespendeerd om 2,6 Mton CO₂ te reduceren in de sectoren industrie en energieproductiebedrijven⁵⁷. Dit komt over het geheel genomen neer op ongeveer € 25 per ton CO₂⁵⁸. Dit ligt aan de bovengrens van de gemiddelde kosten voor maatregelen in de industrie (die tussen de € 10 en € 25 per ton CO₂ lagen)⁵⁹. Er is een groot verschil tussen de effectiviteit van de individuele subsidieregelingen. Subsidies in het kader van de EIA en de VAMIL kenden een veel betere kosteneffectiviteit (resp. € 10 en 12 per vermeden ton CO₂) dan subsidies in het kader van de MAP-gelden (ca. € 140 per vermeden ton CO₂). De verklaring hiervoor is dat de MAP en MEP duurzame energie subsidiëren en EIA/VAMIL energiebesparing, en de kosten van duurzame energie liggen veel duurder dan die van energiebesparing. Het is dus mogelijk om door subsidies slim vorm te geven de effectiviteit aanmerkelijk te doen stijgen en de kosten te laten dalen.

Bij subsidieregelingen passen verder de volgende algemene conclusies:

- De uitvoeringskosten van subsidieregelingen zijn relatief hoog ten opzichte van andere instrumenten, zoals emissiehandel of heffingen, omdat elke subsidieaanvraag individueel moet worden beoordeeld.
- Bij de vormgeving van de subsidie is er onvoldoende rekening mee gehouden dat klimaatmaatregelen ook opbrengsten genereren in de vorm van bespaarde energie waardoor er in een aantal gevallen ‘over-subsidiëring’ heeft plaatsgevonden.
- De energieprijzen zijn in de loop der tijd gestegen waardoor maatregelen voor bedrijven sowieso al economisch rendabel werden.

⁵⁷ Dit is het totaal van de tabel minus de BSET-WKK regeling.

⁵⁸ Uitgaande van een disconteringsvoet van 4% en een looptijd van 10 jaar.

⁵⁹ Daarnaast geldt dat de bovenstaande analyse is gestoeld op berekeningen met een maatschappelijke terugverdientijd van 10 jaar. Bedrijven hanteren voor terugverdientijden doorgaans veel kortere termijnen, en in het kader van de Wm en de MJA2 wordt een termijn van 5 jaar gehanteerd.

Reductieplan 'Overige broeikasgassen'

Naast CO₂ dragen ook enkele andere gassen bij aan het broeikaseffect. Vanuit de industrie gaat het dan om de uitstoot van lachgas (N₂O), methaan (CH₄) en fluorhoudende verbindingen. Deze komen vrij bij bepaalde processen in de chemische industrie: NO₂ bij salpeterzuur en caprolactam, fluorhoudende verbindingen bij de productie en het gebruik van HFK's, PFK's en SF₆. Met aanpak van deze emissies zijn forse reducties in broeikasgasemissies te realiseren: bij de industrie gaat het in totaal om ca. 10,5 Mton CO₂-equivalenten (ECN/MNP, Referentieramingen energie en emissies 2005 – 2010, 2005).

Om deze emissies aan te pakken heeft het Rijk in 1999 het ReductiePlan 'Overige Broeikasgassen' (ROB) opgesteld. Daarbij is ook de subsidieregeling 'Reductie Overige Broeikasgassen' in het leven geroepen. In dit verband is tussen 1999 en 2004 € 34 miljoen besteed⁶⁰. De industriële emissies zijn in die periode met 43% gedaald⁶¹. Hierbij geldt echter dat een groot deel ook autonoom (dus zonder de subsidieregeling) zou zijn gerealiseerd (Ecofys, 2006): deels door sluiting van (kunstmest-)fabrieken, deels doordat maatregelen besparingen opleverden in processen. Het aandeel dat is toe te schrijven aan het ROB is niet goed vast te stellen, maar bedraagt ten hoogste 2 Mton, overeenkomend met een kosteneffectiviteit van € 40 per vermeden ton CO₂eq.

De meeste reducties zijn gerealiseerd bij de uitstoot van diverse fluorverbindingen. Er resteren nu vooral emissies van N₂O: ca. 7,1 Mton op een totaal van 10,5 Mton. Er zijn inmiddels technieken voorhanden waarmee deze emissies kunnen worden bestreden. Deze worden inmiddels in de praktijk in andere landen toegepast. Daarbij geldt dat deze een zeer gunstige kosteneffectiviteit kennen: zo liggen de kosten voor bestrijding van N₂O-emissies in de salpeterzuurfabricage op ca. € 1 per vermeden ton emissie CO₂eq.

Het grootste probleem bij de subsidieregeling is dat deze op grond van EU-regelgeving ten hoogste 30% van de kosten van de maatregel mag vergoeden. Dit zou opgelost kunnen worden door de 'Overige broeikasgassen' ook op te nemen in het systeem van emissiehandel CO₂⁶². In het nieuwe allocatieplan (EZ/VRM, 2006) worden ook voor de N₂O-emissies van drie producenten van salpeterzuur emissierechten aangevraagd. Deze rechten komen overeen met 1,4 Mton CO₂.

EU-beleid: Emissiehandel CO₂

In 2005 is binnen de Europese Unie een systeem van Emissiehandel van start gegaan, drie jaar nadat er een akkoord was gesloten over de start van dit systeem. Met dit instrument staat er voor de grote CO₂-emittenten uit de Europese industrie en elektriciteitsproducten een absolute cap voor hun emissies van CO₂.

De markt voor CO₂ is sterk op gang gekomen. In 2006 is in totaal 817 Mton CO₂ verhandeld. De handel heeft vooral het karakter van een 'compliance-market', er wordt vooral gehandeld om aan de verplichtingen te voldoen. Er wordt echter we

⁶⁰ Gericht op alle sectoren waar 'Overige Broeikasgassen' vrijkomen, dus ook op landbouw, verkeer en dienstensector.

⁶¹ De ramingen in het evaluatierapport corresponderen niet volledig met die in de referentieramingen, in dit rapport worden de ramingen van de referentieramingen aangehouden.

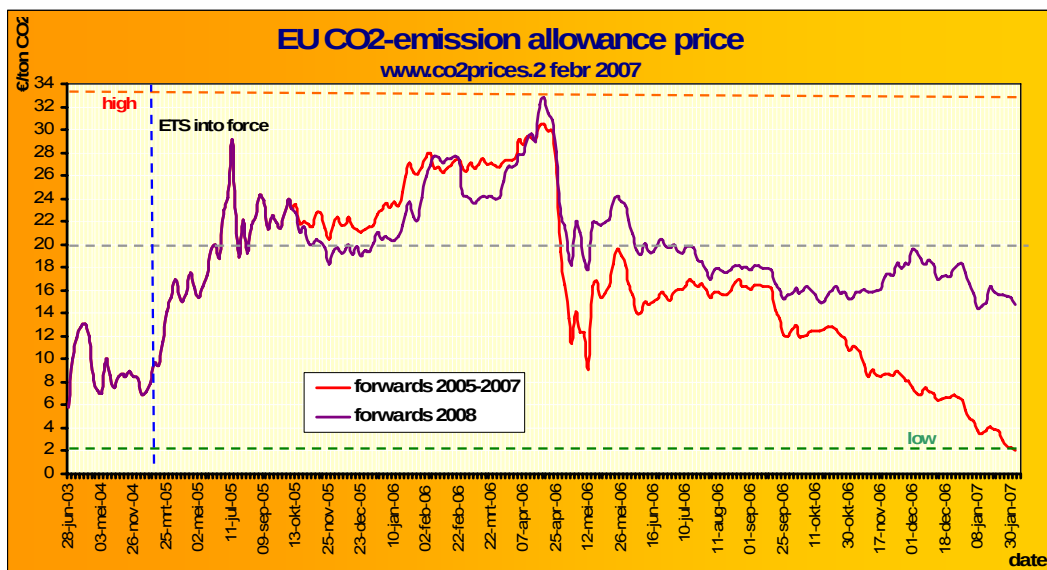
⁶² Een uitzondering is gemaakt voor elektriciteitsproducenten die geen gebruik kunnen maken van subsidies voor duurzame energie in het kader van de MEP.



vijf maal meer gehandeld: er wordt namelijk ook in grote mate belegd en gespeculeerd en sommige bedrijven verkopen rechten om ze later weer terug te kopen.

De koers van ton CO₂ is vanaf de start van de markt gestegen tot € 33 in mei 2006. Toen bleek dat er sprake was van een overschot (van 4%) aan CO₂-rechten in de Europese Unie, en daalde de koers fors. De milde winter van '06-'07 heeft het beetje tekort dat eind 2006 nog in de markt was, verdampt, waardoor de prijs is gedaald tot € 2. De beurs heeft tot nog toe niet veel bijgedragen aan een reductie in emissies, omdat de emissieplafonds ruim zijn gesteld. Maar in individuele gevallen heeft de CO₂-markt bijgedragen aan extra investeringen en in beperkte mate in wijzigingen in brandstofinzet. Fortis heeft berekend dat 's zomers 100 Mton extra wordt bespaard door een lage gasprijs, gecombineerd met de CO₂-kosten. Een recente publicatie bevestigt dat de innovatiekracht van het Europese emissiehandelssysteem aanwezig is, maar scherper allocatie nodig maakt⁶³. Het systeem functioneert: er is bijna volledige compliance en er wordt goed gemonitord.

Figuur 22 Ontwikkeling prijs CO₂ 2003 - 2006



De plafonds worden toebedeeld door de lidstaten. In Nederland is nu een tweede allocatieplan opgesteld voor de periode 2008 – 2012. In deze allocatie zullen de rechten van elektriciteitsproducenten met 15% worden gekort. Verder kunnen bedrijven extra emissierechten krijgen wanneer zij energie leveren aan bedrijven die zich nieuw vestigen op een duurzaam bedrijventerrein.

De Europese Commissie heeft op 1 januari bepaald dat Nederland 5% op de toegezegde emissierechten moet korten. Verder verbiedt de Commissie de voorgestelde compensatie van de hoge stroomkosten van de industrie. De Commissie vindt dit 'ongepast' en 'niet het milieudoel van het emissiehandelssysteem

⁶³ Pestonk en Cozijnsen, 'Haversting the Low-Carbon Cornucopia: How the European Union Emissions Trading System is Spurring Innovation and Scoring Results', januari 2007.

dienen': stroomgebruik moet worden teruggebracht, niet gecompenseerd. Met de 5% korting komt Nederland goed weg: bij andere landen zijn de rechten gekort met ca. 7%. Met deze kortingen wordt er extra schaarste op de EU-CO₂-markt bereikt.

Een punt van aandacht bij het emissiehandelssysteem is dat diverse maatregelen die leiden tot reductie van broeikasgasemissies niet volwaardig meetellen, c.q. dat de desbetreffende regels onduidelijk zijn. Het gaat dan vooral om:

- levering van restwarmte;
- levering of opslag van CO₂.

De nieuwe EU-monitoring richtlijn (art. 5.7) stelt hierover dat de leverancier van CO₂ alleen CO₂-rechten over houdt, voor zover aangetoond kan worden dat er in Nederland als geheel netto CO₂ wordt bespaard. Deze regels worden vanaf 2008 van kracht.

Verder is het tot nog toe niet mogelijk om in Nederland zgn. JI-projecten (Joint Implementation) uit te voeren. Dit is wel gewenst. Het biedt een handvat om te komen tot investeringen in besparende maatregelen in sectoren die buiten de CO₂-emissiehandel vallen (zoals in de infrastructuur voor restwarmtebenutting of kleine emittenten van overige broeikasgassen).

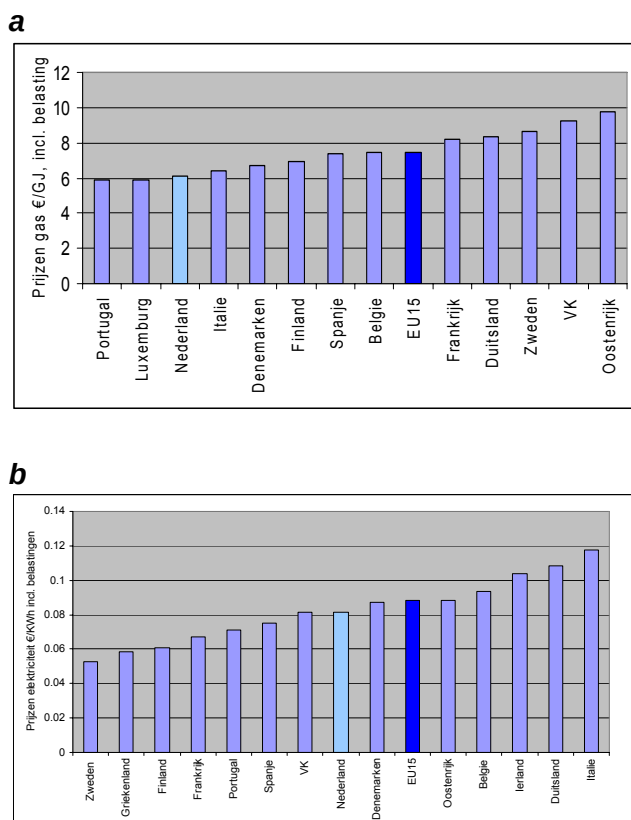
5.2.3 Energieprijzen in Nederland

De energieprijzen vormen voor energie-intensieve bedrijven een belangrijk element in beslissingen over treffen van maatregelen om energie te besparen. Een level-playing field is nodig voor de internationale concurrentie. Over de hoogte van de energieprijzen voor bedrijven in Nederland vs. andere Europese landen is in 2006 een stevig debat ontstaan, waarbij een groep grootverbruikers stelt dat de prijzen in Nederland aanzienlijk hoger zijn dan in omliggende landen.

In recent onderzoek van CE (2006) zijn de verschillende tarieven gewogen naar de omvang van het verbruik. Figuur 23 laat zien hoe resp. de gemiddelde gas- en elektriciteitsprijzen voor de industrie in Nederland liggen ten opzichte van andere landen. Het blijkt dat de gasprijzen in Nederland tot de laagste van Europa behoren, en dat ook de elektriciteitsprijzen in Nederland lager liggen dan het gemiddelde van Europa. Bij deze vergelijking geldt wel dat de bedragen die bedrijven netto voor hun energiegebruik betalen ook afhankelijk zijn van andere variabelen. Zo is het mogelijk dat landen via belastingen extra compensaties geven. Dit is nog niet in de berekeningen verdisconteerd en kan het beeld verschuiven.



Figuur 23 Gemiddelde energieprijzen per 1/1/2006 voor de industrie in EU15: a) gasprijzen, b) elektriciteitsprijzen⁶⁴



5.2.4 Is het laaghangende fruit geplukt?

In de periode 1990 - 2005 zijn belangrijke besparingen gerealiseerd. Met name bij de bedrijven vallend onder de MJA's zijn maatregelen getroffen waarmee de energie-efficiëntie is verbeterd. Bij de grootste verbruikers (verbruik > 0,5 PJ) is sinds 2000 minder besparing gerealiseerd (tempo energiebesparing < 1% per jaar). Via subsidieregelingen heeft het Rijk een belangrijke financiële bijdrage geleverd aan de getroffen besparingsmaatregelen. Tegelijk geldt dat er ook nog veel fruit hangt aan de boom, ook onderaan. Uit verschillende studies blijkt dat er nog veel kosten-effectieve maatregelen niet zijn getroffen:

- Bewezen maatregelen blijven nog op de plank liggen
Niet altijd wordt beschikbare, rendabele energie-efficiënte apparatuur geïnstalleerd. Een belangrijke reden is dat vaak zeer scherpe rendementseisen worden gehanteerd ten aanzien van investeringen in energiebesparingsmaatregelen, terugverdientijden van 1,5 jaar zijn geen uitzondering. Zo geldt dat voor efficiënte motorsystemen, zoals motoren met VSD-aandrijving (Variable Speed Drive), de terugverdientijd in de orde ligt van 3 maanden tot 3 jaar. Dit is beneden de grens van een terugverdientijd van 5 jaar die als uitgangspunt

⁶⁴ Bron: Eurostat, Energy prices, 2006; CBS, Verbruiksklassen industrie, 2000, eigen berekeningen.

voor vergunningverlening ex-Wm geldt. Toch is op dit moment naar schatting nog slechts 10% van de in de industrie motoren van dit type⁶⁵.

- Belangrijke innovaties breken niet door
Er zijn grote verbeteringen mogelijk in energie-intensieve processen. Als voorbeeld geldt dat met het CCF-proces binnen de staalindustrie het energieverbruik met ca. 25% af neemt. Deze technologie is binnen Corus vergaand ontwikkeld, maar wordt niet opgeschaald. Ook andere kansrijke technologieën, zoals HIDC-destillatie⁶⁶, zijn vergaand ontwikkeld, maar komen niet tot introductie op de markt.
- Ketenprojecten (restwarmte, industriële ecologie) komen moeizaam van de grond
De clustering van energie-intensieve bedrijven in de nabijheid van grote gebruikers van warmte biedt kansen voor integratie van industriële processen en benutting van restwarmte. Dit geldt in het bijzonder voor het Rijnmondgebied. In het programma ROM-Rijnmond R3 wordt gewerkt aan de realisatie van ketenconcepten, o.a. in de vorm van het restwarmtebedrijf (levering restwarmte aan huishoudens en kassen) en de Botlekloop (levering aan/ afname van restwarmte via een ringleiding tussen bedrijven in het Botlekgebied). Ondanks grote inzet, blijkt het binnen de huidige verhoudingen en kaders moeilijk om deze initiatieven grootschalig te realiseren.
- Bij nieuwvestiging van bedrijven wordt niet gekozen voor kansrijke innovatieve technologie
Bij vestiging van nieuwe bedrijven in de e-sector blijkt er binnen de huidige kaders niet een duidelijke voorkeur te liggen voor schone, kansrijke, innovatieve technologieën. Zo was er voor de vestiging van een nieuwe kolencentrale op de Maasvlakte een keuze tussen een 'conventionele' kolenververbringsinstallatie en een meer innovatieve kolenvergassingsinstallatie, met op lange termijn grote kansen op efficiencywinst door integratie met andere industriële processen⁶⁷. De keuze viel op de kolenververbrander. Ook ten aanzien van een andere sterk groeiende markt, LNG-aanlanding, geldt dat er kansen lijken te liggen voor integratie met andere processen, maar dat die niet worden benut. (zie het voorbeeld van integratie LNG-aanlanding, zuurstofproductie en elektriciteitsopwekking uit paragraaf 5.3).

Concluderend kan gesteld worden dat er aanzienlijke kansen liggen op verdere verbetering van energie-efficiëntie, zowel in afzonderlijke productieprocessen als tussen bedrijven onderling. Er is nog een aanzienlijke hoeveelheid laaghangend fruit. En innovaties en de komst van nieuwe bedrijvigheid kunnen ervoor zorgen dat steeds weer nieuw fruit onderaan de boom groeit. In paragraaf 5.3 en 5.4 wordt verder in gegaan op mogelijke rendabele maatregelen en barrières.

⁶⁵ Analooq gelden korte terugverdientijden voor efficiënte luchtcompressie (minder dan 2 jaar (Radgen, 2004)) en voor efficiënte pompen (3 maanden (Keulenaer, 2004)).

⁶⁶ Heat-Integrated Distillation Column.

⁶⁷ De kolenvergasser levert kansen voor integratie met industriële processen (naast kolen, kunnen ook zware olieresiduen worden ingezet, en de producten waterstof en koolmonoxide kunnen gebruikt worden voor productie van benzine en chemicaliën).



5.2.5 Bij ongewijzigd beleid (GE-scenario): 27% groei CO₂-emissies tot 2030

Welke kant gaat het in de komende jaren op met het fossiele brandstofverbruik en de CO₂-emissies? Voor het jaar 2020 heeft het ECN daar begin 2006 een inschatting van gemaakt (ECN/MNP, 2005)^{68, 69}. Uit de berekeningen volgt dat naar 2030 toe een aanzienlijke toename van het energiegebruik van de industrie wordt voorzien, met een stijging van de CO₂-emissies tot 60,7 Mton. Uitgangspunt is hierbij het GE-scenario.

Een belangrijke verklaring voor de verwachte toename van de emissies is dat, volgens dit scenario, het tempo van energiebesparing in de industrie op een laag niveau ligt: 1,0% in de periode tot 2010 en 0,8% in de periode 2010 tot 2020. Netto geldt dan dat de besparingen op het energiegebruik aanzienlijk lager zullen zijn dan geplande groei van de productie, met als gevolg dat de industriële emissies van CO₂ weer zullen gaan stijgen. Waar in de afgelopen twee decennia de toename van productieomvang voor een belangrijk deel werd gecompenseerd door energiebesparingsmaatregelen en installatie van WKK-vermogen, zal – zonder aanvullend beleid – er in de komende decennia er weer sprake zal zijn van een koppeling tussen CO₂-emissies en industriële productie.

5.2.6 Leerpunten

1 De MJA's zijn behoorlijk succesvol. In combinatie met subsidie-regelingen (VAMIL, EIA) en milieuvergunningen hebben ze er toe geleid dat veel kosten-effectieve maatregelen zijn getroffen. Het verdient aanbeveling deze aanpak door te zetten en zo mogelijk uit te bouwen.

De convenanten MJA1 en, meer nog, MJA2 hebben bijgedragen aan aanzienlijke besparingen in het energiegebruik van industriële bedrijven. Deze lagen bij de MJA2 in de laatste vijf jaar op gemiddeld 2,9% per jaar. De verklaring daarvoor is dat:

- de MJA2 een voldoende hoge ambitie bezit (alle maatregelen treffen met terugverdiendtijd kleiner dan 5 jaar);
- transparant is (lijsten met rendabele maatregelen);
- was gekoppeld aan toegankelijke subsidieregelingen (EIA, VAMIL);
- overheid/ milieuvergunning fungeerden als stok achter de deur.

⁶⁸ Berekeningen zijn uitgevoerd op basis van het 'Global Economy' Scenario. Dit gaat uit van een gemiddelde economische groei van 2,7%/jr. Voor de industrie wordt een groei voorzien van 2,0% in de periode 2002 – 2010 en 2,3% van 2010 – 2020.

⁶⁹ Uitgangspunt is daarbij dat nationaal het reeds bestaande beleid van subsidies wordt doorgezet: Energie-Investeringsaftrek, Regulerende Energiebelasting en MEP⁶⁹ blijft bestaan. Op EU-niveau wordt uitgegaan van het doorgaan van het systeem van CO₂-emissiehandel, met geleidelijk een verhoging van de handelsprijs. In de verkenning gaat het ECN verder uit van de e-besparingsmaatregelen die bedrijven hebben opgenomen in hun Energiebesparings- en Energie-efficiëntieplannen. Verder is er vanuit gegaan dat het industriële vermogen aan WKK (merendeels joint ventures van industriële bedrijven met e-productie-bedrijven) doorgroeit van ca. 60 PJ in 2003 tot 128 PJ in 2020.

2 Het covenant Benchmark Energie-efficiëntie heeft veel minder opgeleverd. Dit kan worden geweten aan het gebrek aan transparantie en onvoldoende ambitieuze doelstellingen. Convenanten hebben alleen zin als ze voldoende ambitieus, transparant en toetsbaar zijn.

Daarentegen valt de balans voor het covenant Benchmark Energie-efficiëntie ongunstig uit (gemiddelde e-besparing lagen op 0,9%). De verklaring is dat dit covenant in de praktijk een beperkte ambitie bleek te hebben en weinig transparant was.

Convenanten kunnen een zinvolle rol in het proces spelen, maar dan moeten ze wel voldoende ambitie hebben en toetsbaar zijn. En er moet een stok achter de deur staan voor bedrijven ('free riders') die niet mee willen doen. In die zin kan vergunningverlening een duidelijk toegevoegde waarde hebben.

3 Vergunningverlening werkt wanneer het gekoppeld is aan duidelijke afspraken (zoals in de MJA's).

De ervaringen met vergunningverlening als stand-alone instrument zijn minder gunstig: het heeft in veel gevallen geleid tot veel procedures en onderzoek, die niet altijd in verhouding staat tot het geboekte resultaat.

4 Ondanks bereikte besparingen blijven veel kansen op energiebesparing onbenut. Er hangt nog veel fruit aan de boom, ook onderaan. En door innovatie en de komst van nieuwe bedrijven groeit er ook steeds weer nieuw fruit.

- Bewezen maatregelen blijven nog op de plank liggen.
Een belangrijke reden is dat vaak zeer scherpe rendementseisen worden gehanteerd ten aanzien van investeringen in energiebesparingsmaatregelen, terugverdientijden van 1,5 jaar zijn geen uitzondering.
- Belangrijke innovaties breken niet door.
R&D heeft geleid tot innovatieve, zuinige processen voor energie-intensieve processen. Deze lijken echter niet door te breken.
- Ketenprojecten (restwarmte, industriële ecologie) komen moeizaam van de grond. De concentratie van e-intensieve bedrijven in Nederland biedt grote kansen voor integratie en restwarmtebenutting. Binnen de huidige context vragen ketenprojecten echter het samenbrengen van veel verschillende belangen, en komen ze moeizaam van de grond.
- Bij nieuw-vestiging van e-productie bedrijven wordt niet gekozen voor innovatieve technologie en kansen voor integratie van processen. Zie de casus van de nieuwe kolengestookte e-centrale op de Maasvlakte.

5 Met het huidige beleid (convenanten, subsidies, CO₂-emissiehandel 'soepele' plafonds), zullen de emissies in de komende jaren weer gaan stijgen. Om op de termijn tot 2030 de beoogde emissiereducties te bereiken is een veel ambitieuzer beleid (regulerend en stimulerend) nodig.

Het Nederlandse energiebeleid is in de afgelopen 20 jaar vrijwel uitsluitend gericht geweest op inzet van 'stimulerende' instrumenten, subsidies en convenanten. Ondanks gerealiseerde besparingen, geldt dat er belangrijke kansen voor energiebesparing blijven liggen. Sinds 2000 is voor de grootste energiegebruikers het tempo van besparing teruggevallen naar minder dan 1%. De prognose is



dat met doorzetten van dit beleid de emissies met 27% zullen groeien tot 2030 (GE-scenario). Een substantiële verlaging van de emissies zal alleen kunnen met inzet van nieuw, ambitieus beleid: gericht stimulerend en regulerend. Om op lange termijn substantiële reducties in CO₂-emissies te realiseren, zal ingezet moeten worden dat een duidelijke verplichting legt tot het realiseren van reducties, via het Europese systeem van emissieplafonds voor CO₂.

6 De markt voor CO₂-emissiehandel functioneert goed, maar levert nog weinig emissiereducties op. Om substantiële emissiereducties te realiseren zullen binnen de EU de plafonds moeten worden verlaagd. Omdat de e-intensieve industrie concurreert op wereldschaal, zullen de extra kosten moeten worden gecompenseerd.

De Europese markt voor CO₂-emissiehandel functioneert naar behoren. Om echte reducties te bewerkstelligen is het nodig dat de plafonds omlaag worden gebracht. Daar is gezien de oordelen van de Europese Commissie over de tweede ronde allocatieplannen kans op. Gelet op het potentieel aan mogelijke maatregelen, moeten reducties ook haalbaar zijn. Plafonds kunnen evenwel leiden tot extra kosten voor de Europese industrie t.o.v. concurrerende bedrijven elders in de wereld. Om de concurrentiepositie te behouden (wat ook vanuit een mondiaal duurzaamheidsbeleid gewenst is), wordt in Green4sure een pakket instrumenten ingezet dat de kosten beperkt, wordt ingezet op het meekrijgen van de VS (waar steeds meer zicht op is) en zijn er mogelijkheden om extra kosten te compenseren. Hierbij kan gedacht worden aan heffingen op producten die de EU worden ingevoerd, compensatie op producten die vanuit de EU worden geëxporteerd en positieve regelingen voor producten uit landen of staten (bijv. Californië), waar de industrie ook aan plafonds is gebonden.

Het is verder zaak dat bedrijven binnen het systeem van Emissiehandel ook credits kunnen krijgen voor CO₂-reducties die buiten de poort worden gereduceerd, door levering van restwarmte en levering of opslag van CO₂.

7 Technologische innovatie biedt grote kansen om tot verdergaande reducties te komen. Het huidige pakket aan subsidieregelingen heeft niet altijd de sturing en continuïteit die nodig is om innovaties door te laten stromen naar nieuwe fasen (proefprojecten, opschaling). Dit ondanks de grote bedragen die in de subsidieregelingen worden gespendeerd.

Innovatieprocessen worden onderscheiden in uit vier stappen: onderzoek - demo/pilot - marktintroductie - opschaling. De huidige stimuleringsregelingen voor e-besparing richten zich vooral op de eerste fase (onderzoek en ontwikkeling), en op de laatste (opschaling van bewezen maatregelen). Voor de tussenvolgende stadia van (demo/pilot, marktintroductie) zijn weinig overheidsgelden beschikbaar. Het 'energiegeld' wordt niet ingezet langs de lijnen van een innovatietraject. Dit draagt er toe bij dat veel goede ideeën uiteindelijk stranden en niet op de markt komen. Om tot echte innovaties te komen, die cruciaal zijn voor het bereiken van een duurzame energievoorziening, dat er sturing en continuïteit komt in de ondersteuning van innovatie, door alle fases heen.

5.3 Mogelijke maatregelen; Hoe komen tot meer e-efficiëntie en CO₂-reductie?

In deze paragraaf worden mogelijkheden in beeld gebracht om de industriële emissies van CO₂ te reduceren. Eerst wordt ingegaan op wat technisch mogelijk is. Daarbij wordt een onderscheid gemaakt naar:

- 1 Energiebesparing:
 - e-efficiënte apparatuur;
 - procesinnovatie;
 - Warmte-Kracht koppeling;
 - restwarmtebenutting.

- 2 Overige Broeikasgassen.

- 3 CO₂-opslag en hergebruik.

Daarna volgt een uitwerking van barrières: wat kan bedrijven weerhouden om mogelijke maatregelen daadwerkelijk in te voeren? Tot slot wordt een overzicht gegeven van in te zetten beleidsinstrumenten.

5.3.1 Energiebesparing

Besparing van energie is de beste optie om CO₂-emissies terug te dringen. Besparingen leiden veelal tot reducties in de kosten. Verder is er tegelijk met de reductie van CO₂-emissies vaak ook sprake van reductie van andere emissies. Energiebesparing kan plaatsvinden op verschillende niveaus: het loopt op van het vervangen van een apparaten door zuiniger typen tot het bouwen van compleet nieuwe, energie-efficiënte fabrieken. Daarnaast is toepassing van WKK een belangrijke weg om tot e-besparing te komen. Er kan een onderscheid gemaakt worden in energiebesparing tussen:

- toepassing van e-efficiënte apparatuur;
- uitbouw van Warmte-Kracht Koppeling;
- proces-innovatie;
- integratie tussen processen;
- restwarmtelevering.

E-efficiënte apparatuur

Er zijn nog veel besparingen mogelijk op het energieverbruik. Veel maatregelen zijn getroffen, maar er liggen ook nog maatregelen 'op de plank'. Onder andere is het opvallend dat door er nog veel besparingen mogelijk zijn in het verbruik van elektriciteit. Het elektriciteitsgebruik beslaat ca. 35% van de totale energieconsumptie in de industrie.



Voorbeeld: VSD-motoren (Variable Speed Drive)



Kans:

Motoren zorgen voor een aanzienlijk verbruik van elektriciteit in de industrie: het gebruik van elektriciteit is voor ongeveer 65% bestemd voor motorsystemen. Zo'n motor drijft in veel gevallen een pomp aan, die een vloeistof verplaatst. Gebruikelijk draait de motor met een vast, hoog toerental. De hoeveelheid vloeistof die vervolgens verpompt wordt, wordt vervolgens geregeld met een regelkraan. Dit is vergelijkbaar met een auto die standaard vol gas rijdt, en zijn snelheid reguleert met de rem.

VSD-motoren hebben een variabele toerentalregeling. Ze draaien zo hard als nodig om de vloeistof te verpompen. Dit levert een besparing op van zo'n 15 – 35% aan energiegebruik. De terugverdientijden zijn dan ook kort, ze variëren van 3 maanden tot maximaal 3 jaar (Keulenaer, 2004). Naast VSD-motoren zijn er ook bij andere elektrisch aangedreven systemen nog forse besparingen mogelijk. Ook hier gaat het om korte terugverdientijden van enkele maanden tot ca. 3 jaar.

VSD-aangedreven motoren worden naar schatting in ca. 10 – 20% van de beschikbare toepassingen gebruikt. Door verdere toepassing zijn reducties in het energiegebruik mogelijk in de orde van 10 – 20 PJ, en een CO₂-reductie in de orde van 0,5 - 1 Mton.

Barrière:

Een VSD kan alleen geplaatst worden bij onderhoud van de fabriek. Daarbij wordt vaak gekozen voor de zekerheid van het bestaande motorsysteem.

Warmte-Kracht Koppeling

In Nederland stond in 2003 ca. 7.500 MWe WKK opgesteld, waarvan 4.080 MWe in de industrie (ECN/Senter-Novem, 2004). Dit betreft merendeels (77%) joint venture installaties, waarbij de opgewekte stroom wordt geleverd aan het elektriciteitsnet, en de warmte wordt gebruikt in het productieproces.

In de periode tot 2020 wordt het additionele besparingspotentieel voor WKK in de industrie geraamd op ca. 6.700 MW (ICARUS-4, 2005). Dit komt overeen met een besparing op het energiegebruik van ca. 100 PJ primaire energie en ca. 5,5 Mton CO₂. Het gaat daarbij om verdere toepassing van WKK en om het verhogen van de efficiency van bestaande WKK-installaties⁷⁰.

⁷⁰ Het totaalrendement voor omzetting van brandstof in elektriciteit en warmte ligt bij een WKK gewoonlijk op 80 – 85%. Hogere rendementen zijn mogelijk door ook restwarmte op lagere temperatuur te benutten. Als ook de condensatiewarmte van de waterdamp in rookgassen wordt benut kan het rendement zelfs de 100% benaderen.

Voorbeeld: WKK bij raffinaderijen

Kansen:

In de raffinagesector bestaat een aanzienlijk deel van de warmtevraag uit proceswarmte, met name voor het verwarmen van ruwe olie. Het potentieel om deze proceswarmte met WKK te produceren wordt bij de meeste raffinaderijen nog niet benut. Dit ondanks het feit dat het commercieel beschikbare technologie is die bijvoorbeeld bij een raffinaderij in Denemarken succesvol wordt toegepast. In dit concept is de WKK geïntegreerd met het fornuis dat ruwe olie verhit als voorstap voor destillatie. Op deze manier neemt de WKK de functie van het fornuis over. In Nederland ligt er nu een soortelijk initiatief van Air Liquide voor het oprichten van een Warmtekrachtcentrale gekoppeld aan de raffinaderij van Shell te Pernis.

Toepassing van WKK bij alle Nederlandse raffinaderijen leidt tot een reductie van de CO₂-emissies met 1,6 Mton.

Bij nieuwbouw of complete revisie van raffinaderijen kan gedacht worden aan veel verdere vormen van toepassing van WKK. Als bij een nieuwe raffinaderij de ondervuring volledig zou worden toegepast voor WKK, kan een zeer forse reductie van CO₂-emissies bij elektriciteitsproductiebedrijven worden gerealiseerd. In het geval dat zulks bij alle raffinaderijen volledig het geval zou zijn in de orde van 10 Mton. Deze gedachte heeft een zeker realiteitsgehalte: de Nederlandse raffinaderijen dateren uit de jaren '60/'70 en komen in de komende decennia aan het einde van hun levensduur. Bij de vervanging van twee oliegestookte ketels gaat Shell Nld. Raffinaderij al over op een WKK-installatie.

Barrières:

- hoge initiële kosten, relatief lange terugverdientijd;
- onzekerheden m.b.t. prijsontwikkelingen op de energiemarkt;
- beperkte tijd voor het doorvoeren van de investeringen, dan grote druk op betrouwbaarheid;
- contractuele en commerciële leveringsvoorwaarden bij outsourcen aan energiebedrijven ligt gevoelig.

Bron: ECN/MNP, Optiedocument Energie en emissies 2010/2020, 2005.

Proces-innovatie

Met compleet nieuwe processen en fabrieken kunnen veel verdere besparingen in het energiegebruik tot stand worden gebracht. Twee voorbeelden het Cyclone Converter Furnace (staalproductie) en de Heat-Integrated Distillation Column (destillatie-processen).



Voorbeeld: Staalproductie met Cyclone Converter Furnace

Kans:

Ruwijzer kan geproduceerd worden met een zgn. 'Cyclone Converter Furnace' (CCF). In de CCF worden zuurstof, gemalen ijzererts en gemalen steenkool bij elkaar gebracht. In een stap wordt dan ruwijzer gemaakt. Dat proces is veel efficiënter dan een conventionele Hoogoven doordat de energie-intensieve voorbereiding van kolen (cokes-productie) en erts (sintering) ontbreekt. Hierdoor kunnen in potentie grote hoeveelheden energie worden bespaard, en CO₂-emissies vergaand worden terug gebracht. Dit levert ten opzichte van de hoogoven een besparing op in het energie verbruik van ca 15 – 25%.

Voor de Nederlandse staalindustrie komt dit neer op een reductie van de CO₂-emissies in de orde van 4,0 Mton (MNP/ECN, Optiedocument energie en emissies, 2006).

Barrière:

Een barrière voor de toepassing is dat deze nog volledig marktrijp is. Er is daardoor nog onzekerheid over de beschikbare termijn en over de definitieve proceskarakteristieken, zoals kosten en energiegebruik. Daarnaast speelt de beschikbaarheid van kapitaal: Hoogovens in IJmuiden was vergevorderd met de ontwikkeling van de CCF, maar na de fusie tot Corus was er geen kapitaal meer beschikbaar voor de opschaling tot een pilot-plant, en is de verdere ontwikkeling gestaakt.

Voorbeeld: Heat-integrated Distillation Column



Kans:

Een groot deel van het energiegebruik (40%) van chemische bedrijven en raffinaderijen hangt samen met het scheiden van gasstromen door middel van destillatie. Verschillende geavanceerde technologieën hebben een veel hogere energie-efficiëntie dan de conventionele destillatie. Een voorbeeld is de Heat-Integrated Distillation Column.

Hiermee kan bij een typerend destillatieproces als de scheiding van propaan en propaan een energiebesparing van 35-50% worden gerealiseerd. Voor de Nederlandse industrie als totaal zou met deze technologie een besparing in de ordegrootte van een tot enkele Mtonnen in het verschiep liggen.

Barrière:

De technologie wordt nog niet commercieel toegepast. Een barrière voor implementatie is dat de bestaande procestechnologische installaties een lange levensduur hebben en daardoor nog niet aan – kostbare – vervanging toe zijn. Daarnaast kan een mogelijke barrière voor toepassing zijn dat bedrijven kiezen voor een volledig 'proven' technology.

Ook in andere productieprocessen liggen er mogelijkheden om met nieuwe, innovatieve processen aanzienlijke reducties in het energiegebruik te realiseren. Dat gaat gepaard met forse besparingen in de operationele kosten, die in veel gevallen opwegen tegen de (grote) investeringen. In paragraaf 5.5.6 is voor de belangrijkste energie-intensieve productieprocessen uitgewerkt welke innovatieve technieken beschikbaar zijn, en welke reducties daarmee gerealiseerd zouden kunnen worden. De gegevens zijn gebaseerd op ICARUS (2005), De Beer en

Blok (2003) en Ecofys (2002). Daarin zijn ook verdergaande toepassingen van WKK verwerkt.

Tabel 36 geeft een samenvattend overzicht. Tevens zijn mogelijkheden voor verdere toepassing van WKK verwerkt.



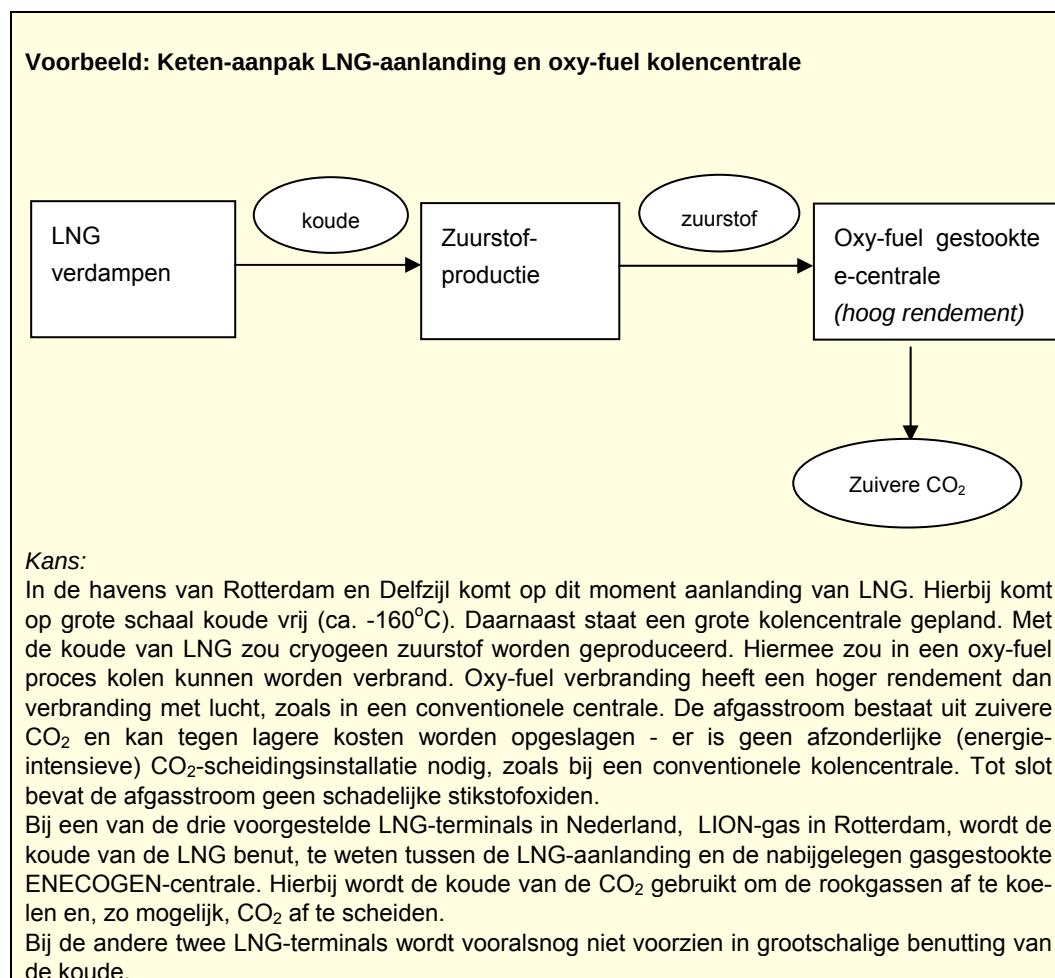
Tabel 36 Potentieel reducties energie en CO₂-emissies via procesinnovaties in enkele energie-intensieve processen

	Huidig gebruik (PJ)		CO ₂ -emissie (Mton)	Verbruik na diverse maatregelen (PJ)		CO ₂ -emissie (Mton)	Reductie CO ₂ -emissie	
	Elektriciteit	Brandstoffen		Elektriciteit	Brandstoffen		%	Mton
Raffinaderijen		160,0	12,0		138,3	8,4	30%	3,6
- kunstmestindustrie - NH ₃	2,0	36,0	5,2	2,0	9,3 - 33,3	3,3 - 4,9	6 - 36%	0,3 – 1,9
- naftakrakers	12,0	109,4	6,0	12,0	69,7- 82,7	3,8 - 4,6	23 - 36%	1,4 – 2,2
- staalstaalfabricage	15,0	54,7	5,5	15,0	26,7 - 40,1	4,0	27%	1,5
Totaal			28,7			19,5 – 21,9	24 - 32%	6,8 – 9,2

De aangegeven processen staan voor ongeveer 50% van het industriële energieverbruik in Nederland. Toepassing van de meest kosteneffectieve maatregelen zou bij deze processen leiden tot een reductie van ca. 24 - 32%. Extrapolatie naar de hele industrie komt uit op een reductie van in de orde van ca. 15 Mton. Deze raming is gebaseerd op het doorvoeren van grote procesinnovaties. Kleinere e-efficiencymaatregelen zijn niet in de berekening meegenomen. Aanvullend op de aangegeven reducties ligt er dus ook nog een potentieel aan voor het installeren van energie-efficiënte procesapparatuur.

Integratie tussen processen

Integratie tussen industriële processen biedt ook belangrijke mogelijkheden om de energie-efficiëntie te verbeteren. Een reststroom van het ene bedrijf kan gebruikt worden door het andere bedrijf, en komt niet in het milieu. De vestiging van nieuwe bedrijven in de e-sector (elektriciteitsopwekking, LNG-aanlanding) biedt in dit opzicht grote kansen. Een voorbeeld is integratie tussen LNG-aanlanding, zuurstoffabricage en elektriciteitsopwekking met kolen:



In aanvulling op integratie geldt dat ook bij de vestiging van nieuwe bedrijven innovatieve varianten mogelijk zijn die op termijn uitzicht bieden op het realiseren van integratie met andere processen en verhoging van de energie-efficiëntie. Dit geldt bijvoorbeeld voor kolenvergassing. Een kolenvergasser kan aan de inputzijde ook zware olieresiduen en biomassa vergassen. Aan de output-zijde leveren de producten van een kolenvergasser (koolmonoxide en waterstof), grondstoffen voor productie van chemicaliën en schone brandstoffen (methanol). Tevens ontstaat bij elektriciteitsopwekking een zuivere CO₂-stroom, die zonder verdere nabehandeling gereed is voor ondergrondse opslag. Het huidige beleid stuurt niet op realisatie van dit soort technologieën, waardoor op termijn grote kansen voor integratie van processen en verbetering van efficiency onbenut blijven.

Restwarmtelevering aan glastuinbouw en gebouwde omgeving

Bij elektriciteitsopwekking en in de industrie komt een grote stroom restwarmte vrij. De ligging van bedrijven met een warmteoverschot dicht nabij bedrijven en gebouwen met een grote warmtevraag, biedt grote kansen om deze warmte nuttig te gaan gebruiken. Vanuit dit perspectief is in 2004 het Warmtebedrijf Rotterdam opgericht. In nauwe samenwerking tussen bedrijven en overheden werkt dit aan de levering van industriële restwarmte aan 50.000 wooneenheden in de regio Rijnmond. In een tweede fase wordt gedacht aan aansluiting van 500.000 wooneenheden. De aangesloten woningen en kassen hoeven niet meer zelf hun warmte hoeven op te wekken. Dat leidt tot reducties in de emissies van CO₂ (en NO_x). Realisatie van het warmtebedrijf vraagt om aanzienlijke investeringen in infrastructuur. Investerings vanuit de overheid lijken noodzakelijk om dit gerealiseerd te krijgen. Belangrijke randvoorwaarde voor dit soort initiatieven is verder het garanderen van de continuïteit: het is van belang dat meerdere bedrijven tegelijk restwarmte kunnen leveren zodat als er een fabriek uitvalt, de levering van restwarmte toch door gaat.

Binnen de huidige context geldt dat de belangen van de betrokken spelers sterk uiteen lopen. Dit maakt het soms moeilijk om iedereen op een lijn te krijgen, waardoor projecten vertraging oplopen en ambities niet altijd worden waargemaakt.

Recycling

Bovenop het potentieel voor energie-efficiëntie verbetering is er een potentieel voor recycling van bijvoorbeeld plastics, ijzer en staal en aluminium, het verminderen van de consumptie van materialen, materiaalefficiënt productontwerp, minder verpakkingsmateriaal, producthergebruik, etc.). In het Optiedocument Energie en emissies is dit berekend op 3,1 Mton voor recycling van aluminium (kosteneffectiviteit: -33,4 €/ton), op 12,1 Mton voor recycling van staal (kosteneffectiviteit: 35,7 €/ton) en 2,6 Mton voor recycling van kunststoffen (kosteneffectiviteit: € 109/ton). Voor elk van de drie varianten bestaat zeer weinig draagvlak bij de bedrijfstak, omdat inzet van gerecycled materiaal kan leiden tot kwaliteitsverlies van de eindproducten.

Besparingspotentieel: 2% besparing per jaar haalbaar?

De referentieramingen van ECN en MNP gaan in het GE-scenario voor de periode tot 2010 en 2010 - 2020 uit van een tempo van energiebesparing in de industrie van resp. 1,0 en 0,8% per jaar^{71, 72} (dit is inclusief het zgn. non-energetische gebruik; exclusief het non-energetische gebruik ca. 1,3%). De referentieramingen zijn gebaseerd op het huidige beleid en een inschatting van de ontwikkeling van maatregelen. De basis voor het laatste is het zgn. ICARUS-4 model (ontwikkeld door de RU Utrecht). Dit omvat een fors pakket aan te verwachten maatregelen. Deze zijn voor het grootste deel gebaseerd op bestaande technologie, met als zichttermijn 2020.

In Green4sure gaan we er van uit dat met een versterkt beleid in de periode tot 2030, meer maatregelen binnen bereik komen dan opgenomen in ICARUS-4, en dat daarmee een aanzienlijk hoger een reductiepercentage technisch en economisch haalbaar moet zijn. Het gaat daarbij om de besparing op het energetische gebruik⁷³. De CO₂-emissie is in hoofdzaak gerelateerd aan dit energetische gebruik:

- 1 Beschikbare, rendabele maatregelen daadwerkelijk worden getroffen (tot een terugverdientijd van 5 jaar).
- 2 Het potentieel voor WKK daadwerkelijk wordt benut⁷⁴.
- 3 Een actief vestigingsbeleid wordt gevoerd dat bij vestiging van nieuwe bedrijven/ productieprocessen aanstuurt op het benutten van de kansen op innovatie, e-efficiency en procesintegratie.
- 4 Een krachtig innovatiebeleid wordt gevoerd waardoor schone, innovatieve technologieën worden uitontwikkeld en commercieel op de markt komen.

Met een krachtig stimulerend en regulerend instrumentarium moeten deze kansen wel binnen bereik komen, zodat gedurende een lange tijd een tempo van 2% e-besparing per jaar kan worden gerealiseerd.

Een besparingstempo van 2%/jaar is in de afgelopen 15 jaar realistisch gebleken binnen het kader van de MJA's. Daarbij geldt wel dat de definitie van energiebesparing binnen de MJA's afwijkt van die in het kader van referentieramingen en optiedocument. De definitie bij de MJA's komt uit op hogere tempo's van besparing.

Een exacte raming van het te behalen besparingstempo is niet te geven, want afhankelijk van ontwikkeling van technologie en afschrijvingstermijnen van bestaande installaties. De inschatting is echter wel dat zeker voor het energetische deel van het energiegebruik een besparingstempo van meer dan 2% per jaar haalbaar is.

⁷¹ En 1,0% in de periode tot 2010.

⁷² Dit is exclusief de raffinaderijen.

⁷³ De officiële definitie gaat uit van het totale gebruik van energiedragers, incl. het non-energetische deel (de energie-inhoud van grondstoffen). Met deze definitie ligt het besparingstempo onder de 2%.

⁷⁴ Verder gaat ICARUS-4 voor WKK uit van traditionele opties (die stoom/ water levert), terwijl meer innovatieve opties (o.a. tri-generation, voorkoppeling gasturbines voor proeffornuizen) slechts mondjesmaat is opgenomen in het maatregelenbestand.



In de doorrekening van Green4sure door het ECN is voor de industrie (excl. de raffinaderijen) uitgegaan van een besparingspercentage van 1,32% (incl. non-energetisch), hetgeen overeenkomt met ca. 2,4% voor het energetische gebruik⁷⁵. De onderliggende maatregelen betreffen met name om een forse uitbouw van het opgestelde WKK-vermogen.

De CO₂-emissie van de industrie wordt in hoofdzaak bepaald door het energetische deel van het energiegebruik. Een jaarlijks besparingspercentage van 2% in dit deel van het industriële energiegebruik correspondeert over de periode tot 2030 met een reductie in de CO₂-emissies van 14,3 Mton ten opzichte van het GE-referentiescenario.

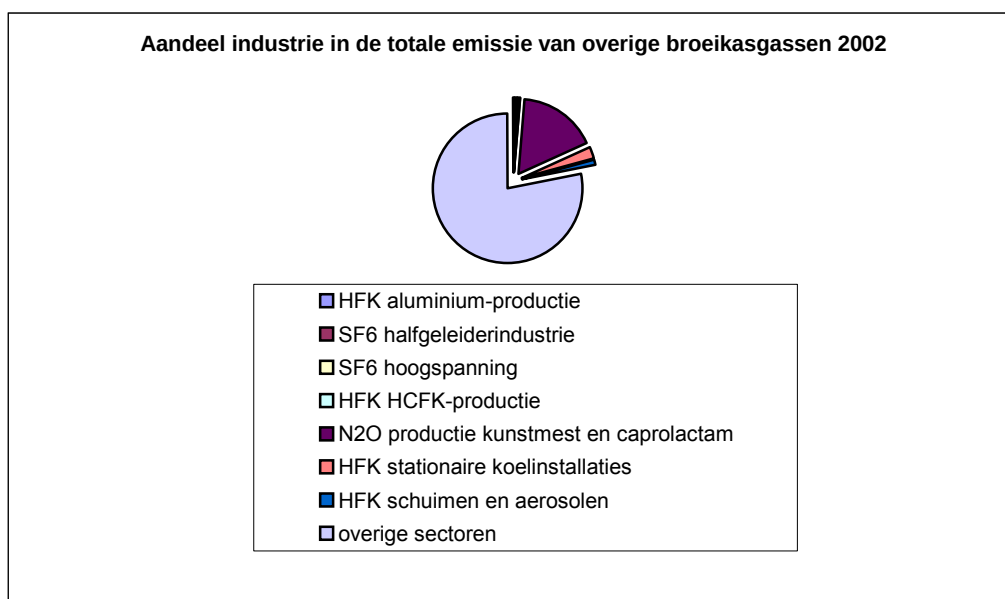
Op de periode tot 2030 is er een groot aantal onzekerheden, dat het moeilijk maakt te overzien welk besparingstempo daadwerkelijk kan worden gehaald. Daarom is ook in beeld gebracht welke reductie in CO₂-emissies wordt gerealiseerd bij een besparingstempo van resp. 1,75 en 2,25%. Dit bedraagt resp. 11,4 en 17,2 Mton.

5.3.2 Overige broeikasgassen

De huidige emissies van overige broeikasgassen door de industrie liggen op ca. 10,5 Mton. Hiervan komt 7,1 Mton voor rekening van de emissie van N₂O door salpeterzuur en caprolactam-producenten. Daarnaast zijn er emissies van fluorhoudende producten (HFK's, HCFC's, SF₆, PF₆). Merendeels komen de emissies van de fluorverbindingen vrij binnen de industrie, maar een deel komt ook vrij bij de toepassing van de producten. Dit geldt met name voor HFK's die worden toegepast in stationaire koelinstallaties en de airco's van auto's. In de referentieramingen worden deze emissies ook gerekend bij de sector industrie.

⁷⁵ Het aandeel non-energetisch in de industrie (excl. raffinaderijen) ligt per 2020 in de doorrekening op ca. 46,6% (640 PJ van 1.374).

Figuur 24 Emissies Overige Broeikasgassen



In de ramingen wordt er vanuit gegaan dat tot 2020 de emissies van de fluorhoudende gassen zullen toenemen van 0,4 tot ca. 3,8 Mton CO₂eq. Voor N₂O wordt ingeschat dat de emissies licht stijgen tot 7,6 Mton. In totaal 11,4 Mton CO₂eq. Maatregelen bij de 'overige broeikasgassen' zijn naar verhouding erg goedkoop (kosteneffectiviteit vanaf ca. € 1/vermeden ton CO₂eq). Dat kan verklaard worden uit het gegeven dat het vaak gaat om kosten bij de overgang naar nieuwe processen en producten, maar dat na de overschakeling op een nieuw productieproces er geen operationele kosten meer zijn. Dit was ook de ervaring bij het uifaseren van de CFK's: bedrijven die in de jaren '80/ '90 CKF's in hun productieproces hebben vervangen door andere producten/processen, hebben daar nu geen kosten meer aan. In het Optiedocument van MNP en ECN zijn maatregelen opgenomen met een totale omvang van 5,5 Mton tot 2010. Daarmee resteert per 2010 nog een emissie van 5,9 Mton. Binnen Green4sure wordt er vanuit gegaan dat het met een actief beleid mogelijk moet zijn om de emissies van N₂O en fluorverbindingen verdergaand te saneren.

Voor de emissies van N₂O zijn technieken aanwezig om de emissies vergaand te verminderen. Naast end-of-pipe technieken (rookgasreiniging), zijn er ook mogelijkheden om door middel van katalysatoren de emissies in het productieproces vergaand terug te dringen. Deze laatste technologie wordt reeds in Oostenrijk op praktijkschaal toegepast. Het rendement ligt nu op 65%, maar door innovatie en/of combinatie van technologieën zijn nu al veel verdergaande reducties mogelijk. Extrapolatie van de ondergrens uit de BREF kunstmestindustrie leidt tot een reductie van ca. 98%, corresponderend met een restemissie van ca. 0,1 Mton CO₂eq. Daarnaast is er een N₂O-emissie bij de productie van caprolactam. Deze ligt op ca. 0,7 Mton. Voor deze emissie ontbreekt nog het zicht op concrete besparingsopties en bijbehorende kosten. Er is uitgegaan van een conservatieve raming, waarbij deze emissies in 2030 nog niet zijn gesaneerd.

Voor de diverse fluorverbindingen is het moeilijk om aan te geven welke reducties op termijn mogelijk kunnen zijn. Voor sommige processen zijn vergaande reducties bereikt (HFK's bij HCFC-productie en PFK in de aluminiumindustrie). Voor sommige andere processen wordt nu nog aangegeven dat er geen alternatieven beschikbaar zijn (SF6 in de elektriciteitssector). Maar de ervaringen vanuit het CFK-beleid leren dat met een actief beleid, toch voor vrijwel alle toepassingen alternatieven ontwikkeld kunnen worden. Het MNP schat in dat deze emissies kunnen worden teruggebracht tot ca. 1,5 Mton, en 1,0 Mton bij een verbod op HFK's. Het laatste is, in Europees verband, een reële optie gelet op de beschikbaarheid van alternatieven.

Tezamen geldt volgens inschatting van het MNP dat de emissies van overige broeikasgassen tot ca. 1,8 Mton CO₂eq. moeten kunnen worden teruggebracht. Hierbij geldt dat in de meeste gevallen de kosten verhoudingsgewijs laag zullen zijn. Om deze goedkope oplossingen snel binnen bereik te brengen, en concurrentieverhoudingen binnen Europa niet te verstoren, is het wenselijk dat bestaande emissies van overige broeikasgassen ook onder het systeem van emissiehandel worden gebracht.

Tabel 37 Reducties emissies Overige Broeikasgassen in Green4sure

Overig broeikasgas	Emissie 2002	Emissie 2020 (referentieraming ECN/RIVM)	Maatregelen Optiedocument	Restemissie 2020 na maatregelen Optiedocument	Restemissie Green4sure 2020/2030
N ₂ O	6,8	7,6	4,0	3,6	0,8
Fluorhoudende gassen	3,0	3,8 ⁷⁶	1,5	2,3	1,0
Totaal	9,8	11,4	5,5	5,9	1,8

5.3.3 CO₂-levering en opslag

Een laatste optie voor CO₂-reductie bij de industrie is de opslag van CO₂. De concentratie van industrie, onder andere in Rijnmond, biedt hierbij in potentie een belangrijk voordeel: Het biedt de mogelijkheid dat meerdere bedrijven via een geïntegreerde infrastructuur CO₂-afgassen tijdelijk of definitief afvoeren naar een opslaglocatie.

In Rijnmond heeft de raffinaderij van Shell in 2006 een contract gesloten met glastuinders in de B-driehoek⁷⁷. De tuinders krijgen met dit initiatief zuivere CO₂ aangeleverd, en hoeven niet meer zelf CO₂ te produceren. Dit bespaart ca. 90 miljoen m³ aardgas.

Het ECN/MNP (2005) ziet CO₂-opslag als een van de belangrijkste maatregelen bij de industrie. Het totale potentieel in Nederland wordt ingeschat op ca. 11.000 Mton (Platform Nieuw Gas, 2006). Wel geldt dat er nog weinig ervaringen zijn met opslag van CO₂ in gasvelden. Binnen Nederland zijn er nog geen ervaringen: een gepland proefproject in een geabandonneerd veld in de Lier is gecancelled. Wel heeft het Franse GdF in 2006 ervaring opgedaan met opslag van CO₂ in

⁷⁶ Inmiddels bijgesteld naar 3,2 Mton (MNP, 2007).

⁷⁷ Bleiswijk, Bergschenhoek, Berkel en Rodenrijs.

gasvelden in de Noordzee. Daarbij bleek het goed mogelijk de CO₂ op te slaan en tevens wordt onderzocht om via CO₂-injectie meer CH₄ uit gasvelden te kunnen halen (enhanced gas recovery, EGR). ECN/MNP schatten de kosten-effectiviteit voor de goedkoopste opties (CO₂-afvang bij ammoniakproductie, raffinaderijen, etheenproductie) in op ca. € 9 - € 10/opgeslagen ton CO₂ (ECN / MNP, 2005).

Het is van belang een CO₂-opvanglocatie goed te selecteren, met een stevig monitoring en management plan, dat kan worden gecontroleerd en geverifieerd. Ook is aansprakelijkheid voor lekkages, e.d. van belang. De nieuwe Mijnwet en het Burgerlijk Wetboek bieden daarvoor mogelijkheden.

Ten aanzien van CO₂-opslag komt de Commissie in het najaar van 2007 met een voorstel voor een Regulatory and Enabling Framework voor opslag van CO₂, dat vanaf 2013 van kracht moet zijn. Het is nog niet goed duidelijk wat de vroegtijdige positie van CO₂-opslagprojecten daarin is. Lidstaten kunnen wel een 'opt-in' aanvragen voor CO₂-opslag. Het Britse en Nederlandse plan geven aan CO₂-opslag te erkennen. Het eerste is inmiddels goedgekeurd.

5.3.4 Potentieel CO₂-reductie onder Green4sure

Er zijn nog forse reducties mogelijk in het verbruik van energie en in de emissies van CO₂. Op basis van de bovenstaande mogelijke maatregelen kunnen deze als volgt worden geraamd⁷⁸.

Tabel 38 Potentiële emissie reductie broeikasgassen 2030

Maatregel	Reductie emissie CO ₂ -eq. (t.o.v. GE-referentieramingen) [Mton/jaar]
Verhogen tempo energiebesparing: - <i>doorvoeren maatregelen 'op de plank'</i> - <i>uitbouw Warmte-Kracht Koppeling</i> - <i>procesinnovatie</i> - <i>ketenefficiency</i> - <i>restwarmtebenutting</i>	14,3
Overige broeikasgassen	9,6
CO ₂ -levering en opslag	13,2
Totaal:	37,1

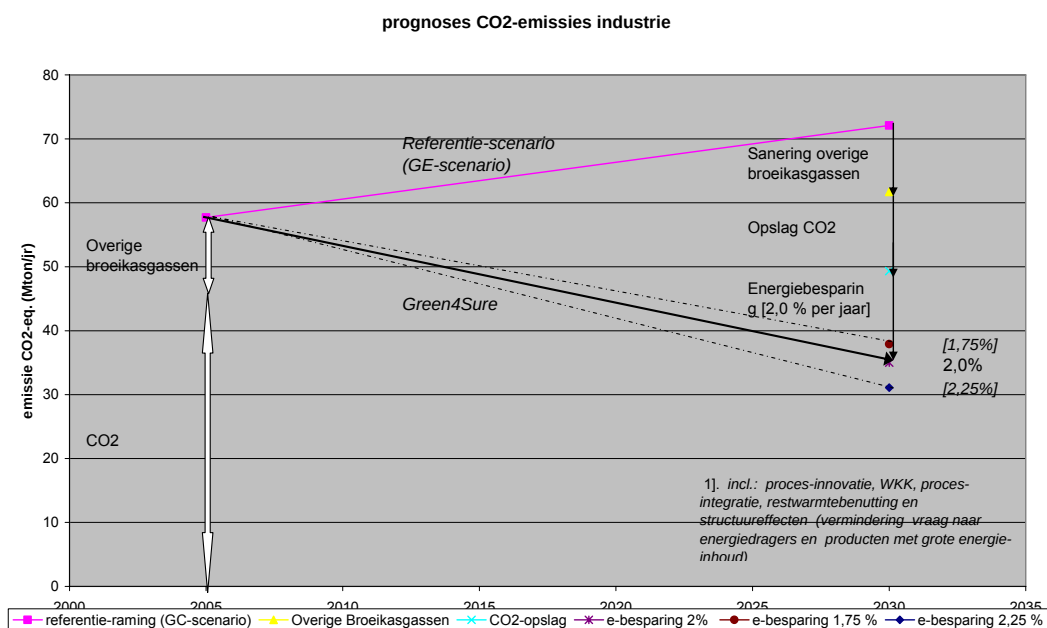
Overall resulteert dit in een van 37,1 Mton t.o.v. het referentiescenario⁷⁹.

⁷⁸ Het ECN hanteert in de berekeningen voor de prognoses een andere raming voor de emissie van CO₂ door de industrie in het jaar 2005 dan de historische waarde (resp. 47,9 Mton en 44,2 Mton). In onderstaande berekeningen is uitgegaan van de waarde die in de prognoses wordt gehanteerd.

⁷⁹ In deze raming zijn maatregelen in de productketen, zoals materiaalefficiënt productontwerp, minder verpakkingsmateriaal en materiaalsubstitutie nog niet meegenomen.



Figuur 25 Reducties CO₂-emissies Green4sure t.o.v. referentiescenario



Noot: Industrie incl. raffinaderijen.

5.4 Barrières

Onder paragraaf 5.3.1 is uitgewerkt dat er een fors potentieel is voor energiebesparing in industriële processen, in de orde van 2% per jaar. Toch geldt dat het tempo van energiebesparing in de grote industrie terug is gezakt tot 1%/jr. En de prognoses voor de komende 15 jaar zijn dat het tempo niet verder omhoog zal gaan. Het is daarom zaak nader te bekijken wat de barrières zijn om dit potentieel te verzilveren.

De belangrijke barrières zijn:

- 1 Internationale concurrentieverhoudingen.
- 2 Schaarste aan kapitaal, scherpe rendementseisen.
- 3 Tijdsgebrek bij productiestops; keuze voor bewezen technieken, achterstanden in kennis.
- 4 Leemtes in het emissiehandelssysteem; onzekerheid t.a.v. de CO₂-prijs.
- 5 Overheidsbeleid niet eenduidig gericht op bevorderen e-efficiëntie en innovatie.

5.4.1 Schaarste aan kapitaal/scherpe rendementseisen

Dit lijkt is de belangrijkste barrière binnen bedrijven. De industrie in Nederland maakt deel uit van internationale concerns. Investeringsbudget wordt genomen op concernniveau. Investeringsbudget wordt vaak verdeeld over andere projecten, zoals investeringen in nieuwe markten (China). Bedrijven zetten het beschikbare investeringsbudget veelal daar in waar het snel leidt tot verbetering van de concurrentiepositie. Voor investeringen in energiebesparing worden vaak zeer scherpe rendementseisen gesteld, tot terugverdientijden van 1,5 jaar. Dat heeft tot gevolg dat rendabele investeringen

(met terugverdiertijden tot 5 jaar) op de plank blijven liggen. Beschikbaarheid van financiële middelen blijkt dus een kritieke voorwaarde voor investeringen in energiebesparing/ nieuwe technologie.

Daarbij letten bedrijven vaak alleen op de initiële kapitaallasten en niet op de operationele kosten van installatie. Bedrijven gaan dan voor de goedkoopste installatie in aanschafprijs en letten niet op de efficiency of eventuele terugverdiertijd. Tot slot komt daarbij dat budgetten soms verdeeld zijn over verschillende afdelingen: investeringen in nieuwe elektromotoren kunnen bijvoorbeeld vallen onder het budget van de onderhoudsafdeling, terwijl de opbrengsten uit energiebesparing voor rekening van een ander budget komen.

5.4.2 Maatregelen kunnen alleen getroffen worden tijdens onderhoudsstops. Tijd is dan beperkt en betrouwbaarheid cruciaal

Het doorvoeren van nieuwe technologieën is doorgaans alleen mogelijk tijdens een productiestop. Het aantal productiestops wordt zo klein mogelijk gehouden, en de stops kort. De tijd is dan beperkt. Bovendien is betrouwbaarheid cruciaal: fabrieken moeten na groot onderhoud weer gelijk vol in bedrijf kunnen komen. Daarom wordt vaak gekozen voor een bewezen techniek. Een aanvullend probleem is hierbij dat veel productielocaties sterk zijn afgeslankt en niet meer over up-to-date kennis beschikken.

5.4.3 Onzekerheid t.a.v. de CO₂-prijs, leemtes in emissiehandelsysteem

Het is onzeker hoe de prijs van CO₂ zich op langere termijn zal ontwikkelen. In zijn algemeenheid geldt dat deze onzekerheid leidt tot minder investeringen of uitstel van investeringen.

Het emissiehandelsysteem geeft voor maatregelen 'buiten het hek', zoals levering van restwarmte en CO₂-levering/-opslag geen credits, of laat nog grote onzekerheid hoe het uit gaat werken. Dit levert een rem op investeringen in restwarmtebenutting en CO₂-levering/-opslag. Een ander punt is dat er op dit moment in Nederland geen mogelijkheden zijn voor Joint-Implementation projecten.

5.4.4 Kansrijke innovaties breken slechts moeizaam door

Kansen voor schonere industriële processen, en integratie tussen verschillende processen, breken in veel gevallen niet door. Daardoor blijven belangrijke kansen om energie-efficiëntie te realiseren liggen.

Primair bepalen bedrijven welke investeringen waar plaatsvinden. Zoals onder 5.4.1 aangegeven geldt daarbij dat in de huidige situatie de investeringen, ook in innovatieve processen, veelal plaatsvinden in nieuwe markten, en niet in Nederland/Europa.

Een belangrijke factor is echter ook het stimuleringsbeleid van de rijksoverheid. Dit richt zich in de keten onderzoek - pilot - marktintroductie - opschaling - vooral richt op de eerste en de vierde stap. Daartussen ligt vaak een gat, waarin kansrijke opties stranden.



5.5 Instrumenten in het Groene Energieplan

Er is in de industrie een groot potentieel voor verdere energie-efficiëntieverbetering: het tempo van energiebesparing kan omhoog tot ca. 2% per jaar. Daarnaast zijn er veel mogelijkheden voor restwarmtebenutting en CO₂-opslag. Hiervoor liggen er juist in Nederland goede aangrijpingsmogelijkheden: de energie-intensieve industrie is op enkele locaties geclusterd, er zijn veel mogelijke afnemers voor restwarmte en er zijn, dankzij de bestaande infrastructuur en gasvelden, goede mogelijkheden voor de opslag van CO₂. Toch zijn er barrières die dit tegenhouden.

De industrie opereert in een internationale context. Een intensiever beleid moet dan ook Europees worden ingezet. De maatregelen in dit plan zijn dan ook opgesteld vanuit de gedachte dat deze in heel Europa worden ingevoerd. Om het haalbare potentieel binnen bereik te krijgen, zal een stimulerend beleid niet voldoende zijn. Er is een krachtig drukmiddel nodig. Uitbouw van het systeem van emissiehandel met aangescherpte plafonds ligt daarbij het meest voor de hand. Met een slimme combinatie van druk en stimulans, kan het tempo van energie-efficiëntieverbetering worden opgevoerd en kunnen de benodigde reducties worden gerealiseerd.

Met een gecombineerde aanpak van verschillende instrumenten zal een continue verbetering van de energie-efficiëntie worden bereikt, een omvangrijke benutting van restwarmte en opslag van aanzienlijke hoeveelheden CO₂. Dat leidt tesamen tot een forse reductie van het gebruik van fossiele brandstoffen en van CO₂. En tegelijk een innovatieve, efficiënte industrie die een stevige positie heeft in de internationale concurrentie.

5.5.1 Regulerende instrumenten

Aanscherping EU-plafonds emissiehandel CO₂

Met emissiehandel krijgen emissies hun prijs en reductie een premie. In Green4sure wordt het absolute plafond jaarlijks met 1,2% verlaagd, ongeacht de economische groei. Tevens wordt de mogelijkheid van JI/CDM beperkt tot 10% van de totale CO₂-emissie. Hierdoor is de broeikasgas-emissie van de industrie in het jaar 2030 met ongeveer 40% verminderd. Deze reductie spoort met het aanzienlijke potentieel (efficiencyverbetering, WKK, procesinnovatie, restwarmtebenutting, overige broeikasgassen en CO₂-opslag) dat met rendabele, c.q. 'goedkope' maatregelen haalbaar is. Het is daartoe wel noodzaak dat het systeem ruimte biedt aan bedrijven om ook maatregelen in de keten te verdisconteren: toepassing van WKK, het leveren van restwarmte of CO₂ en de opslag van CO₂. Deze maatregelen moeten via het EU ETS of via Joint-Implementation CO₂-credits kunnen genereren. Bovendien zullen emissies van Overige Broeikasgassen in het handelsstelsel moeten worden meegenomen. Dit kan door middel van een opt-in (grote emittenten van overige broeikasgassen kunnen zich op vrijwillige basis aansluiten bij het EU ETS) of door middel van domestic offsets (de emissies van overige broeikasgassen worden gereduceerd en de overheid geeft het bedrijf dat maatregelen neemt hiervoor emissierechten), die het aan EU ETS bedrijven kan verkopen.

Green4sure zet verder in op ruimte aan bedrijven om tot 20 Mton CO₂-emissies op te kopen via JI- of CDM-projecten.

Tot slot is het uitgangspunt dat rechten worden geveild. Hierdoor verdwijnt het gehele systeem van allocatie. Nieuwe toetreders gaan hierdoor onder dezelfde condities opereren als gevestigde bedrijven. Ook wordt het mogelijk om kleinere bedrijven onder het EU ETS te brengen. Veiling van rechten heeft in principe geen invloed op de maatregelen die bedrijven nemen, daarbij speelt alleen de prijs van de rechten een rol. Veiling van rechten verbetert de efficiëntie en de rechtvaardigheid van het systeem en vereenvoudigt de behandeling van nieuwe toetreders.

Correcties aan de grenzen van de EU

Emissiehandel met aangescherpte plafonds zal binnen de EU leiden tot een kostenverzwaring voor Europese industriële concerns vs. industriële bedrijven buiten Europa. Het is niet gewenst dat dit voor de Europese industrie zou leiden tot vertrek naar landen met zwakke milieuregels (naast een verlies van economische bedrijvigheid en werkgelegenheid, leidt dit voor het milieu ook alleen tot een verplaatsing van emissies). Als alternatief wordt in gezet op belasting van producten van buiten de EU met een bedrag dat afhankelijk is van de externe kosten die het product veroorzaakt. Europese producten die internationaal verhandeld worden krijgen een compensatie voor de hogere milieukosten. Dit heet in WTO-termen 'border tax adjustments' (BTA). De juridische mogelijkheden van Border Tax Adjustments worden momenteel in Europa sterk bediscussieerd, nadat de Franse premier De Villepin hierover een idee lanceerde in november 2006. Binnen de Europese Commissie zijn er voorstanders en tegenstanders. Twee kwesties spelen hier een rol. Ten eerste de vraag of Border Tax Adjustments mogelijk zijn onder de huidige WTO-regels. Daar is geen eenduidig antwoord op te geven. De jurisprudentie lijkt hier ruimte voor te laten, maar de vraag is in hoeverre klimaatmaatregelen vergelijkbaar zijn met bijvoorbeeld milieubeleid op het vlak van biodiversiteit. Ten tweede is de implementatie van de Border Tax moeilijk, omdat van elk product met enige mate van nauwkeurigheid moet worden vastgesteld wat de CO₂-uitstoot was tijdens de productie. Er zijn ook andere manieren denkbaar om correcties te doen aan de grenzen van de EU. Bedrijven die aan internationale concurrentie blootstaan zouden een bepaald deel van de emissierechten gratis kunnen krijgen. Ook in dat geval zouden er problemen kunnen optreden in WTO-verband vanwege staatssteun.

Vergunningen

Conform de Wm behoren bedrijven (buiten het EH-systeem) maatregelen te treffen die een terugverdientijd hebben van vijf jaar of minder. Met de Wm-vergunning als 'stok achter de deur', hebben Meerjaren Jaren Afspraken Energiebesparing in diverse sectoren aanzienlijke resultaten opgeleverd. Binnen Green4sure zullen kleine bedrijven die niet onder het EU ETS vallen, maatregelen moeten treffen die een terugverdientijd hebben van 5 jaar of minder. Na 2013 vervalt deze eis.



5.5.2 Stimulerend beleid

Bevorderen innovatie over de hele keten

Het is gewenst dat de overheid ook actief stuurt richting integrale en innovatieve oplossingen. Dit speelt zowel in het vestigingsbeleid (gericht beleid op het vestigen van innovatieve, kansrijke bedrijven) als in het beleid ten aanzien van innovatie (kansrijke innovaties stimuleren in de keten), van onderzoek via praktijkproeven tot marktintroductie.

Groen kapitaal

Een belangrijke barrière voor het treffen van beschikbare maatregelen is het ontbreken van kapitaal. Dit kan worden weggenomen door tegen een lage rentevoet kapitaal beschikbaar te stellen. Op dit moment is 'Groen Kapitaal', met een rente die zo'n 1,5% lager is dan de gangbare rentevoet, al beschikbaar voor diverse groene projecten, zoals windmolens, biologische landbouw en groen labelkassen. Binnen Green4sure komt er groene financiering voor kleine bedrijven die (tot 2013) niet onder het EU ETS vallen.

Nutsvoorziening voor restwarmtelevering en opslag van CO₂

Er liggen grote mogelijkheden voor het benutten van restwarmte en levering/opslag van CO₂. Voor de infrastructuur zijn aanzienlijke investeringen nodig, die op zichzelf rendabel zijn maar niet door één industriële partij getroffen kunnen worden. Daarom zet Green4sure er op in dat er nutsvoorzieningen worden opgericht voor restwarmtelevering en CO₂-levering/-opslag.

5.5.3 Hoe de barrières te slechten?

In paragraaf 5.4 zijn vier barrières onderscheiden die er voor zorgen dat er in de industrie minder energie wordt bespaard dan mogelijk zou zijn. De gegeven instrumenten dragen er aan bij dat deze kunnen worden overwonnen.

1 Bedrijven zetten kapitaal elders in/ scherpe rendementseisen.

Binnen Green4sure ontstaat er een sterke druk om rendabele maatregelen wel te treffen. Door de emissieplafonds komt er een substantiële prijs op de CO₂-emissies, en daarmee een stimulans om energiebesparingsmaatregelen te treffen. Dit zal er toe bijdragen dat bedrijven hun rendementseisen (nu vaak nog zeer kort tot 18 maanden) naar boven zullen bij stellen.

Aan de andere kant zet Green4sure voor kleine bedrijven, die tot 2013 niet onder het EU ETS vallen, in op het beschikbaar stellen van 'Groen Kapitaal'. Daarmee komt er 'goedkoop' kapitaal beschikbaar om maatregelen te treffen.

2 Maatregelen kunnen alleen worden getroffen tijdens onderhoudsstops. Tijd is dan beperkt en betrouwbaarheid cruciaal.

Ook hier geldt dat de emissieplafonds er toe zullen leiden dat er binnen bedrijven een hogere druk ontstaat om rendabele maatregelen te treffen. Te verwachten valt dat partijen als ingenieursbureaus daarop in zullen inspelen en ervaringen in zullen brengen over bewezen maatregelen bij bedrijven. Daarmee wordt de drempel kleiner om nieuwe producten/technieken te kiezen.

3 *De prijs van CO₂-emissies is onzeker. Het systeem van CO₂-emissiehandel kent belangrijke leemtes.*

Green4sure geeft duidelijkheid over de plafonds op lange termijn, plus over het pad daarnaar toe. Daardoor hebben bedrijven duidelijkheid dat prijzen van CO₂ in het systeem op een hoog niveau zullen komen te liggen, en de mogelijkheid daar vroegtijdig op te anticiperen.

Daarnaast zet Green4sure in op uitbouw van het systeem van emissiehandel naar CO₂-emissiereducties 'buiten de poort' (restwarmtelevering/CO₂-levering en -opslag), en JI-projecten in Nederland waar bedrijven in kunnen investeren.

4 *Overheidsbeleid niet eenduidig gericht op e-efficiency en innovatie.*

In Green4sure wordt in gezet op gerichte stimulering van innovatie over de hele keten. Tevens worden via Groenfinanciering efficiënte productieprocessen gestimuleerd bij bedrijven die nog niet vallen onder het EU ETS.

5.5.4 Conclusies

Dit rapport laat zien dat de emissies van broeikasgassen in de industrie in 2030 kunnen zijn gedaald met meer dan 50% ten opzichte van het referentiescenario (GE) en met 40% ten opzichte van het emissieniveau in 2005. De emissiereductie is als volgt opgebouwd:

Tabel 39 Emissiereducties in Green4sure t.o.v. GE-referentiescenario

Maatregel	Reductie emissie CO ₂ -eq. (Mton/jaar)
Verhogen tempo energiebesparing: - doorvoeren maatregelen 'op de plank' Voorbeeld: introductie van VSD-motoren - uitbouw Warmte-Kracht Koppeling Voorbeeld: uitbouw WKK in raffinaderijen - procesinnovatie Voorbeeld: CCF in de staalindustrie, HIC in destillatieprocessen - ketenefficiency Voorbeeld: integratie van LNG en elektriciteitsopwekking - restwarmtebenutting Voorbeeld: Bottlekloop	14,3
Overige broeikasgassen	9,6
CO ₂ -levering en opslag	13,6
Totaal	34,6

Het doel wordt bereikt door de hoeveelheid rechten in EU ETS vanaf 2013 jaarlijks met een vast percentage te verminderen. Dit resulteert in een vermindering van 40% in het jaar 2030. Door het strakke plafond zal de prijs oplopen en wordt naar verwachting CO₂-opslag rendabel. Overige broeikasgassen kunnen in het EU ETS gereduceerd worden via een 'opt-in' (grote emittenten) en domestic offset / JI-projecten (kleine emittenten).

Energiebesparing in EU ETS-sectoren wordt gestimuleerd door EU ETS. Daarnaast wordt aan bedrijven die nog niet onder het EU ETS vallen de eis gesteld dat ze maatregelen nemen die een terugverdientijd hebben van vijf jaar of min-



der. Dit conform de Wm. Voor deze bedrijven worden bovendien bestaande knelpunten op het gebied van kapitaal en infrastructuur opgelost door een uitbreiding van de groenkapitaalregeling.

Wanneer de strengere ETS-plafonds zouden resulteren in een verslechtering van de concurrentiepositie, dan zou kunnen worden overwogen om aan de grenzen van de EU heffingen in te stellen voor energie-intensieve producten afkomstig uit landen die geen plafonds hanteren voor CO₂-emissies en subsidies voor export.

5.5.5 Overzicht van verleende subsidiebedragen

Tabel 40 Overzicht van verleende subsidiebedragen en gerealiseerde CO₂-reductie 1990 - 2003

Naam	Looptijd	Neder-land	Industrie en Raff	Uitvoering-skosten*	CO ₂ -red-uctie (Mton)	Effectiviteit (Subsidie/ CO ₂ -reductie)
TIEB (Tenders Industriële Energie Besparing)	1991-	81	81		P.M.	
NEWS (Nieuwe Efficiënte Combinaties van Warmte-Kracht-systemen)	1997-2000	4	3		P.M.	
EMA (Energiebesparings- en Milieuidviesen)	1991-2001	10	10	0	P.M.	
BSET-WKK (Besluit Subsidies Energie-besparings Technieken WKK)	-1996.0	297	208	niet bekend	P.M.	
CO ₂ Reductie Plan	1997-2000	31	18	0.4	0.3	8
EIA (Energie Investerings Aftrek)	1997-	414	143	8.6	1.8	10
VAMIL (Vervroegde Aftrek Milieu-Investeringen)	1991-	108***	27***	2.4	0.3	12
MAP (Milieu Actie Programma)	1991-2000****	779	198	26	0.2	140
Totaal*****		1.724	688(480)	38	2.6	35(25)

Noten:

* Uitvoeringskosten betreft hier het aandeel uitvoeringskosten dat samenhangt met de door de industrie ingediende subsidieaanvragen. Dit is een schatting door de totale geschatte uitvoeringskosten van de regelingen te vermenigvuldigen met het deel van de industrie in de totale subsidiekosten overheid.

** CO₂-besparing gecorrigeerd voor free-riders.

*** Voor VAMIL alleen het gedeelte dat betrekking had op CO₂-reductie.

**** Betalingen uit het kader van de MAP konden evenwel ook later dan 2000 plaatsvinden.

***** Tussen haakjes staat het totaal zonder de BSET-WKK-regeling waarvan de CO₂-reductie niet is bepaald.

Bron: ECN, 2005; CE, 2005.

5.5.6 Uitwerking procesinnovaties

raffinaderij

	GJ/ton			CO2-emissies Mton/jaar	referenties
	brandstof	stoom	elektriciteit		
Huidige niveau	1,7	0,4	0,1	12,0	CBS Statline Achtergronddeocum ent
Retrofit, repowering fornuizen	1,5	0,4	0,1	11,4	nu inpasbaar referentie ramingen Ontwikkelingen Rijnmond
Retrofit, HIDic en repowering fornuizen	1,3	0,4	0,1	10,8	vergt innovatie

Meer energiebesparing
voor de chemie in Rijnmond
kansen - barrières - oplossingen
H.P.J. de Wilde, G.J. Stienstra

kunstmest - ammoniak

	GJ/ton NH3			CO2-emissies Mton/jaar	
	brandstof	stoom	elektriciteit		
Huidige niveau	35,9	0,0	0,0	5,2	CBS Statline
Retrofit, repowering fornuizen	33,8	0,0	0,0	4,9	nu inpasbaar Achtergronddocumen t
Huidige BAT	27,6			3,9	vergt nieuwbouw IPPC BAT ref
Toekomstige BAT (membraamreactor, NH3 absorbtie, hoge T voorverwarming syngas)	23,6	0,0	0,0	3,3	vergt nieuwbouw Ecofys

J.G. de Beer, K. Blok. Energietransitie en
opties voor energie-efficiency verbetering,
Ecofys, december 2003

naftakrakers

	GJ/ton etheen			CO2-emissies Mton/jaar	
	brandstof	stoom	elektriciteit		
Huidige niveau	28,3			6,0	CBS Statline
Retrofit, repowering fornuizen	21,4			4,6	nu inpasbaar Achtergronddocumen t
Toekomstige BAT (niet toegelicht)	18,0			3,8	vergt nieuwbouw Berkely rapport

J.E. Sinton China's sustainable energy future

staal

	GJ/ton staal			CO2-emissies Mton/jaar	
	brandstof	stoom	elektriciteit		
Huidige niveau	18,3			12,8	CBS Statline
Invoering voorgenomen maatregelen benchmark	17,4			12,2	nu inpasbaar Achtergronddocumen t
Invoering additionele maatregelen (TRT, CDQ, etc)	16,0			11,2	nu inpasbaar Website:
CCF	14,4			8,8	
Huidige BAT, op aardgas gebaseerde MIDREX	10,5			3,8	vergt nieuwbouw Optiedoc



6 Elektriciteit

6.1 Lessen uit de afgelopen decennia

6.1.1 Inleiding en leeswijzer bij sectoranalyse

Om tot een duurzame elektriciteitsvoorziening te komen, is het van belang dat CO₂-emissies fors worden verminderd en de afhankelijkheid van fossiele brandstoffen uit instabiele regio's afneemt. Voor het bewerkstelligen van de noodzakelijke CO₂-emissiereducties staan binnen de energievoorziening de volgende opties ter beschikking⁸⁰:

- besparen;
- het gebruik van steenkool substitueren door aardgas;
- het gebruik van fossiele brandstoffen combineren met CO₂-afvang en -opslag (*schoon fossiel*);
- vergroting van het aandeel dat door hernieuwbare energiebronnen wordt geleverd (zonne-energie, windenergie, biomassa, waterkracht, geothermische energie en mariene energie).

In de praktijk zal een combinatie van opties noodzakelijk zijn, waarbij elk van de opties moet voldoen aan algemeen geaccepteerde duurzaamheidscriteria.

Om lessen te kunnen trekken met betrekking tot de vormgeving van een effectief toekomstig beleid voor de energiesector in *Green4sure*, is het van belang goed zicht te hebben in de huidige knelpunten in de verduurzaming van de elektriciteitsvoorziening en het tot op heden gevoerde beleid. Dit hoofdstuk zal daartoe eerst terugblikken met een *empirische* beschrijving van het in Nederland gevoerde energiebeleid vanaf de *Eerste Oliecrisis* in 1973. Vervolgens maken we een *analyse* van belangrijkste knelpunten in de transitie naar een duurzame elektriciteitsvoorziening (paragraaf 6.1.6). Tenslotte kijken we wat dit betekent voor de vormgeving van het beleid in *Green4sure* om tot een 50% reductie te komen in 2030 (paragraaf 6.1.7). Dit laatste doen we door enkele algemene lessen te trekken uit het gevoerde beleid, welke in paragraaf 6.3 nader uitgewerkt zullen worden in de vorm van concrete beleidsvoorstellen.

6.1.2 Het beleid vanaf de Eerste Oliecrisis

In de afgelopen decennia hebben drie belangrijke gebeurtenissen plaatsgevonden, die in zeer grote mate hebben bijgedragen aan het vormen van het energiebeleid in Nederland: De oliecrisis van 1973, de ramp met de kerncentrale van Tsjernobyl in 1986 en het Brundtland-rapport in 1987 (CIEP, 2005).

⁸⁰ In principe past kernenergie ook in het streven om CO₂-uitstoot te verminderen. Op grond van risico's met betrekking tot afval, reactorveiligheid, proliferatie, effecten in de splijtstofketen, etc. is uitbreiding van het aantal kerncentrales op Nederlandse grondgebied maatschappelijk omstreden. Overigens bestaat een belangrijk deel van de Nederlandse import uit stroom opgewekt met kerncentrales.

De oliecrisis van 1973 leidde er toe dat in tal van Europese landen en ook in Nederland, er voor het eerst werd nagedacht over een integraal energiebeleid. Dit leidde in 1974 tot de eerste Energienota van Minister Lubbers.

De eerste Energienota had tot doel een aanzet te geven voor het energiebeleid van de komende tien jaar en een basis te vormen voor verdere discussie. De nota voegde een nieuw beleidselement toe aan het energiebeleid in Nederland: energiebesparing. Door een doelbewuste beperking van de groei van het energieverbruik moest de Nederlandse energiehuishouding flexibeler worden en moest gaan beschikken over een strategische reserve van aardgas.

Naast de groeibeperking bij bedrijven, overheden en gezinnen en energiebesparende maatregelen in de woningbouw (nieuw en bestaand) werden er ook twee maatregelen getroffen die met de elektriciteitsproductie van doen hadden:

- in 1985 moeten drie nieuwe kerncentrales van elk 1.000 MW in gebruik zijn;
- betere spreiding van energiedragers door meer kolenverbruik door de elektriciteitscentrales.

Reeds in 1957 werd in de Nota Kernenergie voorzien in een aandeel van 30% van kerncentrales in het opgestelde vermogen in Nederland. De bovengenoemde 3.000 MW in 1985 zou echter ongeveer 20% hebben voorgesteld. Terwijl in 1974 slechts 5% van de het opgestelde vermogen uit kerncentrales bestond (Dodewaard en Borssele). De uitbreiding van productievermogen moest echter wel aan strenge voorwaarden voldoen zoals onder andere organisatorische, milieukundige en veiligheidsaspecten.

Naast de kernenergie zouden ook kolen weer een groot belang in de energievoorziening moeten hebben. Waren in 1950 de kolen nog verantwoordelijk voor 70% van de energievoorziening, in 1973-1974 was dit nog maar 4%. Steenkolen werden weer aantrekkelijk vanwege de grote, talrijke voorraden en de beschikbaarheid van kolen in tal van betrouwbare regio's.

Er werd kortom ingezet op de spreiding over energiedragers met kernenergie en kolen en minder gebruik van gas en geen beleid voor onder andere duurzame energie. Hiervoor was het echter wel noodzakelijk dat de centrale overheid meer invloed zou krijgen op de elektriciteitsproductie, welke tot die tijd gering was. Zodoende zou de centrale overheid op termijn voldoende invloed hebben op het Elektriciteitsplan, op de organisatie van de elektriciteitsvoorziening en op het tarievenbeleid.

Ondanks de maatregelen die waren genoemd in de eerste Energienota bleken deze niet voldoende om een oliecrisis af te wenden en kwam er in 1979-1980 toch een tweede oliecrisis. Naar aanleiding hiervan werd een tweede Energienota opgesteld. Deze nota legde de nadruk op meer energiebesparing.

Na jaren van discussie en uitstellen werden uiteindelijk in 1984 en 1985 knopen doorgehakt omtrent het plaatsen van de nieuwe kerncentrales. In het voorjaar van 1986 was de besluitvorming bijna afgerond en voor 1990 zou de bouw van de centrales beginnen. Op 26 april 1986 explodeerde de kerncentrale in Tsjernobyl. Met als gevolg een nucleaire fall-out boven een groot deel van Euro-



pa⁸¹. Na deze ramp werden de nucleaire plannen van de Nederlandse overheid in de ijskast gezet.

Een uitbereiding van het productievermogen was echter nog steeds nodig en ook de inzet op kolen was nog aanwezig. Hiervan werden echter wel de milieueffecten steeds meer als een probleem gezien.

In 1987 kwam het zogenaamde Brundtland-rapport uit. In dit rapport werd voor het eerst een betoog gehouden tegen de niet-duurzame consumptie en productie en voor duurzame ontwikkeling. Als gevolg hiervan kregen het milieu en vooral het broeikas effect meer aandacht en vanaf 1990 kreeg het milieubeleid echt vorm. In deze periode werden de eerste MeerJarenAfspraken gemaakt tussen de industrie, de energiesector en de overheid voor efficiënter gebruik en een sterkere groei van de WKK. Mede als gevolg hiervan nam het aandeel kolen in de elektriciteitsproductie geleidelijk aan weer af (van 40% in 1990 naar 31% in 2000).

De derde Energienota werd in 1996 gepubliceerd. In deze nota werd aangegeven welke stappen het kabinet wil zetten om te komen tot een meer duurzame energiehuishouding. Het doel van het energiebeleid in deze nota is te komen tot een verbetering van de energie-efficiëntie met een derde in de komende 25 jaar en een aandeel van duurzame bronnen in het energieverbruik van 10% in 2020.

Daarnaast ging deze nota in op de toenemende liberalisering en internationalisering van energiemarkten. De nota bevorderde meer marktwerking voor energiedragers die door een leiding getransporteerd worden: elektriciteit, gas en warmte. Het ging hierbij om een geleidelijke invoering van meer keuzevrijheid voor verbruikers, te beginnen met de grootgebruikers.

Een verschil met eerdere energienota's was dat de derde Energienota niet geënt was op schaarste, onzekerheden en sterke prijsfluctuaties van energie, maar op een veranderde verhouding tussen economie en milieu en internationale ontwikkelingen en globalisering. Ook de bouw van nieuwe kerncentrales zou de komende jaren nog niet aan de orde zijn. De kerncentrale in Dodewaard werd in 1997 gesloten.

Het Kyoto-protocol, dat in 1997 in de Japanse stad Kyoto werd opgesteld, is de opvolger van het Klimaatverdrag van de Verenigde Naties en regelt de vermindering van broeikasgassen. Via het Kyoto-protocol heeft Nederland zich verplicht de uitstoot van de broeikasgassen in de periode 2008-2012 met 6% te verminderen ten opzichte van 1990. Voor deze reductieverplichting heeft het Kyoto Protocol een drietal instrumenten:

- Clean Development Mechanism (CDM);
- Joint Implementation (JI);
- emissiehandel.

Op basis van de laatste, de emissiehandel, is in de hele Europese Unie in 2005 een handelssysteem van start gegaan voor de uitstoot van het broeikasgas CO₂ en de uitstoot van NO_x dat verzuring en smog veroorzaakt.

De overheid heeft voor de CO₂-emissiereductie streefwaarden vastgesteld per doelgroep, bijvoorbeeld verkeer, consumenten of industrie. Voor iedere doel-

⁸¹ Heden ten dage is deze ramp nog steeds verantwoordelijk voor meer dan 65% de collectieve dosis van niet-natuurlijke, radioactieve straling in Europa (IAE, 2006).

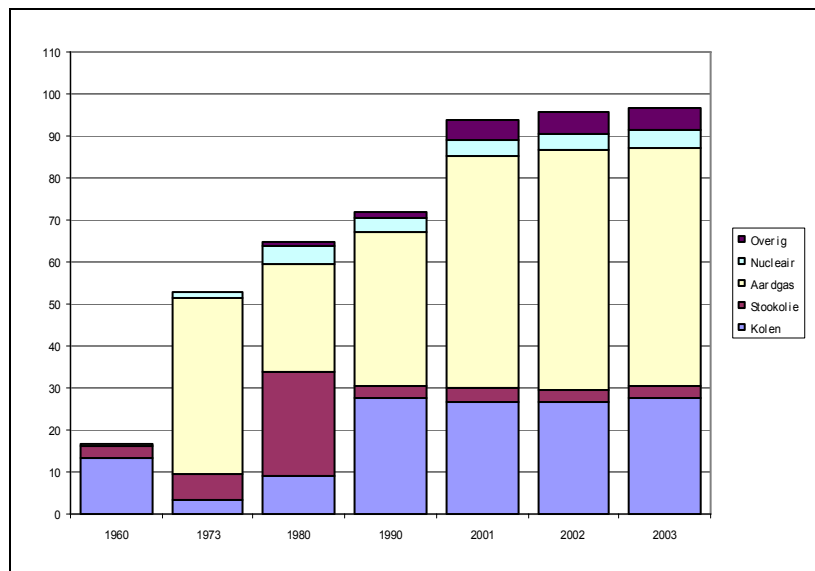
groep zet de overheid verschillende maatregelen en instrumenten in om de streefwaarde te halen. Voor een deel van de doelgroep industrie werd emissiehandel ingezet, waaronder voor de elektriciteitsproducenten.

In navolging van de derde Energienota werd in 1998 de Elektriciteitswet 1998 ingevoerd. Deze wet behelst de regels met betrekking op de productie, het transport en de levering van elektriciteit. Op vele vlakken ging deze wet verder dan de Europese regelgeving, waardoor deze veelvuldig onderwerp van discussie was. De afgelopen jaren zijn vele wijzigingen van de wet doorgevoerd op allerlei vlakken. Eén van de bekendste is de in 2003 inwerking getreden Wijzigingswet Elektriciteitswet 1998 (stimulering milieukwaliteit elektriciteitsproductie), de MEP. In deze wet werd onder andere korte metten gemaakt met het zogenaamd buitenlandlek, waarbij Nederlandse subsidiegelden opgingen aan in het buitenland opgewekte, duurzame energie. De MEP had tot doel het stimuleren van *binnenlandse* productie van duurzame elektriciteit.

De nieuwe MEP was in eerste instantie succesvol: de duurzame productie van elektriciteit neemt snel toe, met name door het bij- en meestoken van biomassa. Een gevolg van het succes was echter dat de kosten van de regeling snel stegen, waardoor de Minister Economische Zaken de subsidies voor windparken (mei 2005) en biomassa (juli 2006) terugschreefde. In augustus 2006 is de MEP-subsidie voor alle vormen van duurzame elektriciteitsproductie op nul gezet door de minister (Tweede Kamer, 2006).

Hoewel de kerncentrale in Borssele al dertig jaar oud is en economisch afgeschreven, heeft het kabinet besloten de centrale niet zoals afgesproken in 2004 te sluiten, maar open te houden tot 2033.

Figuur 26 Elektriciteitsproductie (bruto) per grondstof in Nederland

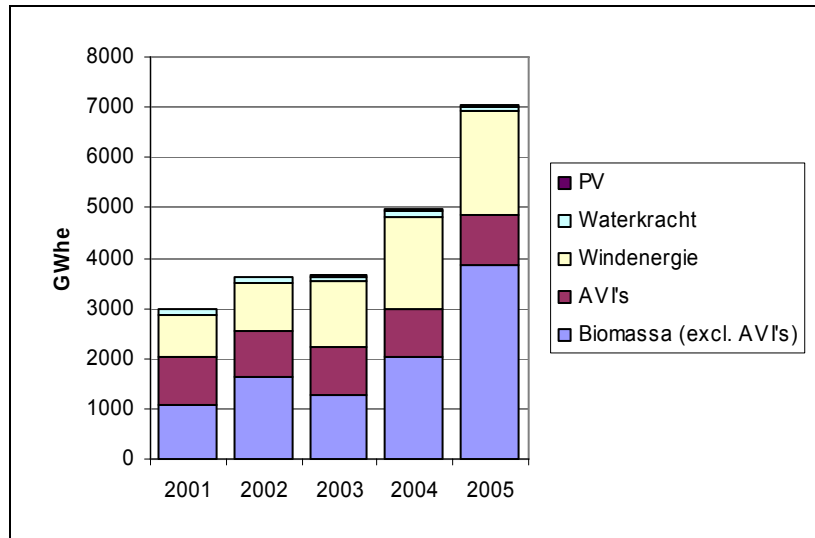


Opmerking: Categorie overig bestaat onder andere uit waterkracht, windenergie, zonne-energie, biomassa en afval.

Bron: IEA, 2004.

In Figuur 26 staat een overzicht van de verdeling van brandstoffen voor de productie van elektriciteit. In Figuur 27 wordt een overzicht gegeven van de duurzame productie van elektriciteit de afgelopen vijf jaren.

Figuur 27 Duurzaam geproduceerde elektriciteit in Nederland



Opmerking: De gegevens voor het jaar 2005 zijn voorlopige gegevens.
Bron: CBS, 2006.

6.1.3 Wat waren de instrumenten?

De afgelopen decennia zijn er vele instrumenten aangewend om verschillende doelen te bereiken op het gebied van de elektriciteitsproductie in Nederland. De doelen varieerden van energiebesparing tot liberalisering en de vermindering van schadelijke emissies. De instrumenten varieerden van subsidies tot convenanten en wet- en regelgeving.

Grofweg valt een onderscheid te maken tussen het beleid gericht op:

- beperking van het fossiele energiegebruik;
- energiebesparing (efficiency);
- hernieuwbare energie;
- vermindering van de CO₂-emissies.

Deze zullen hier behandeld worden zover deze betrekking hebben op de energiedrager elektriciteit. Echter, zo nu en dan zal tevens een uitstapje worden gemaakt naar de bredere context waarin het energiebeleid werd gevoerd.

Beperking fossiel energiegebruik (volumebeleid)

Minder verbruik van elektriciteit kan, naast verbetering van efficiency (het verbruik per energiefunctie), ontstaan door beleid gericht op het beperken van de vraag naar energiefuncties. Bijvoorbeeld door minder verkochte tv's, minder pc, minder energiediensten. Voor volumebeleid zal linksom of rechtsom ingegrepen moeten worden in de vrije consumentenkeuze.

In het algemeen kan gesteld worden dat het Nederlandse energiebeleid niet gericht is geweest om deze volume-effecten te beperken. De vraag naar energiediensten uit de samenleving wordt als een gegeven gezien, en er is geen maatschappelijk draagvlak deze te in te perken. Dit geldt tevens voor structuurbeleid gericht op het beperken van het energiegebruik. Overigens kunnen er indirect met instrumenten als de REB en CO₂-emissiehandel wel volume- en structureffecten zijn opgetreden. Verhoging van de elektriciteitsprijs via de REB heeft zowel via efficiency als ook beperking van de finale vraag een duidelijk effect op het elektriciteitsgebruik (SEO, 2001). Eenzelfde mechanisme zal volume- en structureffecten in gang zetten bij een verhoging van de elektriciteitsprijs als gevolg van emissiehandel.

Besparing (efficiency)

Onder energiebesparing wordt hier verstaan het produceren van dezelfde hoeveelheid goederen en diensten met minder energie. Energiebesparing was en is een belangrijke constante in het energiebeleid. Het beleid werd dikwijls ingegeven vanuit de wens minder afhankelijk te zijn van buitenlandse energiebronnen, en daarnaast de wens minder te vervuilen door minder te verbruiken. Met verminderde urgentie van de energievoorradenproblematiek, kwam de nadruk steeds meer te liggen op de milieu-impact en in het bijzonder gevolgen voor klimaatverandering.

Dit besparingsbeleid is met wisselend succes gevoerd (zie CIEP, 2005). In de beginperiode (1973-1985) lag het besparingstempo boven de 2%. De hoge energieprijzen hebben daar natuurlijk aan bijgedragen, naast de beschikbaarheid van talrijke technische besparingsopties die meer en meer toegepast werden. Door dalende energieprijzen liep de efficiencyverbetering terug tot circa 1% per jaar in de periode 1985-1990. Na een kleine opleving in 1994, heeft het besparingstempo zich vanaf 1995 gestabiliseerd rond de 1%. Een reden voor het achterblijven bij de doelstelling is de relatief lage economische groei na 1999, wat waarschijnlijk tot minder investeringen en tot een minder gunstig klimaat voor energiebesparing heeft geleid. Daarnaast is de in de Energiebesparingsnota van 1999 aangekondigde intensivering van het beleid slechts gedeeltelijk gerealiseerd (ECN, 2005). Niettemin is het gerealiseerde besparingstempo in de periode 1999-2004 voornamelijk het effect van beleid. Het autonome besparingstempo is over de periode 1999-2003 minimaal. Dit tempo neemt de laatste jaren verder af. De Nederlandse doelstelling voor energiebesparing, 1,3% per jaar, is daarmee de afgelopen jaren niet gehaald.

Met betrekking tot de stroomproductie kan het Nederlandse WKK-beleid als een belangrijk succes worden gezien, welke vooral tot stand is gekomen in de periode voorafgaande aan liberalisering. Door benutting van restwarmte kan efficiënter gebruik worden gemaakt van de techniek. WKK-exploitanten kregen extra impulsen doordat kernenergie voorlopig niet meer aan de orde was na Tsjernobyl⁸².

⁸² Overigens zijn waartegen dit doel zijn bereikt hoog geweest als gevolg van hoge terugleververgoedingen en deels overcapaciteit bij centrale producenten.



Voor de energiebesparing heeft de overheid met name gebruik gemaakt van fiscale regelingen. Regelingen als de Vrije Afschrijving Milieu-investeringen (VAMIL), Groen beleggen, Energie Investeringsaftrek (EIA) en Milieu Investeringsaftrek (MIA) zijn gericht op alle bedrijven en kunnen ook worden gebruikt door de elektriciteitsproducenten. Met deze regelingen valt een fiscaal voordeel te behalen bij de aanschaf van of investeringen in duurzamere productiemiddelen.

Hernieuwbaar

Sinds de publicatie van het Brundtland-rapport in 1987 staat het gebruik van hernieuwbare of duurzame energiebronnen in de aandacht. In Nederland en daarbuiten werden duurzame energiebronnen steeds meer gestimuleerd om de milieuschade die fossiele bronnen met zich meebrengen te beperken.

Terwijl andere Europese landen zoals Noorwegen, Oostenrijk, Zweden of Portugal een geografisch voordeel hebben voor de grootschalige toepassing van bijvoorbeeld elektriciteit uit waterkracht of windenergie, heeft Nederland dit niet. Dit heeft als gevolg dat het aandeel duurzame energiebronnen in de Nederlandse elektriciteitsproductie een van de laagste van de Europese Unie is. En dat terwijl het gebruik van duurzame bronnen al sinds het begin van de jaren negentig wordt gestimuleerd.

Op dit moment is de belangrijkste leidraad in het Nederlandse beleid voor het stimuleren van duurzame bronnen de Richtlijn 2001/77/EG van de Europese Unie (Europees Parlement, 2001). Hierin is voor alle lidstaten een streefcijfer opgenomen van het aandeel elektriciteit uit hernieuwbare energiebronnen in 2010. Voor alle landen van de Europese Unie is dat gemiddeld 22%, voor Nederland 9%. De belangrijkste instrumenten die voor dit doel zijn ingezet de afgelopen jaren zijn de Regulerende Energiebelasting (REB) en de Milieukwaliteit Elektriciteitsproductie (MEP).

REB

Ter stimulering van de productie en het gebruik van duurzame energie is in 1996 de Regulerende Energiebelasting (REB) ingevoerd. De REB was een budgetneutrale regeling, waarbij een toeslag werd geheven op het gebruik van energie en een korting werd gegeven op de inkomsten- en vennootschapsbelasting. De toeslagen werden geïnd door de distributiebedrijven en afgedragen aan de belastingdienst. Dit echter met uitzondering van de toeslagen op duurzame energie, deze werd namelijk afgedragen aan de productiebedrijven, met als doel een stimulans te geven aan de inzet van duurzame energie. In 1998 is de heffing op 'groene stroom' op nul gezet.

Als gevolg van EU-regelgeving was het noodzakelijk dat buitenlandse producenten eenzelfde behandeling kregen als Nederlandse producenten. Hierdoor ontstond het zogenaamde buitenlandlek. In reactie hierop werd de REB afgeschaft en vervangen door de regeling Milieukwaliteit Elektriciteitsproductie.

MEP

De wijzigingswet Milieukwaliteit Elektriciteitsproductie is een correctie op het buitenlandlek van de REB. Het grote verschil met de REB is dat deze in 2003 ingevoerde regeling niet de consumptie van duurzame energie stimuleert, maar de productie daarvan. De MEP is een subsidiestelsel dat een verbetering van de milieukwaliteit van de Nederlandse elektriciteitsproductie beoogt.

Door het subsidiëren van de onrendabele top van het gebruik van duurzame energiebronnen worden deze economisch aantrekkelijk gemaakt. De subsidie heeft een looptijd van tien jaar, waardoor de aanvrager minder risico loopt voor zijn investering. De uitvoering van deze regeling is neergelegd bij netbeheerder TenneT, welke hiervoor twee dochterondernemingen EnerQ en CertiQ heeft opgericht. Zij houden zich bezig met respectievelijk het uitbetalen van de subsidies en het uitgeven van certificaten, aan hand waarvan subsidies kunnen worden verkregen.

De MEP is opgezet als een budgetneutrale regeling en wordt gefinancierd door op iedere elektriciteitsaansluiting in Nederland een heffing te plaatsen. Door een enorme toestroom van aanvragen overstijgen de uitgaven echter ruimschoots de inkomsten, waardoor de afgelopen jaren veelvuldig aanpassingen zijn gemaakt aan de regeling.

In Tabel 41 en Tabel 42 wordt een overzicht gegeven van de wijzigingen van de REB en MEP sinds het begin van de regelingen.

Tabel 41 Overzicht wijzigingen REB en MEP

	REB	MEP
1996	Invoering REB ('Ecotax')	
1997		
1998	Afschaffing REB-heffing op groene stroom	
1999	REB-heffing wordt verhoogd	
2000	Belastingvrije voet REB-heffing wordt afgeschaft, heffingskorting wordt ingevoerd	
2001		
2002		
2003	REB-heffing voor groene stroom wordt weer geleidelijk ingevoerd ⁸³ Vanwege het buitenlandlek wordt de REB 36i en 36o afgebouwd	Invoering MEP
2004	REB wordt EB, tevens wordt brandstoffenheffing inbegrepen	
2005	EB-heffing voor groene stroom wordt gelijk aan die van grijze stroom	Financiële tegenvaller door succes MEP
2006		Subsidie voor biomassa wordt sterk verlaagd (juli) Alle subsidiebedragen worden op nul gezet (aug)

⁸³ Op 1-1-2003 wordt de REB-heffing voor groene stroom € 0,0175 per kWh en per 1-7-2003 (in werking treden MEP) wordt de REB-heffing € 0,0349 per kWh.



Tabel 42 Overzicht heffing REB/EB en MEP

REB/EB					MEP
	0-800 kWh	800-10.000 kWh	10.000-50.000 kWh	50.000-10.000.000 kWh	Per aansluiting
1996	-	€ 0,0134	€ 0,0134	-	-
1997	-	€ 0,0134	€ 0,0134	-	-
1998	-	€ 0,0134	€ 0,0134	-	-
1999	-	€ 0,0219	€ 0,0142	€ 0,0010	-
2000	-	€ 0,0372	€ 0,0161	€ 0,0022	-
2001	€ 0,0583	€ 0,0583	€ 0,0194	€ 0,0059	-
2002	€ 0,0601	€ 0,0601	€ 0,0200	€ 0,0061	-
2003	€ 0,0639	€ 0,0639	€ 0,0207	€ 0,0063	€ 34,-
2004	€ 0,0654	€ 0,0654	€ 0,0212	€ 0,0065	€ 39,-
2005	€ 0,0699	€ 0,0699	€ 0,0263	€ 0,0086	€ 52,-
2006	€ 0,0705	€ 0,0705	€ 0,0343	€ 0,0094	€ 52,-

Overige Instrumenten

Naast de REB en MEP zijn er nog talrijke andere maatregelen die het gebruik van hernieuwbare bronnen moeten stimuleren, zoals de eerder genoemde fiscale regelingen VAMIL, MIA, EIA en Groen beleggen.

Daarnaast is er het in 2001 afgesloten convenant BLOW tussen enkele ministeries (EZ, VROM, V&W, LNV en Defensie), de twaalf provincies en de Nederlandse gemeenten (VNG). De Bestuursovereenkomst Landelijke Ontwikkeling Windenergie (BLOW) heeft als doelstelling om in 2010 tenminste 1.500 MW aan windvermogen op land geplaatst te hebben. Een tussenevaluatie van BLOW uit 2005 laat zien dat deze doelstelling naar alle waarschijnlijkheid gehaald gaat worden (TNO, 2005).

Overkoepelende instrumenten CO₂-reductie

Het uiteindelijke doel van bijna alle instrumenten die worden ingezet is een vermindering van de milieulast van elektriciteitsopwekking en met name de uitstoot van broeikasgassen. Er zijn echter ook instrumenten die rechtstreeks aangrijpen op een verlaging van de CO₂-uitstoot. Vier instrumenten hebben de afgelopen decennia met name invloed gehad op de CO₂-reductie: het Milieu Actie Plan (MAP), het CO₂-reductieplan, het Kolenconvenant en het emissiehandelssysteem (Emission Trading Scheme, ETS).

De MAP en het CO₂-reductieplan zijn subsidies die door middel van het stimuleren van energiebesparing en de inzet van duurzame energiebronnen de uitstoot van CO₂ willen verminderen. In de MAP was middels een convenant afgesproken dat de energiebedrijven in tien jaar tijd 17 Mton CO₂ zouden besparen. Het CO₂-reductieplan beoogde een jaarlijkse reductie van 4 à 5 Mton CO₂-equivalenten bij industriële ondernemingen, overheidsorganen, stichtingen, non-profit organisaties en eenmanszaken. Het plan had een totaal budget van € 425 miljoen.

Het convenant Kolencentrales en CO₂-reductie, het zogenaamde Kolenconvenant, werd in 2002 ondertekend door de Ministers van Economische Zaken en VROM en de elektriciteitsproductiebedrijven. In het convenant is afgesproken dat de producenten 5,8 Mton CO₂ minder zullen uitstoten in de periode 2008-2012. Deze doelstelling zal met name worden bereikt door de inzet van meer biomassa

in plaats van kolen. In ruil daarvoor zal de overheid geen nieuwe eisen stellen aan de emissie van schadelijke stoffen door kolencentrales en de fiscale ondersteuning van elektriciteitsproductie uit verbranding van biomassa handhaven (ECN, 2006a). De provincies, verantwoordelijk voor het verstrekken van milieuvergunningen, hebben het convenant niet willen ondertekenen. Zij waren van mening dat de inzet van biomassa weliswaar een reductie van CO₂-uitstoot bewerkstelligt, maar dat de uitstoot van andere schadelijke stoffen toeneemt.

Emissiehandel voor CO₂ is door middel van een EU-richtlijn in januari 2005 ingevoerd. Door de handel in emissierechten probeert de overheid de uitstoot van CO₂ terug te dringen en zodoende de Kyoto-doelstelling te bereiken. Door het bedrijfsleven via het allocatieplan een vastgestelde hoeveelheid emissierechten te geven (het emissieplafond) worden zij gedwongen te kijken waar zij kunnen de emissie van CO₂ kunnen reduceren (mits het emissieplafond laag genoeg is). Emissiehandel gaat er vanuit dat bedrijven altijd de goedkoopste optie zullen kiezen bij de keuze tussen het zelf terugbrengen van hun emissies of het aankopen van emissierechten. De overheid kan door middel van aanpassingen aan het allocatieplan de omvang en de verdeling (over bijvoorbeeld sectoren) van de CO₂-reductie vaststellen. Het handelsvolume in de Europese markt bedraagt 350 miljoen ton (€ 9 mld. waard) en zal naar verwachting verdubbelen.

Overzicht instrumenten

Tabel 43 Overzicht van de belangrijkste instrumenten van de Nederlandse overheid (1990 tot heden)

Energiebesparing	Duurzame energiebronnen	Fossiel brandstofgebruik
VAMIL (1991-2003)		
		MAP (1991-2001)
Groen beleggen (1995-heden)		
	REB (1996-2003) 36o	
	REB (1996-2003) 36i	
	REB (1996-2003)	
EIA (1997-heden)		
		CO ₂ -reductieplan (1997-2002)
MIA (2000-heden)		
	BLOW (2001-heden)	
	Kolenconvenant (2002-heden)	
	MEP (2003-2006)	
	EU ETS (2005-heden)	
		IPPC en milieuvergunning

Fiscale regeling
Subsidie
Convenant
Emissiehandel
Regelgeving

36o producentenvergoeding uit REB-inkomsten voor stroom uit WKK en hernieuwbare bronnen.

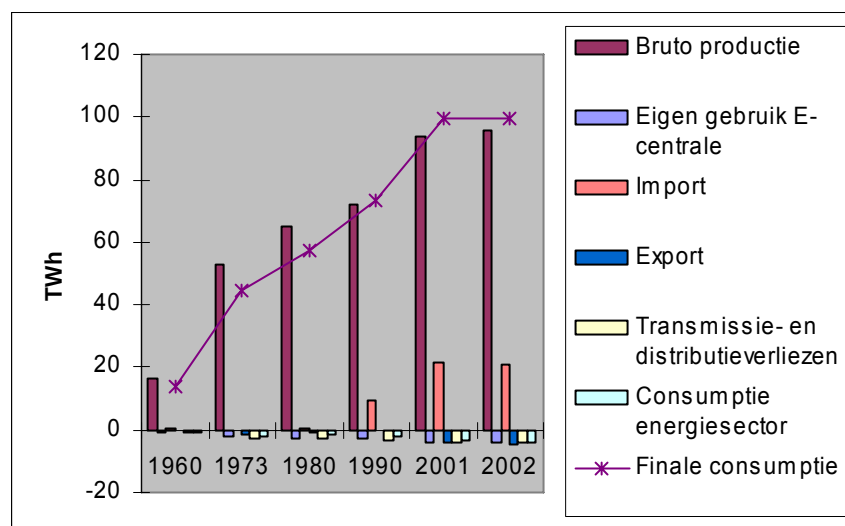
36i REB vrijstelling voor duurzame elektriciteit.



6.1.4 Historische efficiency en totaal verbruik

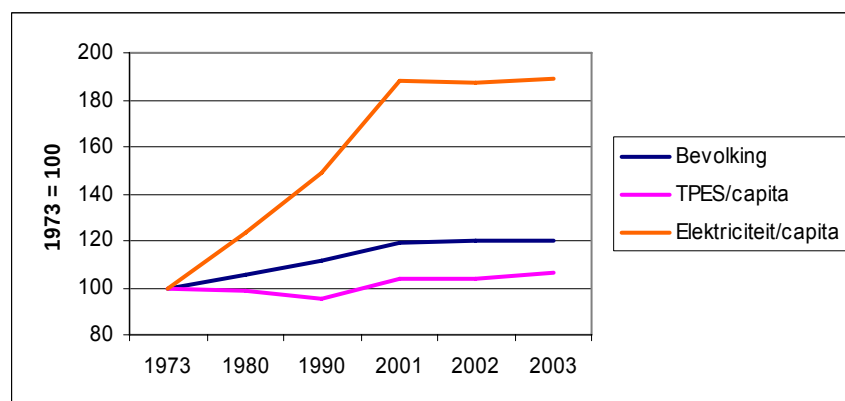
In Figuur 28 t/m Figuur 30 zijn de historische data te vinden van respectievelijk de elektriciteitsproductie en -consumptie, de inzet van brandstof en de broeikasgasemissies. De verhouding tussen de centrale opwekking en de decentrale opwekking is globaal 2:1.

Figuur 28 Productie elektriciteit en finaal gebruik in Nederland



Bron: IEA, 2004.

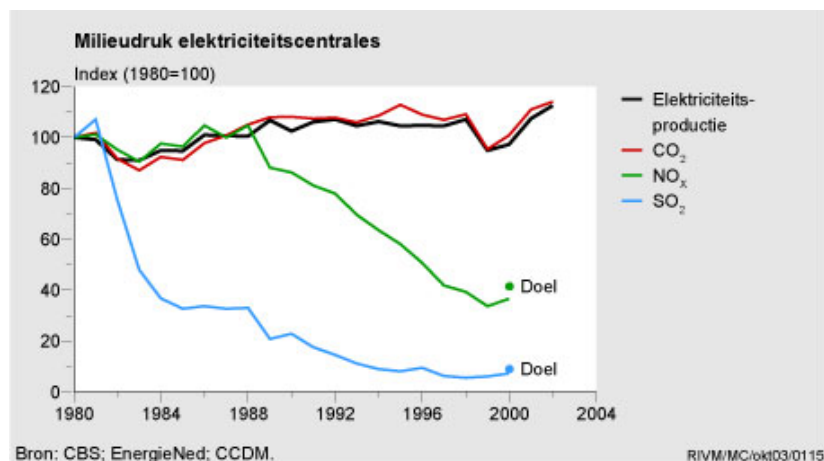
Figuur 29 Trend energiegebruik per capita in Nederland



Bron: IEA, 2004.

Zoals uit Figuur 29 valt af te leiden, groeit de CO₂-emissie onverkort mee met de groei van de productie van elektriciteit. Door een groeiende vraag naar elektriciteit de afgelopen 5 jaar is ook productie en daarmee de uitstoot van CO₂ navenant toegenomen.

Figuur 30 Milieudruk centrales



Bron: MNP, 2006.

6.1.5 Bereikte doelstellingen en kosteneffectiviteit

Uit het overzicht van het energiebeleid sinds de oliecrises, de instrumenten van de afgelopen decennia blijkt dat het beleid van de overheid gericht was op drie speerpunten: duurzame energie, energiebesparing en CO₂-emissiereductie⁸⁴.

De afgelopen vijf jaar is de productie van duurzame elektriciteit meer dan verdubbeld tot meer dan 7 TWh (7% van de totale elektriciteitsproductie). De groei heeft zich vooral de afgelopen 3 jaar voorgedaan vooral door toedoen van de MEP-regeling. Hiervoor kan gesteld worden dat de ambities hoog waren (denk aan de 1.000 MW windenergie op land voor 2000), maar dat hier in de praktijk tot 2003 nog weinig van terecht is gekomen. De groei van groene stroom voor een belangrijk deel te danken is aan de grootschalige inzet van biomassa in elektriciteitscentrales en aanzienlijk minder aan andere hernieuwbare bronnen als waterkracht, zon- of windenergie.

Verder is het van belang om de besparingsdoelstelling af te zetten tegen de bereikte resultaten. Zo hebben er verschillende besparingsdoelen gecirculeerd in het beleid: 2% per jaar (Nota Energiebesparing, 1990), 1,7% per jaar (Voortgangsnota Energiebesparing, 1993), 2% per jaar (Actieprogramma Energiebesparing, 1998). De realisaties zijn echter steeds achtergebleven, en vanaf 1995 is het tempo gedaald van 1,2%, naar 1,0% per jaar. Overigens blijkt dit resultaat in Europees verband een bovengemiddelde score.

Het terugdringen van het absoluut energiegebruik is, hoewel geen officiële doelstelling in het energiebeleid, nog minder succesvol geweest. Het totale primaire energiegebruik per capita is de afgelopen jaren gestegen. Weliswaar is dit niet zo snel gestegen als het elektriciteitsgebruik per capita (er is dus wel sprake van

⁸⁴ Tussen duurzame energie en energie-efficiëntie enerzijds en overkoepelend CO₂-reductiebeleid anderzijds bestaat een grote mate van overlap. Toch is het zinvol dit onderscheid te hanteren aangezien met de invoering van CO₂-emissiehandel in 2005 en instrumenten die CO₂-emissies van het fossiele brandstofverbruik beogen te verminderen (denk aan schoon fossiel) steeds directer bij CO₂ wordt aangegrepen.

een verhoogde efficiency), maar ondanks alle inspanningen is op dit punt nauwelijks resultaat bereikt.

Doelmatigheid klimaatbeleid

Het binnenlandse klimaat- en energiebeleid heeft tussen 1999 en 2003 geresulteerd in een reductie van 11,4 Mton broeikasgassen. Hiervan is 1,5 Mton het gevolg van reductie van overige broeikasgassen, 8,1 Mton door energiebesparing en 1,7 Mton als gevolg van de inzet van duurzame energie (CE, 2005). Tussen 1999 en 2003 hebben de genomen maatregelen als gevolg van het beleid een kosteneffectiviteit van € 40 tot 90 per ton vermeden CO₂ gekend, vanuit maatschappelijk perspectief. De totale uitgaven voor de overheid in het kader van het klimaatbeleid in de periode 1999 tot 2003 hebben ruim € 4,6 miljard bedragen (in prijzen van 2004). De overheid heeft middels grootschalige subsidieprogramma's het leeuwendeel van de kosten van maatregelen bij de doelgroepen gedragen. Mede doordat de subsidieregelingen veel free-riders hebben gekend is het klimaatbeleid vermoedelijk duurder uitgevallen dan vooraf ingecalculeerd. De inzet van overheidsmiddelen in de sectoren waar relatief goedkope reducties te behalen vielen (verkeer en vervoer en OBG) is relatief gering geweest. Dit is een andere indicatie dat het beleid mogelijk niet kosteneffectief is geweest: een kosteneffectief beleid zou immers inzetten op emissiereducties in die sectoren waar die het goedkoopst te behalen zijn. Wel zijn er beperkte synergie-effecten geconstateerd door energiebesparing en inzet duurzame energie die in de beschouwde periode 1 tot 4% reductie hebben bewerkstelligd voor emissies van VOS, PM₁₀, NO_x en SO₂. Deze synergie-effecten kunnen in mindering kunnen worden gebracht op de berekende kosteneffectiviteit van het binnenlandse klimaatbeleid. In dat geval zal de nationale kosteneffectiviteit voor binnenlandse klimaatmaatregelen met ongeveer € 10-15 per ton dalen en in de range van € 30-75 per ton terecht komen.

6.1.6 Analyse huidige knelpunten elektriciteitsvoorziening

De VROM-Raad en Energieraad (VROM-raad en AER, 2004) wijzen in hun advies over Energietransities op een aantal barrières dat de noodzakelijke fysieke veranderingen in het huidige energiesysteem tegenhoudt⁸⁵.

Ten eerste ziet het er naar uit dat fossiele bronnen zoals olie, gas en kolen ruim voorradig en vooralsnog relatief goedkoop blijven. Huidige prijsniveaus voor olie (60 \$ /barrel) en gas zijn dan ook naar verwachting tijdelijk en niet structureel⁸⁶. Door verdergaande technologieontwikkeling op het gebied van exploratie en exploitatie, zijn de economisch winbare voorraden van een dermate grote omvang dat in ieder geval in de komende honderd jaar voldaan kan worden aan de wereldwijde, stijgende energiebehoefte. De huidige schaarste op de olie- en gasmarkt is eerder een gevolg van onderinvesteringen in productiecapaciteit en politieke spanningen in olie- en gasproducerende landen dan toenemende schaarste van fysieke voorkomens. De elektriciteitsmarkt drijft voor een belangrijk deel op deze goedkope en ruim voorradige fossiele brandstoffen. De elektriciteitsprodu-

⁸⁵ Onderstaande analyse is gebaseerd op AER / VROM-Raad, *Energietransitie: klimaat voor nieuwe kansen*.

⁸⁶ De IEA (IEA, 2006) gaat bijvoorbeeld uit van 47\$ / barrel.

centen hebben dan ook onvoldoende prikkels om over te gaan tot het grootschalig ontwikkelen van alternatieve en (vooralsnog) duurdere technieken. Nieuwe alternatieven kunnen nauwelijks concurreren met het fossiele aanbod.

Ten tweede is het huidige energiesysteem in een *lock-in* met betrekking tot het huidige vervuilende gebruik van fossiele brandstoffen terecht gekomen. Productiecentrales zijn zeer kapitaalintensief en worden voor tientallen jaren neergezet. Daardoor is het vervangingstempo binnen het park traag en over het algemeen niet hoger dan een paar procenten per jaar. Er zijn daarnaast grote belangen gemoeid met handhaving van het huidige systeem. Het hele energiesysteem heeft zich door een combinatie van beginvoorwaarden, toevallige gebeurtenissen en toenemende schaalopbrengsten ontwikkeld tot een zeer moeilijk omkeerbaar, ingesloten systeem waarin de gangbare fossiele brandstoftoepassingen en omzettingstechnieken domineren. Dit systeem kent grote schaalvoordelen, netwerk-effecten (infrastructuur voor transport en distributie) en technologische complementariteit.

Ten derde is het investeringsklimaat voor private investeringen in energie-innovaties ongunstig gebleken, omdat deze, na ontwikkeling, onvoldoende hun weg vonden naar de markt. De overschakeling naar een nieuw type energiesysteem leidt aanvankelijk tot extra kosten: investeringen in onderzoek en ontwikkeling van nieuwe, uiteindelijk al dan niet succesvolle, technologieën; investeringen in nieuwe infrastructuur; transactiekosten; hoge initiële kosten; en kosten die gepaard gaan met verlies aan positieve externe kosten (schaalvoordelen) van het bestaande systeem. Hiermee zijn forse publieke en private investeringen gemoeid. Weliswaar hebben investeringen in nieuwe hernieuwbare technieken plaatsgevonden en is het aandeel hernieuwbare energie toegenomen, maar Nederland is ook sterk achtergebleven bij landen als Duitsland, Denemarken en Spanje op het gebied van ontwikkeling en implementatie van nieuwe technieken (zoals zon-pv en windenergie).

Ten vierde is er sprake van een ongelijk speelveld tussen reguliere en alternatieve opwekkingstechnieken, aangezien de externe kosten, zoals bijvoorbeeld schade aan gezondheid, voedselproductie niet door de veroorzaker betaald worden. Het toedelen van externe kosten zou volgens de Europese Commissie betekenen dat de productiekosten van bijvoorbeeld kolenstroom in Nederland ruwweg verdubbelen en dat gasgestookte stroomproductie 30% duurder zou moeten zijn dan nu. Hier komt bij dat op Europese schaal sprake is van geldstromen en subsidies gericht op de continuïteit van fossiele brandstoffen en nucleaire opwekking. Deze zgn. ‘perverse’ subsidies en geldstromen lopen in de miljarden Euro’s, verschillen per lidstaat, verhinderen een gelijk speelveld op de (Europese) energiemarkt en verstoren opnieuw de concurrentieverhouding met energie-efficiëntie en duurzame energiesystemen.

Het gratis toedelen van emissierechten is een vermogenstransfer tussen overheid en bedrijfsleven en is dus geen ‘prikkel’ tot instandhouding van vervuilende productietechnieken. Of allocatie van rechten nu plaatsvindt via grandfathering of via een veiling, dat maakt economisch gezien niets uit: in beide gevallen zijn de



opportuniteitskosten identiek en zullen tot optimale reductiemaatregelen leiden waarbij marginale kosten gelijk zijn aan marginale baten. Wel kan door *herhaalde toedeling* (updating) op basis van grandfathering, een prikkel ontstaan om vieze centrales langer open te houden. Immers het periodiek verstrekken van gratis rechten vermindert de prikkel voor gevestigde energie-intensieve bedrijven om emissieruimte ter beschikking te stellen voor (nieuwe) efficiënter producerende bedrijven. Nieuwkomers blijven afhankelijk van de jaarlijkse handel in emissierechten, waarmee hun toekomst onzekerder is dan die van bedrijven met emissierechten. Deze problemen spelen niet alleen voor nieuwkomers, maar ook bij veranderende behoeften aan emissierechten van de gevestigde bedrijven als gevolg van bijvoorbeeld bedrijfsuitbreiding.

Zowel de externe kosten als de gratis toedeling van emissierechten binnen het huidige EU ETS verhindert de overgang naar een duurzame elektriciteitsproductie.

Om de huidige impasse te doorbreken zal het van belang zijn om de barrières gelijktijdig te doorbreken en aan de huidige lock-in te ontsnappen. Dit betekent het internaliseren van milieukosten, het afschaffen van perverse subsidies en het bevorderen van een marktperspectief voor duurzame technieken (zie hoofdstuk 3). In de volgende paragraaf trekken we ten behoeve van een effectieve aanpak om bovengenoemde barrières te slechten een drietal lessen uit het in het verleden gevoerde beleid. Deze 'algemene lessen' zijn in hoofdstuk 3 verder uitgewerkt in het *Green4sure*-beleidspakket

6.1.7 Lessen voor de toekomst

Drie belangrijke gebeurtenissen hebben ervoor gezorgd dat milieu een leidende beleidsvisie is geworden in het energiebeleid: de oliecrisis, de Tjernobyrramp en het Brundtlandrapport. Vooral door de opeenvolgende klimaatconferenties van de VN heeft klimaatverandering een permanente plek verkregen op de Nederlandse beleidsagenda. Zo heeft in Nederland een integratie van het milieu- en energiebeleid plaatsgevonden en is een eerste stap op weg gezet naar een duurzame energievoorziening. Terugblikkend op 30 jaar beleid met betrekking tot elektriciteitsproductie, kunnen de volgende lessen geleerd worden:

- 1 Energiebesparing (elektriciteit) vereist een minder vrijblijvende benadering.
- 2 Voorkomen van reguleringsonzekerheid.
- 3 Voorkomen van beleidsconcurrentie.

Energiebesparing vereist minder vrijblijvendheid

Zoals gezegd is het elektriciteitsverbruik (vooral de laatste jaren) toegenomen, ondanks de verschillende besparingsinstrumenten die ingezet zijn. De belangrijkste reden hiervoor is een sterk groeiende vraag naar elektriciteit, vooral voor nieuwe functies (elektrische apparaten, koelen, substitutie industrie) en de groei van het verbruik bij bestaande functies (tweede of derde tv / pc, extra koelkast in schuur). Nieuwe technieken creëren nieuwe behoeften, de welvaart neemt nog steeds toe, demografische ontwikkelingen zorgen ervoor dat de bevolkingssamenstelling verandert en de samenleving is veranderd op aspecten die effect

hebben op het elektriciteitsgebruik zoals toegenomen tijdsdruk, veranderende leefstijlen en moderne communicatiemiddelen, etc.

Het beleid met betrekking tot besparing is vooral gekenmerkt geweest door de nadruk op vrijwillige en financiële instrumenten (MAP, REB), geflankeerd door voorlichting en communicatie. De effectiviteit hiervan is beperkt geweest. In de meeste gevallen heeft de volumegroei van consumentenapparaten de bereikte besparing volledig teniet gedaan.

Weerstanden bij besparingen

Naast de directe kosten en baten spelen met name voor de doelgroepen huishoudens en kleine bedrijven en andere factoren een rol bij hun besluitvorming over energiebesparing dan een eenvoudige kosten/baten-afweging. Dit kan vertaald worden in weerstandskosten, waarbij gedacht kan worden aan tijd, moeite, en gebrek aan informatie als achterliggende factoren.

Omdat de weerstand niet voor elk type consument gelijk is (zo zal een milieubewuste consument waarschijnlijk minder weerstand tegen een *stand-by killer* hebben dan een statuszoeker) zijn de weerstandskosten sterk afhankelijk van de doelgroep. Verder spelen bij de omvang van de weerstandskosten ook het moment waarop de maatregel kan worden getroffen een rol (natuurlijk moment of niet), het soort gedrag dat wordt aangesproken en de energiefunctie die wordt aangesproken een wezenlijke rol.

Vrijwillige instrumenten niet voldoende

Met betrekking tot het instrumentarium om energiebesparing te stimuleren leiden de beschouwingen rond de weerstandskosten tot de conclusie dat vrijwillige instrumenten een nuttige bijdrage kunnen leveren aan kennis van en de houding tot energiebesparing, maar dat hiervan geen groot en blijvend autonoom gedragsveranderend effect mag worden verwacht. Voor substantiële energiebesparing zal het gedrag met harde instrumenten moeten worden aangestuurd, zoals verplichtingen, autoloze zondagen of hoge prijzen. Hierbij kunnen zachte instrumenten een ondersteunende rol vervullen.

Recente studies van CE (CE, 2006a; CE, 2006b) geven aan dat alleen door het toepassen van harde instrumenten de weerstandskosten overwonnen kunnen worden, in de zin van de uitgaven van de overheid om weerstanden tegen energiebesparing te overwinnen.

De momenten dat er maatschappelijk aandacht voor energiebesparing ontstaat (bijvoorbeeld stijging van de olieprijs, stagnatie gastoevoer Europa) zouden gebruikt moeten worden om de sense of urgency via harde en zachte maatregelen op te bouwen. Het via bewustwordingscampagnes oppakken van dat soort momenten in combinatie met zowel fysieke als harde instrumenten kan ervoor zorgen dat energiebesparing meer vanzelfsprekend wordt en de weerstand daalt. Eenduidigheid en continuïteit zijn hierbij van groot belang.



Voorkom reguleringonzekerheid

Nederland kent een beduidend minder lange traditie met duurzame elektriciteitsproductie. Begin jaren negentig is een serieuze start gemaakt met hernieuwbaar. Ten opzichte van andere lidstaten is Nederland gemiddeld minder rijk bedeeld met hernieuwbare bronnen. Dit heeft als gevolg dat het aandeel duurzame energiebronnen in de Nederlandse elektriciteitsproductie een van de laagste van de Europese Unie is.

Het Nederlandse beleid is vooral gekenmerkt geweest door een opeenvolging van verschillende instrumenten, zoals REB en MEP en keuzes om techniek A, B of C wel of niet te stimuleren⁸⁷. De groei tot 2003 is dan ook zeer mondjesmaat geweest. Na 2003 is de ontwikkeling van stroom uit hernieuwbare bronnen in een stroomversnelling gekomen dankzij de MEP. Hierna is de MEP beëindigd, omdat het doel (9% duurzame elektriciteit) voor 2010 gehaald zou zijn⁸⁸.

De conclusie die hieruit getrokken kan worden is dat de aanpak via subsidies het risico loopt weer te worden afgeschaft, vervangen of van andere accenten wordt voorzien, terwijl de investeerder behoefte heeft aan duidelijkheid op de lange termijn. Een oplopend aandeel hernieuwbaar kan hieraan tegemoet komen (zie paragraaf 6.3).

Voorkom beleidsconcurrentie

De derde les betreft de rol van Europa in het ontwikkelen van beleid. Dit betreft niet alleen het tot stand brengen van een vrije Europese elektriciteitsmarkt, maar ook de aansturing van het klimaat- en milieubeleid met betrekking tot de energieproductie. De speelruimte voor het bepalen van een eigen nationaal klimaatbeleid is per saldo geringer geworden. Op het gebied van efficiency is een groot aantal Europese richtlijnen uitgevaardigd. Dit geldt tevens voor het beleid ten aanzien van duurzame bronnen, waar de Europese dimensie meer zichtbaar begint te worden. Een verdergaande harmonisatie en afstemming van dit beleid valt zonder meer te verwachten.

Hierop zou op een punt een uitzondering kunnen worden gemaakt, namelijk die van de brandstofinzet en winning van eigen energiebronnen waar nationale overheden historisch altijd een voorname rol zijn blijven spelen en weinig bereidheid vertonen beleidsautonomie naar Brussel over te hevelen. Door verschillende tempo's in liberalisering, industriebeleid en historisch gegroeide situaties zoals boekhoudkundig afgeschreven kolen- en kerncentrales (met zeer geringe marginale kosten), is er nauwelijks sprake van een gelijk speelveld. Het relatief schone en efficiënte Nederlandse productiepark, grotendeels gebaseerd op WKK, heeft hierdoor veel nadelige concurrentie ondervonden van import van nucleaire en kolengestookte centrales. Door de sterke marginale kostenverschillen tussen gas enerzijds en kolen en nucleair (veelal afgeschreven) anderzijds zag Nederland ook een duidelijk groei van de import van (vieze) elektriciteit.

⁸⁷ Denk bijvoorbeeld aan de discussie over nut en noodzaak t.a.v. wind op zee nadat de keuze voor de doelstelling van 6.000 MW op zee reeds is gemaakt.

⁸⁸ Het investeringsklimaat voor duurzaam is hiermee op een dieptepunt geraakt en het vertrouwen in de overheid die afspraken nakomt, is weg bij de producenten.

De AER (2003) onderscheidt drie vormen van ongelijkheid op milieugebied die een Europees *level playing field* in de weg staan:

- ongelijkheden als gevolg van boekhoudkundig afgeschreven zijn van productiecapaciteit⁸⁹;
- ongelijkheden vanwege het onvoldoende internaliseren van de kosten van de uitstoot van broeikasgassen;
- ongelijkheden vanwege het onvoldoende internaliseren van overige milieu-kosten (veiligheid, verzuring, e.d.).

Oudere centrales voldoen niet aan de best beschikbare techniek en hebben veelal een lagere energie-efficiëntie. Omdat deze centrales boekhoudkundig zijn afgeschreven, is er een drempel om over te schakelen op een energie-efficiënter productieproces. Dit heeft in de praktijk bij veel producenten geleid tot een strategie van levensduurverlenging.

CO₂-emissiehandel zal een bijdrage leveren aan het internaliseren van de kosten van maatregelen voor CO₂-reductie, waardoor de overstap naar CO₂-arme bronnen vanuit een privaat perspectief aantrekkelijk wordt. CO₂-emissiehandel biedt een volledige oplossing, mits het aantal CO₂-emissierechten juist is vastgesteld. Het is echter nu lastig om de door de nationaal allocatieplannen toegekende rechten binnen de verschillende lidstaten goed op elkaar af te stemmen teneinde ongelijke concurrentie tegen te gaan⁹⁰. Herhaalde toedeling van gratis rechten leidt daarbij tot een risico om oudere, inefficiënte centrales langer open te houden.

De conclusie is dus dat ondanks de toenemende rol van het Europese beleid op belangrijke onderdelen van het energie- en milieubeleid nog ongelijkheden bestaan, waardoor veel goedkope en vuile stroom op de Nederlandse markt terecht is gekomen.

Voordat we ingaan op de noodzakelijke omwenteling in het beleid, gaan we in het volgende hoofdstuk in op het beleid zoals dit nu gevoerd wordt.

6.2 Huidig beleid

6.2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk gaan we in op het **huidig beleid** met betrekking tot verduurzaming van de elektriciteitsproductie. Een dergelijke analyse kan niet zonder een duidelijk kader van de liberalisering van de elektriciteitsmarkt. Een belangrijke

⁸⁹ Bij aanvang van liberalisering van elektriciteitsmarkten is de bijzondere situatie ontstaan dat er niet alleen sprake is van een markt met aanzienlijke overcapaciteit, maar ook dat de bestaande productiecapaciteit al voor een aanzienlijk deel boekhoudkundig was afgeschreven. Op basis van deze situatie werkt de wholesalemarkt zodanig dat de gemiddelde elektriciteitsprijs voor een belangrijk deel wordt bepaald door de centrale met de hoogste variabele kosten. Centrales die lagere variabele kosten hebben krijgen ook de vaste kosten geheel of gedeeltelijk vergoed en maken winst als de prijs hoger is dan de integrale (vaste + variabele) kosten. Centrales die hogere variabele kosten (doorgaans de schonere gascentrales) hebben staan stil en krijgen niets vergoed.

⁹⁰ Hiertoe zullen overigens door de EC gedurende de proeffase van emissiehandel voorstellen worden geformuleerd om tot een meer geharmoniseerde allocatie te komen in 2013.



uitdaging is dan ook om gegeven de context van geliberaliseerde markten voldoende prikkels te creëren voor een elektriciteitsproductie en -consumptie die minder CO₂ en andere vervuillende emissies uitstoot. Hierbij gaan we in dit hoofdstuk in op nieuwe marktconforme beleidsinstrumenten die thans ingezet worden.

6.2.2 Analyse huidige situatie en ontwikkelingen

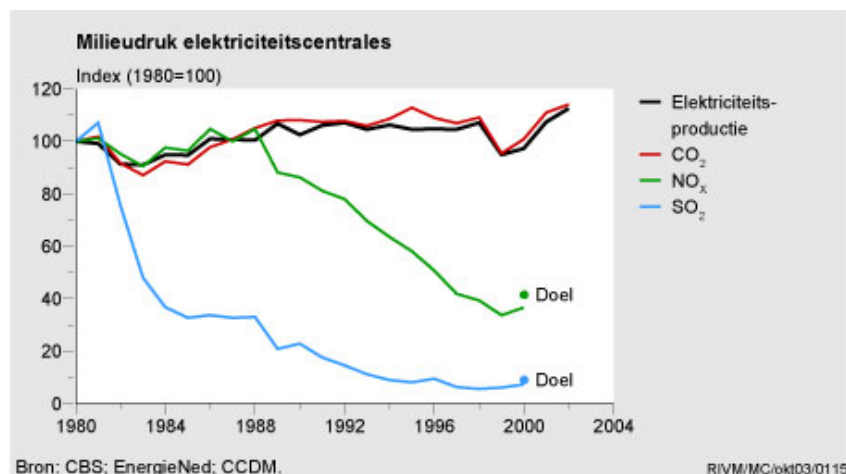
De Nederlandse economie is zeer sterk afhankelijk van energie. Er is een sterke aanwezigheid van energie-intensieve industrie. Mede door de aanwezigheid van goedkoop aardgas, is de chemie in Nederland uitgegroeid tot zeer belangrijke sector. Aardolie, aardgas en steenkool zijn voor Nederland de belangrijkste primaire energiedragers. Een deel van de aardolie, aardgas en steenkool wordt in elektriciteitscentrales en warmtekrachtinstallaties omgezet in elektriciteit. De productie van elektriciteit in de enige Nederlandse kerncentrale (Borssele) draagt slechts voor een klein deel (4,1% in 2005) bij aan de totale binnenlandse elektriciteitsproductie. Wel neemt de roep om uitbreiding van het kernvermogen in het binnenland (CDA- en VVD-verkiezingsprogramma) en het buitenland (G8-landen, Japan, recent Blair) sterk toe met name om de afhankelijkheid van de import van fossiele brandstoffen en hoge olieprijsen te verminderen. Tevens heeft het IEA recent in het World Energy Outlook 2006 aangegeven dat nucleaire vermogen een belangrijke rol zou moeten gaan spelen in het toekomstig internationaal klimaatbeleid.

De Nederlandse elektriciteitsproducenten behoren tot de meest efficiënte producenten van Europa onder meer dankzij de geslaagde ombouw van een kolen naar een gasgestookt elektriciteitspark (periode tot 1973), de ruimte die aan een decentrale opwekking (met een nuttig gebruik van restwarmte) is gegeven en vele efficiëncymaatregelen die sindsdien getroffen zijn. Deze efficiëncymaatregelen hebben niet kunnen voorkomen dat het brandstofverbruik van de Nederlandse elektriciteitsproductie is toegenomen. Recent heeft een sterk groeiende vraag naar elektriciteit plaatsgevonden, vooral voor nieuwe functies (koelen, vele consumentenapparaten, substitutie industrie). Het elektriciteitsverbruik per inwoner neemt de laatste jaren weer toe. Naar verwachting zal het elektriciteitsgebruik tot 2012 toenemen met 0,5 tot 3% (Tennet, 2005).

Duurzame elektriciteit speelt echter in Nederland nog een bescheiden rol. In 2005 was 2,4% van het totale binnenlandse energieverbruik uit duurzame binnenlandse bronnen afkomstig, een geringer aandeel dan het percentage kernstroom uit de Borselle-centrale. De hoeveelheid elektriciteit opgewekt uit hernieuwbare bronnen groeit niet snel genoeg en het toekomstperspectief is thans met grote onzekerheid omgeven vanwege het stopzetten van de MEP-regeling.

Dit resulteert in de ontwikkelingen zoals in Figuur 31 afgebeeld. De groei in de elektriciteitsproductie en -consumptie heeft ertoe geleid dat de CO₂-uitstoot van de sector sinds 2000 langzamerhand weer toeneemt. Er heeft hier noch een relatieve noch een absolute ontkoppeling plaatsgevonden. Bij emissies zoals NO_x en SO₂ is hier wel sprake van ontkoppeling.

Figuur 31 Milieudruk centrales



Bron: MNP, 2006.

6.2.3 Kader: liberalisering en privatisering

De elektriciteitsvoorziening in Nederland bevindt zich mede op grond van regelgeving van de Europese Unie in een proces van privatisering en liberalisering. De liberalisering is bedoeld om de concurrentie in de energiemarkten te stimuleren en daarmee efficiencyverbeteringen te realiseren voor de eindgebruikers. In Nederland is de liberalisering stapsgewijs in gang gezet. De eerste concrete stap in Nederland richting liberalisering is gezet met de Elektriciteitswet 1989. Door deze wet werden productie en distributie van elektriciteit gescheiden ('unbundling') met als doel meer marktwerking en een efficiëntere bedrijfsvoering⁹¹.

Ter implementatie van de Europese Elektriciteitsrichtlijn 96/92/EG werd de wet van 1989 vervangen door de Elektriciteitswet 1998. Met de invoering van deze wet is de markt voor elektriciteit daadwerkelijk geliberaliseerd en daarmee het wettelijk geregelde monopolie opgeheven met uitzondering van het netbeheer. Een directe consequentie hiervan is de opheffing van de SEP geweest, omdat een centrale sturing van de productie van elektriciteit niet samengaat met een geliberaliseerde markt. In de praktijk zijn de elektriciteitsproducenten hiermee zelf verantwoordelijk geworden de uitbreiding van het (soort) productievermogen, daar waar planning centraal werd aangestuurd vanuit de SEP. Op het netbeheer wordt toezicht gehouden door de Dienst uitvoering Toezicht energie (DTe).

Een laatste stap die nog voorzien wordt is de privatisering van de regionale elektriciteitsdistributiebedrijven. Momenteel zijn de aandelen van deze bedrijven overwegend in handen van gemeenten en provincies.

⁹¹ Met de wet werd ook een aantal marktprikkels ingevoerd, waaronder de verplichte inkoop door de distributiebedrijven van decentraal opgewekte stroom tegen een gunstig tarief. Ook werden de taken verdeeld: de Sep (Samenwerkende elektriciteitsproducenten) werd verantwoordelijk voor de landelijke planning van productie en import, de productiebedrijven zorgden voor fysieke productie van elektriciteit en distributiebedrijven hadden de verantwoordelijkheid de stroom bij de afnemers te leveren.

Accent op marktconforme instrumenten

In de context van de geliberaliseerde stroommarkt is er meer aandacht voor marktconforme instrumenten. Zo zijn er systemen van verhandelbare emissierechten voor CO₂ en NO_x ingevoerd. Voor duurzame stroomproductie geldt een systeem van feed-in tarieven, de zogenaamde MEP-regeling.

Tevens zijn er nieuwe marktprikkels ingevoerd bij de aanleg van nieuwe energie-infrastructuur. Aanleg van een nieuwe energie-infrastructuur kan door gemeenten openbaar aanbesteed worden via het Besluit Aanleg Energie Infrastructuur (BAEI), waarbij nadrukkelijk gekeken wordt naar de milieuprestatie.

6.2.4 Doelen

In 2010 is de streefwaarde met betrekking tot CO₂-emissies voor de sectoren industrie en elektriciteitsvoorziening samen 112 Mton CO₂ (Tweede Kamer, 2004). Er is geen aparte streefwaarde voor de sector elektriciteitsvoorziening vastgesteld. Verantwoordelijk departement voor het behalen van de streefwaarde is EZ (Tweede Kamer, 2004). Het is onduidelijk wat er gebeurt als de streefwaarden niet worden gehaald. Het departement waar de sector onder valt, heeft dan de verplichting om via JI en CDM extra rechten in te kopen. Onduidelijk is of dit kan worden doorberekend aan de sectoren die de streefwaarden niet halen.

6.2.5 Beleid en instrumenten

Het energiebeleid richt zich onder meer op liberalisering van de energiemarkt (elektriciteit en gas) en het stimuleren van een duurzame energiehuishouding. Met betrekking tot de duurzame energiehuishouding zijn drie aspecten belangrijk:

- economische efficiëntie;
- milieukwaliteit;
- voorzieningszekerheid.

Economische efficiëntie

Ter vergroting van de economische efficiëntie is binnen de energiesector marktwerking gecreëerd. De taak van de overheden verschuift daarbij van een actieve rol, als onder andere aandeelhouder en investeerder, naar de borging van de publieke belangen door het opstellen van regels en het handhaven van spelregels voor de markt. Daarbij krijgt de internationale context steeds meer aandacht. Voor de afnemers van energie betekent marktwerking zoals aangegeven keuzevrijheid.

Milieukwaliteit

In verband met het beperken van CO₂ en andere vervuilende emissies die vrij komen bij de opwekking van elektriciteit, wordt aan energiebesparing en duurzame energie een belangrijke rol toegekend.

Energiebesparing

De energiebesparing in Nederland is in de periode 1995 - 2002 gemiddeld 1,0% per jaar. De Nederlandse doelstelling voor energiebesparing, 1,3% per jaar, is daarmee de afgelopen jaren niet gehaald. Deze constatering was voor de overheid reden om een beleidsintensivering in te zetten. Het beoogde percentage is recent verhoogd naar 1,5%.

In het Energierapport 2005 (EZ, 2005) wordt energie-efficiëntie als beleidsprioriteit bestempeld, vanwege de kosteneffectieve CO₂-reductiebijdrage én vanwege de bijdrage aan voorzieningszekerheid, een nationaal en internationaal nog pregnanter geworden beleidsdrijfveer.

Hernieuwbare energie

De doelstelling van de overheid is dat 10% van alle verbruikte energie in Nederland in het jaar 2020 door middel van hernieuwbare bronnen opgewekt moet zijn. Het behalen van deze doelstellingen kan als een eerste stap worden gezien in de verduurzaming van de Nederlandse energievoorziening.

Voorzieningszekerheid

Voorzieningszekerheid houdt in de mate van zekerheid die er is over de beschikbaarheid van voldoende energiebronnen nu en in de toekomst. In het verleden werd het energieprobleem vooral in verband gebracht met schaarste: de fossiele energiedragers steenkool, aardolie en aardgas zouden binnen afzienbare tijd uitgeput raken. Het energiebeleid in de jaren zeventig en tachtig was hierdoor met name gericht op de besparing van energie. Inmiddels is duidelijk dat de energievoorraden op aarde groot genoeg zijn voor een lange periode van intensief energieverbruik waarmee de aandacht binnen dit thema verschoven is naar het veilig, betaalbaar en tijdig kunnen inzetten van de beschikbare energiebronnen. Duurzame energie en energiebesparing zijn ook relevant (dragen bij aan) in het kader van voorzieningszekerheid.

6.2.6 Sterke en zwakke punten

Door de liberalisering van de elektriciteitsmarkt is er een sterk accent gelegd op marktconforme instrumenten om overheidsdoelen voor de sector te bereiken. Voorbeelden betreffen: emissiehandel, feed-in tarieven voor duurzame en WKK-stroom, en de regulerende energiebelasting. Marktconforme instrumenten kennen in theorie een aantal voordelen boven traditionele instrumenten zoals centrale aansturing en regulering van het aanbod. Het ontwerp en uitvoering van de instrumenten bepalen in sterke mate het resultaat. Hieronder zullen we stil staan bij enkele sterke en zwakke punten bij zowel de marktconforme sturingsvisie als de ingezette instrumenten.

Sterke punten

Introductie CO₂-emissiehandel

De introductie van een systeem van emissiehandel als instrument om CO₂-reducties te realiseren, kan als een groot succes worden gezien. Eind 2002 werd hierover in Europa een akkoord bereikt. Dit instrument betekent dat de Europese industrie en de elektriciteitsproductie voor het eerst een absolute emissietarget



voor CO₂ opgelegd heeft gekregen. Een prestatie op zich, gezien bijvoorbeeld de langdurende Kyoto-onderhandelingen of de trage besluitvorming rond een Europese CO₂-tax.

Als aan een aantal basisvoorwaarden voldaan is, kunnen systemen voor emissiehandel belangrijke voordelen opleveren ten opzichte van traditionele beleidsinstrumenten als regulering. Die voordelen liggen op het terrein van kosteneffectiviteit, milieueffectiviteit en transparantie van het klimaatbeleid. In een systeem voor verhandelbare emissierechten met een vast emissieplafond bestaat zekerheid over het behalen van de milieudoelstelling. Dit is een belangrijk voordeel ten opzichte van bijvoorbeeld heffingen, subsidies of vergunningen. Ook al gaat het om een bescheiden plafond ten opzichte van *business as usual*, deze kunnen in de loop der tijd wel aangescherpt worden.

Ook is het systeem kosteneffectiever in het bereiken van de milieudoelstelling, aangezien 'reducties' verhandeld kunnen worden. De grootste voordelen van emissiehandel doen zich voor bij een internationaal systeem. Hoe groter het aantal deelnemers, hoe efficiënter en effectiever het is. Dat komt tot uiting in een lagere prijs per ton CO₂. Vooral Nederland heeft belang bij een internationaal systeem van emissiehandel, omdat de kosten van emissiereductie hier naar verwachting relatief hoog zijn. Bij internationale handel zullen de reducties daar plaatsvinden, waar ze het goedkoopst zijn.

Kolenconvenant

Het Kolenconvenant heeft tot doel 5,8 Mt CO₂-emissiereductie in de periode 2008-2012, waarvan 3,2 Mt door de inzet van biomassa. Betrokken partijen zijn het Rijk en energieproducenten. Hoewel er geen officiële beleidsevaluaties zijn uitgevoerd, kan het type instrument als effectief worden gezien in het bereiken van emissiereducties. Hiervoor dient monitoring en handhaving adequaat geregeld te zijn. Echter met de liberalisering van de stroommarkt is het type sturing veranderd en is de keuze voor de brandstofinzet aan de energiebedrijven zelf. Onder CO₂-emissiehandel zou het nauwelijks denkbaar zijn dat de overheid een dergelijk convenant opnieuw afsluit.

Feed-in tarieven

De MEP-regeling, die vanaf 2003 van kracht zijn en inmiddels is stopgezet, heeft onmiskenbaar tot sterke groei van de duurzame stroomproductie geleid. Voorafgaand aan deze periode was er nauwelijks sprake van een noemenswaardige toename van duurzame stroom. Zonder natuurlijke energiebronnen als waterkracht en ruimte voor windenergie kan de groei in Europees verband als succes worden gezien.

Ook de Europese Commissie stelt vast dat een systeem met een langdurige terugleververgoeding in de betreffende landen (Denemarken, Duitsland en Spanje) tot de beste resultaten bij windenergie en zonne-energie leidt. In Duitsland en Denemarken kan stimuleringsmaatregel gezien worden als de motor achter het succes van windenergie. Probleem met deze stimuleringsregeling – vooral wanneer deze op de begroting is opgenomen – is dat deze niet *politiek proof* is. De recente afschaffing van de MEP kan als een bewijs worden gezien van de moei-

lijkheid om investeerders langdurig zekerheid te bieden door een betrouwbare overheid.

Zwakke punten

Allocatie van emissierechten

Voor de uitvoering van emissiehandel is een nationaal allocatieplan opgesteld, waarin wordt aangegeven hoeveel emissierechten in omloop zijn en hoe deze verdeeld zijn. Bij het opstellen van dit plan hebben overheid en bedrijfsleven in hoge mate gebruik gemaakt van de in het Convenant Benchmarking vastgelegde regels en verificatiemodellen.

Bij de initiële verdeling van emissierechten kan globaal genomen worden gekozen voor *veiling* of voor *uitdeling (grandfathering)*. Deze systemen verschillen in hun uitwerking met betrekking tot de inkomenseffecten voor de deelnemers en daarnaast mogelijk ook in hun allocatieve efficiëntie. Een veiling heeft direct effect op de allocatieve efficiëntie: de partijen voor wie emissiereductie de meeste kosten met zich brengt, zullen bereid zijn het meest voor de emissierechten te bieden. De reductie in CO₂-uitstoot vindt dan dáár plaats, waar dat het goedkoopst is. Bij een systeem van grandfathering wordt dit effect pas via de secundaire markt verkregen. De organisatie van de secundaire markt is in dat geval van groot belang. Transactiekosten kunnen er dan voor zorgen dat de efficiency van de markt onder de druk komt te staan. Indien deze transactiekosten hoog zijn, dan levert deze secundaire handelsmarkt niet de meest efficiënte oplossing op.

Bij grandfatheren krijgen deelnemers gratis emissierechten toegedeeld op basis van historische emissiegegevens. Het voordeel van dit allocatie-instrument is dat de gratis verstrekking van rechten de invoering van een handelssysteem maatschappelijk aanvaardbaarder maakt. De emittenten hoeven immers in eerste instantie geen prijs te betalen voor een emissierecht. Dit instrument heeft echter ook diverse nadelen (SER, 2002):

- De criteria van toewijzing ('historische emissiegegevens') kunnen tot onrechtvaardigheid leiden, bijvoorbeeld omdat geen rekening wordt gehouden met eerdere inspanningen van emittenten om de CO₂-emissies te reduceren.
- Bij nieuwkomers op de markt kunnen problemen ontstaan, doordat zij eerst rechten moeten kopen (mogelijke toetredingsbarrière). Hiervan is overigens geen sprake van indien kapitaalmarkten perfect werken. Immers het probleem ligt in het verkrijging van voldoende kapitaal om de rechten te kopen van bestaande bedrijven. Grandfathering impliceert namelijk een vermogensoverdracht en dus een verandering van de solvabiliteit.
- Er vindt een vermogensoverdracht plaats naar de emittenten. Daardoor ontstaan er windfall profits als de deelnemers erin slagen de waarde van de rechten in de productprijs te verwerken of als zij de productie inkrimpen (of verplaatsen) en de emissierechten verkopen.

Hier kan nog een belangrijke bezwaar aan worden toegevoegd, te weten de negatieve effecten van de huidige allocatiemethode voor de concurrentieverhoudingen binnen Europa door een gebrek aan harmonisatie in Europees verband. Het



blijkt lastig om de verschillende allocatieplannen op elkaar af te stemmen. Veiling is een van de opties die een deel van deze problemen oplost, maar echter ook weer andere problemen oproept. Hierbij kan gedacht worden aan de wijze waarop de veilingopbrengsten van € 1 à 5 miljard op een acceptabele wijze moeten worden teruggesluisd.

6.3 Hoe 50% reductie te bereiken?

6.3.1 Inleiding

De elektriciteitsproducenten nemen op dit moment deel aan het EU ETS. De elektriciteitsvraag - onder het bestaand beleid - zal de komende decennia verder blijven groeien tussen 0,5 en 3%. Een kenmerk van deze sector is dat de energiekosten een substantieel deel beslaan van de bedrijfskosten. Dit betekent enerzijds dat het energiegebruik veel aandacht heeft, maar alleen de rendabele maatregelen worden uitgevoerd en daardoor slechts te beïnvloeden is door verbetering van de rentabiliteit van besparingsmaatregelen en duurzame energie. In afwijking van de industrie is de elektriciteitssector niet concurrentiegevoelig op wereldschaal, alleen op Europese schaal.

Elektriciteitsproducenten leveren echter aan verschillende afnemers, waaronder de gebouwde omgeving, industrie en het MKB (de zakelijke dienstverlening). Doorwerking van instrumenten gericht op elektriciteitsproducenten kan voor de sectoren verschillend uitpakken vanwege de concurrentiepositie. Om deze reden onderscheidt *Green4sure* een verschillend 'instrumentenpakket' per sector.

6.3.2 Dilemma's

Het op de markt brengen en verder ontwikkelen van nieuwe opwekkingstechnieken, betekent dat de prijs-prestatieverhouding structureel verbeterd moet worden. Ook voor besparingen op het finale elektriciteitsgebruik gelden langere terugverdientijden, financiële risico's en weerstanden. Zolang de techniek (finale besparing of nieuwe techniek) niet concurrerend is, zijn additionele investeringen gemoeid met het doorlopen van de leercurves.

De keuze voor schone technieken en CO₂-arme brandstoffen zal betekenen dat de meerkosten zullen moeten worden doorberekend in de elektriciteitsprijs voor eindgebruikers. Indien Nederland eenzijdig kiest voor deze ambitie, bestaat het risico dat Nederlandse elektriciteitsproducenten uit de markt worden geprijsd en dat de import van elektriciteit zal toenemen. De huidige prijsverschillen tussen landen zorgen nu al dat uitwisseling van stroom tussen deze landen plaatsvindt. Zo is Nederland door de liberalisering twee maal zo veel stroom uit het buitenland gaan importeren. De internationale verbindingen vormen evenwel belangrijke restricties en bakenen zo de nationale markten voor een belangrijk deel af. Nu al wordt de capaciteit voor grensoverschrijdend transport volledig benut (in Nederland is dit 20% van het gebruik). Ondanks deze afbakening van deelmarkten, moet de concurrentie van goedkope stroom uit het buitenland niet onderschat worden. Hier komt nog bij dat (elektriciteit)afnemende sectoren tevens op

internationale markten concurreren en concurrentienadeel kunnen ondervinden van een hogere elektriciteitsprijs.

Om deze reden heeft een oplossing op Europees niveau een sterke voorkeur boven nationale oplossingen. Een oplossing op nationaal niveau is een tweede keuze en dient als een terugvalopties beschouwd te worden. In dit geval bestaat in theorie de keuze voor het afschermen van de nationale elektriciteitsmarkt door de interconnectiviteit niet uit te breiden dan wel meer te reguleren. Vanuit *Green4sure* bestaat hier geen voorkeur voor aangezien dan geen gebruik kan worden gemaakt van zeer belangrijke schaal- en comparatieve voordelen van een Europese markt⁹².

Junginger (2005) voegt een belangrijk argument voor een Europese aanpak toe door aan te tonen aan dat de invloed van technologisch leren op de diffusie en kosten van hernieuwbare elektriciteitstechnologieën in belangrijke mate afhangt van de mogelijkheid tot competitie. Een Europees handelssysteem voor hernieuwbare elektriciteitscertificaten maakt een optimaal gebruik van de goedkoopste potentiële en technologieën mogelijk. Hierdoor worden technologieën met snel afnemende productiekosten bevoordeeld. Als de mogelijkheid tot handel niet aanwezig is, heeft technologische vooruitgang minder invloed op de diffusie van hernieuwbare energietechnologieën. Dit zou ook bij voorkeur een Europese benadering rechtvaardigen. Voor bijvoorbeeld zonne-energie zouden juist in Zuid-Europese landen doorbraken kunnen plaatsvinden. Door de markt af te schermen en de stroomproductie te beperken tot Nederland, gaat men volledig voorbij aan kansrijke ontwikkeling van duurzame energieopties in EU-landen.

6.3.3 Het beleidspakket in *Green4sure*

Alternatieve opwekkingstechnieken, hernieuwbare energiebronnen en opwekking op basis van fossiele brandstoffen in combinatie met CO₂-opvang hebben een groot potentieel om aan de energiebehoefte te voldoen. In het algemeen hebben zij ook lagere maatschappelijke kosten dan het huidige gebruik van fossiele brandstoffen.

Echter, de huidige bijdrage blijft sterk achter bij de verwachte ontwikkelingen en het is onzeker of de geformuleerde doelstellingen gehaald kunnen worden. De inspanningen om de implementatie van deze technieken te versnellen, worden belemmerd door meerdere barrières, zoals technische, economische, sociale en institutionele barrières (zie paragraaf 6.1.6). Een belangrijke barrière voor de grootschalige toepassing van bijvoorbeeld hernieuwbare energietechnologieën zijn de elektriciteitsproductiekosten die hoger liggen dan conventionele technieken. Deze kosten zijn de afgelopen tientallen jaren voor een aantal hernieuwbare energietechnologieën in belangrijke mate gedaald, en zullen naar verwachting ook in de toekomst verder afnemen door technologisch leren op internationaal concurrerende markten. Verdere marktontwikkeling is hiervoor noodzakelijk. Voor

⁹² Sommige EU-landen lenen zich voor geografisch voor de zonne-energie (zuidelijke lidstaten), getijdenenergie aan de Atlantische kust, geothermische industrie in Italië, windenergie op de Noordzee, etc.



de sector elektriciteitsproductie zal een combinatie van instrumenten worden ingezet die een lange en korte termijn horizon kennen (zie Tabel 44).

Tabel 44 Het beleidspakket in *Greens4sure* voor de elektriciteitssector

Lange termijn (permanent)	Korte termijn (tijdelijk tot 2015)
Aanscherping CO₂-emissieplafond tot 50% in 2030 (alle barrières)	- Eisen aan nieuwe elektriciteitscentrales (barrière 2) - Stimulering hernieuwbare energie (barrière 3) - Terugleververgoeding - Verplicht aandeel groene stroom - Stimulering energie-innovaties (barrière 3) - Creëren van sense of urgency (alle barrières)

6.3.4 Langetermijnbeleid in Green4sure

Om een sterke CO₂-reductie (50%) in de elektriciteitssector te realiseren is aanscherping noodzakelijk van het CO₂-emissieplafond van EU ETS tot 50% in 2030. Hiermee kan een wezenlijke bijdrage worden geleverd aan het slechten van de eerste barrière, namelijk de ruime beschikbaarheid van fossiele brandstoffen voor de elektriciteitsopwekking, door het internaliseren van de kosten van het nemen van CO₂-reducerende maatregelen.

De Nederlandse elektriciteitsproductiesector valt onder het Europees ETS, waardoor een gelijk speelveld ontstaat met andere producenten in Europa. Het plafond voor CO₂-emissies zal stapsgewijs aangescherpt worden tot halvering in 2030. De stroomsector zal hierin zijn bijdrage moeten leveren door te kiezen voor technieken die per opgewekte kWh minder CO₂ emitteren, zoals stroom afkomstig van efficiënte WKK, biomassa, windenergie, schoon fossiel, etc.

Green4sure stelt ook voor de allocatie van emissierechten binnen Europees verband te harmoniseren door afschaffing van het gratis verstrekken van CO₂-emissierechten voor elektriciteitsproducenten in Europa na 2013⁹³. In algemene zin beschouwen economen de verdeling van rechten als een vermogensoverdracht tussen overheid en bedrijfsleven die geen invloed heeft op de *allocatieve efficiency* van het instrument. De recente wetenschappelijke literatuur⁹⁴ op het gebied van EU ETS noemt echter *herhaalde* toedeling van gratis rechten een 'distorsion' waarbij afhankelijk van het type allocatie (benchmarking of updating van voorgaande perioden) er een impact is op uitgaven om de levensduur van inefficiënte centrales te vergroten en mogelijk ook op inefficiënte brandstofkeuzes. In het laatste geval gaat het bijvoorbeeld om inzet van extra kolenvermogen in de brandstofmix ten opzichte van het maatschappelijk optimum. Cruciaal hierin is dus het element van terugkerende, jaarlijkse *grandfathering*. Vormen van distorsie zijn afhankelijk van de specifieke allocatie en kunnen betrekking hebben op:

- ontmoediging van sluiting centrales;

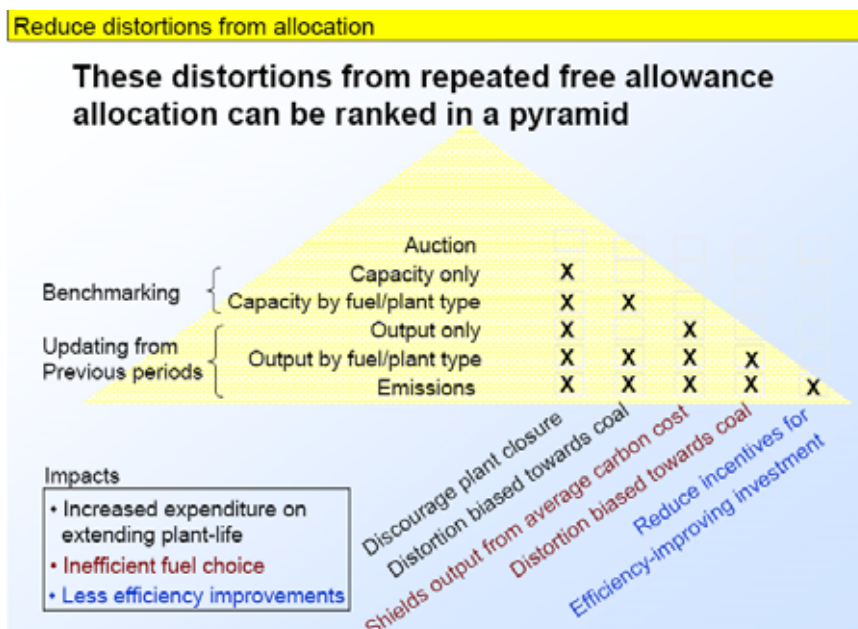
⁹³ De toekenning van rechten binnen het Europese ETS in de tweede fase loopt tot en met 2012 en is grotendeels gebaseerd op *grandfathering*.

⁹⁴ Zie voor een recent overzicht: <http://www.electricitypolicy.org.uk/TSEC/2/prog1.html>.

- prikkel voor de inzet kolenvermogen;
- ontmoediging van volumemaatregelen door productie te verminderen.

In Figuur 32 geven we een overzicht van deze allocatieverstoringen in de vorm van een piramide.

Figuur 32 Overzicht van verstoringen bij allocatie van emissierechten



Bron: presentatie Neuhoff, 2006.

De conclusie met betrekking tot de huidige manier van allocatie (gebaseerd op benchmarking) in Nederland is dat deze toedeling:

- een nadelig effect heeft op sluiting van oude inefficiënte centrales. Herhaalde gratis toedeling van emissierechten geeft een prikkel om bestaande inefficiënte productiefaciliteiten langer operationeel te houden;
- volumemaatregelen in de sfeer van productie-inkrimping ontmoedigt;
- een prikkel geeft om kolenvermogen boven aardgas in te zetten in de mix: immers de Nederlandse allocatie is techniek-specifiek en geeft kolencentrales meer gratis rechten dan gascentrales.

Het veilen van emissierechten maakt een einde aan deze allocatieverstoringen. Dit signaal dient zo snel mogelijk door de Europese Commissie te worden afgegeven, aangezien verwachtingen ten aanzien van gratis allocatie na 2012 investeringen nu zullen beïnvloeden.

Met het veilen van emissierechten kan bovendien een einde worden gemaakt aan het behalen van 'windfall profits' door energiebedrijven worden uit de groten-deels gratis verkregen CO₂-emissierechten. Het veilen van emissierechten zou ook dit probleem oplossen. Dit betreft een zuiver rechtvaardigheidargument.

Tenslotte kunnen de veilingopbrengsten worden aangewend om de belasting op arbeid en winst te verlagen, waardoor een bijdrage geleverd kan worden aan de vergroening van het belastingstelsel. De versturende werking van belastingen gaat omlaag als bijvoorbeeld de veilingopbrengsten van emissierechten worden gebruikt om de loon- en inkomstenbelastingtarieven te verlagen. In de literatuur staat dit laatste effect als de 'relatieve Double Dividend', wat wil zeggen dat het terugsluizen van milieuheffingen via lagere belastingtarieven gunstiger is voor de economie dan 'lump sum' terugsluizing omdat in dit laatste geval de versturende werking van de belasting niet verminderd.

In EU ETS kunnen bedrijven JI/CDM-rechten gebruiken om aan hun verplichtingen te voldoen. De hoeveelheid JI/CDM in het systeem wordt gemaximeerd op 10% van de totale beschikbare emissieruimte voor Nederland. Dit betekent dat de prijs voor emissierechten feitelijk door de marginale ruimte op de Europese markt wordt bepaald. Een belangrijke overweging hierbij is dat Nederland in Europees verband zijn verantwoordelijkheid voor de eigen bijdrage aan het ontstaan van de huidige problematiek van klimaatverandering in het internationale klimaatbeleid erkent en deze niet afwentelt op landen buiten de EU zoals China en India. Dit betekent overigens wel dat kosteneffectiviteit van het realiseren van reducties afneemt en er hogere nationale kosten zijn voor het voeren van klimaatbeleid in Nederland. Een efficiënt handelssysteem is immers gebaat bij zo veel mogelijk deelnemers met belangrijke verschillende in marginale kosten per emissiereductie. Ook de diffusie van technieken is gebaat bij mondiale competitie met zo min mogelijk restricties.

Naast EU ETS zal er voor de gebouwde omgeving een **fossiele energierechtensysteem** worden ingevoerd. De reductieverplichting zal hiervoor bij de energiebedrijven komen te liggen. Hierdoor zal een extra prikkel ontstaan om, naast besparingsprojecten in de gebouwde omgeving te starten, tevens het CO₂-profiel van stroomproductie te verlagen. Dit heeft tot gevolg dat energiebedrijven of meer CO₂-arme stroom zullen gaan inkopen of in eigen beheer gaan produceren.

6.3.5 Korte termijnbeleid in Green4sure

Het korte termijnbeleid heeft een tijdelijk karakter en heeft tot doel om in de eerste fase van marktontwikkeling een serieuze stimulans te bieden voor het versneld doorlopen van leercurves en het bereiken van kostenreductie van nieuwe technieken. Dit beleid is als volgt samengesteld:

- aanscherping eisen aan nieuwe centrales;
- stimulering hernieuwbare technieken;
- stimulering energie-innovaties;
- creëren van sense of urgency.

Aanscherping eisen nieuwe centrales

Een belangrijke barrière (barrière 2) in de huidige stroomproductie is de historische gegroeide lock-in situatie. Ook al zouden alternatieven voor de huidige stroomproductie met fossiele brandstoffen kunnen concurreren, dan nog komt de verduurzaming van het energiesysteem pas op een termijn van pakweg 40-50

jaar tot stand. De situatie bij de opwekking van stroom is in hoge mate stabiel door sterke schaalvoordelen en hoge kapitaallasten, waardoor grote bedrijfsbelangen gemoeid zijn met handhaving van de huidige productiewijze. Om deze barrière te slechten is tijdelijk beleid noodzakelijk in de vorm van aangescherpte eisen aan centrales.

Als het reductietempo voor het aantal CO₂-emissierechten tot 50% van te voren vastgesteld is en voldoende zekerheid is dat dit serieus nageleefd wordt, dan is de maatregel om strengere eisen te stellen aan nieuwe stroomcentrales overbodig. Door de inperking van de emissierechten met 50%, ontstaat schaarste en zal de prijs van een emissiecertificaat zodanig stijgen dat vuile centrales vrijwel onmiddellijk uit de markt geprijsd worden. Echter door de beleidsonzekerheid over de toekomstige reductiedoelstellingen, is er nu sprake van suboptimale investeringsbeslissingen ten aanzien van de bouw van nieuwe elektriciteitscentrales.

Om deze reden wordt in Green4sure een tijdelijke maatregel voorgesteld in de vorm van aanvullende eisen aan nieuwe centrales teneinde deze optimaal voor te bereiden op inpassing van toekomstige reductietechnieken. Eisen aan nieuwe centrales zullen onmiddellijk gelden voor de 9.150 MW aan nieuwe investeringsplannen die nu aangekondigd zijn door o.a. Nuon, Essent en Electrabel. Deze plannen bestaan voor de helft uit *multifuel centrales*, die in belangrijke mate kolen zullen verstoken met mogelijkheden voor bijstook van biomassa.

1.100 MW kolenvermogen = 2 miljoen auto's

Ter vergelijking: een nieuwe kolencentrale in Nederland van 1.100 MW zonder CO₂-opslag zal jaarlijks een equivalente hoeveelheid CO₂ van 2 miljoen rondrijdende personenauto's emitteren, zo'n 6 megaton CO₂.

Interim wet

Er komt een interim wet die nieuwe centrales (bouw begonnen na 2007) verplicht om niet meer CO₂ naar de atmosfeer uitstoten dan de meest efficiënte gascentrales van dit moment. Kolencentrales kunnen dit bereiken door een combinatie van de inzet van biomassa en proef-CCS. Zonder de interimwet kunnen elektriciteitsproducenten kolencentrales bouwen die per centrale 5-6 Mt CO₂ per jaar zullen uitstoten (zie tekstbox). Onder de huidige allocatieregels voor het EU ETS zouden die centrales voor een deel gratis emissierechten dienen te krijgen. Dat is een productiesubsidie op een zeer vervuilende technologie. Bovendien zou er op die manier een groot belang worden gecreëerd tégen een verdere verlaging van het EU ETS plafond. Dat is binnen Green4sure ongewenst. Een gunstig bij-effect van de interimwet zal zijn dat nieuwe centrales zich maximaal zullen voorbereiden op CO₂-afvang en -opslag.

Voor deze interimwet zijn er twee mogelijkheden, ofwel aanpassing van de Wet Milieubeheer, ofwel invoering van een CO₂-heffing voor elektriciteitsproductie met een vrijstelling tot 375 g/kWh.

Daarnaast kan gedacht worden een actieve benadering van producenten bij het zoeken naar afzetmogelijkheden van restwarmte richting industriële bedrijven,



huishoudens en de glastuinbouw. Hierbij wordt verder medewerking verleend aan een actief vestigingsbeleid gericht op het integreren van verschillende industriële processen gericht op procesintegratie (zie sectoranalyse industrie).

Stimulering hernieuwbare technieken

Dit beleid heeft tot doel een beter investeringsklimaat voor de langere termijn te scheppen voor duurzame energie (barrière 3). EU ETS en fossiele energierechten voor de gebouwde omgeving instrument zullen immers na enige tijd voldoende extra vraag genereren naar stroom uit hernieuwbare bronnen om daarmee binnen het plafond voor de gebouwde omgeving en het Europese ETS te blijven. Door het 50%-plafond zal stroom uit hernieuwbare bronnen op termijn concurrerend kunnen worden. Derhalve kan dit beleid uitgefaseerd worden wanneer opties commercieel rendabel zijn onder een systeem van CO₂-emissierechten. Naar verwachting kan uitfasering rond 2015 mogelijk zijn. Het verdient aanbeveling dit tijdspad zo helder mogelijk van te voren weer te geven.

Naast het op gang helpen van de markt voor nieuwe hernieuwbare technieken, kunnen er extra redenen zijn om tevens te streven naar een hoger aandeel duurzaam in de totale stroomportfolio. Belangrijke redenen hiervoor kunnen zijn:

- 1 Verder verminderen van afhankelijkheid van buitenlandse energiebronnen.
- 2 Vergroten van kansen van de Nederlandse industrie te profiteren van ontwikkelingen in duurzame energie. Op dit moment is de duurzame energiesector wereldwijd één van snelst groeiende sectoren.
- 3 Vergroten van kansen voor lange termijnopties.

Elk van die redenen vergt een ander soort beleid. Voor de eerste reden gaat het vooral om het stimuleren van Europese duurzame energie, dus geen biomassa uit andere werelddelen. Bij de tweede reden gaat het om Nederlandse duurzame energie. Daarbij is vervolgens de vraag wie de extra kosten van deze Nederlandse duurzame energie gaat betalen en welk systeem van innovatie en stimulering het meest effectief is.

Het streven naar een vergroting van het aandeel groene stroom kan op verschillende manieren worden ingevoerd. Er zijn drie belangrijke instrumenten die na afschaffing van de MEP in de discussie naar voren komen:

- 1 Garanderen van een bepaald marktaandeel duurzame stroom.
- 2 Garanderen van een bepaalde (teruglever)vergoeding.
- 3 Tendersysteem DE.

Alle drie de systemen hebben voor- en nadelen. Een tendersysteem is macro-economisch het meest optimaal, omdat marktkrachten ervoor zorgen dat gebruik wordt gemaakt van de meest kosteneffectieve opties. Het 'stop and go' karakter van het systeem is echter slecht voor investeringszekerheid⁹⁵. Een *terugleververgoeding* prikkelt onvoldoende tot verdergaande innovaties, hoewel dit wel kan worden opgelost door de hoogte van de prikkel gaandeweg te verminderen. De praktijk tot op heden wijst uit dat vooral landen met een dergelijk systeem

⁹⁵ Tenzij de budgetten zo ruim zijn, dat er sprake is van een vrijwel continue stimulering.

(Denemarken, Duitsland en Spanje) goede successen hebben behaald. Hier staat het risico tegenover dat hoge stimuleringskosten de continuïteit kunnen ondermijnen met als gevolg dat het systeem gevoelig is voor politieke beleidswijzigingen. Hierdoor is zekerheid voor investeerders niet gegarandeerd is.

Tenslotte kent een *verplicht aandeel duurzaam* het nadeel dat vooral de techniek wordt gestimuleerd die aan het begin het meest concurrerend is. Voordeel is dat ook hier het aan marktpartijen kan worden overgelaten met welke technieken de doelstelling kan worden ingevuld.

Terugleververgoeding tot 2012 en verplichting daarna

Tot 2012 blijven er vaste maar dalende terugleververgoedingen voor in Nederland geproduceerde duurzame elektriciteit. Biomassa wordt daarbij alleen gesubsidieerd naar rato van CO₂-winst en indien wordt voldaan aan strenge duurzaamheidscriteria. De terugleververgoedingen zijn bedoeld om de innovatie te stimuleren. Omdat die naar verwachting bij de bij- en meestook van biomassa veel kleiner is dan bij andere vormen van duurzaam opgewekte elektriciteit, wordt deze categorie uitgesloten van subsidie. Daardoor is er meer budget voor andere vormen van duurzame elektriciteit. De vergoedingen zijn voor elke installatie vast voor 10 jaar, maar dalen voor nieuwe installaties elk jaar met enkele procenten, afhankelijk van de leercurve van de specifieke techniek. De terugleververgoeding wordt afgeschaft zodra de klimaatbudget gebouwde omgeving of een andere verplichting de rol ervan overneemt. Vanaf 2012 geldt er een verplichting voor het leveren van hernieuwbare energie.

Beschrijving ‘verplicht aandeel duurzaam’

Bij een verplichtingstelsel gaat het om een systeem waarbij een marktpartij (producent, leverancier of afnemer) wordt verplicht om een bepaald aandeel duurzaam opgewekte energie in zijn brandstofmix op te nemen. Deze verplichting wordt in een wettelijk kader vastgelegd. Het percentage duurzaam in de mix wordt via een dynamische aanscherping periodiek opnieuw vastgesteld.

In de Elektriciteitswet is een slapend artikel opgenomen dat aan leveranciers een DE-verplichting oplegt. Deze verplichting is gebaseerd op Garanties van Oorsprong (GVO's). In een nader vast te stellen AMvB kan eventueel worden bepaald dat uitsluitend GMO's van in Nederland geproduceerde duurzame energie voor de verplichting in aanmerking komen. In dezelfde AMvB kan ook de hoogte van de sanctie/boete worden bepaald, indien niet aan de verplichting is voldaan.

Stimuleren energie-innovaties

Om de 50% reductie in 2030 daadwerkelijk mogelijk te maken, moeten er voldoende kansrijke alternatieve opwekkingsopties beschikbaar zijn. Veel van de toekomstige CO₂-reductie zal naar verwachting worden bereikt met nieuwe technologieën, en met verbeteringen van huidige technologieën. Een aantal van deze technieken zijn al ontwikkeld, maar hebben de markt nog niet bereikt. Andere zijn nog in de onderzoeksfase, nog niet rijp voor marktintroductie. Technisch gezien zullen alle verschillende opties hun bijdrage moeten leveren.



Technologische ontwikkelingen in het verleden laten zien dat de kosten van nieuwe technologieën een leercurve volgen, en geleidelijk afnemen. In het begin, als de technieken nog maar net operationeel zijn, zijn zowel de kosten en prestaties onaantrekkelijk. Dit kan echter veranderen als ze verder zijn ontwikkeld en grootschalig worden toegepast: de kosten nemen dan af en de technologie kan wellicht concurreren met conventionele technologie, en misschien zelfs lager worden. Bij een succesvol ontwikkelingstraject nemen de kosten af door, bijvoorbeeld, optimalisatie van de technologie, efficiency verbeteringen bij de productie en schaalvoordelen in het productieproces.

Een rol voor de overheid is weggelegd bij het ontwikkelen van nieuwe energie-innovaties, zodat straks er een voldoende technische potentieel beschikbaar is om de ambitieuze doelen te halen. Dit betekent dat de overheid in de eerste stadia van technologieontwikkeling een stimulerende rol speelt (*technology-push*). Met bovengenoemde instrumenten bestaan er vervolgens voldoende *market-pull* krachten om ook de laatste stadia van het op de markt brengen van de nieuwe technieken te doorlopen. Het doorlopen van leercurves zou zo van begin tot einde voldoende snel doorlopen moeten kunnen worden.

De beschikbaarheid van kenniswerkers en kapitaal vormt een zeer belangrijke voorwaarde om überhaupt innovatieactiviteiten te kunnen ontplooien. Zowel private als overheidsmiddelen zijn nodig om de gehele innovatieketen (van R&D tot marktintroductie) te doorlopen. De omvang van de investeringen is hier niet onderzocht.

Nu bestaan vooral knelpunten als het gaat om de beschikbaarheid van privaatkapitaal (VROM-raad en AER, 2004). Onzekerheid over het overheidsbeleid is hier vermoedelijk de grootste hindernis. Door de nieuwe CO₂-reductiemarkt kunnen marktpartijen in de nieuwe constellatie doorslaggevende concurrentievoordelen behalen en zo marktaandeel winnen. Hierdoor kan verwacht worden dat aanzienlijk meer private gelden voor innovaties vrij worden gespeeld. Gegeven de bestaande marktimperfecties bij het doen van fundamenteel onderzoek en innovatie zal de overheid een belangrijk deel van deze kosten moeten dragen. Het bestaande energietransitiebeleid kan zich in de nieuwe constellatie richten op de voorfase van technologieontwikkeling, waarbij overheid en marktpartijen gezamenlijk richting geven aan het innovatieproces. Daarnaast zal ook innovatie moeten plaatsvinden in de netwerken teneinde grote hoeveelheden duurzame opgewekte energie in te kunnen passen.

Creëren van sense of urgency

Op dit moment wordt de noodzaak om van verdergaande emissiereductie nog onvoldoende gevoeld, deels bij de bevolking, bij de politiek en bij de belangrijkste stakeholders. Zo ontbreekt een belangrijke motor achter het veranderingsproces. Drie belangrijke gebeurtenissen hebben in het verleden ervoor gezorgd dat milieu een belangrijk thema is geworden in het energiebeleid: de oliecrisis, de Tjernobyrramp en het Brundtlandrapport. Ook nu zal aansluiting moeten worden gezocht bij dergelijke leidende gebeurtenissen die de publieke beeldvorming over en acceptatie van de energievoorziening wezenlijk beïnvloeden. Om opnieuw

een breed gevoel van urgentie te creëren, zal er permanent aandacht door de overheid besteed moeten worden aan klimaatverandering, het belang van een ongestoorde levering van brandstoffen voor centrales, en het zorgen voor een betaalbare energievoorziening op termijn.

Naast het creëren van een sense of urgency, zal er een duidelijk beeld moeten worden neergezet van de maatschappelijke kosten en baten van het plan en de kansen die dit biedt voor werkgelegenheid en economische bedrijvigheid. De maatschappelijke baten richten zich naast de bijdrage aan het verminderen van klimaatrisico's op een aantal aspecten:

- Schoner en kwalitatief hoogwaardiger bestaan.
- Impuls voor de economische bedrijvigheid en werkgelegenheid. Dit is alleen dan een baat als het kapitaal/werkgelegenheid meer oplevert dan in de conventionele opwekking.

6.3.6 Is 50% emissiereductie mogelijk in de elektriciteitssector?

Uit de analyse van de gegevens van ECN (2006b) kan worden geconcludeerd dat een emissiereductie in de orde van grootte van 50% in 2030 voor de elektriciteitsproductie in Nederland haalbaar moet worden geacht. Daarvoor moeten echter wel maatschappelijke, economische maar ook politiek-institutionele barrières worden overwonnen en op een aantal terreinen dienen belangrijke technologische doorbraken plaats te vinden. Zowel de Nederlandse als de Europese overheid wordt hierbij een belangrijke rol toebedeeld.

Kijkend naar het aantal beschikbare aanbodopties zal de middellange termijn een belangrijk potentieel liggen in de opties: biomassa, CO₂-opslag en hernieuwbare energie (wind en zon). Algemeen wordt aangenomen dat er op tal van terreinen de bestaande technologie verbeterd kan worden en door schaalvergroting en massaproductie de kosten per eenheid naar beneden kunnen. Voor verdergaande emissiereducties zullen ingrijpende innovaties nodig zijn. Niemand weet echter hoe de wereld eruit zal zien en welke de winnende technologieën zullen zijn. Hieronder geven we enkele mogelijke technische ontwikkelingsrichtingen weer.

Centraal of decentraal?

Een transitie naar een duurzame energievoorziening met forse CO₂-reductie kan in principe plaatsvinden op centraal of decentraal niveau, of een combinatie van beide. Via een decentrale opwekking van warmte en elektriciteit kan een forse efficiencywinst behaald worden door nuttig gebruik ter plaatse van het warmteproduct. Hierbij kan gedacht worden aan micro/miniWKK, decentraal duurzaam (wind en PV), WK-installaties (industrie en tuinders), etc. Door intelligente aansturing van micro/miniWKK's kan bijvoorbeeld een virtuele elektriciteitscentrale worden gecreëerd. Ook kan microWKK randvoorwaarden voor de toekomstige energie-infrastructuur scheppen, zoals netbalancering, en daardoor de groot-schalige inpassing van duurzame energie vereenvoudigen.

Op langere termijn kan gedacht worden aan de omzetting van waterstof in de gebouwde omgeving met (WK-)brandstofcellen. De toekomst omtrent waterstof is



thans nog zeer onzeker. Waterstof is een energiedrager die met behulp van bestaande energiebronnen moet worden gemaakt. Het produceren van waterstof is nog duur, zeker uit duurzame energiebronnen. De ontwikkeling van een goede brandstofcel waarin waterstofenergie omgezet kan worden in elektrische energie en warmte is hierbij cruciaal. Deze ontwikkeling vraagt nog om meer tijd dan 10 jaar geleden door velen werd gedacht. Ook de opslag van waterstof vormt nog een knelpunt. De waterstofeconomie zal daarom langer op zich laten wachten.

Via centrale productietechnieken zal de CO₂-winst vooral moeten komen van grootschalige centrales met hoge rendementen al dan niet in combinatie met CO₂-afvang, en grootschalige toepassing van hernieuwbare bronnen. Het gebruik van biomassa zal aanzienlijk zijn en vooral zijn weg vinden naar inzet in de centrale productie van elektriciteit.

Maatschappelijke haalbaarheid

Het IPCC concludeert in haar derde Assessment Report dat omvangrijke reducties technisch mogelijk zijn tegen aanvaardbare kosten, maar dat de maatschappelijke barrières groot zijn. Het maatschappelijke draagvlak van al deze opties zal dan ook een essentiële randvoorwaarde vormen voor een verdergaand klimaatbeleid. Aan al deze opties kleven om uiteenlopende redenen controversiële aspecten die het draagvlak lastig kunnen maken.

Ten aanzien van bepaalde opties die nodig zijn voor het realiseren van drastische reducties kunnen ernstige twijfels bestaan, zoals bijvoorbeeld het ondergronds opslaan van CO₂ en het risico op het ontsnappen van dit broeikasgas. Ook (sommige vormen van) biomassa worden nog niet als duurzaam beschouwd. De voedselzekerheid van bepaalde regio's kan in gevaar komen bij grootschalige teelt. Grootschalige teelt kan bovendien leiden tot ecologische ontwrichting en aantasting van biodiversiteit. Ook loopt Nederland aan tegen grenzen bij de inpassing van duurzame energiebronnen in de vorm van gebrek aan draagvlak, beperkte beschikbaarheid van ruimte en de noodzaak van back-up capaciteit. Deze grenzen moeten overigens niet absoluut worden opgevat omdat er ruimte is voor import, en omdat er bij verdere koppeling van systemen de noodzaak van back-upcapaciteit afneemt.

6.3.7 Kosten en effecten Green4sure

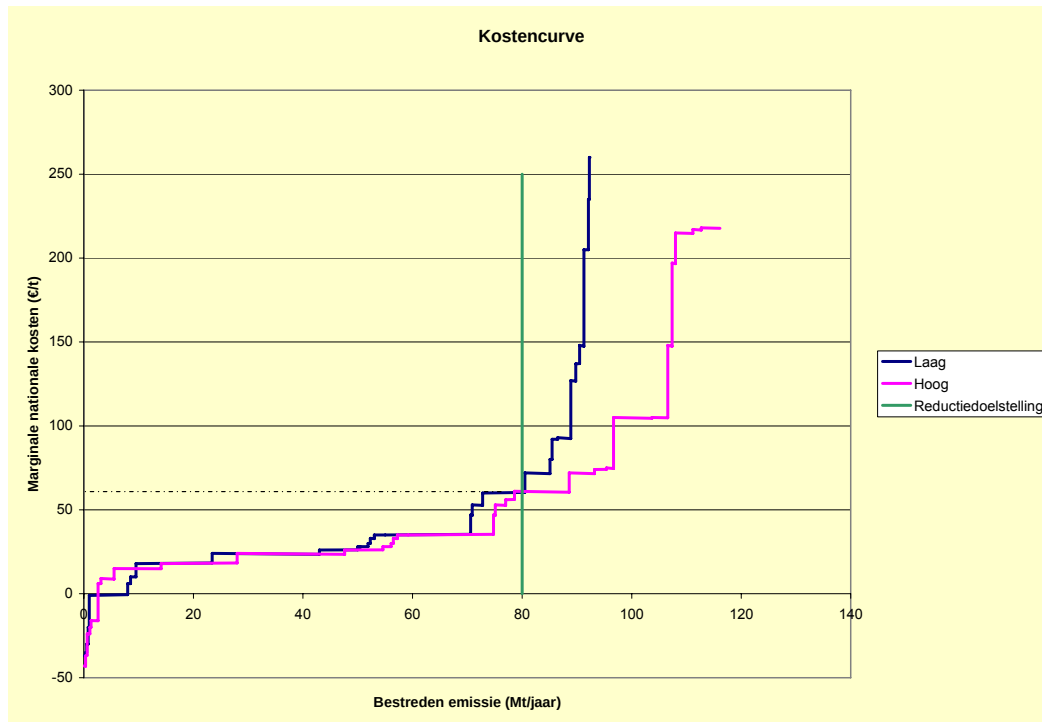
Figuur 33 geeft de kostencurve weer voor de emissiereducerende maatregelen in de elektriciteitsproductie. Uit de figuur wordt duidelijk dat er voldoende technisch reductiepotentieel beschikbaar is om het CO₂-reductiedoel van 50% (80 megaton ten opzichte van Global Economy) voor 2030 te realiseren⁹⁶. De volgende maatregelen moeten dit potentieel in de sector ontsluiten:

- brandstofsubstitutie van kolen naar gas;
- inzet van hernieuwbare energiebronnen (wind en biomassa);
- toepassing van CO₂-afvang en opslag (CCS) bij kolen.

⁹⁶ Hier gebruiken we het Global Economy (GE) scenario, aangezien de kosten in 2020 van de verschillende technieken in het Optiedocument van ECN (2006a) zijn afgezet tegen het GE-scenario. In de analyses van Green4sure wordt het Strong Europe (SE) als referentiescenario gehanteerd.

De nationale reductiekosten in de marge bedragen circa € 60 per vermeden ton CO₂. De totale kosten bedragen in 2030 € 1,3 tot 1,7 miljard per jaar. Hier staan diverse baten tegenover die niet in de kostencurves gewaardeerd worden, zoals synergie-effecten van een schonere lucht en een zekere energievoorziening.

Figuur 33 Kostencurve in 2020 voor reductieopties in de elektriciteitssector



Bron: ECN (2006b), bewerking CE.

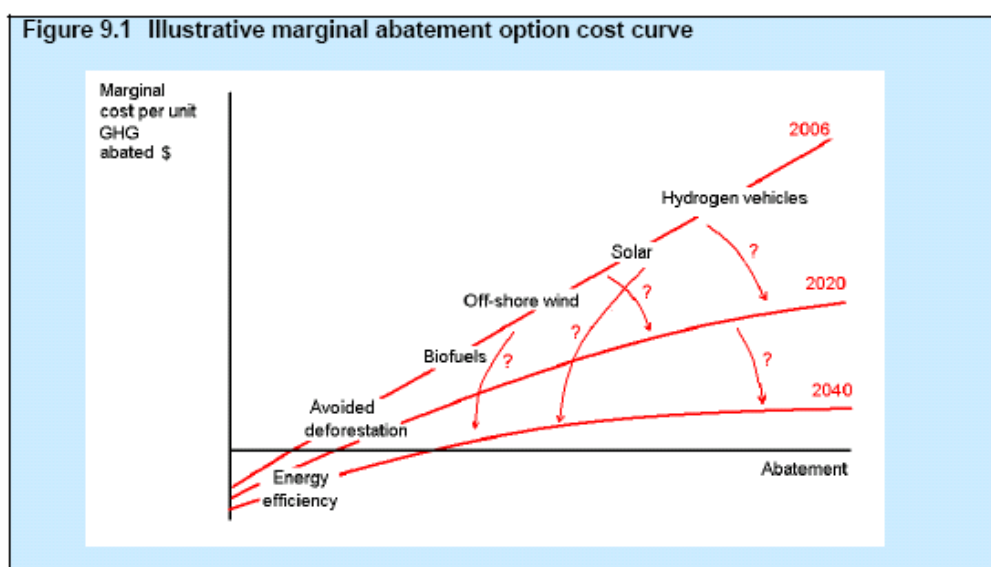
Beschouwing kostencurves

Bedacht moet worden dat kostencurves in de praktijk vaak een overschatting (IVM, 2006) vormen van de daadwerkelijke gemaakte kosten, waardoor de door ECN gepresenteerde cijfers een bovengrens vormen van de toekomstige bestrijdingskosten zoals die in G4S te verwachten zijn. Hiervoor geven wij de volgende argumenten:

- In de eerste plaats omdat vrijwel alle kostencurves in de praktijk maar een deel van het gehele scala aan alternatieven om CO₂ te reduceren in beeld brengen. Veelal zijn kostencurves beperkt tot efficiënte en duurzame technieken. ‘Carbon pricing’ zal eveneens tot hoge consumenten- en producentenprijzen van een breed scala van producten in de Europese economie leiden, waardoor de vraag naar producten met een hoge elektriciteitsconsumptie - of CO₂-emissie - zal afnemen. Een belangrijk substitutiemechanisme in de economie wordt hiermee genegeerd door de beperking tot technische reductieopties. Dit leidt tot een overschatting van de daadwerkelijke kosten van het mitigatiebeleid. Ook in de ECN-kostencurve geldt dat vraagreductie (door ho-

- gere prijzen) buiten beschouwing is gelaten. Dit zal dus naast lagere kosten tevens tot een per saldo groter reductiepotentieel leiden (langere curve)⁹⁷.
- Voor elke kostencurve geldt dat de marginale kosten per eenheid reductie zullen toenemen met de mate van reductie. Hoe meer reducties noodzakelijk zijn, hoe hoger de marginale kosten. *De ligging van de kostencurve kan echter in zeer belangrijke mate veranderen met het voortschrijden van tijd.* Zie Figuur 34 voor een illustratie. R&D kan de kosten per gereduceerde ton CO₂ naar beneden brengen bij een gegeven reductieomvang. Dit resulteert in benedenwaarts verschuiven van de kostencurve. Concreet betekent dit dat de kostencurve met betrekking tot 2030 onder de ECN-curve van 2020 (zie hierboven) ligt.

Figuur 34 Marginale kosten door de tijd als gevolg van technologische ontwikkeling



Bron: Stern, 2006.

- Samenhangend met het vorige punt is het argument van endogeen technologisch leren. In de meeste modellen, en ook in het model dat ten grondslag ligt aan de ECN-kostenbenadering, is er sprake van een exogeen verondersteld tempo van technologisch leren. Deze snelheid is constant, onafhankelijk van het gevoerde klimaatbeleid en van de strengheid van de emissieplafonds. Wanneer endogene technologische vooruitgang wordt verondersteld zal er een sterkere drive zijn om in reactie op hogere CO₂-prijzen technologische ontwikkeling te richten op belangrijke kostencomponenten. De interactie tussen strenger emissiebeleid, hogere emissiepunten en innovatie zal dan leiden tot het sneller doorlopen van leercurves. In de economische literatuur wordt hiervoor een duidelijke argumentatie gevonden, al is de empirische bewijsvoering beperkt vanwege een gebrek aan concrete voorbeelden met betrekking tot strenge wetgeving (zie volgende punt).

⁹⁷ Efficiënt gebruik van elektriciteit (finale vraag) komt tot uitdrukking in de eindgebruikersectoren en wordt dus niet meegeteld bij de energiebedrijven.

Grenzen aan het bestaande energiesysteem

Tegenover deze positieve kostenontwikkelingen staan de 'harde' institutionele, economische en sociale grenzen aan elk energiesysteem op de wat lange termijn. Dit betreft de gas- en elektriciteitsinfrastructuur, de (on)mogelijkheden tot opslag van elektriciteit (denk aan de noodzaak voor reservecapaciteit in geval van stroom uit hernieuwbare bronnen), de beschikbaarheid van voldoende opslagcapaciteit voor CO₂, maatschappelijke grenzen aan verantwoord gebruik van biomassa, etc. Deze grenzen aan het energiesysteem kunnen er op langere termijn toe leiden – na een periode van gestaag dalende kosten voor alternatieve technieken – dat substantiële aanpassingskosten voor de economie noodzakelijk zijn.

Op grond van al deze redenen concluderen wij dat de door ECN gepresenteerde kostenschatting voor de elektriciteitsproductie tot de bovengrens behoort voor wat in 2030 verwacht kan worden aan kosten ten gevolge van Green4sure. Door een snelle technologische vooruitgang, uitgelokt door *strengere plafonds* en *technologieforcerende eisen* aan centrales, komen meer opties in beeld (verlenging van de curve) en zullen de kosten per eenheid reductie sneller dalen dan verwacht. Daarbij zijn op wat langere termijn substantiële aanpassingskosten niet geheel uit te sluiten, wanneer de grenzen aan het bestaande energiesysteem bereikt zijn en overschakeling op nieuwe energieconcepten noodzakelijk wordt.

Witte vlekken

In de ramingen van ECN en IPCC is niet de mogelijkheid meegenomen om de verliezen van het elektriciteitstransport in het hoog- en middenspanningsnet te verminderen door aanpassing aan het hoogspanningsnet. Door het toepassen van efficiëntere transportmiddelen kunnen deze verliezen worden geminimaliseerd. Aangezien het hoog- en middenspanningsnet in Nederland erg uitgebreid is, zal dit hoge investeringen vergen. Het gebruik van verbeterde methoden heeft de grootste kans van slagen bij de invoering van nieuwe grootschalige opwekking van elektriciteit, zoals windenergie op zee (Menkveld, 2004).

Een ander punt dat niet is meegenomen in het ECN Optiedocument is een meer decentrale opwekking van elektriciteit en warmte. Door gebruik te maken van decentrale WKK's kan er een hoger rendement worden behaald op de conversie van energie. In tegenstelling tot de centrale opwekking van elektriciteit kan bij de decentrale opwekking de restwarmte tot in vergaande mate nuttig worden gebruikt, waardoor het totale rendement van een installatie aanzienlijk toeneemt. Hier kan ook gedacht worden aan waterstof als energiedrager en opslagmedium voor de transport en warmtemarkt. Een decentrale voorziening maakt tevens allerlei opties in de sfeer van demand management via slimme meters en andere informatietechnologie mogelijk.

Tot 2020 is zonne-energie in welke vorm dan ook geen optie van betekenis in de berekening van ECN. Voor de wat langere termijn zijn er zeker belangrijke ontwikkelingen te verwachten bijvoorbeeld met betrekking tot een techniek als *concentrated solar power*. De betekenis voor Nederland lijkt vooralsnog beperkt, maar voor Europa kan dit wellicht een effectieve optie worden.



6.3.8 Conclusies

De huidige energievoorziening is niet duurzaam. De belangrijkste problemen zijn mondiaal van aard. Oplossing van klimaatverandering kan dan ook alleen internationaal gebeuren. De beleidsinzet in Green4sure voor de sector elektriciteit kan als een verantwoordelijkheid worden gezien voor de bijdrage die Nederland kan leveren aan het oplossen van klimaatverandering. Realisatie van een duurzame elektriciteitsvoorziening zal hoe dan ook extra kosten met zich meebrengen. Deze kosten kunnen beperkt worden, indien binnen het systeem van emissiehandel geografisch en sectoraal zo weinig mogelijk restricties worden opgeworpen. Tegenover de kosten staan belangrijke baten, zoals een zekere en schone energievoorziening met nieuwe kansen voor Nederlandse bedrijven.

Energiebeleid is, en dit kan niet vaak genoeg herhaald worden, langetermijnbeleid. Historische situaties met betrekking tot de brandstofmix van verschillende landen zijn zeer dominant (lock-in). Om stabiliteit te kunnen garanderen en maximale flexibiliteit te bieden m.b.t. het realiseren van goedkope reducties, is stapsgewijze aanscherping van emissieplafonds binnen EU ETS noodzakelijk. Dit beleid kan tijdelijk (tot 2015) worden geflankeerd door bij de nieuwbouw centrales eisen te stellen aan de maximale uitstoot per kWh. Op deze wijze kan *nu* rekening worden gehouden met *toekomstige* aanscherping van emissieplafonds en kan 'insluiting' van ongewenste technieken vanuit klimaattoegpunt worden voorkomen.

Sturing op (emissie)doelen heeft als voordeel dat institutionele arrangementen (emissiehandel, verplichting duurzaam), indien deze eenmaal ontworpen en ingevoerd zijn, gebruikt kunnen worden om plafonds verder aan te scherpen. De arrangementen zorgen ervoor dat er één relevante knop ontstaat om aan te draaien, namelijk de milieubeleidsdoelstelling zelf. De wens beleid voortdurend te veranderen en vernieuwen is misschien wel één van de grootste valkuilen geweest van 30 jaar Nederlandse (duurzaam) energiebeleid. Deze wens kwam voort uit het feit dat beleid zelden goed doordacht was en dat vele regelingen open-einden kenden, hetgeen voortdurend tot budgettaire problemen leidde.

Moet dit nationaal of Europees gebeuren? *Dé Europese elektriciteitsmarkt bestaat niet.* Door de beperkte transporteerbaarheid van stroom en gebrekkige capaciteit van internationaal transport bestaan er slechts regionale deelmarkten. Toch kan op deze Europese deelmarkten een aanzienlijke mate van concurrentie bestaan met alle mogelijke gevolgen van dien. Zonder milieubeleid en zolang de milieueffecten niet in de prijs zitten, zal de markt altijd voor de goedkope oplossing kiezen. Met name de strategie van levensduurverlening van vuile en minder efficiënte centrales is hier in het verleden een pregnant voorbeeld van geweest. Een eenzijdige nationale keuze voor aanscherping van emissieplafonds zal leiden tot een te hoge stroomprijs en derhalve tot extra import van kolen en kernstroom uit het buitenland, onderbenutting van het relatieve schone nationale elektriciteitspark en achterblijvende investeringen in nieuwe technieken. Om deze reden heeft een emissiehandelssysteem op Europees niveau de voorkeur boven nationale oplossingen.

Tenslotte wijzen wij met nadruk erop dat alle opties van belang zijn om de 50% reductie te realiseren en geen enkele opties op voorhand dient te worden uitgesloten. Kostencurves gaan meestal alleen uit van de technische opties en laten vraagvermindering en structuurveranderingen (als gevolg van hogere CO₂-prijzen) buiten beschouwing. Dergelijke substitutiemechanismen en vele alternatieve CO₂-arme producten zijn juist cruciaal in het bereiken van een *low carbon economy*. De conclusie die wij hieruit trekken is dat de ECN cijfers voor 2020 een substantiële overschatting zijn voor de kostenniveaus zoals die in 2030 verwacht kunnen worden bij streng klimaatbeleid. Meer specifiek lijken de cijfers van ECN voor de hernieuwbare opties (wind en biomassa) niet conform de meest recente inzichten.



7 Stimuleren hernieuwbare energie

7.1 Inleiding

Green4sure stelt een snelle halvering van broeikasgasemissies ten doel. Voor een dergelijk ambitieus doel zal naast energiebesparing ook de inzet van hernieuwbare energie noodzakelijk zijn, zoals zonne-energie, windenergie, biomassa, waterkracht en aardwarmte. In deze notitie bespreken de voor- en nadelen van verschillende instrumenten om een aandeel van 25% in het Nederlandse energiegebruik door hernieuwbare energie te realiseren in 2020. Deze notitie beoogt ook bij te dragen aan de discussie over een alternatief voor de MEP-subsidie die op korte termijn wordt aangepast. De MEP-subsidie (Milieukwaliteit Elektriciteitsproductie) is bedoeld voor producenten van hernieuwbare/duurzame elektriciteit en elektriciteit uit warmtekrachtkoppeling.

7.2 Motieven voor gerichte stimulering hernieuwbare energie

Binnen Green4sure vormen systemen van verhandelbare emissierechten (EU ETS en klimaatbudget) de belangrijkste instrumenten voor CO₂-reductie. Voor de concurrentiegevoelige sectoren (industrie, glastuinbouw, elektriciteitsproductie voor de industrie en glastuinbouw) wordt het Europese ETS gecontinueerd en verder aangescherpt (40% absolute reductie). Daarnaast wordt voor de overige sectoren een systeem van emissierechten (klimaatbudget) ingevoerd dat leidt tot een reductie van 60% voor gebouwde omgeving en 35% voor transportsector. Hieronder valt ook de elektriciteitsproductie voor energie-extensieve gebruikers⁹⁸. Beide instrumenten (EU ETS en klimaatbudget) leiden via hogere kosten voor fossiel energieverbruik tot een extra vraag naar hernieuwbare energie vanuit de energiebedrijven om daarmee binnen het plafond van klimaatbudget en het Europese ETS te blijven. De vraag is daarom of nog een additioneel instrument nodig is om hernieuwbare energie te stimuleren.

In overeenstemming met het recente Stern rapport (2006) zien wij de volgende redenen voor een snellere introductie van duurzame elektriciteit dan enkel op basis van marktkrachten tot stand zou komen. Op dit moment is duurzame elektriciteit nog (veel) duurder dan elektriciteit opgewekt met behulp van fossiele brandstoffen, ook wanneer de externe kosten zouden worden geïnternaliseerd. De voornaamste reden is dat duurzame elektriciteitsopwekking nog jonge technologieën betreft die nog aan het begin van hun 'leercurve' staan. Elke nieuwe techniek doorloopt een leercurve waarbij de kosten in de tijd dalen. In het begin van de leercurve zal de nieuwe technologie uiteraard nog niet kunnen concurreren met bestaande, goedkopere technologieën die dezelfde functie vervullen, en zal moeten worden geïnvesteerd in onderzoek en ontwikkeling om de kosten te verlagen.

⁹⁸ Elektriciteitsproductie voor energie-extensieve gebruikers valt dus onder twee systemen en betaalt daarmee een hogere prijs.

Er zijn een aantal redenen waarom in het geval van hernieuwbare energie deze investeringen niet door de markt alleen tot stand komen. Ten eerste kunnen de investeringskosten dusdanig hoog zijn en de tijdschaal waarop baten optreden dusdanig groot, dat bedrijven liever wachten op concurrenten om het begin van de leercurve te doorlopen en de technologie zich al op de markt heeft bewezen. In dat geval is er een collectief handelingsprobleem dat overheidsingrijpen rechtvaardigt. Ten tweede bestaan er voor duurzame elektriciteit maar weinig 'niche-markten', waarin consumenten bereid zijn een (veel) hogere prijs te betalen. Bij veel consumentenproducten, zoals mobiele telefoons en LCD-schermen, zijn bedrijven in staat een deel van de kosten van het begin van de leercurve terug te verdienen door aan een beperkt aantal consumenten het product tegen een veel hogere prijs te verkopen. Zo kostten de eerste mobiele telefoons veel meer dan de huidige. Elektriciteit is echter tot op grote hoogte een homogeen product, waaraan consumenten geen extra status of extra functies kunnen ontleen. De nichemarkt beperkt zich tot vooruitlopende bewuste consumenten en situaties waarin de afwezigheid van aansluitingen op een centraal elektriciteitsnetwerk een kostenvoordeel geeft aan bijvoorbeeld fotonvoltaïsche energie. Deze markt is echter te klein voor de grote investeringen in R&D in hernieuwbare energie. Tenslotte worden in het Stern rapport externe baten genoemd van investeringen in R&D voor hernieuwbare energie. Normaliter zouden patenten de baten van ontwikkelingskosten kunnen internaliseren, maar volgens Stern is dit meer waarschijnlijk bij individuele producten dan bij de doorbraken in processen of de basale technologische en wetenschappelijke kennis die benodigd is voor de ontwikkeling van hernieuwbare energie. Ook dit rechtvaardigt gerichte overheidsstimulering.

Volgens Stern toont onderzoek naar de ontwikkelingsgeschiedenis van bestaande energietechnieken en de prominente rol die publieke R&D en initiële toepassing hebben gespeeld in hun ontwikkeling de potentiële effectiviteit van technologiebeleid. Bij de ontwikkeling van alle energieopwekkingstechnieken waren zowel grootschalige en aanhoudende publieke steun als private markten behulpzaam. Volgens een studie door Norberg-Bohm⁹⁹ zouden van 20 van de voornaamste innovaties in de laatste 30 jaar op het gebied van fotonvoltaïsche energie slechts één van de 14 traceerbare innovaties geheel zijn gefinancierd door de private sector, terwijl negen geheel publiek waren gefinancierd. De andere vier kwamen tot stand ten gevolge van publiekprivate samenwerking.

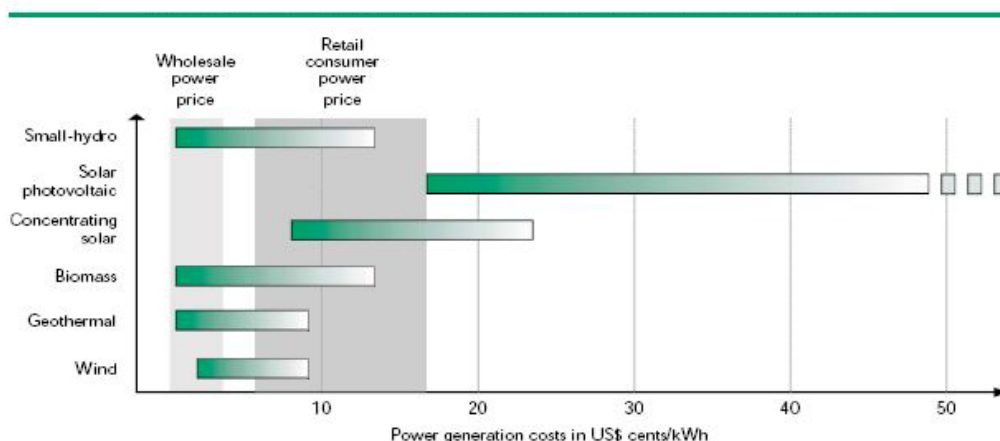
7.3 Huidige kosten van hernieuwbare energie

Hoewel de milieukosten van hernieuwbare energie lager zijn dan van fossiele brandstoffen, zijn de reguliere productiekosten vooralsnog hoger. Aan een toename van het aandeel hernieuwbare energie in de energievoorziening is daarom een prijskaartje verbonden. Hoe ambitieuzer het doel, hoe hoger de extra kosten. In de onderstaande figuur is een inschatting gegeven door het IEA van de prijs van hernieuwbare energie.

⁹⁹ Norberg-Bohm, V. (2000): 'Creating incentives for environmentally enhancing technological change: lessons from 30 years of U.S. energy technology policy'. *Technological Forecasting and Social Change* 65(2): 125-148.



Figuur 35 Kosteneffectiviteit hernieuwbare energie



Wij verwachten dat de meerkosten bij 25% duurzame elektriciteit circa € 0,03 per kWh bedragen (gegeven een prijs van CO₂-emissie). Als we uitgaan van een totale elektriciteitsvraag in 2020 van 100 TWh, dan komt 25 TWh hernieuwbare energie neer op circa € 750 miljoen aan meerkosten. Volgens ECN komt het op kosteneffectieve wijze halen van een doelstelling van 30% voor hernieuwbare elektriciteit in 2020 overeen met een productievolume van ruim 47 TWh en een jaarlijks budgettoeslag van circa € 1,5 miljard¹⁰⁰. Aangezien in Green4sure wordt uitgegaan van een lagere elektriciteitsvraag in 2020 door een strenger klimaatbeleid komt deze schatting qua kosten redelijk overeen. Bij deze grove inschatting is nog niet meegenomen dat de meerkosten kunnen verschillen per instrument, vanwege de verschillen in kosteneffectiviteit. Tenslotte verwachten we dat de overheid eventuele effecten op de koopkracht als gevolg van een verplicht aandeel duurzame elektriciteit vroeg of laat compenseert, dan wel uit het Fonds Economische Structuurversterking (FES), dan wel uit de lopende begroting.

7.4 Welke instrumenten?

In de discussie hoe het aandeel Nederlandse hernieuwbare energie te vergroten, komen vijf belangrijke instrumenten naar voren:

- 1 Verplicht aandeel hernieuwbare energie.
- 2 'Feed-in' systemen.
- 3 Investeringsubsidies.
- 4 Tenderssystemen.
- 5 Plafond voor CO₂-emissie voor alle sectoren.

¹⁰⁰ Tilburg, X. van; Jansen, J.C.; Uytendinck, M.A.; Lensink, S.M., 2007. Verplichting voor duurzame elektriciteit in Nederland. Verkenning van mogelijkheden en randvoorwaarden. ECN Beleidsstudies ECN-E--06-038.

1 Verplicht aandeel hernieuwbare energie

Bij een verplichtingstelsel wordt in een wettelijk kader een verplichting voor energieleveranciers vastgelegd om een minimum aandeel van de totale energieproductie duurzaam op te wekken, eventueel vastgesteld per energiedrager. Het percentage duurzaam in de totale energieproductie wordt periodiek opnieuw vastgesteld en aangescherpt. De leverancier die niet aan de verplichting voldoet, moet een boete betalen die vele malen hoger is dan de marginale kosten van hernieuwbare energie.

De verplichting kan in principe overal in de keten van productie tot eindgebruiker worden gelegd, maar ligt in de praktijk bij het distributiebedrijf. Producenten van duurzame elektriciteit krijgen groencertificaten op basis van de hoeveelheid geproduceerde duurzame elektriciteit. Deze certificaten worden verkocht aan de distributiebedrijven, die de certificaten vervolgens gebruiken om aan te tonen dat aan hun verplichting is voldaan. Bij een goed functionerende markt is de prijs van certificaten gelijk aan de prijs die nodig is om aan de verplichting te voldoen (de marginale kosten). Dit systeem geldt in het Verenigd Koninkrijk, Zweden, België, Italië, Japan, Australië en achttien Amerikaanse staten.

Een goed voorbeeld van een normstelling is de Energie Prestatie Coëfficiënt voor nieuwe gebouwen (EPC), waarbij door de periodieke aanscherping in 10 jaar tijd een halvering van het brandstofverbruik is gerealiseerd. Naast een succesvolle implementatie heeft de EPC ook tot innovatie geleid: verschillende nieuwe technieken en bouwmethoden zijn ontwikkeld en toegepast.

2 'Feed-in' systeem

In een feed-in systeem wordt gedurende een lange periode een vooraf vastgestelde vergoeding gegeven per geproduceerde kWh, veelal voor tien jaar of langer. De hoogte van de vergoeding kan verschillen per technologie, afhankelijk van de kosten en het stadium van ontwikkeling. Er wordt onderscheid gemaakt tussen feed-in *tarieven* met een vaste vergoeding voor de geleverde stroom en feed-in *premies* waarbij alleen het verschil wordt betaald tussen de elektriciteitsprijs en de productiekosten. Bij feed-in premies, zoals in de MEP, geldt als uitgangspunt dat gecompenseerd wordt voor de onrendabele top van de hernieuwbare elektriciteit. In de meeste gevallen wordt de hoogte van het tarief buiten de markt om bepaald door de overheid (uit: ECN, 2006)¹⁰¹.

3 Investeringsubsidie

Een investeringsubsidie voor hernieuwbare energie waarvan de productiekosten boven de marktprijs liggen (de 'onrendabele top') stimuleert de implementatie. Er is veel ervaring in Nederland met investeringsubsidies voor warmtekracht.

4 Tendersystemen

Bij een tendersysteem wordt door de overheid periodiek een hoeveelheid productie of capaciteit geveild, waarbij de overheid doorgaans ook de gewenste hernieuwbare technieken aangeeft. Aanbieders kunnen een bod uitbrengen voor de

¹⁰¹ Tekstpassage overgenomen uit: ECN, 2006, Verplichting voor duurzame elektriciteit in Nederland.



vergoeding waartegen ze bereid zijn te leveren. De beste biedingen krijgen een leveringscontract en een vergoeding ter hoogte van de winnende bieding (uit ECN, 2006).

5 Plafonnering CO₂-emissie alle sectoren

Met het Europese systeem voor verhandelbare emissierechten (of de klimaat-budgetsystemen voor gebouwde omgeving en voor transport in Green4sure) neemt de prijs van elektriciteit uit fossiele brandstoffen toe. Aangezien daarmee de rentabiliteit van hernieuwbare energie toeneemt, zal ook het marktaandeel van hernieuwbare energie toenemen. Hoe lager het CO₂-plafond, hoe hoger de prijs van CO₂-emissie en hoe rendabeler hernieuwbare energie.

7.5 Beoordeling

Elk instrument heeft voor- en nadelen. Hieronder volgt een korte beoordeling van de instrumenten op basis van de volgende criteria:

- effectiviteit (wordt het doel gehaald);
- efficiëntie (kosteneffectiviteit);
- prikkel tot innovatie (dynamische efficiëntie);
- investeringszekerheid voor bedrijven;
- budgetzekerheid voor overheid.

Effectiviteit

Hoewel in theorie alleen het voorschrijven van vast aandeel hernieuwbare energie garantie biedt dat een bepaalde doelstelling wordt bereikt, blijkt in de praktijk dat goed ontworpen feed-in, investeringssubsidie of tendersystemen ook zeer effectief zijn. Hierbij valt te denken aan de successen in Duitsland, Spanje en Nederland waar de MEP vanwege succes steeds moest worden stopgezet.

Bij plafonnering van CO₂-emissies voor alle sectoren, zoals in het EU ETS en klimaatbudget, staat echter niet van tevoren vast in welke mate hernieuwbare energie zal worden gestimuleerd. Vanwege de eerder genoemde ontwikkelingscurve van hernieuwbare energie en de noodzaak van extra stimulering zal waarschijnlijk veel minder hernieuwbare energie tot stand komen. Hierbij dient wel opgemerkt dat op de langere termijn plafondsysteem wel een steeds belangrijkere rol zullen gaan spelen bij de inzet van hernieuwbare energie:

- op de lange termijn zullen de emissieplafonds veel scherper zijn dan het huidige plafond van het EU ETS en zullen de productiekosten van elektriciteit uit fossiele energie dus ook stijgen ten gunste van hernieuwbare energie;
- de kostprijs van hernieuwbare energie zal verder omlaag gaan;
- de weerstandskosten van veel vormen van hernieuwbare energie zijn veel lager dan die van gedragsaanpassingen en vergroten van de efficiency van apparaten;
- CO₂-opslag zal binnen Green4sure niet mogelijk zijn voor de extensieve energiegebruikers.

Op de korte termijn zijn plafondsysteem echter geen optie. Op de lange termijn is de verwachting dat enkele vormen van hernieuwbare energie (uit wind op zee en uit biomassa) concurrerend kunnen zijn met fossiele energie (inclusief kosten CO₂-emissierechten).

Efficiëntie

Een probleem van feed-in systemen (zowel bij het tarief als de premie) is dat een subsidie (op basis van de onrendabele top per techniek) moet worden vastgesteld bij onzekere technologische ontwikkelingen, schaalearde en leereffecten. Dit betekent dat het bijna onmogelijk is om de juiste prijs vast te stellen, waardoor de subsidie of te laag is (en dus geen effect heeft) of te hoog is (en overwinsten worden gemaakt door producenten). Dit betekent dat de kosteneffectiviteit van feed-in nooit optimaal is. Hetzelfde geldt voor een investeringssubsidie.

Een tendersysteem en verplichten kennen dat nadeel niet – bij goed functionerende markten met voldoende vraag en aanbod – omdat de markt de meest efficiënte projecten zal opleveren. Dit betekent dat de kosten van quotasystemen iets lager kunnen zijn in vergelijking tot feed-in systemen. Voor het halen van de huidige doelstelling van 21% duurzame elektriciteit in de EU15, zou er jaarlijks 15% (€ 4,5 miljard) op de kosten kunnen worden bespaard als er in de EU sprake zou zijn geweest van een geharmoniseerd verplichtingensysteem. De hamvraag is dan of op nationale schaal de markt voor duurzame elektriciteit goed functioneert en ook kostenvoordelen kunnen worden geboekt. Hierbij kunnen grote vraagtekens worden gezet. Essent en Nuon, die thans een fusie verkennen, bepalen minstens 75% van het aanbod van duurzame elektriciteit in Nederland. De aanwezigheid van marktmacht kan de efficiëntie van tendering en verplichten verlagen.

Prikkel tot innovatie

Verplichting:

In theorie kan een verplichting voor een bepaald aandeel hernieuwbare energie op alle mogelijke manieren worden ingevuld door de markt en kunnen innovaties worden uitgelokt. In de markt voor duurzame elektriciteit is echter eerder te verwachten dat de goedkoopste opties, zoals grootschalige biomassa en wind op land, zullen worden ingezet vanwege de grote verschillen tussen de opwekkings-technieken. Bij hogere verplichtingpercentages zullen ook andere, duurdere opties moeten worden ingezet om de verplichting te halen. De prijzen kunnen dan echter zeer hoog stijgen voor consumenten. Dit kan worden voorkomen door het stellen van een maximumprijs, maar heeft als consequentie dat de doelstelling niet meer wordt gehaald. Bepaalde technieken, zoals zonne-energie, zullen weinig kans krijgen zich verder te ontwikkelen (schaalvoordelen, leereffecten). Dit probleem kan worden opgelost door 'schotten' te plaatsen tussen de productie-technieken zoals feitelijk ook gebeurt bij de MEP. Een hybride systeem is ook denkbaar, waarbij technieken die zich al ontwikkeld hebben onder een verplichting vallen en technieken die zich nog moeten ontwikkelen worden gestimuleerd met een feed-in tarief. In geval van een internationaal of Europees verplichtingensysteem bestaat de kans dat duurzame elektriciteit wordt geïmporteerd en de prikkel tot innovatie en de investeringen in het buitenland terecht komen. Op zich is daar in het kader van internationale handel niets op tegen en zelfs efficiënt, maar kan politiek wel gevoelig liggen.

Tendersysteem:

Een tendersysteem kent soortgelijke nadelen als een verplichting. Ook dan zullen technieken die zich nog moeten ontwikkelen in het nadeel zijn. Het systeem is



echter ook geschikt voor innovaties als getenderd wordt op vernieuwing. Deze subsidies zullen geschikt zijn voor starters en kleine bedrijven die voor vernieuwing kunnen zorgen, dus geen fiscale tegemoetkomingen, maar echte Euro's. Grote bedrijven zoals Shell en Essent zullen hiervan uitgesloten worden, die kopen de nieuwe bedrijfjes op gegeven moment wel op. Vernieuwing vindt meestal niet bij hen plaats.

Feed-in en investeringssubsidie:

Wanneer de vergoeding voor alle soorten hernieuwbare energie even hoog is, stimuleert het instrument onvoldoende innovatie. Dit kan worden opgelost door de hoogte van de subsidie gaandeweg te verminderen en afhankelijk te maken van het type hernieuwbare energie. Vooral landen met 'een dergelijk systeem, zoals Denemarken, Duitsland en Spanje, hebben successen behaald.

CO₂-plafonds:

In principe stimuleert dit innovatie, maar vanwege het grote kostenverschil tussen fossiele brandstoffen en vele hernieuwbare bronnen zal op de korte termijn de innovatieprikkel beperkt zijn.

Investeringszekerheid voor bedrijven

Het Duitse feed-in tarief systeem biedt de grootste investeringszekerheid omdat zowel een afzet als prijsgarantie geldt. Daarnaast worden de tarieven acht jaar van te voren bekendgemaakt. Dit tarief geldt gedurende de gehele levensduur van de optie (15 à 20 jaar afhankelijk van de optie). In feite zijn daarmee de meeste ondernemingsrisico's weggenomen en wordt veel zekerheid geboden. De tarieven dalen overigens wel elk jaar met een techniekspecifiek percentage omdat wordt uitgegaan van dalende kosten vanwege innovatie.

De MEP als feed-in premie systeem biedt iets minder marktzekerheid omdat de producent zelf zijn elektriciteit moet zien te verkopen en dus de concurrentie aanmoet met de andere fossiele elektriciteitsproducenten. In de praktijk, bij de huidige omvang van de markt, blijkt dit overigens geen groot marktrisico te vormen en kan de MEP daarom ook als zeker worden beschouwd¹⁰². Het marktrisico van een feed-in is dus laag, maar de investeringonzekerheid als gevolg van een onbetrouwbare overheid blijkt hoog te zijn vanwege het open einde karakter en de moeilijk te ramen uitgaven van de MEP.

Mitchel et al (2006) en GREEN-X (2005) geven aan dat de marktonzekerheid van een verplichting hoger is dan van een feed-in vanwege de onzekere prijs en de onzekerheid over de afname. Deze risico's kunnen tot iets hogere kosten leiden. Bij een Europese markt met voldoende marktomvang en lange termijn zekerheid over de verplichting zullen deze kosten naar verwachting beperkt zijn. Het politieke risico van een verplichting lijkt echter lager omdat het veranderen van een verplichting een wetwijziging noodzakelijk maakt. Bij een beperkte markt, op nationale schaal, zijn er toch politieke risico's en daardoor investeringsrisico's als blijkt dat de elektriciteitsprijs te scherp stijgt en daardoor de koopkrachteffecten. Ook in dat geval zal de politiek kunnen ingrijpen.

¹⁰² Door de zekerheid van de MEP hebben banken zoveel zekerheid, dat ze het nauwelijks nodig vinden dat de investeerder eigen vermogen meebrengt (BAIN, 2006).

Tot op heden hebben feed-in systemen in de praktijk in verschillende landen betere resultaten laten zien dan quotasystemen (EU, 2005; Ragwitz et al., 2005; Fouquet et al., 2005). Volgens de economische theorie zou dit verschil niet kunnen bestaan. Het verschil in praktijk kan worden verklaard doordat verplichtingen nog niet optimaal werken en door de vele zekerheden die worden geboden bij feed-in systemen (zie boven).

Investeringssubsidies: Ook hier geldt als belangrijk nadeel dat het systeem gevoelig is voor politieke wijzigingen. De kosten kunnen sterk oplopen terwijl er geen investeringszekerheid wordt geboden voor nieuwe projecten. De investeringszekerheid moet van andere instrumenten komen.

Tendersysteem: Het “stop and go” karakter van het systeem is slecht voor investeringszekerheid.

Budgetzekerheid voor overheid

De budgetonzekerheid van de MEP heeft de volgende oorzaken:

- Biomassa werd niet gebonden aan de CO₂-winst over de keten en duurzame import criteria waardoor alle stromen 100% meetellen voor subsidies.
- Wind-offshore is niet gebonden aan een quotum waardoor in korte tijd groot beslag op budgetten kan worden gelegd.
- De MEP bestaat uit een premiesysteem waardoor bij stijgende elektriciteitsprijzen de onrendabele top kleiner is en ten onrechte te hoge bedragen is uitgekeerd. Het Duitse tariefsysteem kent dit nadeel niet.
- Zonnecollectoren en zon PV hoeft niet met een open-einde te worden gesubsidieerd. Gegeven de hoge prijzen is het verstandig een zodanig quotum in te stellen dat schaal- en leereffecten wel gegarandeerd zijn.

Ook een investeringssubsidie kent soortgelijke budgetonzekerheid. In het geval van een verplichting, tendersubsidie of CO₂-plafond is er meer budgetzekerheid.

Tabel 45 Beoordeling op criteria

	Effectiviteit	Efficiëntie	Innovatie	Investeringszekerheid	Budgetzekerheid
Verplichting	++	+	O	-	+
- idem specifieke technieken	++	++	+	-	+
Feed-in systeem	++	-	O	0	-
- idem specifieke technieken	++	+	+	0	+
Investeringssubsidie	++	-	+	-	-
Tendersubsidie	-	+	++	-	+
Plafond CO ₂ -emissie	-	++	+	+	++



7.6 Duurzame autobrandstoffen en warmte

Hoewel een feed-in systeem geschikt is voor elektriciteitsproductie, zijn voor hernieuwbare warmteproductie juist investeringssubsidies het meest succesvol gebleken. Hernieuwbare autobrandstoffen kunnen goed worden gestuurd via een systeem van verplichtingen omdat er voldoende concurrentie is tussen de traditionele partijen en er nieuwe marktpartijen toetreden (b.v. vanuit de voedsel-industrie).

Hernieuwbare warmte	Korte termijn 2007-2012	Lange termijn 2012-2030
Implementatie	Investeringsubsidie	klimaatbudget
Innovatie	Investeringsubsidie R&D schone DE	klimaatbudget R&D schone DE

Hernieuwbare elektriciteit	Korte termijn 2007-2012	Lange termijn 2012-2030
Implementatie	Feed-in Dynamische meerkosten	EU ETS + klimaatbudget Verplichting schone DE
Innovatie	Tendersubsidie R&D schone DE	EU ETS + klimaatbudget R&D schone DE

Biobrandstoffen	Korte termijn 2007-2012	Lange termijn 2012-2030
Implementatie	Verplichting % biobrandstoffen	EU ETS + klimaatbudget
Innovatie	Subsidie 2 ^e generatie R&D schone DE	EU ETS + klimaatbudget R&D schone DE

7.7 Conclusies

Op basis van het voorgaande kunnen voor de **korte termijn** de volgende conclusies worden getrokken.

- 1 Hernieuwbare energie kan nog onvoldoende concurreren met fossiele energie doordat veel hernieuwbare technieken nog in het ontwikkelingsstadium zitten (zon, wind offshore) en de maatschappelijke kosten van fossiele energie niet in de prijs worden doorgerekend. Om een fors aandeel hernieuwbare energie te realiseren is het op korte termijn daarom noodzakelijk krachtige instrumenten in te zetten.
- 2 De kostenverschillen tussen een verplichting, een tendersysteem of feed-in systemen zoals de MEP zijn beperkt omdat in alle systemen de meerkosten van hernieuwbare opwekkingskosten moeten worden betaald. Het is daarom cruciaal dat de samenleving vooraf duidelijk maakt hoeveel zij overheeft voor investeringen in hernieuwbare energie.
- 3 Een verplicht aandeel duurzame elektriciteit is in theorie het meest kosteneffectief bij een goed functionerende markt en voldoende marktomvang. De Nederlandse markt lijkt echter te klein met te weinig aanbieders waardoor de kosten veel hoger zullen uitvallen voor de consumenten dan onder een feed-in systeem.

- 4 Het tendersysteem is in theorie kosteneffectief, maar blijkt in de praktijk (Ierland en Frankrijk) niet goed te functioneren. Het stop-and-go karakter levert veel marktrisico's op en bovendien kan de politiek elke keer opnieuw besluiten om de tender niet uit te zetten.
- 5 Het Nederlandse MEP systeem kan meer investeringszekerheid bieden, beter financieel beheersbaar zijn en goedkoper worden uitgevoerd als een aantal elementen van het Duitse systeem worden overgenomen en aanvullende maatregelen worden getroffen:
 - Overstappen van premie naar tarief zodat de (budget)onzekerheid van de energieprijzen er wordt uitgehaald.
 - Volumegarantie introduceren.
 - Dekking van kosten niet via de begroting, maar via een opslag op de elektriciteitsprijs. Voordeel hiervan is dat niet de conjunctuur van duurzame elektriciteitsubsidies in de begroting wordt gehaald en een extra prikkel wordt gegeven om zuinig met elektriciteit om te gaan.
 - De tarieven worden langjarig vastgesteld zoals in Duitsland.
 - De tarieven zullen aflopend moeten zijn en rekening houden met de marktprijs van fossiele brandstoffen.
 - Biomassa wordt alleen gesubsidieerd op basis van netto-CO₂-winst en als het tenminste 30% netto CO₂-winst oplevert over de hele keten en wordt voldaan aan hernieuwbare importcriteria van de Commissie Cramer. Bovendien wordt een sterke difklimaatbudgetentiatie ingevoerd: hoger tarief naar rato van CO₂-winst boven de 30%-drempel. Vanaf 1 januari 2010 en 2015 wordt de drempel verhoogd naar tenminste 50% en 70% netto CO₂-winst om in aanmerking te komen voor subsidie.
 - Zonne-energie (PV en collectoren) worden aan een budgetmaximum gebonden die langjarig wordt vastgesteld en bekendgemaakt. Het budget moet voldoende hoog zijn om leereffecten en verdergaande ontwikkelingen van de techniek mogelijk te maken.
 - Wind op land blijft onbeperkt subsidieerbaar, maar het tarief wordt net als in Duitsland degressief vastgesteld op basis van verwachte techniek en kostenontwikkelingen.
 - De politiek moet op basis van de doelstelling een helder commitment voor vele jaren afgeven. Financiering via de elektriciteitsprijs moet het politieke risico verder beperken.
- 6 Hernieuwbare autobrandstoffen kunnen wel goed worden gestuurd via een systeem van verplichtingen omdat er voldoende concurrentie is tussen de traditionele partijen en er nieuwe marktpartijen toetreden (bv vanuit de voedselindustrie).

Uiteindelijk is het doel om **op langere termijn** een echte markt te creëren voor CO₂-reductie binnen Green4sure. EU ETS en klimaatbudget vormen hiervoor de belangrijkste instrumenten. Naast deze generieke stimulering zal hernieuwbare energie in Green4sure aanvullend worden gestimuleerd met een verplichting, maar niet voor alle vormen van hernieuwbare energie. Het gebruik van biomassa zal alleen via de plafondsysteem een plaats moeten krijgen. De extra stimulans (innovatie én markt) zal alleen gelden voor de schoonste hernieuwbare energie, en niet alleen voor elektriciteit. Met een tendersysteem wordt subsidie verstrekt



aan vernieuwers en voor het creëren van een markt wordt een verplicht aandeel hernieuwbare energie uit zon, wind, water opgelegd aan elke leverancier van energie. Het Nederlandse bedrijfsleven kan hierop inspringen door juist die techniek te ontwikkelen (er wordt een markt gecreëerd).



8 Biomassa en biodiversiteit

8.1 Samenvatting

Green4sure bevat waarschijnlijk ook bio-energie en biofuels. Voor een stevig klimaatbeleid is immers alles nodig. Biomassa heeft een klimaatvoordeel maar ook een aantal duurzaamheidsnadelen waarvan de wereldwijde aantasting van biodiversiteit de meest fundamentele is. Volgens het MNP tast biomassa de eerste 50 jaar biodiversiteit aan. Andere studies vooral van UU zijn optimistischer maar gaan uit van sterke landbouw intensivering en of afname van vleesconsumptie. Rudy Rabbinge van de WUR waarschuwt sterk dat zowel de vleesconsumptie nog sterk zal stijgen en dat de intensivering van de landbouw waarschijnlijk net de voedselvraag kan bijhouden maar niet meer.

Het inzetten op biomassa maakt het daarom ook noodzakelijk om iets te doen aan:

- duurzaamheidscertificering van biomassa inclusief het meenemen van indirecte effecten door verschuivingseffecten in de markt;
- beperken van de vleesconsumptie middels hogere belastingen op vlees en duurzaamheidscriteria;
- het duurzaam intensiveren van landbouw;
- het helpen van mensen in ontwikkelingslanden die inefficiënt en ongezond koken op sprokkelhout.

8.2 Inleiding

Green4sure is een verstrekkend innovatief beleidsvoorstel dat tot doel heeft een sterke beperking van broeikasgasemissies te realiseren. Als middel voor de emissiebeperking wordt naast energiebesparing, windenergie, CO₂-opslag, etc. ook gedacht aan het meer inzetten van biomassa voor energie, transportbrandstoffen en of chemische producten. Biomassa is echter een bron met zowel positieve als ook negatieve gevolgen voor natuur en milieu. In dit memo wordt een aanzet voor een discussie gegeven hoe we zouden kunnen omgaan met de duurzaamheid van biomassa met name gericht op het fundamentele punt van de wereldwijde biodiversiteit.

8.3 Het probleem

Tot een paar jaar terug richtte het Nederlandse bio-energie beleid zich voornamelijk op het gebruik van rest of afvalstromen die anders gestort of met een laag rendement omgezet werden in energie. Als duurzaamheidkwestie speelde daarbij vooral het punt van de verzurende en toxische emissies. Op dit moment wordt in Nederland en ook in de EU steeds meer specifiek geteeld hout en palm olie ingezet voor bio-elektriciteit. Daarnaast worden in de EU biobrandstoffen voor transport sterk gestimuleerd die vrijwel allemaal gebaseerd zijn op landbouwgewassen als tarwe, koolzaad, maïs, palm olie en suikerriet.

Deze specifiek voor energie en transport geproduceerde biomassa heeft een aantal duurzaamheidsproblemen:

- 1 De netto broeikasreductie over de hele keten is zeker geen 100% en varieert tussen de 50 en 90% voor bio-elektriciteit en tussen de 0 en de 50% voor bio-transportbrandstoffen.
- 2 Vooral bij elektriciteitsproductie blijft er het punt van de verzurende en toxische emissies. Tot nu ging de discussie vooral over bijstook bij kolencentrales maar de grootste NO_x en fijn stof toename komt in de toekomst van 49 MW bio energiecentrales op palmolie.
- 3 De manier van produceren met bestrijdingsmiddelen, kunstmest, grondwater-niveauverandering, etc. heeft locale milieunadelen.
- 4 Het gebruik van voedselgewassen als koolzaad en palm olie leidt tot een prijsverhoging voor voedselgewassen wereldwijd wat gunstig is voor producerend landen als Brazilië en Indonesië maar ongunstig voor arme importerende landen als Bangladesh en Afghanistan.
- 5 De sociale omstandigheden rond productie van biomassa in ontwikkelingslanden (landrechten, Arbo, etc.) zijn vaak erbarmelijk.
- 6 De productie van biomassa leidt waarschijnlijk (op de korte termijn) tot een vermindering van de wereld biodiversiteit.

Al deze problemen zijn door NGO's deels i.s.m. met CE op de agenda gezet en worden op dit moment besproken in de Commissie Cramer. Ook in het VK, Duitsland, België en bij de EC leven deze zorgen en wordt er gewerkt aan duurzaamheidscriteria om bio-energie en biofuels duurzamer te maken. Daarbij wordt vooral gedacht aan het certificering van ketens met bepaalde voorwaarden. Schrijnende problemen direct gekoppeld aan biomassa zijn daarmee goed aan te pakken maar macro effecten krijg je daar moeilijk opgelost. Cruciaal daarbij is de kwestie verschuivingseffecten (UK: displacement or leakage). Dit wil zeggen dat als Nederland of zelfs de EU duurzaamheidscertificering gaat eisen voor palmolie uit Indonesië voor energie dat dan zal leiden tot een selectie van bestaande relatief 'duurzame' plantages die hiervoor gaan leveren en dat de plantages die in plaats van tropisch bos worden geplaatst gewoon aan India en China leveren voor voedselconsumptie.

Maar ook bij biodiesel op basis van koolzaad speelt dit punt. De EU had als bedoeling om deze productie op set-aside land te concentreren en daarmee additioneel te laten zijn. In de werkelijkheid is Europa voor eetbare oliën de afgelopen 5 jaar veranderd van een netto exporteur naar een netto importeur. De productie voor biodiesel is dus niet geheel additioneel. Dit betekent dat de biodieselvraag in Europa indirect leidt tot een extra import van oliën (voornamelijk palmolie) voor voedsel naar Europa en dus ook tot een risico van indirecte ontbossing.

De concurrentie met de voedselmarkt en vooral de aantasting van de wereldwijde biodiversiteit zijn daarom waarschijnlijk langer blijvende problemen gekoppeld aan het grootschalig gebruik van biomassa.



8.4 Bio-elektriciteit, biofuels en biodiversiteit

In opdracht van de Commissie Cramer en Unilever heeft CE de laatste maanden vrij uitgebreid gekeken naar de wereldwijde gevolgen op biodiversiteit en de voedselmarkt van bio-energie en biofuels.

Een alarmerend onderzoek op dit gebied is recent gepubliceerd door het MNP¹⁰³. In opdracht van de Wereld Biodiversiteitsconventie heeft het MNP samen een groot aantal buitenlandse instituten met hun image-model aangevuld met een landbouw en een biodiversiteitsmodel berekend hoe de ontwikkeling van de biodiversiteit in de wereld is. Hoofdconclusie is dat vergeleken met een paar honderd jaar terug we inmiddels 30% van de wereldbiodiversiteit vernietigd hebben. In het business as usual scenario hebben we in 2050 nog een extra 7% vernietigd. Voor bio-energie en biofuels is interessant dat het MNP ook doorgerekend heeft wat het effect op biodiversiteit is van een klimaatbeleidsplan met relatief veel biomassa. Conclusie daarvan is dat dit leidt tot een nog sterkere achteruitgang van biodiversiteit de eerste 50 jaar die na 50 jaar gecompenseerd wordt door een positief biodiversiteitseffect van minder klimaatverandering. Het MNP werkt op dit moment verder aan deze confronterende conclusie. André Faay van de universiteit Utrecht heeft ingebracht dat het misschien meevalt omdat sommige biomassasoorten ook redelijk biodivers geteeld zouden kunnen worden. CE heeft ingebracht dat de 50 jaar ook veel te optimistisch kan zijn, omdat:

- het biomassascenario ook veel extra energiebesparing (60% van het scenario) bevat met natuurlijk geen biodiversiteitsnadeel waardoor het totaal er beter uit komt;
- het broeikasvoordeel voor biomassa 100% is genomen terwijl dit vaak maar 50% is;
- het initiële klimaateffect van natuur omzetten in productiegebied ook niet is meegenomen.

Die 50 jaar zou dus ook 100 à 200 jaar kunnen worden. Al met al heeft groot-schalige biomassa productie voor energie waarschijnlijk de eerste tientallen jaren een negatief effect op de wereld biodiversiteit.

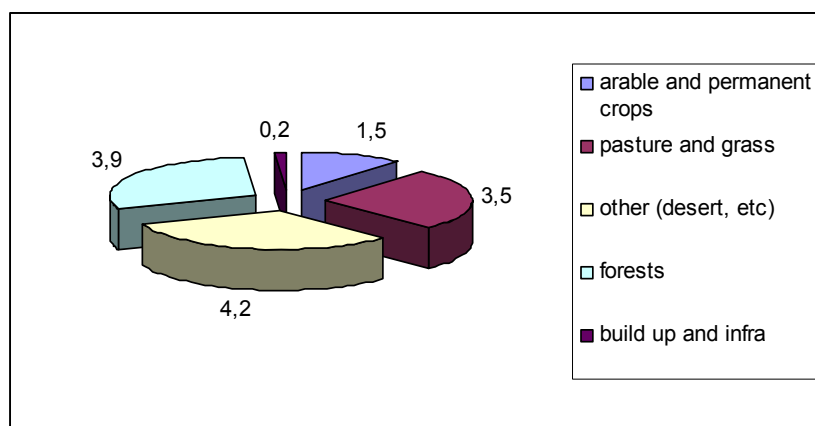
Gelukkig heeft het MNP ook andere beleidscenario's bekeken. Allemaal zijn ze slecht voor biodiversiteit behalve de meeste logische oplossing: Het beperken van de wereld vleesconsumptie. Volgens het MNP heeft al het vee in de wereld en de indirecte vraag naar veevoer de grootste negatieve impact op biodiversiteit. Daarover gaat de volgende paragraaf.

8.5 Biomassa, landbouw en landbeschikbaarheid

Van het wereldlandoppervlak van 14 miljard ha is ongeveer 5 miljard in gebruik voor landbouw en veeteelt. 1,5 miljard daarvan is landbouw, 3,5 miljard is wei-de/grasgrond voor vee. Daarnaast hebben we nog ongeveer 4 miljard hectare vruchtbare bodem met bos er op over (UNEP, 2002).

¹⁰³ <http://www.mnp.nl/en/publications/2006/BiodiversityFurtherDeterioratesInTheNext50Years.html>.

Figuur 36 Global land use (UNEP GEO) ¹⁰⁴



Ongeveer 2 miljard ha (15% van het aard land opp.) is door menselijk activiteit omgevormd van vruchtbare grond tot nu onvruchtbare grond of 'marginal land'. Een andere belangrijke factor is het verschil landbouwproductiviteit over de wereld. Vooral de Nederlandse, de EU en de VS landbouw levert door goed management en uitgebreid gebruik van hulpstoffen en energie ongeveer 10 maal zo veel opbrengst per ha als in de rest van de wereld.

Vooral het Copernicus Instituut van de UU (André Faay, e.a.) heeft een groot aantal studies gedaan naar hoeveelheid biomassa die geproduceerd zou kunnen worden op de aarde. Veel andere studies op dit gebied verwijzen direct naar dit werk. Over het algemeen wordt uit deze studies de conclusie getrokken dat er veel biomassateelt mogelijk is op de wereld. Belangrijk is te vermelden dat ook de UU studies daarbij een aantal heel lastige voorwaarden aangeven. Belangrijkste daarvan zijn:

- een wereldwijde intensivering van de landbouw naar Europees model;
- een wereldwijde intensivering van de veeteelt.

Beide factoren roepen echter vele vragen op.

Rudy Rabbinge hoogleraar in Wageningen geeft scherp aan dat beide voorwaarden een illusie zouden zijn. De landbouwintensivering kan net de voedsel en vleesvraag bijhouden maar extra intensivering is echt niet zomaar te verwachten. Ook het inzetten van marginal land wordt volgens Rabbinge in de studies van Faay zwaar overschat. Productie op dergelijke gronden levert weinig op en vergt veel input van water en kunstmest.

WWF Europe heeft al verscheidene malen ingebracht dat een intensivering van de landbouw ook duidelijk duurzaamheids nadelen heeft. Zij streven juist naar extensivering. Het CML heeft in een recente studie aangeven dat zij verwachten door verdere uitputting van grote stukken landbouwgrond en toename van de vleesconsumptie dat de traditionele landbouw en veeteelt juist meer grond nodig gaat hebben. Ook zal de toename van de wereldbevolking nog leiden tot zeker een stijging van de voedselconsumptie van 30% of meer.

¹⁰⁴ UNEP GEO data portal: <http://geodata.grid.unep.ch/>.



Een eerste scan van de trend in de wereldvleesconsumptie levert helaas ook geen optimistisch beeld op. Vooral voor China en India wordt een flinke toename van de vleesconsumptie verwacht. Nergens in de wereld voeren overheden verder een voor biodiversiteit cruciaal 'vegetarisch beleid'.

Zonder aanvullend beleid op het gebied van de vleesconsumptie en of duurzame intensivering van de wereld landbouw leidt een grote hoeveelheid biomassa dus vrij direct tot aantasting van bossen en natuur.

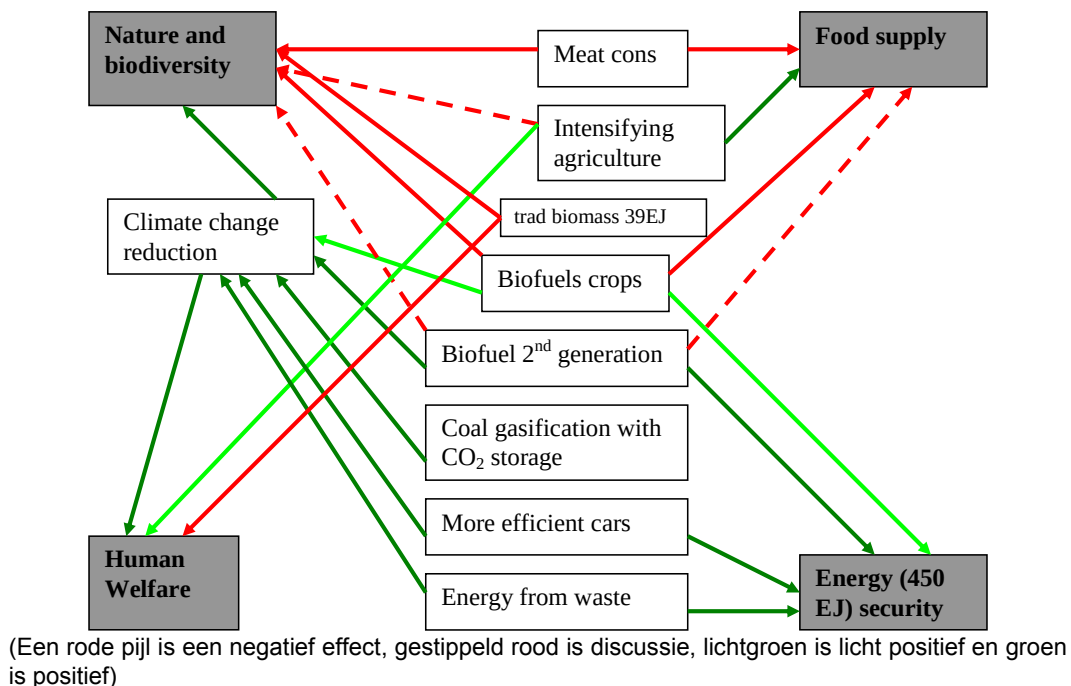
8.6 Vier basiswaarden botsen

Figuur 37 geeft de vier basiswaarden waar biomassa en met name biofuels effect op hebben:

- energie zekerheid (licht positief effect);
- voedselzekerheid (negatief effect);
- welvaart (licht positief door klimaateffect, en waarschijnlijk negatief door kosten van biobrandstoffen);
- natuur en biodiversiteit (negatief effect).

Bewust hebben we het klimaateffect niet als basiswaarde neergezet. Het klimaatprobleem pakken we aan voor onze welvaart (economische mogelijkheden, dijkverhoging, etc.) en om de wereldbiodiversiteit te beschermen.

Figuur 37 Het effect van biofuels en een aantal andere opties op de vier kernwaarden natuur, voedselzekerheid, welvaart en energiezekerheid



Een cruciaal aspect in de wereld van de biomassa dat vaak vergeten wordt is het gebruik van traditional biomassa. Dat is 39 EJ van het wereldenergiegebruik 450 EJ en voornamelijk zeer inefficiënt gebruik van sprokkelhout voor koken in

ontwikkelingslanden. Met als gevolg veel luchtvervuiling binnenshuis en gezondheidsschade plus vooral vrouwen die uren per dag lopen voor een beetje hout. Overschakeling op efficiëntere kooktoestellen zelfs op fossiele brandstoffen zouden een hoop sociaal leed en volgens de UU ook een betere CO₂-emissie kunnen veroorzaken.

Voor Green4sure geldt hier de vraag of het verbeteren van energievoorziening van ontwikkelingslanden nu aangewezen op 'traditional biomass' niet ook een onderdeel zou moeten zijn. Als compensatie voor biomassa import maar ook om de veel schrijnendere situatie in ontwikkelingslanden aan te pakken?

Wat je nu moet doen hangt van de voorkeur af:

Als de waarde van biodiversiteit centraal staat dan is de conclusie uit de figuur, dat vooral niet biomassa klimaatmaatregelen de voorkeur hebben en dat naast klimaatmaatregelen en actieve beperking van de vleesconsumptie nodig is.

Als de welvaart centraal staat zijn naast andere klimaatmaatregelen tweede generatie biofuels interessant en intensivering van de wereld landbouw belangrijk.

Voor Green4sure is het dus cruciaal om te achterhalen waarom we klimaatbeleid willen. Voor de welvaart of voor de biodiversiteit.

8.7 Discussies in andere EU-landen

In het VK is op dit moment een vergelijkbare commissie als de Commissie Cramer aan het werk. De insteek is sterk vergelijkbaar. In België is reeds wettelijke duurzaamheidscertificering voor bio-elektriciteit en warmte geregeld. Met een beperkte broeikasbalansberekening en een FSC-achtige toets op andere aspecten. In Duitsland is de afgelopen maanden het palmolie debat na eerdere discussie in NL en VK losgebarsten. Ook daar gaan steeds meer stemmen op voor duurzaamheidscriteria. Al deze criteria zijn echter nog steeds gericht op de directe effecten van een biomassaketten. Macro-effecten en verschuivingseffecten worden nog niet aangepakt. De Nederlandse overheid, de Britse overheid en WWF Europe hebben wel sterk aangedrongen op het monitoren van deze macro effecten. Green4sure kan er dus nog niet vanuit gaan dat duurzaamheid van biomassa vanzelf geregeld gaat worden.

8.8 Wat valt eraan te doen?

In principe zijn er twee routes om de negatieve biodiversiteitseffecten van biomassa aan te pakken:

- 1 Via criteria aan de biomassa inclusief verschuivingseffecten.
- 2 Via flankerend beleid.

Beide aspecten worden hieronder kort besproken.

Criteria aan biomassa inclusief verschuivingseffecten

Twee parameters voor biomassa maken het mogelijk om de biodiversiteit te beschermen. De meest logische is het effect op biodiversiteit van een bepaalde biomassaketten inclusief haar indirecte effecten te laten uitrekenen en hier grenzen aan te stellen. In principe zou dit met het MNP model voor Biodiversiteitsconventie goed kunnen. De Commissie Cramer en ook het LowCVP in het VK



heeft echter gekozen voor het kwantitatief uitwerken van de broeikasgasbalans en niet van de biodiversiteit. Dit heeft echter het risico dat biodiversiteit alleen gaat om directe aantasting van zeer waardevolle natuur. Het macro effect wordt daarmee niet aangepakt. Second best is het maken van een precieze GHG indicator inclusief verschuivingseffecten plus het subsidiëren en afrekenen van partijen op deze factor. Het omzetten van natuur in productiegrond geeft namelijk een stevige CO₂ emissie waardoor dit niet meer interessant is als dit goed in de GHG indicator zit. De Commissie Cramer en ook het lowCVP zitten voorlopig echter op de lijn om verschuiving van landbouwproductie niet mee te nemen in indicator voor individuele stromen maar hiervoor macro monitoring toe te passen. Het goed uitvoeren van deze macro monitoring en vooral het aanpassen van het beleid wordt daarmee dus cruciaal.

Flankerend beleid

Naast directe maatregelen gekoppeld aan biofuels en bio energie zijn er ook opties die indirect het probleem kunnen oplossen. Zonder nu volledig te zijn denken wij daarbij aan:

- 1 Het verschuiven van de eiwitconsumptie van vlees naar alternatieven.
- 2 Het duurzaam intensiveren van landbouw om ruimte te scheppen voor biomassa voor energie.
- 3 Het helpen van arme mensen in ontwikkelingslanden om traditional biomass voor koken efficiënter te gebruiken of over schakelen op alternatieven.
- 4 Het sterk stimuleren van tweede generatie biobrandstoffen en andere biomassasoorten met kleinere biodiversiteitsnadelen.

Biofuels rijden: dus 1 dag vegetarisch eten

Een gemiddelde EU burger gaat 260 m² tropische landbouwgrond gebruiken om 5,75% biofuels te gaan gebruiken in 2010. Dit geeft een directe reductie van 310 kg CO₂ /jaar.



Als deze EU burger zich zorgen maakt over zijn/haar tropische ruimtebeslag dan kan hij heel eenvoudig 1 dag per week vegetarisch eten om deze grond vrij te spelen. Dit levert ook nog eens 220 kg CO₂/jaar reductie op. Dit geldt zelfs voor een Valesburger gemaakt uit melk. Dit voorbeeld illustreert de noodzaak van goed flankerend beleid voor biofuels



Voor Green4sure is het cruciaal om een aantal aspecten van deze kwestie mee te nemen om niet alleen een goed klimaatplan te hebben maar ook goed te scoren op biodiversiteit!

8.9 Vlees biodiversiteit en ruimte voor biomassa

Verschillende analyses geven aan dat vlees een 5 maal zo hoog broeikaseffect heeft als andere eiwitbronnen voor de mensen (tofu, soja, erwten, Vlees op basis van melk) en qua ruimtegebruik en biodiversiteitsbelasting zijn vleesvervangers zijn 3 à 9 maal beter. Sommige analyses geven aan dat het broeikaseffect van vleesconsumptie in Nederland al groter is dan dat van transport.

Vleesconsumptie van mensen hangt traditioneel sterk af van het inkomen. In ontwikkelende landen als China en India sterk de consumptie daarom nu sterk. Een verdubbeling van de wereldwijde vleesconsumptie is daarom zonder beleid op dit punt de verwachting in veel scenario's. Dit heeft zeer negatieve consequenties op biodiversiteit en natuur en de mogelijkheid om het klimaatprobleem met biomassa aan te pakken.

De consumptie van vlees wordt (voor zover wij weten) nergens op de wereld door beleid afgeremd. Het vermoeden bestaat dat er juist vrij veel indirecte subsidies zijn. Zo valt vlees in Nederland bijvoorbeeld onder het lage BTW-tarief. De consumptie van vlees wel sterk gekoppeld aan de prijs. 1% prijsverhoging geeft ongeveer 1% vraagbeperking. Via duurzaamheidscriteria en dierenwelzijnregels, die het vlees duurder maken en een hogere belasting op vlees is consumptiebeperking goed mogelijk zo schatte eerder het MNP ook in, in haar analyses voor de Biodiversiteitsconventie.

8.10 Specifieke punten voor sturingalternatieven in Green4sure

Tot slot nog even paar punten die samenhangen met de manier van sturen waar Green4sure voor wil gaan kiezen.

Verplichtingen, WTO en duurzaamheid gaan die samen?

Green4sure zet sterk in op verplichtingen en de mogelijkheid van handel. Vanuit de Nederlandse ministeries (EZ, VROM, BUZA, LNV) komt nu vrij breed het geluid dat het met deze vorm van beleid onmogelijk zou zijn om onder de huidige regels van WTO duurzaamheidseisen te stellen. Advocaten in het VK zeggen dat voor biofuels broeikasgasdifferentiatie zou moeten kunnen omdat dat achter het beleid zit. Voor biodiversiteit dat men vrijwel niet noemt in de biofuels directive is het misschien lastiger. Echt hoopgevend is echter het bestaande Belgisch bio-energie stimuleringsstelsel dat verplichtingen oplegt met een mogelijke afkoop-som en dat zowel een broeikasgasdifferentiatie in zich heeft als duurzaamheidscertificering vergelijkbaar met FSC. Het is echter zaak om vooral bij verplichtingen goed aandacht te besteden aan de WTO discussie en duurzaamheidseisen.

Beperkingen aan JI en CDM? Voor Biomassa maar de vraag?

Op zich lijkt het logisch om JI en CDM te beperken vanuit het idee om vooral hier onze verantwoordelijkheid te nemen. Voor Biomassa spelen er echter twee andere argumenten. Ten eerste zijn de duurzaamheidscriteria voor biomassa in JI en CDM nu duidelijk beter dan bij import naar Europa. Indirecte effecten worden meegenomen in de broeikasbalans voor JI en CDM en Europa houdt dat voor



zichzelf nog af. Broeikasgasreducties van biomassaprojecten in JI en CDM zijn zekerder.

Ten tweede meer fundamenteel is de vraag van veel NGO's in ontwikkelingslanden om de biomassa zelf te mogen houden in eigen land voor de eigen energievoorziening. Ook om de mineralenkringloop te kunnen sluiten. Voor biomassa zou een behoorlijke aandeel van CDM en JI mits echt additioneel dus helemaal niet zo gek kunnen zijn. Daarnaast moet je ook meerekenen dat in de EU de subsidie voor biomassa tussen de 50 en 500 €/ton CO₂ bedraagt en dat het bij JI en CDM veelal gaat om maar 10 €/ton CO₂.

De enorme kostenverschillen, het punt van de lokale energievoorziening en de op dit moment betere verantwoording maken dat JI en CDM voor biomassa helemaal zo gek nog niet zijn.

8.11 Wat zou dit betekenen voor Green4sure?

- Handhaving van biodiversiteit zou duidelijk als hoofddoel van het klimaatbeleid gekozen kunnen worden naast welvaartskwesties.
- Biodiversiteitseffect zou serieus meegenomen moeten worden bij energieplannen zoals Green4sure.
- Biomassa is potentieel de eerste 50 à 100 schadelijk voor biodiversiteit dus stevige duurzaamheidscriteria en flankerend beleid zijn nodig.
- Verschuiving van vlees naar vleesvervangers middels hogere belasting op vlees en duurzaamheidscriteria is een logisch flankerend punt voor Green4sure om ruimte te scheppen voor biodiversiteit en biomassa.
- JI en CDM voor biomassaprojecten zijn zo gek nog niet omdat zij ook de lokale energievoorziening steunen, mineralen kringlopen sluiten en op dit moment beter duurzaamheid verantwoorden dan EU-biomassaprojecten.



9 CO₂-opslag; Zand erover of wind eronder?

9.1 Inleiding

CO₂-opslag staat nog in de kinderschoenen, maar de verwachtingen zijn groot. CO₂-opslag heeft dan ook een groot potentieel voor gasland Nederland vanwege het grote aantal puntbronnen en de specifieke geologische condities van de bodem. De techniek kan, in aanvulling op energiebesparing en hernieuwbare energie, in de toekomst een belangrijke bijdrage leveren aan het verwezenlijken van de doelen in Green4sure.

Maar om deze bijdrage te kunnen leveren moet eerst een aantal obstakels worden overwonnen. Belangrijke belemmeringen zijn de kostbare verwerkingsmethode waarbij structureel rendementsverlies optreedt, veiligheid, gezondheid en milieu. Belangrijker nog is de vraag hoe gegarandeerd kan worden dat CO₂-opslag investeringen in energiebesparing en hernieuwbare energie niet verdringt om te voorkomen dat de bestaande fossiele energievoorziening wordt 'ingesloten'. Dit risico is zelfs zeer reëel aangezien CO₂-opslag met een kosteneffectiviteit van ongeveer € 30 tot 50 per ton CO₂ op een termijn tot 2015 aantrekkelijker lijkt dan overschakelen op gascentrales en verruit de meeste hernieuwbare opties. De huidige voorkeur voor investeringen in nieuwe kolencentrales om aan de groeiende elektriciteitsvraag te voldoen lijkt bovendien sterk te anticiperen op de verwachte mogelijkheid van toekomstige CO₂-afvang en opslag tegen beperkte meerkosten. De berekeningen van ECN bevestigen het grote belang van CO₂-afvang in de totale reductie van kooldioxide en de expliciete verdringing van duurzame transitietechnologieën die optreedt, indien geen extra randvoorwaarden gesteld worden aan de inzet van CO₂-opslag.

In deze notitie willen wij verkennend in gaan op belangrijke randvoorwaarden die aan de techniek gesteld dienen te worden teneinde een optimale bijdrage te kunnen leveren aan een duurzame energievoorziening zonder dat daarbij de bijdrage van duurzame energietechnologieën in het gedrang komt. De centrale filosofie daarbij is dat in de transitie naar een duurzame energievoorziening CO₂-opslag als een overgangstechniek moet worden beschouwd, aangezien CO₂-emissies in feite door end-of-pipe maatregelen worden gereduceerd en niet aan de bron worden vermeden door een schonere brandstof of efficiëntere opwekking.

Vraagstelling

De hoofdvraag is onder welke voorwaarden CO₂-opslag een acceptabele techniek is binnen het klimaatbeleid en of overheidssteun gerechtvaardigd is voor CO₂-opslag faciliteiten.

Deelvragen:

- Wat zijn de belangrijkste risico's van CO₂-opslag?
- Wat zijn belangrijke neveneffecten van CO₂-opslag?
- Wat is de rol die CCS kan spelen binnen Green4sure?

Alvorens deze vragen te beantwoorden schetsen wij eerst een beeld van de techniek en het reductiepotentieel.

9.2 Wat is CCS?

CO₂-opslag, ook wel *schoon fossiel* genoemd, is het scheiden van kooldioxidegas van rookgassen of brandstoffen en het transporteren naar een geschikte locatie waar het definitief wordt opgeslagen in de bodem. Het scheiden, transporteren en opslaan van CO₂-vormen drie schakels in de gehele CCS-route.

Scheiding

In scheidingstechnologieën wordt een onderscheid gemaakt tussen pre-combustion (vóór verbranding), post-combustion (na verbranding) en oxyfuel (verbranding met zuivere zuurstof waaruit vrijwel zuivere CO₂ resulteert):

- **Post-combustion:** Bij 'post-combustion' worden het gas of de kolen op conventionele wijze verbrand en wordt het CO₂ uit de uitlaatgassen afgescheiden bijvoorbeeld met behulp van ammonia (amine scrubbing). Dit heeft als nadeel dat het veel geld en energie kost om de lage concentraties CO₂ (4% uit gas tot 14% uit kolen) af te scheiden.
- **Pre-combustion** Bij 'pre-combustion' reageert de fossiele brandstof met zuurstof en lucht, waarbij een CO en waterstof mengsel ontstaat. Bij conversie in een zogenaamde water shift reactor (met stoom) wordt er CO₂ en opnieuw waterstof geproduceerd. Het CO₂ wordt afgescheiden en het waterstof gebruikt voor stroomopwekking of als brandstof. Dit proces komt voor kolen, olie of gas op hetzelfde neer, al zijn er bij kolen en olie meer gaszuiveringsstappen nodig. Het proces produceert CO₂ met een hogere zuiverheid (25% bij gas tot 40% bij kolen) dan bij 'post-combustion'. Daar staat tegenover dat er ingrijpende veranderingen in een centrale moeten worden doorgevoerd voor hij geschikt is voor 'pre-combustion'.
- **Zuurstofrijke verbranding:** Bij 'oxyfuel combustion' worden de kolen of het gas met zuivere zuurstof verbrand. Dit levert een nog hogere CO₂-concentratie (80%) op, maar daar staat tegenover dat er zuivere zuurstof nodig is voor de verbranding. De zuurstof kan door cryogene luchtafscheiding verkregen worden, een proces dat grootschalig wordt toegepast in de staalindustrie. Er kunnen echter, naast in de CO₂-afscheidingstappen, ook in het zuurstofproductieproces nog grote winsten worden geboekt, zowel in termen van energieverbruik als in termen van kosten.

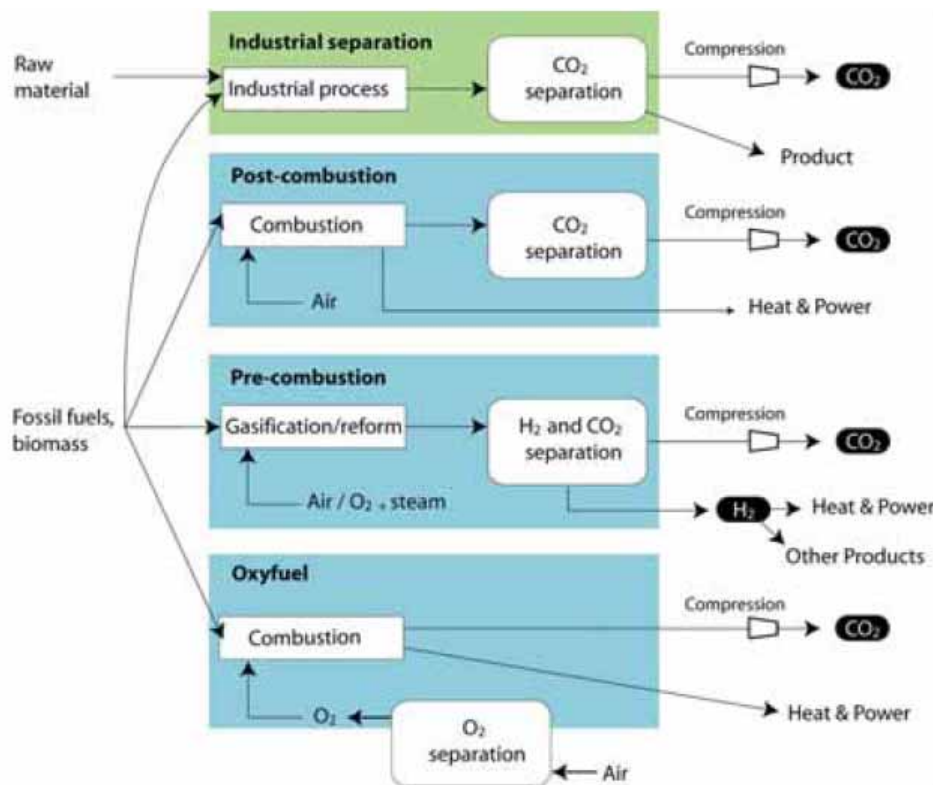
Het afvangen van CO₂-gassen en het comprimeren van de CO₂ zodat het getransporteerd kan worden vergt extra energie. De hoeveelheid energie die wordt ingezet is ook afhankelijk van het soort techniek dat wordt gebruikt en van de componenten van de rookgassen. Over het algemeen kan men stellen dat er ongeveer 10-35% extra energie nodig is voor het scheiden en comprimeren van de uitlaatgassen bij elektriciteitscentrales¹⁰⁵. De extra energie kan overigens ook

¹⁰⁵ In de meeste literatuur worden meestal effecten op het rendement genoemd tussen de 5 en 13%. Bij een gemiddeld rendement van 50% laat de extra primaire energiebehoefte zich dus aflezen als tussen de 10 en 35%.



voor 90% worden afgevangen. Daarmee komt de totale effectiviteit van CO₂-opslag in termen van reductie naar de atmosfeer op rond de 85% te liggen. Op dit moment vindt er nergens ter wereld scheiding plaats van CO₂ uit rookgasen. Volgens IPCC (2005) komt dat vooral doordat economische afwegingen scheiding in de weg staan (het is te duur) en niet zozeer door technische beperkingen. Aan de andere kant moet de techniek zich nog wel in de praktijk bewijzen. Zo is er bijvoorbeeld onduidelijkheid over welke wijze van scheiding het meest kosteneffectief is en met welke chemicaliën de rookgasen dienen te worden gewassen. Wel is de verwachting dat post-combustiesystemen op grote schaal al relatief gemakkelijk op dit moment kunnen worden gebouwd. Voor pre-combustiesystemen zou nog meer onderzoek vereist zijn, alsmede voor de nog meer experimentele oxyfuel-technieken.

Figuur 38 Scheidingstechnieken voor CO₂ uit rookgasen



Bron: IPCC, 2005.

Transport

Na het scheiden wordt de CO₂ gecomprimeerd en onder druk per pijpleiding getransporteerd naar een geologisch reservoir. Het comprimeren en per pijpleiding vervoeren vormen geen technologische knelpunten. Mogelijkerwijs zijn er wel juridische en/of bestuurlijke knelpunten bij het aanleggen van een nieuwe pijpleiding.

Opslag

Uiteindelijk wordt de CO₂ in een reservoir geïnjecteerd en opgeslagen. Geologische reservoirs geschikt voor CO₂-opslag betreffen lege olie- en gasvelden, zoutreservoirs en kolenformaties die ongeschikt zijn om als mijn te gebruiken¹⁰⁶.

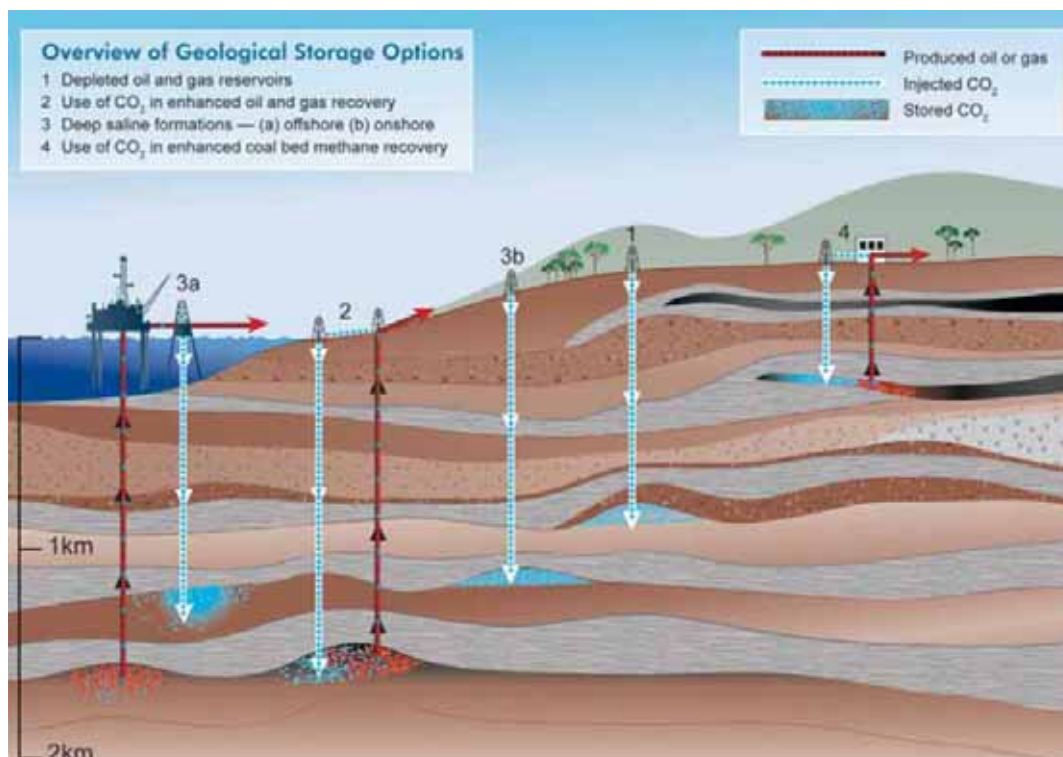
Ook kan CO₂ worden vastgelegd middels biofixatie, mineralisatie en via bepaalde industriële toepassingen. In een aantal gevallen kan er extra gas of olie uit de grond worden gewonnen door het onder hoge druk injecteren van CO₂ in nog niet uitgeputte olielagen. Er zijn op dit moment al een aantal commercieel werkende installaties waar CO₂-opslag wordt toegepast, zoals bij de Sleipner in Noorwegen en In-Salah in Algerije.

De ondergrondse opslag in onshore en offshore geologische formaties maakt gebruik van dezelfde technologieën als die in de gas en olie-industrie. Het betreft dus bewezen technieken die economische en technisch haalbaar zijn. Naast geologische opslag zijn er andere mogelijkheden voor CO₂-opslag, zoals oceaan opslag. Hierbij gaat het om injectie in de oceaan waarna het oplost, of injectie onder hoge druk op de zeebodem, waarbij een 'CO₂-meer' wordt gecreëerd. De injectie in oceanen betreft zeer riskante opties. Bekend is dat een hogere concentratie CO₂ een nadelige invloed kan hebben op in de zee levende organismen. Bij grootschalige toepassing kunnen de oceanen aanzienlijk verzuren.

¹⁰⁶ CO₂-opslag in halflege olie- en gasvelden heeft in principe als voordeel dat het de productie van dat veld kan opschroeven doordat de CO₂ de overgebleven fossiele brandstoffen uit het veld kan drukken. Overigens moet men daar in Nederland niet teveel van verwachten. Een haalbaarheidsstudie uitgevoerd naar een ZEPP van 50MWe boven een bijna leeg aardgasveld toonde aan dat ongeveer 5% van de aardgasbehoefte van de ZEPP kon worden gedekt met extra te winnen gas (CPB, 2005).



Figuur 39 Opslagmogelijkheden voor CO₂ onder de grond



Bron: IPCC, 2005

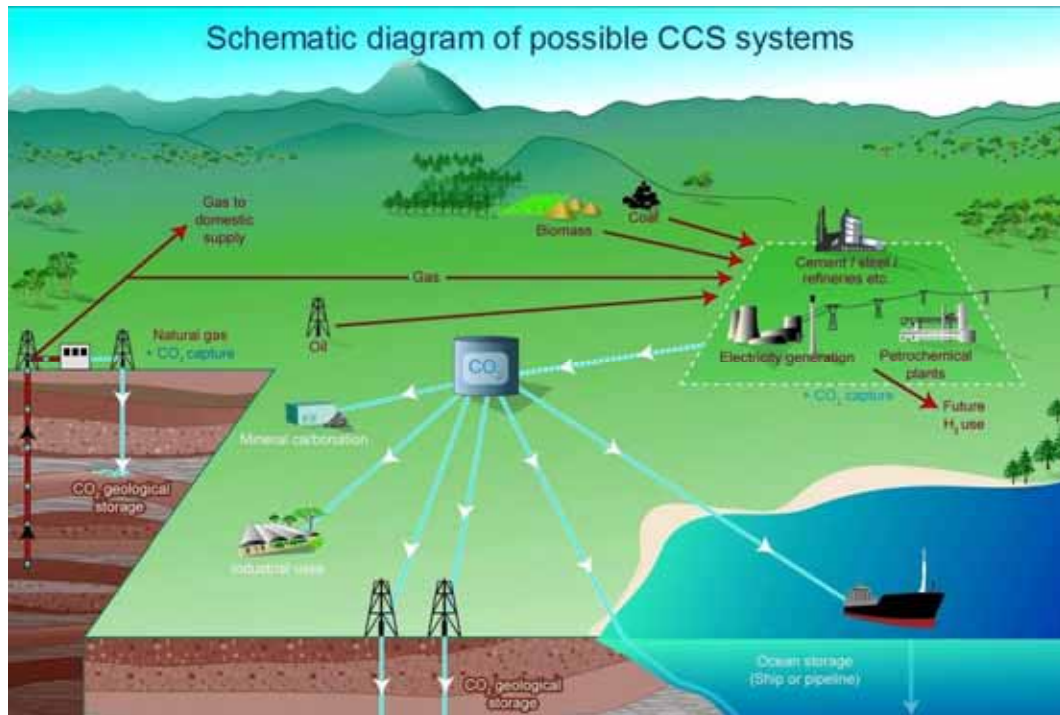
Mogelijke CCS-routes in Nederland

Op redelijk korte termijn zijn in Nederland diverse schoon-fossielopties toepasbaar:

- 1 CO₂-afvang en/of opslag in combinatie met kolen/gasgestookte stroomopwekking.
- 2 Opslag van CO₂ uit zuivere puntbronnen zoals van de industrie.
- 3 CO₂-opslag bij grootschalige energieopwekking op basis van kolen/biomassa.
- 4 CO₂-opslag bij offshore aardgaswinning.

Voor elk van deze opties bestaan concrete plannen. In Figuur 40 wordt een schematisch overzicht gegeven van mogelijke CCS-systemen.

Figuur 40 Schematische weergave van CCS-systemen en het geheel van verschillende schakels



Bron: IPCC, 2005.

9.3 Wat is het potentieel?

Wereldwijd

CO₂-opslag in geologische reservoirs als een extra oplossingsrichting in het klimaatbeleid krijgt recentelijk veel aandacht, onder meer via een publicatie van het IPCC-rapport over CO₂-opslag. Dit komt mede omdat CO₂-opslag gezien wordt als een maatregel die de potentie heeft om een groot deel van de wereldwijde uitstoot van CO₂ te verminderen en in het bijzonder kan bijdragen aan 'schone' kolentoepassing. Wereldwijd zijn er op dit moment duizenden geologische reservoirs bekend waar tussen de 220 tot 1.200 Gt CO₂ kan worden opgeslagen (Herzog, 2001). Met de huidige werelduitstoot van 7 Gt CO₂ kan men eenvoudig berekenen dat bij stabiliserende emissies er voor 30 tot ruim 150 jaar geen kooldioxide naar de atmosfeer hoeft vrij te komen.

Nederland

Het op korte termijn realiseerbare volume voor CO₂-opslag op basis van de concrete projecten of lopende projectvoorstellen in Nederland bedraagt naar schatting tenminste 1 tot 1,5 Mton CO₂ per jaar. Voor 2020 wordt in Nederland een reductiepotentieel van jaarlijks 16 Mton. Op basis van een inventarisatie van stationaire puntbronnen (>40 Kton CO₂) wordt het daarop gebaseerde technische potentieel voor omvangrijke CO₂-afvang in NL op ca. 60 Mton per jaar (ca. 1/3 van het totaal aan emissies) geschat. Het daarvan afgeleide economisch potentieel is sterk afhankelijk van technologische ontwikkelingen, beleidsmaatregelen en sociaal-maatschappelijke factoren. Het betreft nadrukkelijk inschatting voor



het potentieel na 2020. Dit blijkt eveneens uit de berekeningen van ECN in het kader van Green4sure.

9.4 Risico's voor veiligheid, milieu en volksgezondheid

Permanente opslag?

Een essentiële vraag is of de CO₂ die wordt teruggepompt ook daadwerkelijk in de grond blijft. Indien er lekkage plaats zou vinden, zou de CO₂-opslag slechts een tijdelijke maatregel blijken te zijn. Over het algemeen wordt geaccepteerd dat er zeer kleine weglekeffecten zijn bij geologische reservoirs. De vraag of CO₂ weer vrij kan komen uit de ondergrondse reservoirs is in het IPCC-rapport ook bekeken. Ondergrondse reservoirs hebben lange tijd stoffen vastgehouden (bijvoorbeeld gas en zout water), wat vertrouwen geeft dat het CO₂ voor duizenden jaren opgeslagen kan blijven. Er is echter een kleine kans dat de reservoirs gaan lekken, wat gevaar voor mens en dier kan opleveren en de effectiviteit van deze CO₂-reductiemethode zou ondermijnen.

Natuurlijk hangt dit ontsnappingsrisico af van de locatiekeuze van de geologische reservoirs, en er wordt dan ook aangenomen dat de keuze niet op onveilige, lekkende formaties zal vallen. Echter, normen en kaders hiervoor moeten nog worden opgesteld. Op dit moment gaat men ervan uit dat de opgeslagen CO₂ pas na 100.000 tot vele miljoenen jaren (IPPC, 2005) is weggelekt. Deze aanname is echter niet in de praktijk getoetst en moet zich dus nog bewijzen¹⁰⁷. Ervaring bij lopende en geplande projecten en verbetering van de selectie- en monitoring-methoden moeten op termijn een betere schatting van het risico mogelijk maken. Mede hierom is het nog onduidelijk of de samenleving de groot-schalige toepassing wel zal accepteren of dat gevoelens van bezorgdheid zullen overheersen.

Effecten op de veiligheid

Voorts is er enige zorg omtrent de veiligheid van een CO₂-leidingennetwerk in dichtbevolkte gebieden zoals Nederland. Risico's zouden kunnen bestaan bij een breuk in het leidingennetwerk waardoor CO₂ geconcentreerd vrijkomt. De techniek om deze risico's te verminderen is echter niet anders dan de techniek die nu wordt gebruikt bij het gasnetwerk en de risico's zijn in principe kleiner doordat CO₂ niet brandbaar is. CO₂ is in hoge concentraties evenwel giftig.

Effecten op andere emissies

Het scheiden van CO₂ heeft effecten op andere emissies, al zijn er onvoldoende gegevens voorhanden om deze effecten precies in te schatten. Op de eerste plaats resulteert de extra energie-inzet in meer emissies van NO_x. Daarover is opvallend weinig aandacht voor in de literatuur maar 10 tot 35% meer inzet van kolen of aardgas voor CO₂-afvang zal in een navenante stijging van NO_x-emissies resulteren. In 2004 was de energiesector voor bijna 14% verantwoordelijk voor de emissies van NO_x.

¹⁰⁷ Er is een duidelijk verschil in integriteit van de verschillende reservoirs. Gasvelden en olievelden hebben bewezen integer te zijn en gas voor vele miljoenen jaren te kunnen vasthouden. Kolenlagen absorberen CO₂ en binden het fysisch – vergelijkbaar met de amines bij rookgasbehandeling.

Daarnaast zijn er de aminewassers, die de CO₂ uit de rookgassen halen resulteren in principe in meer emissies van koolwaterstoffen, hetgeen resulteert in meer concentraties van ozon op leefniveau. Omdat sommige prototypes fluor gebruiken als aminewasser kunnen ook de luchtemissies van gefluoriseerde koolwaterstoffen omhoog gaan. Daarnaast ontstaat een vloeibare of vaste afvalstroom van ammonia en zouten die in enkele gevallen kunnen worden geclassificeerd als gevaarlijk afval (Rao and Rubin, 2002). De omvang van deze effecten zijn op dit moment onvoldoende in kaart gebracht.

Bij vervanging van een kolengestookte centrale door een poederkolencentrale met CO₂-afvang zullen de emissies van SO₂ en PM₁₀ afnemen doordat de CO₂-afvang eisen stelt aan de concentratie van deze stoffen in de rookgassen. Derhalve moeten extra maatregelen genomen worden om de uitstoot van deze stoffen zo klein mogelijk te maken (Roberts, 2004). Dit leidt mogelijk wel tot extra kosten die op dit moment nog onvoldoende onderzocht zijn.

9.5 Neveneffecten

Het inzetten op CO₂-opslag als een instrument in het klimaatbeleid heeft voor Nederland een aantal consequenties dat hier zal worden behandeld. Hieronder gaan we beknopt in op de volgende neveneffecten:

- insluiting bestaande fossiele technieken;
- effecten op de energievoorzieningszekerheid;
- effecten op innovatie en het Nederlandse bedrijfsleven.

Insluiting bestaande technieken (lock-in)

CO₂-opslag heeft een negatief effect op transitie doordat er meer wordt geïnvesteerd in de huidige koolstofrijke energiestructuur en het fossiele energieverbruik stijgt met 10 tot 35%. Ook lijkt de huidige voorkeur vanuit energiebedrijven voor investeringen in nieuw kolenvermogen¹⁰⁸ te anticiperen op de toekomstige mogelijkheid CCS toe te passen. Wanneer CCS op deze wijze majeure aanpassingen in het bestaande energiesysteem verhindert vanwege verdringing van andere technieken, dan is er sprake van een bestendiging van de bestaande fossiele infrastructuur. Dit resulteert in een 'lock-in' in de huidige energie infrastructuur waardoor een transitie in de toekomst richting een duurzame energievoorziening met hogere kosten gepaard zal gaan (CCS wordt vanwege het end-of-pipe karakter als een interim-oplossing gezien).

De dynamiek binnen de energiesector heeft inmiddels reeds geresulteerd in padafhankelijkheid (zie bijvoorbeeld IEA, 2006, VROM-Raad/AER, 2005). Padafhankelijkheid betekent dat door toenemende schaalvoordelen aan de aanbod- en vraagzijde een zelfversterkend terugkoppelingsmechanisme in werking wordt gezet, waardoor een bepaalde – mogelijk ongewenste – technologie en een economische structuur gaan domineren. Het gevolg is een historisch, onomkeerbaar pad dat uitermate gevoelig is voor initiële, toevallige gebeurtenissen. De toenemende schaalvoordelen ontstaan als gevolg van onder meer leereffecten, net-

¹⁰⁸ 50% Van het nieuw vermogen is geschikt om kolen te verstoffen met behulp van dual-fuel centrales (die biomassa en kolen verbranden) en uitsluitend kolencentrales.



werkvoordelen, en imitatiegedrag. Een padafhankelijk proces eindigt vaak in een situatie van insluiting ('lock-in'), waarbij één bepaalde technologie overblijft. De zelfversterkende schaalvoordelen van deze technologie maken het vaak lastig om uit deze situatie te ontsnappen.

Het risico op padafhankelijkheid wordt verder versterkt door CCS, aangezien de bestaande fossiele energie-infrastructuur wordt gehandhaafd en nieuwe investeringen in nieuwe technieken worden verdrongen.

Effecten op energievoorzieningszekerheid

Zoals reeds opgemerkt in paragraaf 9.3 is er voor CO₂-opslag bij elektriciteitscentrales ongeveer 10-35% extra energie nodig voor het scheiden, comprimeren en transporteren van de uitlaatgassen. Deze extra energie-inzet als gevolg van CO₂-opslag resulteert in een grotere afhankelijkheid van energie-import van Nederland. In geval van CO₂-opvang bij kolengestookte centrales hoeft dit echter niet te leiden tot verminderde energievoorzieningszekerheid gezien de grote beschikbaarheid van kolen bij een groot aantal landen in de wereld. Indien echter wordt gekozen voor CO₂-opslag bij aardgasgestookte centrales zal dit onze aardgasbehoefte doen stijgen ten opzichte van een situatie zonder CO₂-opslag. Dit kan op termijn leiden tot verminderde energievoorzieningszekerheid. Nederland zal dan namelijk zijn bestaande gasvoorraad eerder opmaken en afhankelijker worden van gas uit de voormalige Sovjet-Unie.

Effecten op innovatie en de Nederlandse economie

Een argument dat impliciet, maar soms ook expliciet, een rol speelt bij de discussie rondom CO₂-opslag is dat Nederland met zijn procesindustrie, aardgasinfrastructuur en beschikbaarheid van veel aardgasreservoirs in principe een prima uitgangsbasis biedt om de techniek van CO₂-afvang en opslag verder te ontwikkelen. Als de techniek eenmaal ontwikkeld is, kan het Nederlandse bedrijfsleven die exporteren naar andere landen. De Algemene Energieraad (AER, 2002) noemt dit argument expliciet. De baten voor de Nederlandse economie van subsidiering van CO₂-opslag zijn echter nog niet onderbouwd.

Dergelijke argumenten zijn moeilijk wetenschappelijk te beoordelen. Wel zijn er in het verleden vaak voorbeelden te vinden van technologiesubsidies die gericht waren op specifieke technologieën die weinig rendement opleveren (Roobeek, 1988). Bovendien kopiëren overheden elkaar. In de jaren '50 stimuleerden alle westerse landen nucleaire technologie, in de jaren '80 biotechnologie, nieuwe materialen en computertechnologie, en tegenwoordig nanotechnologie, biotechnologie (nog steeds) en ICT. Volgens Popp en David (2003) is het beter dat overheden de kenmerken van eindproducten subsidiëren (bijvoorbeeld CO₂-arme technologie) waarbij bedrijven zelf kunnen kiezen hoe ze die invullen. Voor de overheid zou dit impliceren dat de overheid CO₂-arme technologieën in het algemeen subsidieert zonder onderscheid te maken in welke technologie specifiek wordt geïnvesteerd.

9.6 Publieke opinie

De publieke perceptie kan een struikelblok vormen voor grootschalige implementatie van CCS of specifieke opslagprojecten in nabijgelegen bevolkingsconcentraties. In het algemeen kan men stellen dat er op dit moment nog te weinig kennis over de risico's van de techniek goed op maatschappelijke acceptatie te kunnen toetsen. Beleidsmakers en wetenschappers zijn nu voorzichtig met het naar buiten brengen van onderzoeksgegevens over de techniek die de nodige gevolgen kan hebben voor maatschappelijke acceptatie. De discussie rondom CO₂-afvang vindt te veel plaats binnen de bekende kringen van experts en beleidsmakers.

Voor milieubewegingen geldt de techniek als een lastig dilemma omdat het enerzijds een 'end of pipe' oplossing is met hierboven genoemde risico's en anderzijds mogelijkheden biedt het klimaatprobleem aan te pakken en de voorkeur heeft boven meer omstreden technieken zoals kernenergie. Voldoende draagvlak voor de techniek is gebaat bij een beleid dat erop gericht is:

- publiek goed en eerlijk te informeren;
- wetgeving, monitoring en risico's goed te regelen;
- uitzicht te bieden op 'de vervuiler betaalt';
- ervoor te zorgen dat energiebesparing en implementatie duurzame energie onverminderd doorgaan.

9.7 Conclusies: rol CO₂-afvang binnen Green4sure

Wel CO₂-emissiehandel.....

Welke rol kan CO₂-opslag nu spelen binnen het Green4sure-beleid? Het EU ETS systeem vormt een efficiënt beleidsinstrument voor het halen van de gestelde doelen in Green4sure. Deze aanpak leidt tot internalisering van externe klimaatkosten hetgeen aansluit bij het algemeen aanvaarde principe 'de vervuiler betaalt'. Het geven van bijvoorbeeld exploitatiesubsidies (denk aan MEP-tarieven) of investeringsubsidies is niet in overeenstemming met dit principe, zolang niet aangetoond is dat er sprake is van positieve externe effecten.

Bij CO₂-emissiehandel wordt, via de prijs, aan de markt overgelaten welke CO₂-reducerende technieken en energiedragers het meest kosteneffectief zijn, waardoor het gestelde doel tegen de laagste kosten wordt behaald. Daarbij worden vooraf geen technieken uitgesloten of benadeeld, indien de CO₂-opslagtechniek maatschappelijk aanvaardbaar wordt geacht in de bestrijding van klimaatverandering. Immers het klimaat- en energieprobleem is ernstig en complex, en vraagt om snelle actie. Om het klimaatprobleem effectief te tackelen, kunnen wij het ons niet permitteren klimaattechnieken op voorhand uit te sluiten, zeker niet omdat een meer omstreden klimaatneutrale techniek, kernenergie, op grotere principiële bezwaren stuit uit oogpunt van een duurzame energievoorziening.

Om in aanmerking te komen voor acceptatie als CO₂-reductietechniek onder ETS, kunnen de volgende randvoorwaarden worden gesteld:

- Sluitend monitoringssysteem voor lekkages van CO₂. Het risico van lekkage is de verantwoordelijkheid van exploitant. Lekkage betekent *defacto* stilleggen van elektriciteitscentrale ('hand op de kraan').



- Goede en eerlijke voorlichting publieke opinie.
- Beperking van genoemde neveneffecten.
- Betalen van overige externe effecten van emissies naar lucht (luchtverontreiniging).

.....maar geen aanvullende subsidies

Er zijn geen argumenten om CO₂-opslag bij energiecentrales aanvullend (op emissiehandel) te subsidiëren via exploitatiesubsidies zoals bijvoorbeeld via de MEP. Er zijn immers geen belangrijke nevendoelen, zoals bij duurzame energie, die exploitatiesubsidies bovenop de emissiehandelprijs rechtvaardigen. De volgende nadelen van CO₂-opslag spelen daarbij een rol:

- CO₂-opslag is duurder dan energiebesparing en resulteert niet in een transitie naar een duurzame energievoorziening. Wil men besparen op de kosten van het klimaatbeleid, dan zet men beter de middelen in op energiebesparing.
- Subsidies voor CO₂-opslag vergroten de vraag naar fossiele energie. Energiecentrales met CO₂-opslag hebben 10-35% meer energie nodig en vergroten daarmee de importafhankelijkheid van fossiele brandstoffen van Nederland.
- CO₂-opslag leidt tot extra emissies van luchtverontreinigende stoffen zoals NO_x, terwijl maatregelen zoals de inzet van energiebesparing en duurzame energie juist tot synergievoordelen leiden in relatie tot luchtverontreiniging. Dit synergievoordeel wordt niet gewaardeerd in de CO₂-handelprijs, maar deze baten (of uitgespaarde kosten) zouden wel moeten worden meegewogen bij beleidsvorming.
- Naast de kans op verhoogde emissies van NO_x bestaan er neveneffecten op de afvalstromen en emissies van koolwaterstoffen, mogelijk zelfs met fluorverbindingen. Deze neveneffecten zijn op dit moment onvoldoende in kaart gebracht.
- CO₂-opslag kan leiden tot een 'Lock-in' in de bestaande energie-infrastructuur waardoor een transitie naar een duurzame energievoorziening mogelijk moeilijker valt te realiseren.

Rol overheid aanleg infrastructuur

Het is van belang dat de overheid het voortouw neemt bij het aanleggen van de CO₂-infrastructuur, dat wil zeggen de pijpleidingen waarin het CO₂-gas wordt vervoerd. De overheid heeft een wezenlijke rol bij het aanleggen van een infrastructuur die geschikt is om CO₂ te kunnen transporten, aangezien individuele bedrijven hierin niet zullen willen investeren. Een publiek-private constructie zal noodzakelijk zijn om deze investeringen van de grond te krijgen, aangezien er substantiële economische risico's zitten aan dergelijke langetermijninvesteringen. Denkbaar is dat de overheid bijvoorbeeld bij de aanleg van de Tweede Maasvlakte tevens een pijpleiding aan gaat leggen voor transport van CO₂ naar lege olie- en gasvelden. Een energiebedrijf dat een vergunning krijgt om op de Tweede Maasvlakte een kolencentrale te bouwen dient dan een kostendekkende heffing te betalen voor het gebruik van de pijpleiding.



10 Externe kosten en baten van Green4sure

10.1 Inleiding

Emissies leiden tot maatschappelijke kosten. De reductie van emissies die met Green4sure behaald wordt leidt dus ook tot relatieve maatschappelijke baten. Om de baten van de reducties te kunnen vergelijken met de kosten van de maatregelen (zie hoofdstuk 5 van het hoofdrapport) kijken we in dit hoofdstuk naar de schaduw prijzen van de betreffende emissies (CO₂, NO_x en SO₂) en bepalen daarmee de baten van de totale besparingen.

Schaduw prijzen kunnen in twee categorieën worden onderverdeeld, afhankelijk van de manier waarop ze worden bepaald. De ene categorie geeft preventiekosten; deze worden afgeleid uit doelstellingen voor reductie van een bepaalde emissie en de kosten van de maatregelen die moeten worden genomen om die doelstellingen te halen. De andere categorie betreft schadekosten; deze geven de daadwerkelijke (marginale) schade weer van een hoeveelheid emissie. In de bepaling van de baten van Green4sure gebruiken we schadekosten, omdat het scenario niet beleidvolgend is maar juist tot strengere doelstellingen zou moeten leiden.

In de volgende paragrafen bespreken we eerst wat de te hanteren schadekosten in 2030 van emissie van broeikasgassen (paragraaf 10.2) en NO_x en SO₂ (paragraaf 10.3) zijn. Vervolgens geven we een schatting van de totale baten van Green4sure in paragraaf 10.4 en laten in paragraaf 10.5 zien dat de resultaten – gegeven de aangenomen schadekosten – waarschijnlijk een ondergrens zijn van de totale baten.

Een opmerking moet hierbij gemaakt worden. De baten die aan de hand van schadekosten worden berekend zijn globaal (broeikasgassen) dan wel regionaal (voor SO₂ en NO_x). Dat wil zeggen dat de baten niet direct tegenover de kosten kunnen worden gezet, die wel volledig voor rekening van Nederland komen. Andersom geldt natuurlijk hetzelfde. Maatregelen die in het buitenland worden getroffen, geven wel baten voor Nederland maar geen kosten. Zolang de inspanning wereldwijd (in het geval van broeikasgassen) min of meer gelijk verdeeld is, heeft ieder land in totaal ongeveer dezelfde baten als de globale baten die de eigen maatregelen opleveren. Als er maar één land is dat zich inspant, dan draagt het alle kosten en heeft maar een klein deel van de baten.

10.2 Schadekosten CO₂ in het jaar 2030

Voor het berekenen van schadekosten voor broeikasgasemissies moet de effectketen verder worden uitgewerkt dan de ‘global warming potential’. Dit is namelijk pas het *impact potentieel* en bij de schades gaat het om daadwerkelijke (‘end point’) *impacts*, zoals gezondheidsschade, verandering in gewasopbrengsten, gedwongen verplaatsing van mensen door wateroverlast, et cetera. Dergelijke berekeningen zijn echter met grote onzekerheid omgeven. Wat wordt de gemid-

delde temperatuurstijging, hoe beïnvloedt dit weerextremen, zeespiegelniveau en de verspreiding van ziektes? Welke schades en kosten zullen hiermee gemoeid zijn? Zijn doden bij overstromingen in Bangladesh ‘goedkoper’ dan doden bij overstromingen in Nederland?

Het is in zekere zin niet mogelijk om dé schadekosten van broeikasgasemissies te berekenen, maar het gaat eigenlijk om het bepalen van een kansverdeling-functie van schadekosten.

Figuur 41 Schadekosten in FUND model (overgenomen uit SEI, 2005)

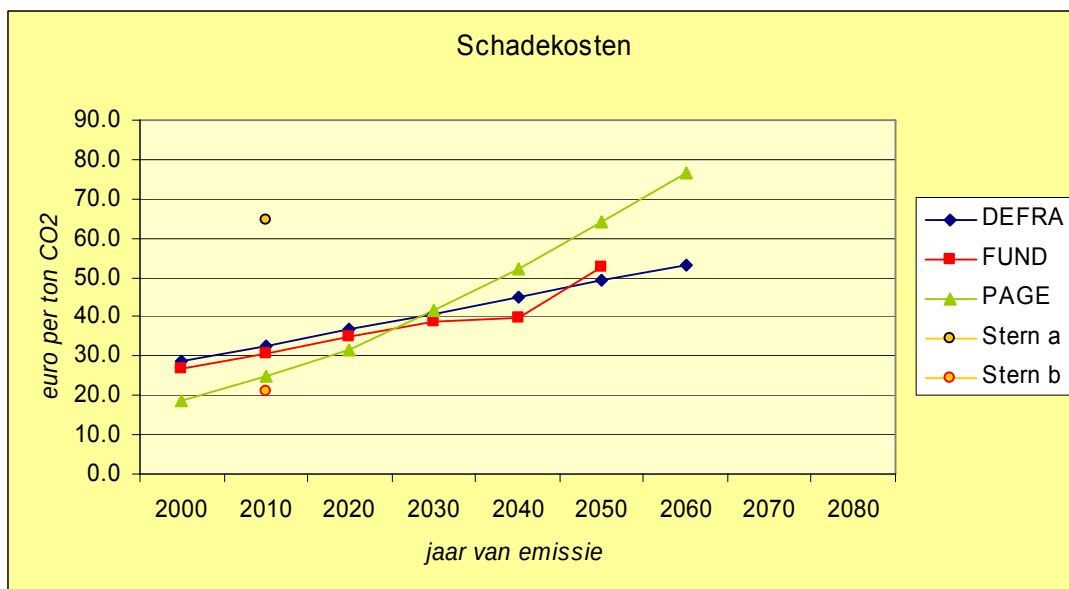
Sector	Description
Agriculture	Impacts are positive or negative depending upon whether regional T is moving closer or further away from the climate optimum (influenced by plant physiology and farmer behaviour) with adaptation explicitly modelled
Cooling	Energy costs due to cooling—i.e. air conditioning
Death	People can die prematurely due to temperature stress (cardiovascular and respiratory disorders related to heat and cold stress) or due to vector-borne diseases (malaria, dengue fever, schistosomiasis, diarrhoea); VSL (value of a statistical life) set to be 200 times the annual per capita income in the region
Dryland	Losses of dryland due to sea level rise without defences; value assumed to be proportional to GDP per square km
Emigration	Losses experienced by individuals displaced by sea level rise; set to three times per capita income
Forests	Damages and benefits incurred by the forestry sector due to rising temperatures
Heating	Energy heating costs incurred or saved by T variation
Immigration	Costs of settling immigrants displaced by sea level rise; immigrants are assumed to assimilate after a short time and to no longer ‘cost’ the host government; costs set to 40% of per capita income in the host country
Morbidity	Damages due to individuals with ill health from heat related stress (cardiovascular or respiratory disease) or vector-borne diseases (malaria, dengue fever, schistosomiasis, diarrhoea)
Sea rise protection	Response costs incurred in building sea rise defences; the decision to protect wetlands and dryland from sea level rise is made annually; increasing amounts are protected as the economy grows
Species	Impacts on species (unmanaged ecosystems) are modelled as a simple power function and are assumed to be negative with increasing temperatures; value is determined relative to per capita income on a ‘warm glow’ basis (i.e. that actual amounts lost are irrelevant, but the fact that something is lost is relevant—thus this is a measure of the non-use value of biodiversity to individuals and not an attempt to value any loss of ecosystem services)
Water	Impacts on water resources (with changing availability and demand) are modelled as a simple power function and are assumed to be negative with increasing temperatures
Wetlands	Losses of wetlands due to sea level rise where no defences built; value assumed to have a logistic relationship to per capita income

De bepalingen van schadekosten per ton CO₂ lopen dan ook uiteen van € -2 (!) tot zo’n € 73 (5% en 95% waarden; Tol, 2005). Uit die meta-analyse blijkt dat het gemiddelde rond de € 20/ton CO₂ ligt. De mediaan ligt veel lager, rond de €3/ton CO₂. Tol (2005) zelf trekt de conclusie dat het onwaarschijnlijk is dat de schadekosten op dit moment hoger liggen dan € 10/ton CO₂ (\$ 50/tonC). In ExternE 2005 (hoofdstuk 8 daarin) is de aanbevolen prijs voor CO₂ € 19/ton, met onderen bovenwaarde voor eventuele gevoeligheidsanalyse € 9/ton en € 50/ton (mix preventie/schade).

Deze schadekosten betreffen allemaal emissies die 'nu' optreden. Het is zeer waarschijnlijk dat de impacts niet lineair zijn, dat wil zeggen, de marginale effecten per kg emissie zullen veranderen als de achtergrondconcentratie van broeikasgassen in de atmosfeer anders wordt. Hoe langer we blijven afwachten, hoe hoger de schadekosten per geëmitteerde ton CO₂ zullen worden (zie ook Stern, 2006; EC, 2007). Zelfs met enige actie en reductiebeleid is het waarschijnlijk dat marginale schadekosten van emissies nog zullen toenemen. Er zijn echter minder berekeningen voorhanden die kijken naar de schadekosten van emissies die in de toekomst zullen plaatsvinden. Naast de al bestaande onzekerheden komt er voor dergelijke berekeningen nog een complicerende factor bij: welke ontwikkeling zullen emissies in de tussentijd doormaken? Omdat we voor de bepaling van de besparingen van Green4sure de schadekosten van emissies in 2030 nodig hebben, kijken we nu naar prognoses van de ontwikkeling van deze schadekosten.

Een Engelse studie (Watkiss, 2005) heeft aan de hand van een aantal modellen en de standaard van DEFRA¹⁰⁹ (Britse overheid) een inschatting gemaakt van de ontwikkeling van de shadeprijs van broeikasgasemissies. In onderstaande figuur worden de berekende trends weergegeven, plus de recente bepalingen van schadekosten door Stern (2006). In 2030 geven de twee modellen (FUND en PAGE) en de DEFRA standaard een prijs van rond de 40 €/ton.

Figuur 42 Ontwikkeling van schadekosten volgens verschillende modellen en studies. De hoogste waarde uit het Stern review (a) is in geval van BAU (geen mitigatie en adaptatie beleid tot ver in 21^{ste} eeuw), de lage waarde (b) is in geval er wel beleid wordt gevoerd. Eenheid: € [2000]



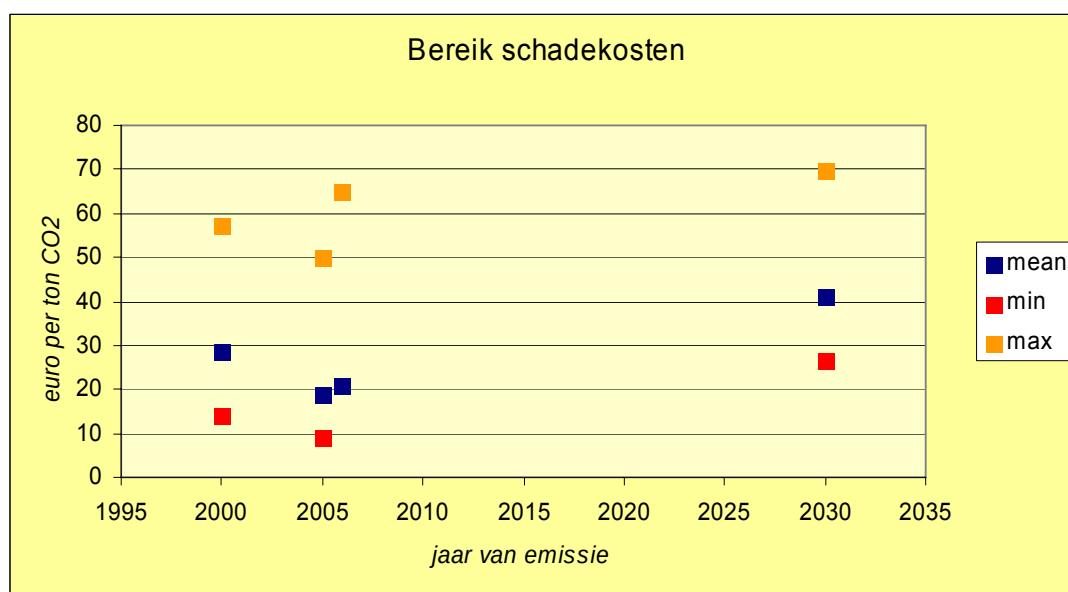
¹⁰⁹ DEFRA is het Department for Environment, Food and Rural Affairs van het Verenigd Koninkrijk. Het heeft een standaard opgesteld voor schadekosten van CO₂ voor gebruik in beleid. Deze is 70 £/tonC in het jaar 2000, toenemend met £1 per jaar (valuta 2000). Dit is mede gebaseerd op 'equity weighting' en afnemende discontovoet (3,5% tot 1% na 300 jaar) zoals voorgeschreven in het 'UK Green Book' (2003). Deze parameters zijn ook in de hier beschreven FUND en PAGE model runs toegepast.

Ter vergelijking zijn in Figuur 42 ook de schadekostenschattingen van Stern (2006) opgenomen. De lage variant (25-30 US\$ per ton CO₂) gaat uit van een zekere mate van (globaal) klimaatbeleid, de hoge variant is voor een scenario waarin in de komende tientallen jaren geen extra klimaatbeleid wordt gevoerd (*business as usual*). Stern claimt dat in dat geval de schadekosten van huidige emissies dus al rond de 65 €/ton CO₂ liggen (85 US\$ per ton CO₂).

Zoals al gezegd is het emissiescenario dat wordt gebruikt van belang omdat de (marginale) schadekosten afhangen van de achtergrondconcentratie. Het FUND-model heeft een eigen referentiescenario dat uitgaat van verdubbeling van CO₂ concentratie en 2,5°C opwarming. Het PAGE-model is hier gebaseerd op het IPCC-referentiescenario SRES A2 (gemiddelde groei globale CO₂eq-uitstoot per jaar 1990-2030 1,7%). In Green4sure wordt als referentie het GE-scenario gebruikt, dat gerelateerd is aan de SRES A1 scenario's (1,9% per jaar). We gaan er vanuit dat de schadekostenontwikkeling in deze twee scenario's vergelijkbaar zou zijn.

Vanwege de onzekerheden waarmee de schadekostenberekeningen zijn omgeven, wordt naast een centrale waarde vaak ook een onder- en bovengrens gegeven om toe te passen in gevoeligheidsanalyse. In Figuur 43 wordt hiervan een aantal voorbeelden gegeven. Zowel de waarden van ExternE als van 'DEFRA' genieten een zekere mate van politiek draagvlak: ExternE is een officiële methode van de Europese Commissie en 'DEFRA' van de Britse overheid. Merk wel op dat de waarden van ExternE in de figuur grotendeels gebaseerd zijn op preventiekosten.

Figuur 43 Bereiken schaduw prijzen volgens DEFRA (2000 en 2030), ExternE (2005) en Stern (2006). Bij ExternE zijn centrale en bovenwaarde gebaseerd op preventiekosten. Merk op dat de literatuurstudie van Tol (2005) (ook) een bereik van -2 tot 73 €/ton liet zien



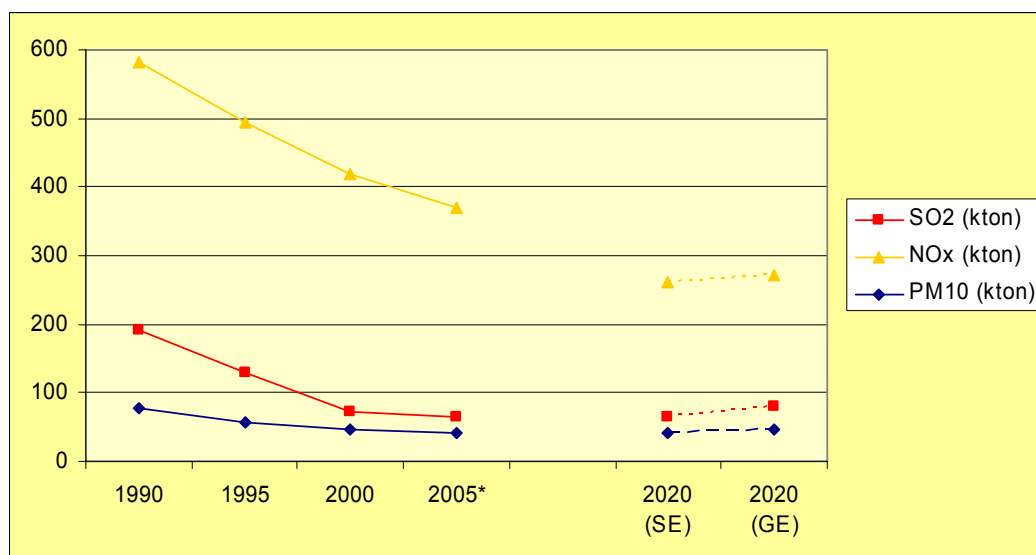
Uit het bovenstaande concluderen we dat voor een waardering van de emissie-reductie in 2030 van Green4sure ten opzichte van het GE-scenario is **40 €/tonCO₂** een aannemelijke middenwaarde is. Vanwege alle onzekerheden waarmee dergelijke berekeningen omgeven zijn moet echter ook een gevoeligheidsanalyse worden gemaakt. Hiervoor nemen we een iets breder bereik dan volgens de DEFRA-richtlijn. Met een onder- en bovenwaarde van **10 €/tonCO₂** respectievelijk **70 €/tonCO₂** wordt zowel het bereik voor 2030 volgens DEFRA gedekt als het bereik voor 2005 van ExternE en zelfs Stern (2006).

Voor het SE scenario is de toename van de globale CO₂eq-uitstoot lager (SRES B1, gemiddeld 1% per jaar tussen 1990-2030). De schadekosten zouden daarom in 2030 waarschijnlijk lager liggen dan 40 €/tonCO₂ die uit Figuur 43 naar voren komt. Het globaal emissieniveau van het SRES B1 scenario in 2030 komt overeen met ongeveer 2015 in de SRES A1/A2 scenario's. Daarmee komen we uit op 30-35 €/tonCO₂ (Figuur 43). We nemen 30 €/tonCO₂ als een conservatieve inschatting, met een bandbreedte van 5-55 €/tonCO₂.

10.3 Schadekosten SO₂ en NO_x in het jaar 2030

Voor vervuilende emissies liggen de ontwikkelingen anders. Zoals is te zien in Figuur 44 nemen deze emissies af en is er ook in de toekomst waarschijnlijk geen sprake van toename. Alleen in de GE-scenario is er mogelijk een kleine toename van SO₂-emissies te verwachten.

Figuur 44 Ontwikkeling van emissies van PM₁₀, SO₂, en NO_x tussen 1990 en 2005 (MNP) en prognoses voor 2020 in het SE en GE scenario (ECN 2005)



Omdat de effecten van deze vervuilende emissies afhangen van omgevingsfactoren zoals bevolkingsdichtheid kunnen in theorie de schadekosten per eenheid emissie toenemen zonder dat er sprake is van stijging van emissievolume. SO₂ en NO_x hebben echter een regionaal effect en de veranderingen in bevolkings-

dichtheid en verspreiding in Noordwest Europa zullen geen grote rol spelen. Ook zullen de trends voor Nederland ruwweg overeenkomen met die voor landen in dezelfde regio, zodat geen externe bron van verandering van achtergrondconcentratie is te verwachten. Voor SO₂ kunnen we daarom de huidige schadeprijs als redelijke schatting aannemen. Voor NO_x ligt de schadeprijs naar verwachting lager in 2030 dan nu, maar bij gebrek aan informatie hierover gebruiken we de huidige prijs. Voor PM₁₀ is het het lastigst iets te zeggen over de ontwikkeling van de schadeprijs, omdat de effecten hiervan zowel sterk locatiegebonden zijn als verschillend per activiteit. Vooral een veranderend aandeel (stads)verkeer zou de schadeprijs kunnen veranderen, maar in de prognoses is het aandeel verkeer ook min of meer constant (ECN, 2005). We gaan daarom ook voor PM₁₀ uit van de huidige schadeprijs.

10.3.1 SO₂ en NO_x

In het MethodEx¹¹⁰ programma van de Europese Unie wordt onder andere de ExternE (NewExt) methodologie vertaald naar schaduw prijzen voor verschillende stoffen. Uit de Benefits Table (MethodEx Version 1.07, 26th July 2006) blijkt dat de prijzen volgens ExternE met basisaannames liggen op € 1,9/kg NO_x en € 7,4/kg SO₂ (in €₂₀₀₀). We zullen deze twee waardes gebruiken voor een grove schatting van de baten van verminderde NO_x en SO₂-emissies.

Onderstaande tabellen geven de emissies van SO₂ en in kton in 2030 voor de verschillende scenario's (schattingen) en de daaruit voortkomende schadekosten. De besparingen worden in paragraaf 10.4 besproken.

<i>Schatting in kton</i>	2030 SE	2030 GE	2030 G4S
NO _x	220	250	185
SO ₂	64	80	35

<i>Miljoen Euro</i>	2030 SE	2030 GE	2030 G4S
NO _x	418,0	475,0	351,5
SO ₂	473,6	592,0	259,0

10.3.2 Fijn stof

Voor fijn stof emissies geeft MethodEx voor Nederland een gemiddelde schaduw prijs van € 58/kg PM_{2,5}. De hier berekende emissiereductie in Green4sure ten opzichte van SE betreft uitsluitend verkeersemissies. Deze bestaan uit een deel verbrandingsemissies en een deel emissies als gevolg van slijtage van banden. Voor het eerste deel kunnen we aannemen dat dit vrijwel volledig PM_{2,5} betreft. De slijtage emissies betreffen juist voornamelijk deeltjes groter dan PM_{2,5} en we nemen aan dat het aandeel PM_{2,5} in deze fractie ongeveer 25% is.

¹¹⁰ <http://www.methodex.org/introduction.htm>.



De schadeprijs van € 58/kg geeft voor de verbrandingsemissies een ondergrens, omdat de emissies op grondniveau optreden. De impacts per kg zijn dan aanmerkelijk hoger dan bij emissie uit een hoge schoorsteen. In sterk verstedelijkte omgeving kan het verschil tot een factor 20 of hoger oplopen. Bij wijze van gevoeligheidsanalyse hanteren we daarom ook een hoge schadeprijs van € 580/kg. Voor de slijtage emissies groter dan PM_{2,5} maken we een schatting van 10% van de schadeprijs van PM_{2,5} ofwel € 5,8/kg. Effectief betekent dit een schadeprijs van € 19/kg voor de slijtage emissies.

In Tabel 46 en Tabel 47 worden de emissiereducties inclusief respectievelijk exclusief de slijtage-emissies gegeven.

Tabel 46 Fijn stof emissies en reducties ten opzichte van het SE scenario inclusief slijtage emissies

	PM-emissies incl. slijtage in SE 2030	Volume-reductie t.o.v. SE	Reductie PM-emissies t.o.v. SE 2030
	[kton]		[kton]
personenauto's	3.3	25%	0.83
bestelauto's	0.7	8%	0.06
vrachtwagens	1.2	8%	0.10
Bussen	0.1	-8%	-0.01
Total	5.3		0.97

Tabel 47 Fijn stof emissies en reducties ten opzichte van het SE scenario exclusief slijtage emissies

	PM-emissies excl. slijtage in SE 2030	Volume-reductie t.o.v. SE	Reductie PM-emissies t.o.v. SE 2030
	[kton]		[kton]
personenauto's	0.4	25%	0.10
bestelauto's	0.1	8%	0.01
vrachtwagens	0.2	8%	0.02
Bussen	0.0	-8%	0.00
Total	0.7		0.12

Op basis van deze reducties geeft Tabel 48 de besparingen van Green4sure ten opzichte van SE in 2030.

Tabel 48 Waardering van de fijn stof reducties voor minimale en maximale inschatting van schadeprijs

	Schadeprijs €/kg	Kton reductie	Miljoen €	Schadeprijs €/kg	Miljoen €
	(min)			(max)	
PM _{2,5} (gemiddeld)	58				
PM ₁₀ (verbranding)	58	0,12	7	580	70
PM ₁₀ (slijtage)	19	0,85	16		16
			23		86

De baten van de PM₁₀-reductie in het verkeer liggen tussen de € 23 miljoen en € 86 miljoen. Omdat er ook nog enige baten te verwachten zouden zijn van

volumevermindering van zeescheepvaart geeft afronding op € 0,1 miljard waarschijnlijk een redelijke schatting van de totale baten van fijn stof reductie.

10.4 Baten van verminderde emissies in 2030

Met Green4sure wordt in 2030 185 Mton CO₂-emissie bespaard ten opzichte van het GE-referentiescenario. Met de aangenomen waarden voor de schadekosten van CO₂ wordt daarmee € 7,4 miljard (€ 1,8-13 miljard) aan maatschappelijke kosten bespaard in het jaar 2030.

Tabel 49 Gebruikte CO₂ schaduw prijzen en besparingen in 2030 (GE)

	Onderwaarde	Centrale waarde	Bovenwaarde
Schaduw prijs in € ₂₀₀₀ /ton CO ₂	10	40	70
Besparing Mton CO ₂ ten opzichte van GE		185	
Besparing t.o.v. GE in miljard € ₂₀₀₀	1,8	7,4	13

Ten opzichte van het SE referentiescenario is de besparing 90 Mton CO₂-eq. Met de aangenomen waarden voor de schadekosten van CO₂ wordt daarmee € 2,7 miljard (€ 0,5 – 5,0 miljard) aan maatschappelijke kosten bespaard in het jaar 2030.

Tabel 50 Gebruikte CO₂ schaduw prijzen en besparingen in 2030 (SE)

	Onderwaarde	Centrale waarde	Bovenwaarde
Schaduw prijs in € ₂₀₀₀ /ton CO ₂	5	30	55
Besparing Mton CO ₂ ten opzichte van SE		90	
Besparing t.o.v. SE in miljard € ₂₀₀₀	0,5	2,7	5,0

Met de reductie van SO₂ en NO_x wordt nog eens € 457 miljoen bespaard ten opzichte van GE (zie Tabel 51) of € 281 miljoen ten opzichte van SE. Merk op dat de schadekosten voor NO_x in 2030 wellicht lager liggen dan 1,9 €/kg en dat de baten hiervoor navenant aan de hoge kant zijn ingeschat.

Tabel 51 Gebruikte SO₂ en NO_x en PM₁₀ schaduw prijzen en besparingen in 2030

	Schaduw prijs in € ₂₀₀₀ /kg	Besparing kton t.o.v. GE	Besparing t.o.v. GE in miljoen € ₂₀₀₀	Besparing kton t.o.v. SE	Besparing t.o.v. SE in miljoen € ₂₀₀₀
SO ₂	7,4	45	333	29	215
NO _x	1,9	65	124	35	67
<i>Totaal</i>			<i>457</i>		<i>281</i>
<i>PM₁₀ verkeer</i>					<i>23 - 68</i>

De totale baten van de emissiereductie van Green4sure zijn zo € 7,8 miljard (middenwaarde ten opzichte van GE) of € 3,1 miljard (middenwaarde ten opzichte van SE).

10.5 Indirect effect van Green4sure op schadekosten

De resultaten in Tabel 49 t/m Tabel 51 zijn gebaseerd op een vereenvoudiging van de werkelijkheid. Uitgangspunt is in feite dat de emissiereductie in één klap wordt bewerkstelligd in 2030. In werkelijkheid zal natuurlijk de emissiereductie al veel eerder beginnen. Dit betekent niet alleen dat er al vóór 2030 maatschappelijke kosten bespaard zullen worden, maar bovendien dat de schadekosten (schaduwprijs) minder zullen toenemen dan de huidige referentiemodellen (Figuur 42) voorspellen voor CO₂.

Uiteraard is de invloed van Nederlandse reducties op de (per definitie globale) schadekosten van CO₂ klein¹¹¹, maar met een afname van 0,1% is de toegevoegde 'winst' € 4 miljoen (t.o.v. 40 €/ton CO₂ in GE-scenario). Bovendien geldt deze verlaagde schaduwprijs voor alle globale emissies. Dit geeft een veel grotere potentiële extra winst. Dezelfde afname van 0,1% van de schadekosten levert met een wereldwijde emissie van 7,5 Gton koolstof nog eens € 1 miljard indirecte winst¹¹².

Voor SO₂ en NO_x gaat hetzelfde op. Omdat deze stoffen slechts op regionale schaal effect hebben kan de invloed van Green4sure op de schadekosten per kg emissie groter zijn dan in het geval van CO₂. Daar staat tegenover dat voor deze stoffen de afname van de schaduwprijs niet wereldwijd zou gelden. Stel dat Green4sure een halverend effect zou hebben op de schadeprijzen in 2030 dan worden de in Tabel 51 genoemde baten anderhalf à twee keer zo hoog.

10.6 Internaliseren

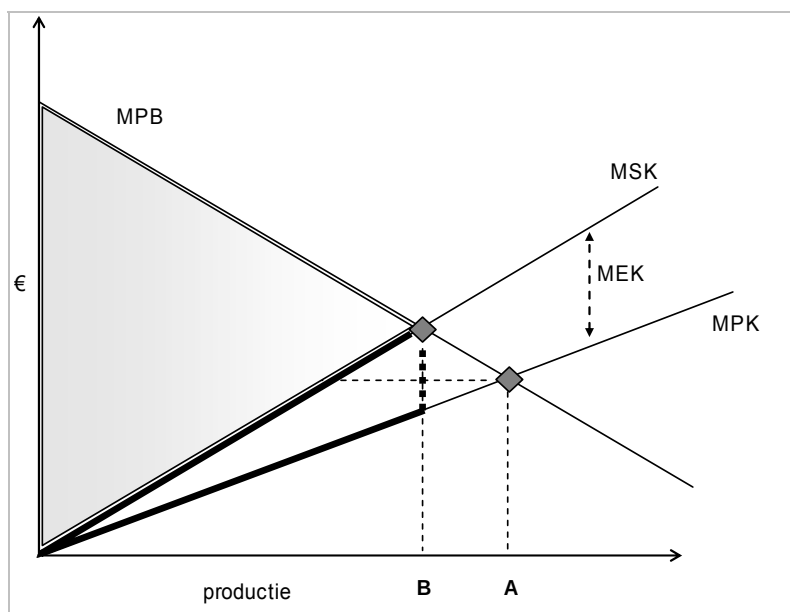
Vrijwel elke economische activiteit gaat gepaard met externe effecten. In een ideale situatie zijn de kosten hiervan geïnternaliseerd, zodat ze onderdeel uitmaken van de 'prijs'. In dat geval nemen de emissies¹¹³ 'automatisch' een niveau aan dat vanuit het oogpunt van economische efficiëntie optimaal is. In elke afwijking die wordt gemaakt zouden dan de maatschappelijke kosten van emissies dezelfde rol spelen als andere kosten en baten en er geldt dat de vervuiler betaalt. Deze paragraaf geeft iets meer achtergrond over externe kosten.

¹¹¹ Het aandeel van Nederland in de wereldwijde emissies is nu ongeveer 1% en in 2030 is dit naar verwachting nog minder. Halvering van zo'n klein aandeel zal derhalve ook een heel klein effect op de schadekosten hebben. We nemen hier 0,1% aan, om een en ander inzichtelijk te maken.

¹¹² Deze winst komt uiteraard niet op conto van Nederland, evenals een groot deel van de in Tabel 49 en Tabel 50 gegeven baten (zie ook paragraaf 10.1).

¹¹³ Of andere oorzaken van externe kosten, denk bijvoorbeeld aan congestie in het verkeer.

Figuur 45 Bereiken van nieuw, optimaal productieniveau B door optimalisatie of internalisering van externe kosten (MEK)



Bij een volledige (maatschappelijke) kosten-baten analyse moeten diverse pos-
ten in kaart worden gebracht als functie van de totale productie: de marginale
private kosten (MPK), de marginale externe kosten (MEK) en de marginale priva-
te baten (MPB). Externe baten bestaan in het algemeen niet omdat deze snel
geïnternaliseerd zouden worden. Wel kan uiteraard sprake zijn van vermindering
van externe kosten en dit leidt in zekere zin tot maatschappelijke baten. De mar-
ginale sociale kosten (MSK) zijn de som van MPK en MEK. Een kosten-baten
analyse die externe kosten niet meeneemt zal op het punt 'A' uitkomen als
maximale productie waarvoor baten nog net niet lager liggen dan kosten
($MPK=MPB$). Beleid zou er op gericht moeten zijn om uit te komen op punt 'B'
als maximale productie waarvoor baten nog net niet lager liggen dan kosten
($MSK=MPB$). Als de economische situatie inderdaad overeenkomt met punt B
kunnen er afhankelijk van de genomen maatregelen nog steeds externe kosten
zijn (in de figuur aangegeven door de vetgedrukte driehoek). Het niveau hiervan
is echter optimaal vanuit het oogpunt van economische efficiëntie. De lichtgrijze
driehoek geeft alle situaties weer die economisch efficiënt zijn. Een economisch
efficiënte situatie wil overigens niet automatisch zeggen dat er ook sprake is van
eerlijke verdeling van kosten en baten ('equity'). De niet-private kosten kunnen
immers bij andere (groepen) spelers terecht komen dan de baten. In hoeverre en
op welke manier hiermee rekening gehouden wordt is een politieke kwestie. Om
te weten wat het optimale niveau B precies is, moeten de drie kostencurves be-
kend zijn.

11 Interimwet Elektriciteitsproductie

Omdat elektriciteitscentrales een lange levensduur hebben, is het noodzakelijk om bij investeringen nu al rekening te houden met de gewenste emissiereducties op de lange termijn. Op dit moment kunnen investeringen, als geen rekening gehouden wordt met een gewenste halvering in 2030, voldongen feiten creëren. Pas zodra het emissiehandelssysteem een voortschrijdende verlaging van het emissieplafond, inclusief een systeem van veiling van emissierechten kent, kunnen elektriciteitsproducenten een afgewogen oordeel vormen welk type centrale ze gaan exploiteren.

Doordat dit de komende jaren nog niet het geval is en de indruk bestaat dat bij de beslissingen die elektriciteitsproducenten nu maken onvoldoende rekening wordt gehouden met de noodzaak tot forse CO₂-reductie, wordt op korte termijn een interimwet elektriciteitsproductie van kracht. De strekking van deze wet is dat investeerders in nieuwe elektriciteitscentrales alleen centrales kunnen bouwen die per geproduceerde kWh een maximale CO₂-emissie kennen van 375 gram CO₂. Tevens maakt de overheid duidelijk dat er op geen enkele wijze aanspraak gemaakt kan worden op gratis emissierechten en dat de investeerders rekening moeten houden met een algehele forse reductie van de CO₂-emissies in de orde van grootte van 50% in 2030.

Technisch zijn er diverse methoden om deze 375 gram per kWh te bereiken:

- de modernste gasgestookte STEG-centrale heeft een rendement van 60% en komt daarmee beneden de 375 g/kWh;
- biomassacentrales (al dan niet in combinatie met CO₂-opslag);
- warmtekrachtinstallaties;
- en kolen/biomassa centrales met (partiële) opslag van CO₂.

Voor de realisering van bovenstaande zijn er twee mogelijkheden. In de achtergrondrapportage is een voorstel opgenomen voor aanpassing van de Wet Milieubeheer. Allereerst wordt artikel 8.13a, tweede en derde lid geschrapt en vervolgens een hoofdstuk 17 toegevoegd.

De strekking van het wetsvoorstel is de volgende:

Elke nieuwe productie-eenheid voor elektriciteit met een vermogen groter dan 20 MWe zal vanaf heden moeten voldoen aan de bepaling dat de CO₂-emissie van de elektriciteit een gemiddelde emissie heeft van maximaal 375 gram CO₂ per kWh.

De toetsing vindt plaats door de emissieautoriteit. De bepaling is van toepassing op nieuwe elektriciteit producerende installaties die vanaf 1 januari 2008 in bedrijf gaan.

Bij de berekening van de CO₂-emissie voor installaties die ook warmte leveren, wordt het brandstofverbruik van de installatie verminderd met het brandstofverbruik dat nodig zou zijn om de nuttig gebruikte warmte (rekening houdend met

distributieverliezen) te produceren met een HR107-ketel voor laagwaardige warmte en een stoomketel 95% voor hoogwaardige warmte. Dit conform de methodiek van de CO₂-index zoals die ook wordt gebruikt in de MEP-regeling.

Mocht het niet mogelijk zijn om met name artikel 8.13a te schrappen, dan is het ook mogelijk om hetzelfde effect te bereiken door een CO₂-heffing voor elektriciteitsproductie met een vrijstelling tot 375 g/kWh. In de rapportage van de werkgroep Schoon Fossiel van het Platform Nieuw Gas (april 2007) wordt gewezen op de regeling die hiervoor in Noorwegen wordt gehanteerd.

De concept wettekst voor de interimwet zou als volgt kunnen luiden:

VOORSTEL VAN WET

Wij Beatrix, bij de gratie Gods, Koningin der Nederlanden, Prinses van Oranje-Nassau, enz. enz. enz.

Allen, die deze zullen zien of horen lezen, saluut! doen te weten:

Alzo Wij in overweging genomen hebben, dat het wenselijk is dat de productie van elektriciteit aan grenswaarden voor de uitstoot van broeikasgassen wordt gebonden zolang er geen Europees systeem van kracht is voor de handel in broeikasgasemissierechten in de periode tot tenminste 2030, aangezien investeringen in installaties voor de productie van elektriciteit over een termijn van tientallen jaren gevolgen hebben voor de emissie van broeikasgassen;

Zo is het, dat Wij, de Raad van State gehoord, en met gemeen overleg der Staten-Generaal, hebben goedgevonden en verstaan, gelijk Wij goedvinden en verstaan bij deze:

ARTIKEL I

De Wet milieubeheer wordt als volgt gewijzigd:

A

Artikel 8.13a, tweede en derde lid, vervallen.

B

Na Hoofdstuk 16 wordt een hoofdstuk toegevoegd, luidende:

HOOFDSTUK 17: PRODUCTIE VAN ELEKTRICITEIT

TITEL 17.1. ALGEMEEN

Artikel 17.1

1. In dit hoofdstuk en de daarop berustende bepalingen wordt verstaan onder:
jaarvracht: totale hoeveelheid van een emissie gedurende een kalenderjaar;
jaaremissiegrenswaarde: de emissiegrenswaarde die gedurende een kalenderjaar door de broeikasgasinstallaties in een inrichting niet mag worden overschreden;
monitoringsprotocol: protocol als bedoeld in artikel 17.5, tweede lid;
Onze Ministers: Onze Minister en Onze Minister van Economische Zaken;
2. Voor de toepassing van titel 17.2 en de daarop berustende bepalingen wordt verstaan onder:
broeikasgasinstallatie: vaste technische eenheid, waarin een of meer activiteiten worden verricht, die een emissie van een broeikasgas in de lucht veroorzaken en die behoren tot een categorie die met betrekking tot het betrokken broeikasgas bij algemene maatregel van bestuur is aangewezen, alsmede andere activiteiten die met eerstbedoelde activiteiten rechtstreeks samenhangen en daarmee technisch in verband staan en die gevolgen kunnen hebben voor de emissie van het betrokken broeikasgas in de lucht.

TITEL 17.2. BROEIKASGASSEN

AFDELING 17.2.1. ALGEMEEN

Artikel 17.2

1. Deze titel is van toepassing op inrichtingen waarin zich een of meer broeikasgasinstallaties bevinden voor de productie van elektriciteit, voorzover het totale vermogen, uitgedrukt in megawatt elektrisch, van de zich in de betrokken inrichting bevindende broeikasgasinstallaties, 20 of meer bedraagt.
2. Een emissie van een broeikasgas in de lucht wordt uitgedrukt in tonnen kool-dioxide-equivalent.
3. Voor de toepassing van titel 17.2 wordt onder brandstofverbruik en grondstofgebruik verstaan het verbruik van brandstoffen, onderscheidenlijk het gebruik van grondstoffen, voorzover dat verbruik, onderscheidenlijk gebruik, waarschijnlijk tot emissies van een broeikasgas zal leiden.

Artikel 17.3

Onder inrichtingen als bedoeld in artikel 16.2, eerste lid, worden mede begrepen inrichtingen binnen de Nederlandse exclusieve economische zone.

AFDELING 17.2.2. VERGUNNING

Artikel 17.4

1. Het is verboden zonder vergunning van het bestuur van de emissieautoriteit:
 - a. een inrichting in werking te hebben;
 - b. een inrichting uit te breiden;
 - c. een inrichting te veranderen of de werking daarvan te veranderen op zodanige wijze dat dit significante gevolgen heeft voor de emissie van broeikasgassen in de lucht.
2. Artikel 8.4, eerste, tweede en vierde lid, is van overeenkomstige toepassing.

Artikel 17.5

Het bestuur van de emissieautoriteit neemt bij de uitoefening van bevoegdheden de bepaling in acht dat de jaarvracht van inrichtingen de in afdeling 17.2.3 genoemde jaaremissiegrenswaarde niet overschrijdt.

Artikel 17.6

1. Bij of krachtens algemene maatregel van bestuur worden regels gesteld met betrekking tot de wijze waarop de aanvraag om een vergunning moet geschieden, de gegevens en de bescheiden die door de aanvrager moeten worden verstrekt met het oog op de beslissing op de aanvraag, en de wijze waarop die gegevens moeten worden verkregen.
2. Bij of krachtens de maatregel wordt in ieder geval bepaald dat de aanvrager bij de aanvraag een protocol indient, dat voor de inrichting alsmede voor elke broeikasgasinstallatie die zich in de inrichting bevindt, een beschrijving bevat van de wijze waarop:
 - a. de jaarvracht wordt bepaald,
 - b. het brandstofverbruik en het grondstofgebruik worden bepaald,
 - c. de productie van elektriciteit, uitgedrukt in kilowattuur, wordt bepaald,
 - d. gegevens die op het bepaalde onder a, b en c betrekking hebben, worden geregistreerd en bewaard, en
 - d. aan de emissieautoriteit verslag wordt gedaan van de jaarvracht, de gegevens betreffende het brandstofverbruik en het grondstofgebruik en de productie van elektriciteit.
3. Onze Minister kan nadere regels stellen ter uitvoering van het bepaalde krachtens het eerste of tweede lid.
4. Voor het bepalen van de jaarvracht van een inrichting worden de emissies in aanmerking genomen, die worden veroorzaakt door activiteiten die in een broeikasgasinstallatie worden verricht en die krachtens artikel 17.1, tweede lid, zijn aangewezen.
5. Indien de inrichting naast elektriciteit ook warmte produceert, wordt de jaarvracht van de inrichting verminderd met de emissie van broeikasgassen die het gevolg zou zijn van de productie van eenzelfde hoeveelheid warmte in een installatie voor de productie van alleen warmte, onderscheidenlijk een HR107 ketel voor de productie van laagwaardige warmte en een stoomketel met een thermisch rendement van 95% voor de productie van hoogwaardige warmte.



6. Voor de berekening van de jaarlijkse emissie wordt een berekeningsmethodiek opgesteld waarin rekening wordt gehouden met het afvangen en opslaan van CO₂, en de broeikasgasemissies die veroorzaakt worden bij de productie van de brandstoffen.

Artikel 17.7

Op de voorbereiding van een besluit krachtens artikel 17.4, eerste lid, is afdeling 3.4 van de Algemene wet bestuursrecht van toepassing.

Artikel 17.8

1. Het bestuur van de emissieautoriteit zendt het ontwerp van de beschikking op de aanvraag om een vergunning krachtens artikel 17.4, eerste lid, vergezeld van de aanvraag, aan het bestuursorgaan dat voor de inrichting waarop de aanvraag betrekking heeft, bevoegd is te beschikken op de aanvraag om een vergunning krachtens artikel 8.1, dan wel, in geval voor de inrichting het in artikel 40, tweede lid, van de Mijnbouwwet vervatte verbod geldt, Onze Minister van Economische Zaken.

2. Het bestuur van de emissieautoriteit stelt het in het eerste lid bedoelde bestuursorgaan onderscheidenlijk Onze Minister van Economische Zaken gedurende vier weken in de gelegenheid advies aan hem uit te brengen over het ontwerp van de beschikking en de samenhang van de beschikking met de vergunning krachtens artikel 8.1 onderscheidenlijk artikel 40, tweede lid, van de Mijnbouwwet, die voor de inrichting waarop de aanvraag betrekking heeft, is verleend.

Artikel 17.9

Het bestuur van de emissieautoriteit draagt er bij de beslissing op de aanvraag zorg voor dat geen strijd ontstaat met regels die met betrekking tot de inrichting gelden, gesteld bij of krachtens dit hoofdstuk of hoofdstuk 8.

Artikel 17.10

De vergunning wordt geweigerd indien het monitoringsprotocol niet voldoet aan de eisen die daaraan bij of krachtens dit hoofdstuk zijn gesteld dan wel indien door verlening anderszins strijd zou ontstaan met regels die met betrekking tot de inrichting gelden, gesteld bij of krachtens dit hoofdstuk, of indien het bestuur van de emissieautoriteit van oordeel is dat onvoldoende is gewaarborgd dat de houder van de vergunning in staat is het monitoringsprotocol naar behoren uit te voeren.

Artikel 17.11

1. In een vergunning wordt duidelijk aangegeven waarop zij betrekking heeft. De vergunning vermeldt de naam en het adres van degene die de inrichting drijft, waarop de vergunning betrekking heeft.

2. Het monitoringsprotocol maakt in ieder geval deel uit van de vergunning. De overige onderdelen van de aanvraag om de vergunning maken deel uit van de vergunning, voorzover dat in de vergunning is aangegeven.

Artikel 17.12

1. Een vergunning kan in het belang van de bescherming van het milieu onder beperkingen worden verleend.

2. Aan een vergunning worden de voorschriften verbonden, die nodig zijn in het belang van de bescherming van het milieu. Deze voorschriften houden voorts in ieder geval de verplichting in dat:

a. gedurende ieder kalenderjaar de jaarvracht, het brandstofverbruik en het grondstofgebruik en de productie van elektriciteit worden bepaald en geregistreerd overeenkomstig het voor de betrokken inrichting geldende monitoringsprotocol;

b. met betrekking tot ieder kalenderjaar bij de emissieautoriteit voor 1 april van het daarop volgende kalenderjaar een verslag wordt ingediend, waarin voor de inrichting waarvoor krachtens artikel 17.4, eerste lid, een vergunning is verleend, alsmede voor elke broeikasgasinstallatie die zich in de inrichting bevindt, met betrekking tot het kalenderjaar waarop het verslag betrekking heeft, worden vermeld:

1°. de jaarvracht, het brandstofverbruik en het grondstofgebruik, de productie van elektriciteit en de wijze waarop deze zijn bepaald en geregistreerd;

2°. de uitbreidingen en de veranderingen van de inrichting en de veranderingen van de werkwijze die hebben plaatsgevonden;

3°. de veranderingen van het monitoringsprotocol die hebben plaatsgevonden;

4°. de gevallen waarin van het monitoringsprotocol is afgeweken, de redenen daarvoor en de wijze waarop het meten en registreren van de emissies in die gevallen heeft plaatsgevonden.

c. het emissieverslag vergezeld gaat van een verklaring van een onafhankelijke deskundige, waarin de resultaten worden weergegeven van een door hem uitgevoerde beoordeling van het verslag overeenkomstig artikel 17.14, eerste en derde lid;

d. aan de emissieautoriteit een verandering van de naam of het adres van de houder van de vergunning wordt gemeld;

e. aan de emissieautoriteit binnen een in het voorschrift aangegeven termijn het voornemen wordt gemeld:

1°. de inrichting waarop de vergunning betrekking heeft, te veranderen of de werking daarvan te veranderen of

2°. het voor de betrokken inrichting geldende monitoringsprotocol te veranderen, in gevallen waarin voor deze verandering geen vergunning krachtens artikel 17.4, eerste lid, is vereist;

f. een afwijking van het monitoringsprotocol onverwijld aan de emissie-autoriteit wordt gemeld, onder vermelding van de reden voor de afwijking en de wijze waarop het meten en registreren van de emissies in dat geval heeft plaatsgevonden of plaats zal vinden.

3. In het voorschrift, bedoeld in het tweede lid, onder e, kan worden bepaald dat de verandering, voordat zij ten uitvoer mag worden gebracht, de goedkeuring



behoeft van het bestuur van de emissieautoriteit. Indien toepassing is gegeven aan de eerste volzin, kan de goedkeuring worden onthouden:

- a. in het belang van de bescherming van het milieu;
- b. indien de verandering naar het oordeel van het bestuur van de emissieautoriteit noopt tot wijziging van de vergunning die krachtens artikel 17.4, eerste lid, voor de inrichting is verleend.

4. Bij of krachtens algemene maatregel van bestuur kunnen eisen worden gesteld met betrekking tot:

- a. een andere persoon dan de houder van een vergunning krachtens artikel 17.4, eerste lid, die bij de uitvoering van het monitoringsprotocol is betrokken;
- b. de bepaling en de registratie van de jaarvracht, het brandstofverbruik en het grondstofgebruik en de productie van elektriciteit, bedoeld in het tweede lid, onder a;
- c. het emissieverslag.

Artikel 17.13

1. De houder van de vergunning beziet regelmatig of de in het monitoringsprotocol opgenomen gegevens met betrekking tot het bepalen van de jaarvracht, het brandstofverbruik en het grondstofgebruik, de productie van elektriciteit, het registreren en bewaren van de daarop betrekking hebbende gegevens en de verslaglegging aan de emissieautoriteit nog juist en volledig zijn, gezien:

- a. veranderingen die zijn opgetreden in de voor het bepalen van de jaarvracht, het brandstofverbruik en het grondstofgebruik, de productie van elektriciteit en het registreren van de daarop betrekking hebbende gegevens relevante omstandigheden;
- b. de ontwikkelingen op het gebied van de technische mogelijkheden inzake het bepalen van de jaarvracht, het brandstofverbruik en het grondstofgebruik en de productie van elektriciteit, en het registreren van de daarop betrekking hebbende gegevens.

2. Hij wijzigt het monitoringsprotocol zo spoedig mogelijk, indien:

- a. de veranderingen of ontwikkelingen, bedoeld in het eerste lid, onder a onderscheidenlijk b, daartoe aanleiding geven;
- b. wijziging van de krachtens artikel 17.6 gestelde regels daartoe aanleiding geeft;
- c. het bestuur van de emissieautoriteit daarom verzoekt.

AFDELING 17.2.3. JAAREMISSIEGRENSWAARDE

Artikel 17.14

De jaaremissiegrenswaarde voor een inrichting bedraagt 375 gram kooldioxide-equivalent vermenigvuldigd met het aantal kilowattuur elektriciteit per kalenderjaar, voorzover geproduceerd door de broekasgasinstallaties in de inrichting. Voor de berekening van hoeveelheden kooldioxide equivalent zal een rekenmethode worden gehanteerd.

ARTIKEL II

In artikel 1a, onder 1°, van de Wet op de economische delicten wordt onder de Wet milieubeheer na «16.49, eerste lid,» ingevoegd: 17.4, eerste lid, 17.12, vierde lid, 17.13.

ARTIKEL III

Deze wet treedt in werking op een bij koninklijk besluit te bepalen tijdstip en vervalt op het moment dat er een Europees systeem van handel in emissierechten van kracht is, dat voor ten minste de periode tot 2030 emissierechten toekent aan broeikasgasinstallaties voor de productie van elektriciteit in de lidstaten van de Europese Unie en een substantieel deel van deze emissierechten wordt geveild.

ARTIKEL IV

Deze wet wordt aangehaald als: Interimwet Elektriciteitsproductie.

Lasten en bevelen dat deze in het Staatsblad zal worden geplaatst en dat alle ministers, autoriteiten, colleges en ambtenaren wie zulks aangaat, aan de nauwkeurige uitvoering de hand zullen houden.

Gegeven

De Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer,

12 Doorrekening Green4sure





Energy research Centre of the Netherlands

Effecten op CO₂-emissie en energiegebruik van Green4sure

A.W.N. van Dril

L.W.M. Beurskens

Y.H.A. Boerakker

B.W. Daniëls

P. Kroon

A.J. Seebregts

C. Tigchelaar

C.H. Volkers

Verantwoording

Op verzoek van het Centrum voor Energiebesparing (CE) te Delft zijn door ECN berekeningen gemaakt voor Green4sure met het NEV-modelinstrumentarium. Dit Groene Energieplan is een initiatief van Nederlandse Milieuorganisaties en FNV. De coördinatie is in handen van CE. Bij is ECN is dit project bekend onder nummer 7.7788 Groen Energieplan.

Abstract

Dutch NGO's have taken the initiative to develop a Green Energy Plan, targeting at 50% greenhouse gas reductions in 2030 compared to current levels. Instruments include an intensified European emission trading scheme, and caps for CO₂ emissions in transport and the households and services sector. In addition efficiency standards are foreseen for buildings, vehicles and appliances. Integrated model calculations have been made regarding the required price levels and costs. In an international context that is favorable for reduction of greenhouse gas emissions, the target for 50% greenhouse gas reduction for 2030 compared to 2005 seems achievable.

Inhoud

Lijst van tabellen	4
Lijst van figuren	4
Samenvatting	5
1. Inleiding	6
2. Uitgangspunten berekeningen Green4sure	7
2.1 Doelen van Green4sure (www.green4sure.nl)	7
2.2 Maatschappelijke context berekeningen	7
2.3 Extra beleid in Green4sure	8
2.4 Industrie, energiesector en glastuinbouw	8
2.5 Gebouwde omgeving	9
2.6 Transport	9
3. Rekenmethode	11
3.1 Modelinstrumentarium	11
3.2 Benadering emissiehandelssystemen	12
4. Resultaten energiegebruik en CO ₂ -emissie	13
5. Resultaten kosten	19
6. Conclusies	21
6.1 Doelbereik	21
6.2 Kosten	21
Referenties	22

Lijst van tabellen

Tabel 5.1	<i>Kostenoverzicht Green4sure t.o.v. SE, verdeeld naar maatregelen</i>	19
Tabel 5.2	<i>Kosten van enkele CO₂-reductieopties in G4S en SE</i>	20

Lijst van figuren

Figuur 2.1	<i>Prijsverloop CO₂-emissierecht in €/ton voor diverse scenario's</i>	9
Figuur 3.1	<i>Schematisch overzicht ECN modelinstrumentarium voor nationale energieverkenningen</i>	11
Figuur 4.1	<i>Directe CO₂-emissie, scenario's GEHP, SE en G4S</i>	13
Figuur 4.2	<i>Directe CO₂-emissie G4S in sectoren (huishoudens, diensten, industrie, energiesector, landbouw, transport)</i>	13
Figuur 4.3	<i>Primair energiegebruik, idem</i>	14
Figuur 4.4	<i>Primair energiegebruik, brandstoffen (kolen, olie, aardgas, uranium, import elektriciteit, vermeden primair door hernieuwbaar, overig)</i>	15
Figuur 4.5	<i>Finaal thermisch gebruik in sectoren</i>	15
Figuur 4.6	<i>Finaal elektriciteitsgebruik in sectoren</i>	16
Figuur 4.7	<i>Elektriciteitsopwekking, naar opwekkingstechniek (kolen, gas, uranium, duurzaam, WKK, overig)</i>	16
Figuur 4.8	<i>Hernieuwbare energie vermeden primair (wind op zee, wind op land, biomassa bij- en meestook, AVI, vergisting, biobrandstoffen, overig elektriciteit, overig warmte/koude)</i>	17
Figuur 4.9	<i>CO₂-afvang en -opslag</i>	17

Samenvatting

Het Groene Energieplan 'Green4sure' is een initiatief van Stichting Natuur en Milieu, Greenpeace, Wereld Natuur Fonds, FNV, Milieudefensie en ABVAKABO-FNV. Het plan, gecoördineerd door CE, wil een alternatief bieden voor het huidige Nederlandse energiebeleid. Het doel is om een reductie van 50% van de uitstoot van broeikasgassen te bereiken in 2030 ten opzichte van het 1990. ECN heeft met modelberekeningen het plan kwantitatief onderbouwd. De beleidskeuzen van de genoemde organisaties zijn in de berekeningen verwerkt.

De beleidsinstrumenten om het doel te bereiken zijn vooral emissieplafonds en regelgeving. De industrie, energiesector en glastuinbouw nemen deel aan een geïntensiveerd Europees emissiehandelssysteem. Aparte klimaatplafonds worden ingesteld voor de transportsector en de gebouwde omgeving. De regelgeving heeft vooral betrekking op de energie-efficiency van gebouwen, voertuigen en elektrische apparaten. Daarnaast wordt nog intensief beleid gevoerd om de mobiliteitsvraag te stabiliseren.

De effecten van het Groene Energieplan zijn bepaald ten opzichte van het Strong Europe scenario waarin internationaal krachtig klimaatbeleid wordt verondersteld. Met het Green4Sure-beleid wordt in 2030 een binnenlandse CO₂-reductie bereikt van 40% ten opzichte van 2005. Aangevuld met ongeveer 18 Mton aankoop van emissierechten in het buitenland wordt een CO₂-reductie van 50% gehaald. De reductie voor de drie deelgebieden bedraagt 38% voor de sectoren onder het EU-emissiehandelssysteem, 38% voor de transportsector en ruim 60% voor de directe en indirecte CO₂-emissie van de gebouwde omgeving. In deze laatste sector wordt de indirecte emissie ten gevolge van het elektriciteitsgebruik gereduceerd door aankoop van groene stroom.

De economische effecten van het plan kunnen worden afgeleid uit de nationale kosten. Ten opzichte van het klimaatvriendelijke 'Strong Europe'-scenario bedragen deze nog circa € 4 miljard extra op jaarbasis in 2030. De sterke regelgeving en ingrepen in de mobiliteitsvraag vereisen een actieve rol van de overheid en grote inspanningen om het vereiste maatschappelijk draagvlak te scheppen.

1. Inleiding

Het Groene Energieplan 'Green4sure' is een initiatief van Stichting Natuur en Milieu, Greenpeace, Wereld Natuur Fonds, FNV, Milieudefensie en ABVAKABO-FNV. Het plan wil een alternatief bieden voor het huidige Nederlandse energiebeleid. Het doel is om een reductie van 50% van de uitstoot van broeikasgassen te bereiken in 2030 ten opzichte van het 1990. De maatschappelijke organisaties hebben CE Delft opdracht gegeven dit plan te concretiseren. CE heeft ECN Beleidsstudies ingeschakeld om integrale berekeningen te maken met het modelinstrumentarium voor de nationale energieverkenningen (NEV).

Aan ECN is verzocht om kwantitatief aan te geven:

- wat de effecten zijn op energiegebruik en CO₂-emissie van de beoogde beleidsinstrumenten voor verschillende sectoren,
- wat de voornaamste maatregelen zijn die worden getroffen onder invloed van het voorgestelde beleid,
- wat de kosten zijn voor de nationale economie en de verschillende doelgroepen.

Dit rapport doet daarvan verslag.

In Hoofdstuk 2 worden de uitgangspunten van het Green4sure uiteengezet en wordt het voorgestelde beleid gespecificeerd. In Hoofdstuk 3 wordt kort uiteengezet op welke wijze de berekeningen zijn uitgevoerd. Hoofdstuk 4 geeft de fysieke resultaten en Hoofdstuk 5 de kosten. Tot slot worden in Hoofdstuk 6 enkele conclusies getrokken.

2. Uitgangspunten berekeningen Green4sure

In dit hoofdstuk worden eerst de doelen van Green4sure uiteengezet. Daarna wordt de maatschappelijke context behandeld waarin Green4sure is uitgewerkt en die de basis vormt voor de berekeningen. Vervolgens wordt de keuze van beleidsinstrumenten aangegeven om de gestelde doelen te bereiken.

2.1 Doelen van Green4sure (www.green4sure.nl)

Green4sure wil laten zien welke instrumenten en strategieën mogelijk zijn om de uitstoot van broeikasgassen en het gebruik van fossiele brandstoffen met 50% te verminderen rond 2030 én gelijktijdig de zekerheid van onze energievoorziening te verbeteren. Het plan beschrijft besturingsinstrumenten voor innovatie, energiebesparing en in gebruik name van hernieuwbare energiebronnen. Om de realiteitswaarde te toetsen, worden alle instrumenten doorgerekend op nationale kosten, koopkrachteffecten en werkgelegenheidseffecten. Discussies met de politiek, het bedrijfsleven en publiek moeten zorgen voor draagvlak en input van ideeën.

Cruciaal in het groene energieplan is dat alle maatschappelijke kosten in de prijzen worden meegenomen en de vervuiler hierdoor meer gaat betalen. Bedrijven krijgen meer investeringszekerheid. Belastingen zullen meer verschuiven van arbeid naar milieu om groene innovatie en werkgelegenheid te stimuleren.

De hoofdlijnen voor de instrumentering zijn:

- Duidelijke grenzen aan emissies en het gebruik van fossiele brandstoffen door emissieplafonds en normen voor het energiegebruik van huishoudelijke apparaten, auto's en huizen.
- Een innovatiestrategie voor de ontwikkeling van nieuwe technieken die er voor zorgen dat de klimaatdoelen worden bereikt én kansen worden gecreëerd voor het Nederlandse bedrijfsleven.
- Concrete Europa-strategieën die door Nederland worden gevoerd om energienormen voor auto's en apparaten daadwerkelijk ingevoerd te krijgen.
- Weerstand overwinnen bij burgers en bedrijven tegen verdergaande energiebesparing door het treffen van slimme maatregelen en optimaal gerichte informatie en educatie.

2.2 Maatschappelijke context berekeningen

Voor de berekeningen van ECN is gebruik gemaakt van het 'Strong Europe'-scenario (SE) van de studie 'Welvaart en Leefomgeving' (CPB/MNP/RPB, 2006). Dit scenario gaat uit van internationale samenwerking gekoppeld aan publieke verantwoordelijkheid. Europa groeit tot een sterk economisch en politiek blok. Het slaagt er in om op termijn ook de Verenigde Staten te betrekken in een succesvol wereldwijd klimaatbeleid dat sterk gebruik maakt van flexibele Kyoto-instrumenten. De economische groei bedraagt in SE gemiddeld 1,6% per jaar in de periode 2005-2030. De bevolkingsgroei is relatief hoog vanwege een ruim immigratiebeleid en een hoog geboortecijfer, stijgend tot 18,4 miljoen in 2030.

SE veronderstelt een wereldwijd klimaatbeleid, met een oplopende internationale prijs voor CO₂-emissierechten. Vooral na 2020 stijgt deze van 11 naar 58 €/ton CO₂. Ook in Nederland wordt beleid verondersteld in het SE-scenario:

- Handhaving van energiebelasting en brandstofaccijns op het niveau van 2007.
- Bouwvoorschriften: handhaving op EPC van 0,8; huidige normen voor U-bouw; invoering EPBD.
- Stimulering met MEP en EIA-subsidies handhaven.

De keuze voor SE als maatschappelijke context bij Green4sure past bij een brede maatschappelijke aanpak van het klimaatprobleem, zoals voorgesteld door de initiatiefnemers (zie Paragraaf 2.1). Het beleid van de Nederlandse overheid heeft meestal als referentie het 'Global Economy'-scenario (GE) met relatief hoge groei en lage publieke verantwoordelijkheid (VROM, 2005). In het GE-scenario wordt het klimaatbeleid op termijn afgeschaft. De CO₂-emissie in GE is substantieel hoger dan in SE.

2.3 Extra beleid in Green4sure

Het CE heeft overleg gehad over de veronderstelde inzet van beleidsinstrumenten met milieubeweging en werknemersorganisaties. ECN is aan de slag gegaan met de keuzes die door hen zijn gemaakt.

Het voorgenomen beleid in Green4sure is vooral een plafondbeleid. De doelgroepen krijgen een bepaalde hoeveelheid uitstootrechten toegewezen en deze rechten zijn verhandelbaar. Actoren die meer dan de toegewezen hoeveelheid willen uitstoten kunnen rechten kopen van actoren die minder uitstoten. Er worden drie handelssystemen voorgesteld: een uitgebreider Europees CO₂-handelssysteem; een klimaatplafond voor de gebouwde omgeving en een voor transport. Het is de bedoeling dat de genoemde drie handelssystemen de totale emissies ten gevolge van fossiel energiegebruik gaan dekken. In de aanloopfase tot de implementatie van de handelssystemen geldt dat via de milieuvergunningen redelijke maatregelen worden opgelegd.

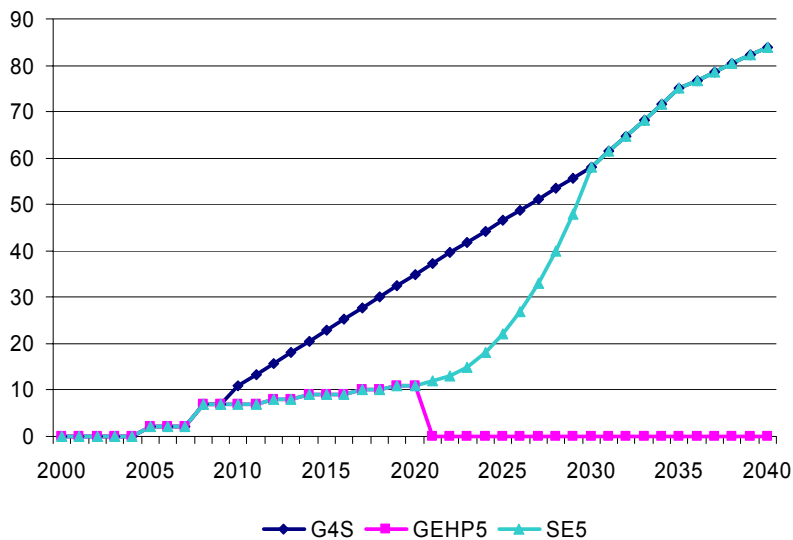
Daarnaast wordt beleid gericht op normering van gebouwen, apparaten en voertuigen, en op onderzoek en innovatie. Per doelgroep wordt het beleid in de volgende paragrafen nader uiteengezet.

2.4 Industrie, energiesector en glastuinbouw

Ten eerste het verscherpte Europese emissiehandelssysteem (EU-ETS) voor de industrie, glastuinbouw, energiesectoren en grotere bronnen van overige broeikasgassen. Verondersteld wordt dat na 2012 ook kleinere industrie- en glastuinbouwbedrijven onder het EU-ETS vallen. Het afvangen en permanent opslaan van CO₂ uit de bronnen die onder het EU-ETS vallen wordt aangemerkt als emissiereductie. Ook CO₂ uit deze bronnen die afkomstig is uit biomassa en die permanent wordt opgeslagen kan als negatieve emissie (sink) worden verrekend.

De doelstelling en het prijsniveau in het verscherpte EU-ETS wordt in Brussel bepaald voor de EU als geheel. Op basis van deze Europese toewijzing wordt een bepaalde Europese markt voor emissierechten verondersteld met bijbehorend prijsverloop. Dit prijsverloop is bepalend voor de maatregelen die in Nederland worden genomen. Verondersteld wordt dat de emissiehandelsprijzen in de EU sneller stijgen dan in het SE-scenario (zie Figuur 2.1). Een prijsniveau bij Green4sure dat in 2010 en 2020 hoger ligt dan in SE leidt eerder tot ontwikkeling en implementatie van reductietechnologie. Onder Green4sure wordt voor de tussenliggende jaren dus in Europa een strengere CO₂-plafond gehanteerd dan in het basisscenario SE.

Naast het plafond voor de sectoren onder het EU-emissiehandelssysteem wordt nog extra beleid ingezet om hernieuwbare energieproductie te bevorderen. Vanaf 2012 wordt de terugleververgoeding vervangen door een verplicht aandeel niet-gesubsidieerde duurzame elektriciteit in Europees verband. Verondersteld wordt dat dit Europese beleid voor Nederland leidt tot een implementatietempo van windenergie en biomassa dat aansluit op de mogelijkheden. Voor windenergie zijn dat vooral de ruimtelijke mogelijkheden, voor biomassa betreft het de mogelijkheden van bij- en mestook in bestaande en nieuwe centrales.



Figuur 2.1 Prijsverloop CO₂-emissierecht in €/ton voor diverse scenario's

2.5 Gebouwde omgeving

Het tweede handelssysteem betreft de huishoudens en andere kleinverbruikers die niet onder het EU-ETS vallen. Hier wordt een nationaal plafond ingevoerd voor fossiel energiegebruik, inclusief indirecte effecten door elektriciteits- en warmteverbruik. Het handelssysteem wordt uitgevoerd door de energieleveranciers. De doelstelling voor het kleinverbruik is een CO₂-reductie van 60% t.o.v. 2005. Met toepassing van hernieuwbare bronnen of aankoop van hernieuwbaar opgewekte elektriciteit kunnen kleinverbruikers de CO₂-emissie onder het klimaatplafond reduceren. Afvang en -opslag van CO₂ wordt echter niet aangemerkt als CO₂-reductie voor deze doelgroep.

Deze ambitieuze doelstelling wordt ondersteund door regelgeving die betrekking heeft op de energie-efficiency van gebouwen en elektrische apparaten en verlichting. Voor nieuwbouwwoningen wordt de Energieprestatiecoëfficiënt geleidelijk verlaagd tot 0,4 in 2015. Bovendien wordt de EPL-norm stapsgewijs verhoogd tot 10 in 2015. Voor bestaande huurwoningen geldt de verplichting om uiteindelijk in 2030 alle woningen te brengen op het niveau van B-label (VROM, 2006). Deze normering sluit aan op de Energy Performance of Buildings Directive (EPBD). Voor bestaande koopwoningen geldt de verplichting van B-label bij wisseling van eigenaar. Voor bestaande utiliteitsgebouwen is uitgegaan van de eis dat bij wisseling van eigenaar of huurder alle maatregelen genomen worden met een terugverdientijd van acht jaar of korter. Voor elektrische apparaten en verlichting geldt een verbetering van de efficiëntie van nieuwe apparaten en lichtbronnen met 2% per jaar, waarbij beleid start in 2010 en vervanging gemiddeld eens per tien jaar plaatsvindt. Dit beleid wordt geconcretiseerd door een voortschrijdende normering van nieuwe producten, een energieslurpersheffing van 300% op lichtbronnen en apparaten met een label gelijk aan of slechter dan D en een stand-by norm van 1 Watt. Met dit beleid wordt bijvoorbeeld de marktpositie van gloeilampen op termijn afgebouwd.

2.6 Transport

Het derde handelssysteem betreft een klimaatlimiet voor verkeer. Het betreft hier alleen directe emissies. Het systeem wordt zoveel mogelijk in EU-verband uitgevoerd, of door Nederland en buurlanden. Het handelssysteem wordt uitgevoerd door de leveranciers van motorbrandstoffen. Brandstof van niet-fossiele oorsprong valt niet onder de beperking. De doelstelling is 35% CO₂-emissiereductie ten opzichte van 2005. Daarnaast worden de volgende instrumenten ingezet:

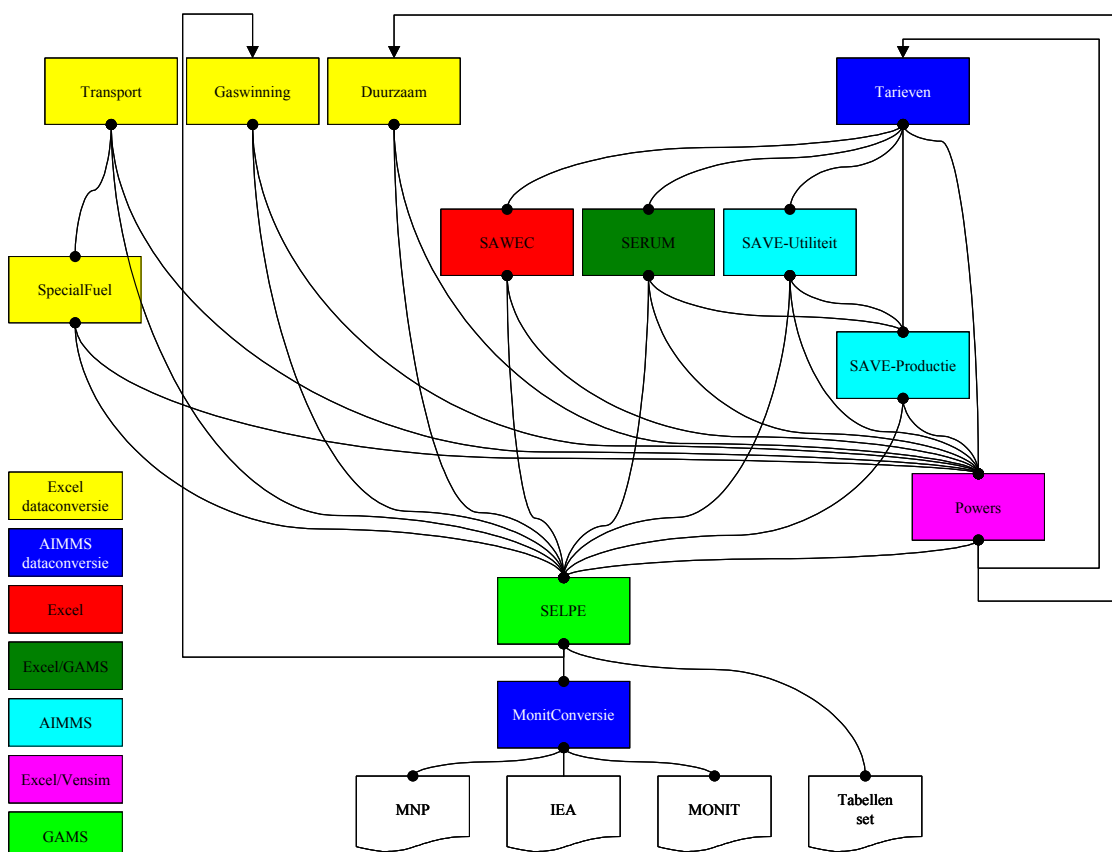
- De gemiddelde brandstofefficiëntie van nieuwe personenauto's en bestelwagens wordt gereguleerd op Europees niveau. Vanaf 2015 komt er een handelssysteem voor autofabrikanten waarbij alle nieuw verkochte auto's gemiddeld een bepaalde norm dienen te halen. De typegoedkeuring van personenauto's komt in 2030 op 85 g/km. Bestelauto's worden 20% zuiniger. Tot 2015 wordt de aanschaf van efficiënte voertuigen gestimuleerd door een differentiatie BPM en differentiatie van de fiscale bijtelling leaseautorijders.
- Een verplichting om in 2020 en daarna 15% biobrandstoffen bij te mengen. Conform het huidige EC-beleidsvoornemen leidt dit tot een reductie van de CO₂-uitstoot van transportbrandstoffen van 10% per eenheid brandstof, gerekend over de keten.
- Met een mix van instrumenten wordt het aantal voertuigkilometers van personen op het niveau van 2005 gestabiliseerd:
 - Geen nieuwe wegen, maar investeringen in openbaar vervoer, de Randstad krijgt een frequent en fijnmazig openbaarvervoersysteem.
 - De belastingvrije reiskostenvergoeding wordt afgeschaft onder gelijktijdige verhoging van de belastingvrije verhuisvergoeding en de bouw van woningen.
 - Een kilometer(spits)heffing, maximaal gedifferentieerd naar milieukeurmerken, primair bedoeld voor bereikbaarheid en luchtkwaliteit, maar met positieve bijeffecten op CO₂-uitstoot.
 - Een convenant woon-werkverkeer, inhoudende dat werkgevers met meer dan 50 werknemers een vervoersplan opstellen waarin ze aangeven hoe ze de autokilometers binnen hun bedrijf zullen stabiliseren op het niveau van 2005.

De klimaatlimiet voor verkeer omvat weg- en railverkeer, mobiele werktuigen, binnenvaart en visserij. Bunkerbrandstoffen voor de internationale scheep- en luchtvaart vallen niet onder de klimaatlimiet voor verkeer maar komen onder het EU-emissiehandelsysteem. Conform de Europese beleidsvoornemens (SESAR) verbetert de efficiëntie van de luchtverkeersleiding waardoor er 8-10% minder CO₂-emissies zullen zijn op Europese routes door minder omvliegen en cirkelen.

3. Rekenmethode

3.1 Modelinstrumentarium

De berekeningen zijn uitgevoerd met het modelinstrumentarium van ECN (Volkers, 2006). In Figuur 3.1 is een schematisch overzicht van het systeem afgebeeld. De lijnen representeren gegevensstromen tussen modellen. Gestart wordt met prijzen voor aardgas en elektriciteit op basis van internationale marktanalyse. Via een tarievenmodel levert dit prijsinput aan de modellen die de energievraag in verschillende sectoren simuleren: bijvoorbeeld SAVE-utiliteit (dienstensector); SAVE-productie (industrie/bouw/landbouw en WKK); SERUM (raffinaderijen). Voor transport en gebouwde omgeving is voor dit project ook met externe data gewerkt. De totale elektriciteitsvraag is input voor het POWERS-model, dat de elektriciteitsproductie en prijsvorming simuleert. Dit leidt tot Nederlandse marktprijzen en vormt weer input voor de vraagmodellen. Daarmee bepaalt POWERS tevens de marktomstandigheden voor duurzame elektriciteitsopwekking en WKK. Na deze iteratie vindt optimalisatie van het energiesysteem plaats met SELPE, dat een consistente energiebalans maakt overeenkomstig de CBS-definities. De uitvoer van SELPE kan vervolgens in verschillende vormen verwerkt en aangeleverd worden.



Figuur 3.1 Schematisch overzicht ECN-modelinstrumentarium voor nationale energieverkenningen

De simulatiemodellen starten met fysieke capaciteit in een basisjaar, die zich verder ontwikkelt in diverse zichtjaren. Nieuwe fysieke capaciteit (gebouwen, voertuigen, procesinstallaties, centrales) kan ontstaan door de vervangings- en uitbreidingsvraag. De uitbreidingsvraag wordt veelal exogeen bepaald op basis van scenariogegevens, meestal economische, demografische of structurele ontwikkelingen. Voor de beslissing over deze nieuwe capaciteit wordt door de mo-

dellen het gedrag van investeerders en consumenten gesimuleerd. Daarbij wordt rekening gehouden met beschikbare nieuwe technieken, investeringskosten, energieprijzen en beleidsdruk. De beschikbare technologie in de modellen is vastgelegd, wel kan technologie zich afhankelijk van de markt- en beleidsomgeving sneller of minder snel ontwikkelen. De gesimuleerde mate van toepassing van technologie (penetratie) en de ontwikkeling van de technologie bepaalt de veranderingen in energiegebruik en emissies. In de modellen zit dus geen rechtstreekse econometrische relatie tussen energieprijzen of -beleid en energiegebruik: een verandering van energiegebruik is steeds belichaamd in technologie of een fysieke gedragsaanpassing.

3.2 Benadering emissiehandelssystemen

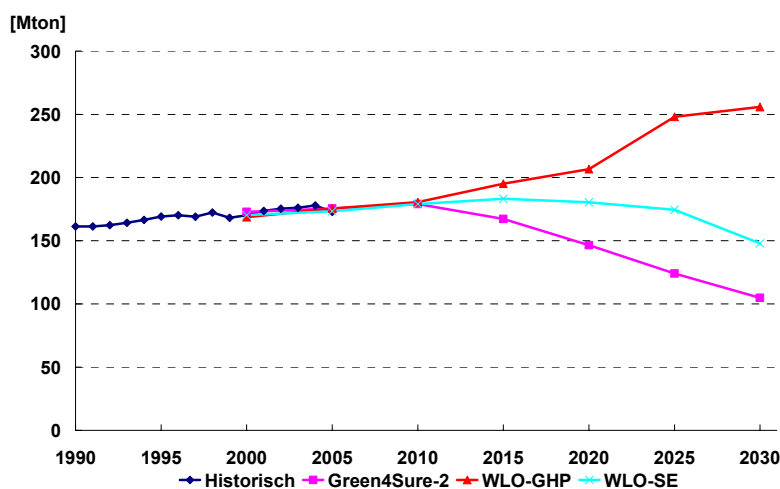
De prijzen in de drie handelssystemen voor emissierechten en de Europese prijzen voor hernieuwbare elektriciteit zijn op de volgende wijze afgeleid:

- De prijs in het Europese emissiehandelssysteem kan niet rechtstreeks door Nederlands beleid worden bepaald. In Green4sure wordt daarom voor de grote emissiebronnen een Europese strategie ingezet. Voor het EU-ETS is verondersteld dat het tot 2030 vooruitloopt op het wereldwijde klimaatbeleid in SE. Het ligt voor de hand dat in 2030, als in het SE-scenario de wereldwijde CO₂-prijs sterk stijgt, Europa hier op gaat aanhaken. De tussenliggende waarden voor de CO₂-prijs zijn geïnterpoleerd. Er is voor de tussenliggende periode geen berekening gemaakt van de CO₂-reductie en CO₂-prijsvorming in de EU als geheel. Verondersteld is dat de allocatie en het andere beleid in de EU-landen leidt tot het weergegeven CO₂-prijsverloop. Verder wordt een eventueel EU-CO₂-handelssaldo van de Nederlandse deelnemers buiten beschouwing gelaten voor het bepalen van de Nederlandse CO₂-emissie. De berekeningsresultaten hebben dus betrekking op in Nederland optredende CO₂-emissie.
- Voor het klimaatplafond van de gebouwde omgeving geldt een doelstelling van 60% reductie. In de eerste fase van het project zijn globale berekeningen gemaakt van de vereiste prijsprikkels om dit doel via energiebesparing te bereiken. Dit leidde tot het inzicht dat zeer hoge prijzen van emissierechten nodig zijn om via energiebesparing en vraagvermindering het doel te bereiken. Deze hoge prijsprikkels maken hernieuwbare elektriciteit relatief financieel aantrekkelijker dan verder besparen. Omdat ten gevolge van het verplichtingsbeleid hernieuwbare elektriciteit ruim beschikbaar komt wordt dit voor de gebouwde omgeving de marginale reductietechnologie. De marktprijs van hernieuwbare elektriciteit bepaalt daarmee de extra kosten en daarmee de CO₂-handelsprijs voor de gebouwde omgeving. Voor de berekeningen is deze marktprijs afgeleid van de kostprijs uit het optiedocument (ECN/MNP, 2006) en bedraagt circa 110 €/ton vermeden CO₂. Dit komt overeen met een prijsverhoging van 7 €ct per kWh of 20 €ct per m³ aardgas. Er heeft geen iteratie plaatsgevonden. Voor eventuele aankoop van hernieuwbare elektriciteit in het buitenland geldt de veronderstelling dat het marktprijsniveau daarvan niet wezenlijk afwijkt van het veronderstelde Nederlandse marktprijsniveau.
- Bij het klimaatplafond voor de transportsector wordt een vergelijkbare benadering gekozen. Het systeem voor de transportsector is in opzet Europees, de reductiedoelstelling bedraagt 35% reductie van CO₂ ten opzichte van 2005. Het aanvullende beleid betreft emissienormen van voertuigen (EU), verplichte bijmenging van biobrandstoffen (EU) en de stabilisatie van de vraag van het personenvervoer (NL). Er zijn geen berekeningen gemaakt van de mobiliteitsvraag en besparing in de andere EU-landen, en het effect daarvan op het Europese klimaatplafond en de emissieprijs. Verondersteld wordt dat in de resterende Europese vraag naar transportbrandstoffen, voor zover boven het Europese plafond, wordt voorzien met biobrandstoffen. Als prijs voor biobrandstoffen voor de Nederlandse verbruikers wordt uitgegaan van € 200 per ton vermeden CO₂ (ECN/MNP Optiedocument, 2006). Deze brandstoffen worden op de wereldmarkt betrokken en voldoen aan hoge duurzaamheidscriteria.

4. Resultaten energiegebruik en CO₂-emissie

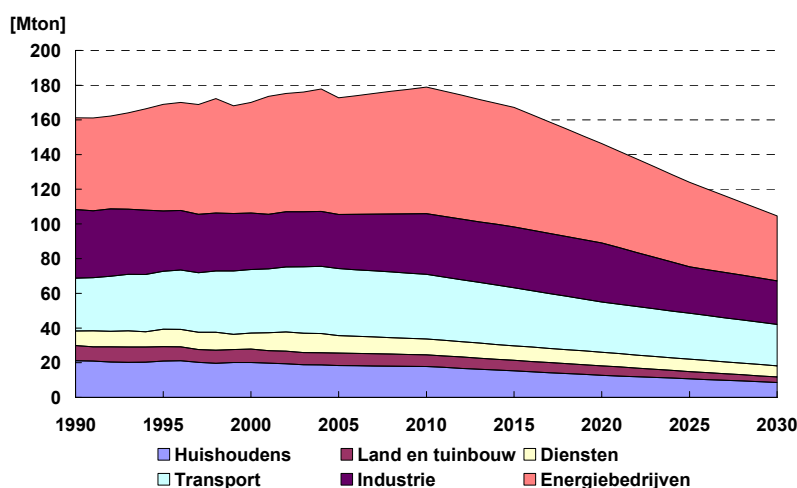
In dit hoofdstuk worden de belangrijkste effecten op het Nederlandse grondgebied weergegeven. Conform de IPCC-conventie is de internationale scheep- en luchtvaart niet weergegeven.

In Figuur 4.1 is de CO₂-emissie voor verschillende scenario's aangegeven voor het Nederlandse grondgebied. De scenario's 'Global Economy' met de hoge olieprijs (GEHP) en 'Strong Europe' (SE) zijn de door ECN uitgewerkte basisscenario's uit de langetermijnverkenning 'Welvaart en Leefomgeving' (WLO). Green4sure is een variant van SE, waarin een duidelijk dalende trend van CO₂-emissie wordt ingezet.



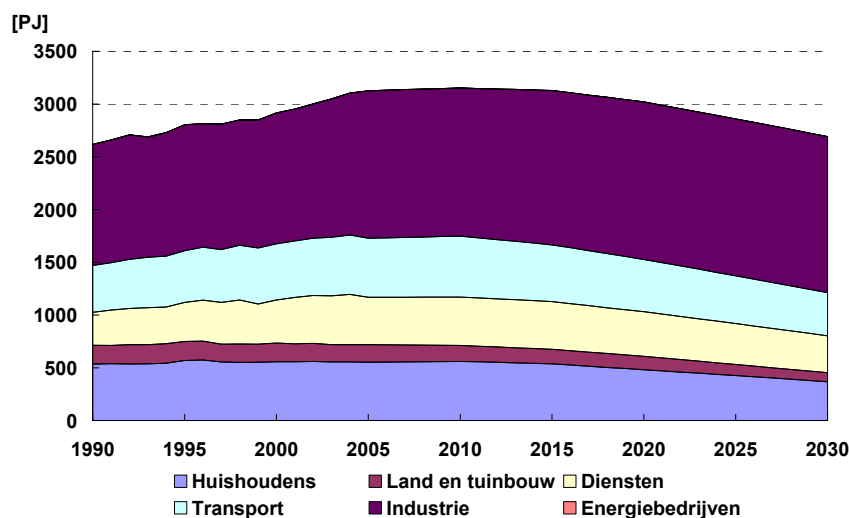
Figuur 4.1 Directe CO₂-emissie, scenario's GEHP, SE en G4S

De binnenlandse CO₂-emissie in G4S bedraagt 104 Mton in 2030. Dit is bijna 40% lager dan in 2005, en tevens substantieel lager dan GEHP en SE in 2030. Via aanvullende aankoop van CO₂-rechten in het buitenland is de doelstelling voor Nederland van 50% emissiereductie binnen bereik.



Figuur 4.2 Directe CO₂-emissie G4S in sectoren (huishoudens, diensten, industrie, energiesector, landbouw, transport)

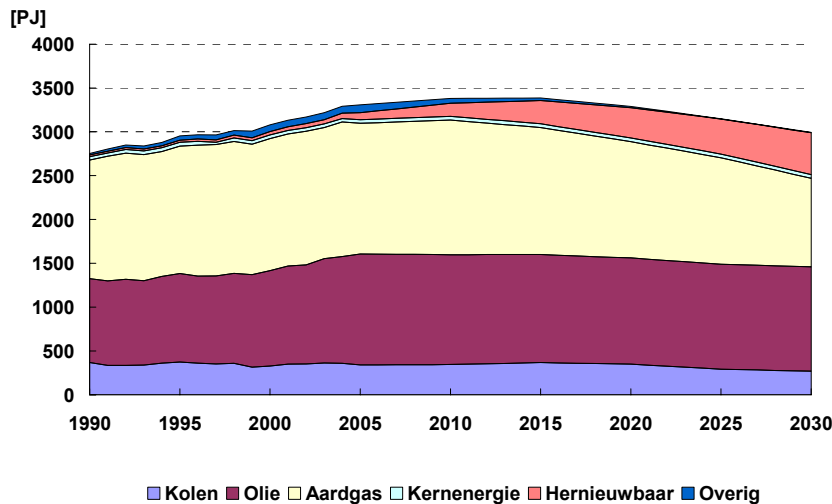
De substantiële reductie van de directe CO₂-emissie treedt op in alle sectoren, variërend van landbouw met 55% tot de industrie met 20%. De directe CO₂-emissie in de gebouwde omgeving daalt met 47% in 2030 ten opzichte van 2005. Dit betreft vooral vermindering van het aardgasverbruik voor verwarming. De directe CO₂-emissie in de transportsector daalt met 38% in 2030 ten opzichte van 2005.



Figuur 4.3 *Primair energiegebruik in sectoren (huishoudens, diensten, industrie, energiesector, landbouw, transport)*

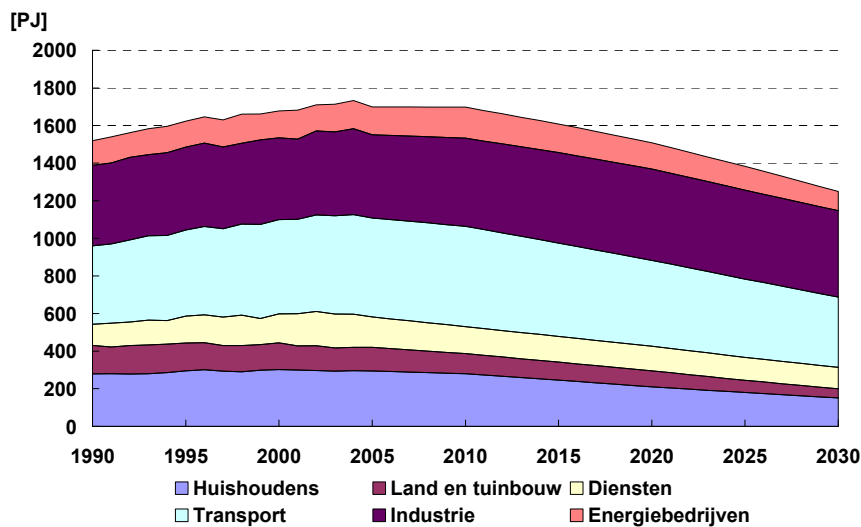
Het primaire energiegebruik wijkt af van de ontwikkeling van de CO₂-emissie op een aantal belangrijke punten. Ten eerste is het non-energetische energiegebruik van olieproducten als grondstoffen in de industrie toegevoegd. Dit groeit nog door, maar het draagt niet bij aan de CO₂-emissie van de industrie en er kan moeilijk rechtstreeks op worden bespaard. Ten tweede ontbreekt de sector energiebedrijven: het energiegebruik hiervan is toegerekend aan de eindverbruiker, dit betreft vooral elektriciteit. Daardoor is het aandeel van de huishoudens- en dienstensector groter dan in Figuur 4.1. Ten derde is het verbruik van duurzame energiebronnen toegevoegd. Ten vierde wordt CO₂ gedeeltelijk afgevangen en opgeslagen in de ondergrond. Per saldo verbruiken de eindverbruikers in 2030 ongeveer 14% minder energie dan in 2005. Ook hier is de landbouw met bijna 50% reductie koploper¹, terwijl de industrie per saldo nog in energiegebruik groeit.

¹ De instraling van zonne-energie in broeikassen of andere gebouwen wordt hier niet als energieverbruik aangemerkt. Het telt ook niet mee als hernieuwbare energie in deze weergave, en wordt dus op dezelfde wijze geboekt als energiebesparing.



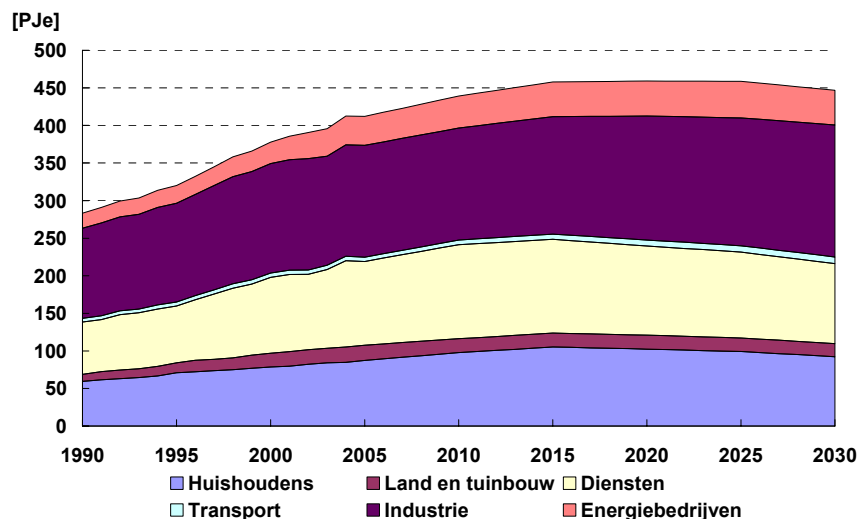
Figuur 4.4 *Primair energiegebruik, brandstoffen (kolen, olie, aardgas, uranium, import elektriciteit, vermeden primair door hernieuwbaar, overig)*

De samenstelling van het pakket van energiedragers verandert in G4S. Vooral het aandeel aardgas daalt van 45 naar 34%, terwijl het aandeel duurzame energie stijgt naar 16% in 2030. Het aandeel kolen daalt van 10 naar 9%, in absolute zin daalt het kolengebruik met ongeveer 20%. Het aandeel aardolie en -producten stijgt nog licht naar 40%, hoewel het in absolute termen daalt met 6%. Naast een forse afname van olieproducten in de transportsector treedt stijging van het grondstofgebruik in de chemische industrie op.



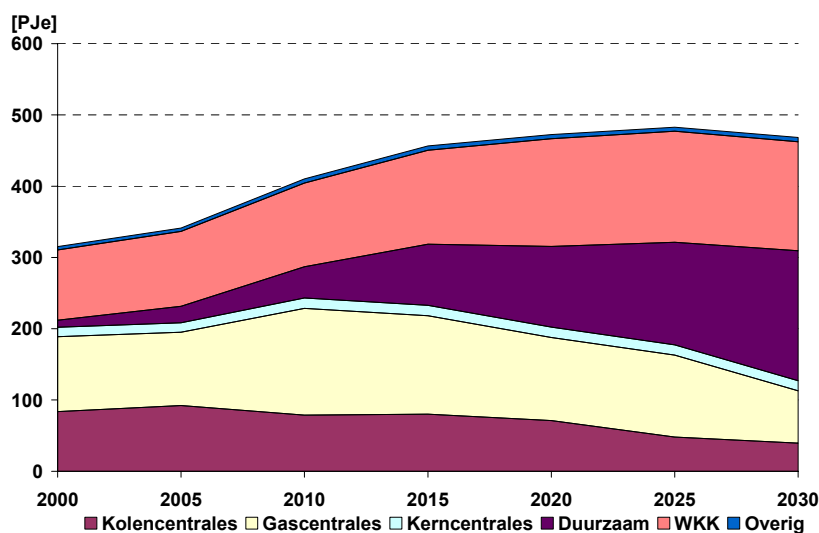
Figuur 4.5 *Finaal thermisch gebruik in sectoren (huishoudens, diensten, industrie, energiesector, landbouw, transport)*

In Figuur 4.5 en 4.6 wordt het eindverbruik verdeeld in thermisch verbruik en elektriciteit. Het thermisch verbruik neemt vooral in de landbouw en in de huishoudens sterk af. In de industrie neemt het thermisch verbruik nog licht toe omdat de energiebesparing wordt tegengewerkt door groei. Het finaal thermisch verbruik in de energiesector betreft de aardolieraffinatie. De capaciteit in deze sector neemt af onder invloed van de afnemende vraag van motorbrandstoffen in Europa.



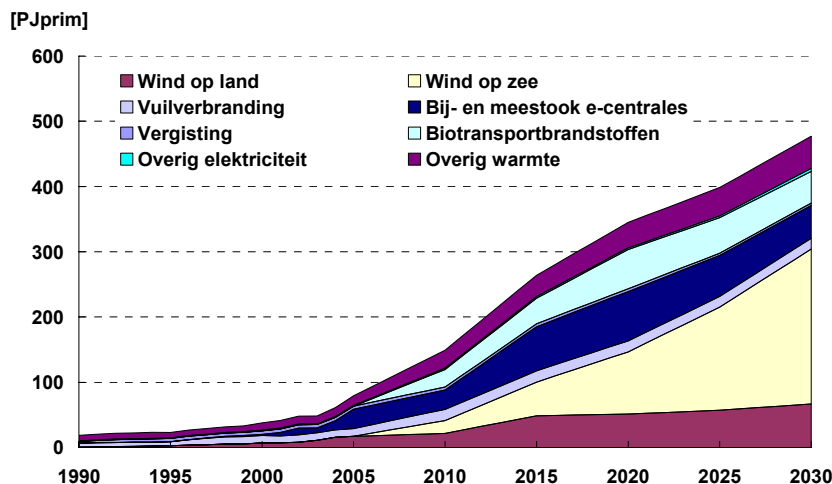
Figuur 4.6 Finaal elektriciteitsgebruik in sectoren

Het finaal elektriciteitsverbruik stijgt nog tot 2020 en gaat vervolgens dalen, omdat de groei afvakt en de besparing bij kleinverbruikers doorzet. De totale vraag naar elektriciteit voor de gebouwde omgeving bedraagt in 2030 bijna 200 PJ_e. In de energiesector wordt steeds meer elektriciteit gebruikt in de aardgaswinning door uitputting van het Groningenveld. Ook de netverliezen worden hier aangemerkt als finaal gebruik (3-4%).



Figuur 4.7 Elektriciteitsopwekking, naar opwekkingstechniek (kolen, gas, uranium, duurzaam, WKK, overig)

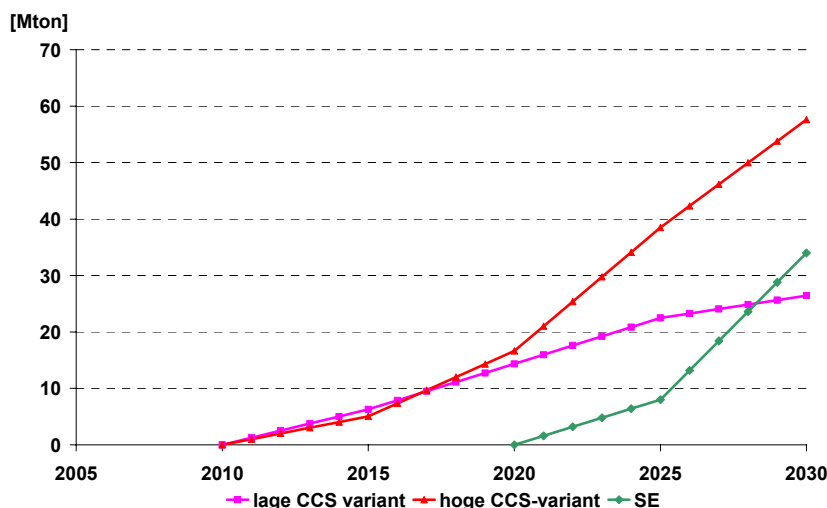
Figuur 4.7 geeft de veranderende samenstelling van het elektriciteitsproductiepark weer. Het aandeel van opwekking met fossiele energie neemt sterk af ten gunste van hernieuwbare elektriciteitsopwekking. Deze vertegenwoordigt in 2030 in G4S 40% van de productie, ruim 180 PJ_e. Daarmee wordt het mogelijk vrijwel de volledige elektriciteitsvraag voor de gebouwde omgeving met binnenlands geproduceerde hernieuwbare elektriciteit in te vullen. De meerkosten van deze hernieuwbare elektriciteit ten opzichte van de marktprijs vallen waarschijnlijk in 2030 belangrijk lager uit dan de in 3.2 veronderstelde €0,07 per kWh. De grootste afname zit bij kolencentrales die minder dan 10% van de stroom produceren. Bij aardgas verschuift het aandeel vooral naar warmtekrachtkoppeling.



Figuur 4.8 *Hernieuwbare energie vermeden primair (wind op zee, wind op land, biomassa bij- en meestook, AVI, vergisting, biobrandstoffen, overig elektriciteit, overig warmte/koude)*

De stijging van duurzame energie in G4S is aanzienlijk: de grootste toename zit bij wind op zee, dat relatief goedkoop is en een groot potentieel kent. Bij de grote hoeveelheden windenergie in G4S zijn extra maatregelen en kosten nodig om de stabiliteit van het netwerk te garanderen. Een mogelijke maatregel is het verhogen van de reservecapaciteit: bij 6 GW windenergie is het vereiste reservevermogen tussen 15% en 20% van het geïnstalleerde windvermogen (Verrips, 2005). Een andere voor de hand liggende maatregel is het opslaan van elektriciteit in de vorm van waterkracht in spaarbekkens in Noorwegen, of meer algemeen het gebruiken van de import- en exportmogelijkheden. Andere mogelijkheden om in te spelen op de variabiliteit van windenergie zijn stuurbare energievragers of regelbare decentrale opwekkingsinstallaties.

De andere hernieuwbare opties kennen ook allerlei beperkingen, zoals ruimtegebrek bij wind op land, bijstookmogelijkheden bij fossiele centrales, en vooral ook kosten. Ook blijft vanwege duurzaamheidsaspecten een sterke toename van biobrandstoffen voor transport achterwege.



Figuur 4.9 *CO₂-afvang en -opslag*

Figuur 4.9 geeft de toepassing van CO₂-afvang en -opslag (CCS) weer, zoals ingezet in G4S. Vergeleken met duurzame opwekking lijkt CCS goedkoper, maar het is nog sterk in ontwikkeling. De bijdrage van CCS is relatief onzeker. De in dit hoofdstuk gepresenteerde resultaten betreffen een realistische ontwikkeling van CCS (lage CCS-variant) tot 26 Mton in 2030. Bij

voortvarend beleid en sterke overheidsinitiatieven voor de aanleg van infrastructuur en het beschikbaar maken van opslagvelden is een nog grotere bijdrage van CCS denkbaar. Dit is tot uitdrukking gebracht in een variant van Green4sure met een hogere CO₂-afvang en -opslag. In deze hoge CCS-variant omvat 57 Mton in 2030, waardoor de binnenlandse CO₂-emissie (zie Figuur 4.1) nog 31 Mton lager wordt in 2030. Omdat meer afvang en -opslag ook meer energie vereist is het nationale energieverbruikssaldo in de hoge CCS-variant ruim 120 PJ hoger dan in de lage CCS-variant, ongeveer 4%. De afvang en opslag betreft elektriciteitscentrales, grotere warmtekrachtkoppeling, industriële bronnen en raffinaderijen. Verondersteld wordt dat CCS erkend wordt als CO₂-reductie in het Europese emissiehandelssysteem. Bovendien dient ook afgevangen CO₂ uit de bijstook van biomassa erkend te worden als reductie.

5. Resultaten kosten

In dit hoofdstuk worden de initiële kosteneffecten van Green4sure aangegeven volgens de milieukostenmethodiek (VROM, 1998). Deze kosten omvatten geen indirecte doorwerkingen in de economie, en geen gezondheidseffecten, waardering van risico's, baten van klimaatbeleid, etc. Er wordt onderscheid gemaakt in nationale kosten en eindgebruikerskosten. De nationale kosten zijn een maat voor het effect van beleid op de nationale economie. Het zijn de kosten die de Nederlandse samenleving als geheel moet maken om in eerste instantie de gewenste verandering te betalen. Deze omvatten de kosten in verband met investeringen, onderhoudskosten, uitgespaarde brandstof. Er wordt daarbij een rentevoet op staatsleningen gehanteerd en groothandelsprijzen voor energie. De eindverbruikerskosten zijn een maat voor lastenverdeling tussen de doelgroepen. Het zijn de kosten voor de doelgroepen van beleid, hierbij wordt rekening gehouden met de energieprijzen, rentevoeten, subsidies en heffingen zoals die door de doelgroepen worden ervaren. De in dit hoofdstuk aangegeven kosten hebben een grote onzekerheidsmarge: +/-50%. Energiebedrijven, zoals de elektriciteitsproductiesector, distributiebedrijven, gaswinning en raffinage ondervinden door G4S-beleid volume-effecten. Deze effecten worden niet meegenomen in de kostengegevens.

Tabel 5.1 *Kostenoverzicht Green4sure t.o.v. SE, verdeeld naar maatregelen*

Kosten t.o.v. SE in mld €/jaar	Eind-verbruiker		Nationaal	
	2020	2030	2020	2030
Energiebesparing thermisch huishoudens	0,9	1,3	1,1	1,8
Energiebesparing elektrisch huishoudens	-0,4	-0,8	0,1	0,2
Energiebesparing thermisch dienstensector	0,1	0,2	0,1	0,1
Energiebesparing elektrisch dienstensector	-0,4	-1,0	-0,1	-0,3
Energiebesparing industrie	-0,3	-0,4	-0,3	-0,4
Energiebesparing landbouw	0,0	0,0	0,0	0,0
Energiebesparing transport	-1,3	-3,2	1,5	2,4
Biobrandstoffen transport	0,3	0,7	0,3	0,7
Windenergie	-0,1	0,0	-0,1	0,0
Biomassa bij- en meestook	0,3	-0,1	0,3	-0,1
CO ₂ -afvang en -opslag lage variant	0,6	-0,3	0,6	-0,3
Totaal kosten t.o.v. SE lage CCS-variant			3,4	4,1
CO ₂ -afvang en -opslag hoge variant	0,7	0,9	0,7	0,9
Totaal kosten t.o.v. SE hoge CCS-variant			3,5	5,3

De belangrijkste posten bij de nationale kosten zijn energiebesparing in de gebouwde omgeving en in het transport. Vanwege de hoge belastingen op energie zijn de eindgebruikerskosten in deze sectoren veel lager dan de nationale kosten².

Bij nieuwbouwwoningen zijn de kosten relatief hoog door de strenge normering. Besparing op het thermisch verbruik is in de gebouwde omgeving duurder dan op het elektriciteitsverbruik. In de kosten voor de gebouwde omgeving zijn niet de kosten opgenomen van de meerkosten van groene stroom waarmee deze sector beneden het klimaatplafond blijft. Deze kosten maken deel uit van de apart aangegeven kosten voor windenergie en biomassa (zie Tabel 5.2). Onder SE is geen expliciete aanname gemaakt bij welke doelgroep de meerkosten van groene stroom terecht

² Door de besparingsmaatregelen spaart de eindverbruiker energiebelasting c.q. benzineaccijns uit, voor de nationale economie tellen alleen de uitgespaarde groothandelsprijzen van de energiedragers. De nationale belastingdruk en ook de inkomensverdeling tussen doelgroepen wordt constant verondersteld, veranderingen in de inkomsten uit energiebelastingen worden via andere belastingen gecompenseerd.

komen. Onder G4S is dit de gebouwde omgeving, voor zover noodzakelijk om de doelstelling van 60% reductie te halen.

Ook in de transportsector leidt strenge normering tot hoge kosten. De kosten in de transportsector betreffen technische maatregelen aan voertuigen inclusief de voorzieningen voor de kilometerheffing. De kosten omvatten niet de effecten van vraagvermindering, ruimtelijke ordening, modal shift, of verschuivingen bij het aankoopgedrag van auto's. De kosten voor de transportsector betreffen weg- en railverkeer, binnenvaart en visserij. Kosten van maatregelen bij de internationale scheep- en luchtvaart zijn buiten beschouwing gelaten.

De kostengegevens in de tabellen van dit hoofdstuk hebben betrekking op de effecten van het Green4sure beleidspakket op het achtergrondscenario SE. Omdat in SE ook maatregelen worden getroffen op het gebied van energiebesparing en hernieuwbare energie geven de kosten dus niet de totale kosten voor energiemaatregelen weer. Vooral de in SE veronderstelde investeringen in hernieuwbare energie en CO₂-afvang en -opslag vertegenwoordigen nog aanzienlijke kosten. In SE worden deze opties gestimuleerd met de sterk stijgende prijs van CO₂-emissie na 2020. Wind en biomassa worden bovendien in SE gestimuleerd met subsidie. In Tabel 5.2 is voor deze opties een overzicht van de totale kosten weergegeven.

Tabel 5.2 *Kosten van enkele CO₂-reductieopties in G4S en SE*

Kosten in mld €/jaar	G4S		SE	
	2020	2030	2020	2030
Windenergie	0,1	-0,4	0,2	-0,4
Biomassa bij- en meestook	0,6	0,2	0,3	0,3
CO ₂ -afvang en -opslag lage variant	0,6	1,1	0,0	1,4
CO ₂ -afvang en -opslag hoge variant	0,7	2,3		

De kosten voor windenergie en biomassa bij- en meestook zijn hier weergegeven op basis van opbrengsten op de elektriciteitsmarkt waarin de invloed van hogere CO₂-prijzen doorwerkt. Mede daardoor wordt windenergie rendabel na 2020. De kosten van CO₂-afvang en -opslag zijn weergegeven exclusief de opbrengst van CO₂-rechten.

6. Conclusies

6.1 Doelbereik

Doel van Green4sure is om een reductie van 50% van de uitstoot van broeikasgassen te bereiken in 2030 ten opzichte van het 1990. ECN heeft met modelberekeningen het plan onderbouwd.

Op basis van de analyses en berekeningen ten opzichte van het SE-scenario, dat internationaal krachtig klimaatbeleid veronderstelt, blijkt dat de binnenlandse CO₂-reductie ten opzichte van 2005 in 2030 ongeveer 68 Mton bedraagt, een reductie van 40%. Aangevuld met ongeveer 18 Mton aankoop van emissierechten in het buitenland wordt een CO₂-reductie van 50% gehaald. Voor de drie deelgebieden die zijn onderscheiden geldt:

- De CO₂-emissie van de sectoren die onder het Europese emissiehandelssysteem vallen wordt met G4S teruggebracht met 38% in 2030 ten opzichte van 2005. Indien zeer voortvarend beleid voor CO₂-afvang en -opslag wordt toegepast kan daar de emissie zelfs met meer dan tweederde worden teruggebracht.
- De directe CO₂-emissie van de gebouwde omgeving daalt met 47% van 28 Mton in 2005 tot circa 15 Mton in 2030. De indirecte CO₂-emissie ten gevolge van elektriciteitsgebruik bedraagt 20-25 Mton in 2005, afhankelijk van de referentie-emissie. Het finale elektriciteitsverbruik in de gebouwde omgeving ligt zowel in 2005 als in 2030 op ongeveer 200 PJ_e, ofwel 55 TWh. Dit verbruik kan ongeveer gedekt worden uit de Nederlandse hernieuwbare elektriciteitsproductie in 2030 van 50 TWh. Als de verbruikers in de gebouwde omgeving deze hernieuwbare elektriciteitsproductie aankopen wordt ruimschoots voldaan aan de doelstelling van 60% op de directe plus indirecte emissie.
- De doelstelling van 35% CO₂-reductie in 2030 ten opzichte van 2005 voor de transportsector wordt bereikt. Dit vereist onder andere een combinatie van sterke ingrepen in de mobiliteitsvraag en sterke verhoging van de technische voertuigefficiency.

Voor verschillende onderdelen van het veronderstelde beleid moet nog in belangrijke mate maatschappelijk draagvlak gecreëerd worden.

6.2 Kosten

Ten opzichte van het SE-scenario zijn de kosten in Green4sure hoger in de gebouwde omgeving en de transportsector. In deze sectoren wordt een veel sterkere regelgeving voorgesteld betreffende de energie-efficiency van gebouwen, apparaten en voertuigen. De nationale meerkosten ten opzichte van SE bedragen daarom circa € 4 miljard jaarlijks in het zichtjaar 2030.

Onder invloed van veronderstelde stijgende CO₂-prijzen in Green4sure wordt hernieuwbare elektriciteitsopwekking met wind en biomassa na 2020 concurrerend met fossiele opwekking. Ook CO₂-afvang en -opslag wordt dan kosteneffectief.

De onzekerheden betreffende kosten zijn groot, en zijn afhankelijk van maatschappelijke en technologische ontwikkelingen. Indien een scenario zou worden verondersteld zonder krachtig internationaal beleid gericht op vermindering van CO₂-emissies dan kunnen de extra kosten nog aanzienlijk hoger zijn.

Referenties

- CPB/MNP/RPB (2006): *Welvaart en Leefomgeving. Achtergronddocument pg. 257 e.v.*
- Daniëls, B.W. et.al (2006): *Instrumenten voor energiebesparing. Instrumenteerbaarheid van 2% besparing per jaar.* ECN-E--06-057, Petten.
- Daniëls, B.W., J.C.M. Farla (2006): *Optiedocument energie en emissies 2010/2020.* ECN-C--05-105, Petten.
- Verrips, A.J., H.J. de Vries, A.J. Seebregts, M. Lijesen (2005): *Windenergie op de Noordzee. Een maatschappelijke kosten-batenanalyse.* CPB/ECN.
- Volkers, C.H. (2006): *NEV-RekenSysteem; Technische beschrijving.*
- VROM (1998): *Kosten en baten in het milieubeleid - definities en berekeningsmethoden.* Publicatiereeks milieustrategie 1998/6, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Den Haag, 1998
- VROM (2005): *Evaluatienota Klimaatbeleid. Onderweg naar Kyoto.*
- VROM (2006): *Regeling energieprestatie gebouwen.* Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer van 21 december 2006

13 Werkgelegenheid en sociaal economische effecten



Verkenning macro-economische effecten Green4Sure

Het Groene Energieplan

Michel Briene
Manfred Wienhoven

Rotterdam, 21 mei 2007

ECORYS Nederland BV
Postbus 4175
3006 AD Rotterdam
Watermanweg 44
3067 GG Rotterdam

T 010 453 88 00
F 010 453 07 68
E netherlands@ecorys.com
W www.ecorys.nl
K.v.K. nr. 24316726

ECORYS Regio, Strategie &
Ondernemerschap
T 010 453 87 99
F 010 453 86 50

Inhoudsopgave

1 Inleiding	7
1.1 Aanleiding	7
1.2 Doelstelling	7
1.3 Leeswijzer	7
2 Beschrijving aanpak	9
2.1 Inleiding	9
2.2 Maatregelen Green4Sure	9
2.3 Kosten	10
2.4 Macro-economische doorwerking	11
2.4.1 Beschrijving REMI-NEI	11
2.4.2 Illustratie REMI-toepassing Green4Sure	11
3 Resultaten modelberekeningen	15
3.1 Inleiding	15
3.2 Beschrijving per sector	15
3.2.1 Transport	15
3.2.2 Gebouwde omgeving	16
3.2.3 Elektriciteitsopwekking	17
3.2.4 Industrie & landbouw	17
3.3 Effecten op werkgelegenheid	18
3.4 Effecten op BBP en inkomen	21
3.5 Kanttekeningen en observaties	22
3.6 Samenvatting	23
Bijlagen	25
Bijlage 1 REMI Model	26

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Het groene energie scenario is een beleidsrichting van de Nederlandse milieuorganisaties voor de nationale energiehuishouding voor de periode 2006-2030. Het doel van dit scenario is om de milieu-emissies verantwoordelijk voor de opwarming van de aarde met de helft te reduceren zonder gebruik te maken van kernenergie. Het scenario laat zien met welk beleid de overheid dit doel kan bereiken. Het beleid zal resulteren in:

- een efficiëntere elektriciteitsopwekking en meer energie uit hernieuwbare bronnen;
- forse energiebesparing in alle sectoren, mede mogelijk gemaakt door de ontwikkeling van nieuwe technologie in de bouw, voertuigen, klimaatbeheersing, elektrische apparaten en verlichting, industriële producten en processen en landbouw.

De milieuorganisaties hebben CE Delft gevraagd dit scenario te ontwikkelen en milieu-effecten aan te geven. ECN is verantwoordelijk voor de inschatting van mogelijke kostenverhogingen voor belangrijke sectoren van de Nederlandse economie. Aan ECORYS is gevraagd de macro-economische gevolgen van het groene-energie scenario te verkennen. De voorliggende rapportage beschrijft de resultaten van het onderzoek en de wijze waarop ECORYS de werkzaamheden heeft uitgevoerd.

1.2 Doelstelling

Het doel van de studie is voor de Green4Sure beleidsmaatregelen inzicht te verschaffen in:

- de werkgelegenheidseffecten:
 - kwantitatief naar sectoren
 - kwantitatief naar kwalificatieniveau arbeid (laag-, middelbaar- en hooggeschoolde arbeid).
- de effecten op koopkracht van huishoudens (veranderingen in het netto nationaal inkomen en inkomen per hoofd van de bevolking).

1.3 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 geeft een korte beschrijving van de aanpak. In dit hoofdstuk wordt onder meer kort ingegaan op het REMI-NEI model en geïllustreerd hoe het model is ingezet. De resultaten van de doorrekening van het aangeleverde maatregelenpakket met REMI-NEI worden vervolgens in hoofdstuk 3 beschreven. Nadere detailleringen zijn opgenomen in de bijlagen.

2 Beschrijving aanpak

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk volgt een korte toelichting op de gevolgde aanpak. Daartoe wordt eerst het Green4Sure scenario beschreven en de achterliggende maatregelen. Vervolgens wordt ingegaan op de wijze waarop de kosten van de maatregelen zijn bepaald. Het hoofdstuk sluit af met een toelichting op de gevolgde werkwijze voor het bepalen van de effecten en het daarbij gebruikte REMI-NEI model.

2.2 Maatregelen Green4Sure

Het Green4Sure instrumentarium is een set van beleidsmaatregelen die moeten gaan leiden tot halvering van de CO₂-emissies in 2030. Onderstaande tabel (welke is ontleend aan het hoofdrapport) geeft het totaaloverzicht. Hoofdinstrument daarbij is een, op onderdelen aangepast en naar de sectoren transport en gebouwde omgeving uitgebreid emissiebudgetsysteem, waarmee bereikt wordt dat alle energiegebruikers onder een emissiebudget komen te vallen. In aanvulling hierop worden ondersteunende en tijdelijke instrumenten verondersteld die vooral helpen om binnen de budgetten te blijven, zoals normen voor zuinige gebouwen, voertuigen en apparaten, een verplicht aandeel duurzame elektriciteit in de gebouwde omgeving en een extra innovatie-inspanning om de ontwikkeling van nieuwe en schone technieken te stimuleren.

Tabel 2.1 Beleidsmaatregelen Green4Sure

	Hoofd instrument	Ondersteunend instrumentarium			Tijdelijk instrumentarium	
	Rechten met budgetten	Efficiëntie normen	Energiedragers	Faciliteren	Innovatie	Overig
Industrie	Emissiehandel-systeem ETS – EU		n.v.t.	Nutsvoorzieningen: warmte- en CO ₂ -netten	Groenfonds	Heffing warmte-lozing; middel-grote bedrijven: milieuvergunningen, fiscale stimulerings; border taxes
Elektriciteit			Vanaf 2012 verplicht aandeel duurzaam		Verdubbeling publieke uitgaven energieonderzoek	Tot 2012 terugleververgoeding duurzame elektriciteit; Eisen aan nieuwe centrales: maximale CO ₂ -emissie per kWh
Glas-tuinbouw		n.v.t.	n.v.t.		Innovatiefonds energiezuinige kas	Tot 2020 apart systeem van energierechten
Transport	Klimaatbudget verkeer – EU	Normering voertuigefficiëntie	Verbetering luchtverkeers-leiding	Investerings OV, afschaffen belastingvrije reiskosten-vergoeding, kilometerheffing	Groenfonds	Normering CO ₂ -inhoud brandstoffen; Fiscale stimulerings aanschaf zuinige voertuigen
Gebouwde omgeving	Klimaatbudget gebouwen – NL	Normering apparaten en lichtbronnen EPN, EPL, EPBD, normering be-staande woningen	Verplichting tot 100% duurzame elektriciteit in 2030	Aanpassen huurwetgeving	Groenfonds,	Differentiatie OVB; energie-besparingsbedrijf



2.3 Kosten

Het hiervoor beschreven beleidspakket is doorgerekend door ECN, waarbij ECN gebruik heeft gemaakt van dezelfde modellen waar eerder de WLO-scenario's mee zijn doorgerekend. De kosten zijn berekend ten opzichte van het Strong Europe (SE) scenario van het CPB en zijn in die zin dus gesaldeerd. De kosten kennen een onzekerheid die door ECN wordt ingeschat op 50%.

Voor de verkenning van de macro-economische effecten van Green4Sure hebben telkens deze door ECN berekende en naar netto eindverbruikerskosten omgerekende kosten als input gediend. Per sector en per maatregel is vervolgens een koppeling gemaakt met één van de beleidsvariabelen uit het REMI-NEI model waarmee de macro-economische effecten zijn doorberekend. In de volgende paragraaf volgt een korte beschrijving van dit model. Om de werking van het model te illustreren is ook een praktisch voorbeeld opgenomen.

2.4 Macro-economische doorwerking

2.4.1 Beschrijving REMI-NEI

Het REMI-NEI model voor Nederland is een regionaal economisch model dat berekeningen kan uitvoeren op regionaal en nationaal niveau en is ontwikkeld door ECORYS in combinatie met REMI Inc. Het model is gebaseerd op geregionaliseerde input-output tabellen. Het model kent doorwerkingen tussen regio's via de handel (interregionaal model). Het model bevat een groot aantal vergelijkingen dat het gedrag van consumenten en bedrijven weerspiegelen.

Het model kan de effecten van beleid aangeven op bijv. BBP, werkgelegenheid, prijzen, productiviteit, binnenlandse migratie en bevolking voor elk van de onderscheiden regio's. Het model onderscheidt hiertoe een autonome voorspelling en een beleidsscenario. De gebruiker van het model dient in een beleidsscenario een verandering aan te geven in één van de beleidsvariabelen in het model. De beleidsvariabelen betreffen de directe effecten van beleidsmaatregelen. Daarbij kan gedacht worden aan effecten van milieumaatregelen op kosten voor bedrijven of effecten van transportinfrastructuur op transportkosten of reistijdwinsten. De gebruiker moet dus in alle gevallen beschikken over een kwantificering van de directe effecten van beleid.

Op dit moment kent het REMI-NEI model 8 geaggregeerde regio's:

1. Noord (provincies Friesland, Groningen en Drenthe)
2. Oost (provincies Overijssel en Gelderland)
3. Noord Holland (provincie Noord Holland)
4. Utrecht (provincie Utrecht)
5. Flevoland (provincie Flevoland)
6. Groot Rijnmond
7. Zuid Holland (provincie Zuid Holland uitgezonderd Groot Rijnmond)
8. Zuid (provincies Zeeland, Noord-Brabant en Limburg)

Meer achtergronden bij het model zijn te vinden in bijlage 1 of www.remi.com.

Het REMI-NEI wordt jaarlijks geactualiseerd en waar mogelijk uitgebreid. In 2006 is de economische ontwikkeling volgens de nieuwe WLO lange-termijnsenario's van het CPB ingebouwd ten behoeve van de autonome ontwikkeling.

2.4.2 Illustratie REMI-toepassing Green4Sure

Om de werking van het model te illustreren is hieronder een praktisch voorbeeld opgenomen, waarbij tevens inzicht wordt gegeven in de belangrijkste bewerkingsstappen die zijn doorlopen om tot voor REMI geschikte input te komen. Als voorbeeld wordt gekeken naar het effect van investeringen in zuinige (re) technieken door energie-intensieve sectoren (glastuinbouw en industrie).

- *Directe effecten*

De eerste stap die nodig is om te komen tot voor REMI geschikt input, is het kwantificeren van de directe effecten van het beleid. In dit voorbeeld zijn dit de

kosten van de maatregelen. Implementatie van de maatregelen leidt echter tevens tot een ten opzichte van SE gewijzigd energieverbruik en levert dus mogelijke besparingen in de energiekosten per sector op. Zowel de kosten als besparingen zijn aangeleverd voor 5 zichtjaren. Voor de tussenliggende jaren zijn de cijfers van zichtjaren 2010, 2015, 2020, 2025 en 2030 geïnterpoleerd.

- *Toedeling naar sectoren en regio's*

De volgende stap is het toedelen van de jaarlijkse *netto* kosten (= kosten -/- besparingen) naar REMI-sectoren en -regio's. Daartoe is een koppeling gemaakt tussen de door ECN onderscheiden sectoren en de in het REMI-model gehanteerde sectorindeling. Daar waar door ECN kosten zijn aangeleverd voor een aggregaat van bedrijfstakken (bijvoorbeeld overige industrie) zijn deze toegewezen naar subsectoren op basis van de productieomvang van de activiteiten. Vervolgens zijn de netto nationale sectorkosten per jaar toegedeeld naar REMI-gebieden aan de hand van de mate waarin de sectoren vertegenwoordigd zijn in de betreffende regio's (relatieve omvang van de productie).

- *Invoer in REMI-model*

De berekende netto kosten per sector en per regio kunnen vervolgens in het REMI-model ingevoerd worden in het (productie)kostenblok. Daartoe zijn allereerst nog de kosten voortvloeiend uit Green4Sure gerelateerd aan de totale productiekosten per sector. Resultaat is de procentuele verandering in de productiekosten per sector en regio, welk percentage vervolgens ingevoerd kan worden in het model.

- *Resultaat REMI-run*

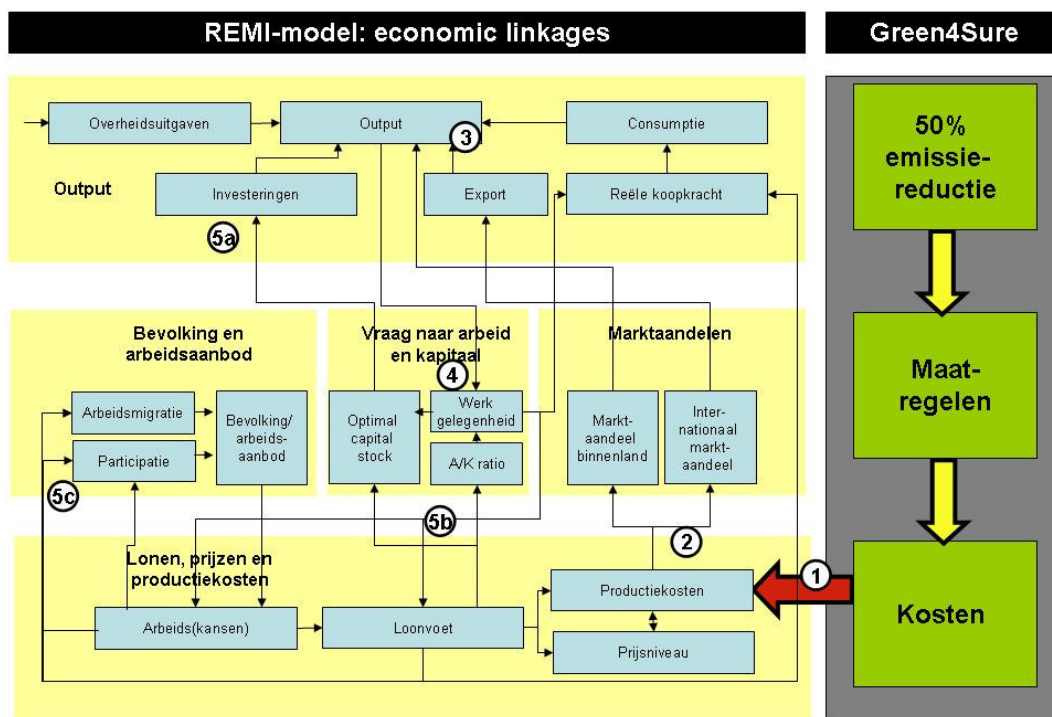
Het modelresultaat zijn de effecten van de kostenverhogingen op werkgelegenheid, koopkracht en BBP. Dergelijke kostenverhogingen kennen doorwerkingen op winsten of afzetprijzen van bedrijven en daarmee op omzet, productie en werkgelegenheid.

Onderstaande figuur illustreert de werking van het model:

- De figuur laat zien dat de kosten van de maatregelen in het REMI-model worden ingevoerd als een toename van de productiekosten (1).
- Voor de sectoren die met deze kosten te maken krijgen, nemen de relatieve kosten voor productie toe. Ten opzichte van andere aanbieders/ producten verslechtert hierdoor de concurrentiepositie en gaat uiteindelijk marktaandeel in binnen- en/of buitenland verloren (2).
- Gevolg is een (deels door een dalende export veroorzaakte) verminderde vraag naar de door de betreffende sectoren geleverde producten (3) en afgeleid hiervan naar arbeid (4), hetgeen via de input/outputrelaties overigens ook in andere sectoren zal doorwerken.
- Naast een daling van de vraag naar arbeid, zal ook een optimale productiecapaciteit en de vraag naar kapitaal veranderen. Dit heeft weer gevolgen voor het tempo waarmee investeringen worden gepleegd (5a) en uiteindelijk voor de via de investeringen geïnduceerde vraag naar producten en/of diensten.
- Een andere belangrijke effect, is het effect op de lonen (5b). Een afname van de vraag naar arbeid, zal bij een gelijkblijvend aanbod de lonen doen dalen. Dit heeft onder meer gevolgen voor het (voor consumptie) beschikbare inkomen (koopkracht), maar

zal er via het effect op migratie en participatie (5c) ook toe leiden dat het arbeidsaanbod zich aanpast en op termijn een nieuwe evenwichtsloon tot stand zal komen.

Figuur 2.1 Illustratie werking REMI-NEI model



3 Resultaten modelberekeningen

3.1 Inleiding

In navolgende worden de resultaten van de doorrekening van Green4Sure met het REMI-NEI model beschreven. Vertrekpunt van de doorrekening zijn de door ECN aangeleverde kostengegevens voor het G4S-maatregelenpakket welke vervolgens zijn doorvertaald naar netto eindverbruikerskosten¹. Onderstaand volgt allereerst per sector een beschrijving van de onderliggende maatregelen en een kwalitatieve inschatting van de wijze waarop het groene energiescenario naar verwachting doorwerkt op de economie. Vervolgens wordt nader ingegaan op de geraamde economische effecten. Het hoofdstuk sluit af met een samenvattend overzicht.

3.2 Beschrijving per sector

3.2.1 Transport

Investerings en brandstofbesparing

Door de inzet van emissiereducerende maatregelen in nieuwe voertuigen nemen de productiekosten voor de auto-industrie toe. Doordat alle nieuwe voertuigen in de EU geacht worden te voldoen aan de nieuwe emissienorm, ligt het voor de hand dat deze meerkosten kunnen worden afgewenteld op de eindverbruiker (consument, bedrijfsleven). Tegelijkertijd profiteert mogelijk de transportmiddelensector vanwege een toename in de vraag naar bijvoorbeeld elektromotoren voor hybride voertuigen. Doordat de productie hiervan voornamelijk in het buitenland is geconcentreerd, zal het effect voor de Nederlandse transportmiddelensector naar verwachting overigens bescheiden zijn. Naast maatregelen om de gemiddelde uitstoot van CO₂ in nieuwe voertuigen terug te dringen, gaat het groene energiescenario uit van extra maatregelen om het brandstofverbruik terug te dringen (zuinige banden, opleiding energiezuinig rijden e.d.). Ook vindt bijmenging van biobrandstof plaats.

Het effect van de brandstofbesparende maatregelen is een hogere brandstofefficiënte en daarmee per saldo een daling van het brandstofverbruik. Voor de eindverbruiker resulteert dit (per saldo) in een besparing op de uitgaven aan brandstof. Daar de daling van de brandstofvraag zal echter minder ruwe olie geïmporteerd worden en treedt een schaafeffect op omdat bij een lagere brandstofvraag minder olieproducten geproduceerd hoeven te worden. Uiteindelijk zal sprake zijn van een daling van de werkgelegenheid bij raffinaderijen, distributeurs e.d. Geredeneerd vanuit de overheid leidt brandstofbesparing

¹ Conform milieukostenmethodiek.

tot een derving van accijnsopbrengsten. Eindverbruikers zullen te maken krijgen met extra uitgaven aan brandstofbesparende maatregelen. Dit op zich kan weer leiden tot een creatie van nieuwe banen bij autoreparatiebedrijven (garages) en aanbieders van cursussen energiezuinig rijden, ofschoon de omvang van dit effect beperkt zal zijn. Het effect van bijmenging van biobrandstoffen voor eindverbruikers is een toename van de kosten per eenheid brandstofconsumptie vanwege de hogere kostprijs van biobrandstof ten opzichte van fossiele brandstof. Door bijmenging treedt tevens een substitutie-effect op (van fossiel naar biobrandstof), waardoor negatieve effecten zijn te verwachten voor de raffinagesector. Aan de andere zijn wanneer meer gebruik gemaakt gaat worden van biobrandstof positieve economische effecten te verwachten in de biobrandstofproducerende sectoren. Er vanuit gaande dat de productie van biobrandstof in Nederland plaats vindt, is het mogelijk dat het substitutie-effect neutraal uitpakt.

Kilometerbeprijzing

Door de kilometerbeprijzing die voorzien is in het groene energiescenario zijn positieve werkgelegenheidseffecten te verwachten voor de bouw en garages/ inbouwstations. Eerst genoemde vanwege de installatie van apparatuur langs de weg en garages vanwege de inbouw van de benodigde voertuigapparatuur in het bestaande wagenpark. Nieuwe voertuigen die op de markt komen, zijn bij het verlaten van de fabriek al voorzien van de juiste apparatuur. De meerkosten voor productie worden verondersteld te worden doorberekend in de marktprijs. Tot slot gaat het invoeren van de kilometerbeprijzing gepaard met een creatie van overheidsbanen in verband met uitvoering en handhaving van de maatregel (heffingsinning, controle).

Macro-economisch is een belangrijke vraag wie uiteindelijk opdraaien voor de kosten die samengaan met de invoering van het beprijzingssysteem. Voor zover het investeringen betreft in apparatuur langs de weg zullen deze in eerste instantie ten laste komen van de overheid. Via een algemene belastingmaatregel of specifieke doelheffing kan de overheid de kosten vervolgens omslaan richting huishoudens en bedrijfsleven. Ook voor de inbouw van apparatuur in auto's speelt deze financieringsvraag, waarbij voertuigeigenaren dan wel zelf volledig de kosten dragen dan wel via bijvoorbeeld een subsidie (geheel of deels) gecompenseerd worden.

Een belangrijk uitgangspunt is tot slot dat de beprijzing voor voertuiggebruikers budgetneutraal uitpakt, vanwege het gelijktijdig afschaffen van de MRB en BPM. Voor de overheid vallen de extra opbrengsten van de heffing weg tegen de gederfde inkomsten uit MRB en BPM.

Vliegverkeer en zeescheepvaart

Tot slot gelden specifieke maatregelen voor de lucht- en zeescheepvaartsector. Verwachting is dat de kosten hiervan in belangrijke mate kunnen worden afgewenteld op de eindgebruiker, zonder dat dit gepaard gaat met substantiële effecten op de vraag naar deze diensten.

3.2.2 Gebouwde omgeving

In het beleidspakket van het groene energiescenario wordt fors geïnvesteerd in besparingsmaatregelen voor de gebouwde omgeving. Het benodigde bedrag voor het

energiezuiniger maken van woningen komt hoofdzakelijk terecht in de bouwnijverheid en installatietechniek en leidt in deze sectoren tot de creatie van extra banen.

Bekostiging van de maatregelen wordt verondersteld primair ten laste te komen van de eindverbruiker en is daarmee van invloed op de consumptieve bestedingsruimte van huishoudens. Deze worden (althans voor een deel) gecompenseerd voor de extra uitgaven via een besparing op het energieverbruik. Schaduwzijde van een hogere energie-efficiënte in de gebouwde omgeving en de hiermee gepaard gaande afnemende energievraag, is het verwachte banenverlies in de elektriciteitssector, terwijl voor de overheid rekening dient te worden gehouden met opbrengstenderving vanwege verminderde inkomsten uit energiebelasting.

3.2.3 Elektriciteitsopwekking

Conventionele opwekkers van elektriciteit (elektriciteitscentrales) krijgen in het groene energiescenario te maken met een teruglopende vraag naar energie (elektriciteit, warmte). Enerzijds vanwege energiebesparende maatregelen in andere sectoren (gebouwde omgeving, industrie en landbouw), anderzijds vanwege de substitutie naar hernieuwbare energiebronnen (wind, biomassa). Resultaat van deze ontwikkeling is een stagnerende conventionele energieproductie en een verlies aan banen in de sector, welk verlies overigens (deels) gecompenseerd wordt door de creatie van nieuwe banen in de windenergiesector.

Naast een daling van de inkomsten voor de elektriciteitssector uit levering van elektriciteit en warmte, krijgt de sector tevens te maken met additionele kosten voor CO₂ opslag. Van belang is echter de netto verandering in het kostensaldo (waarin tevens rekening is gehouden met bijvoorbeeld uitgespaarde kosten voor CO₂ uitstoot door afvang en verminderde inzet van andere energiedragers), omdat deze uiteindelijk de verandering in de kostprijs voor elektriciteit weergeeft en daarmee de richting waarin de marktprijs zich beweegt. Dit op zichzelf werkt macro-economisch weer door via een productiekostenstijging/-daling in met name energie-intensieve sectoren dan wel via veranderingen in de consumptieve bestedingsruimte van huishoudens (prijsseffect).

Overigens zal de macro-economische doorwerking sterk afhankelijk zijn van het gevoerde beleid in het buitenland. Verondersteld zou kunnen worden dat in ieder geval op Europese schaal sprake is van een gelijke mate van inspanning en dus feitelijk alleen de concurrentiepositie van Nederlandse sectoren op de wereldmarkt mogelijk wordt beïnvloed.

3.2.4 Industrie & landbouw

De industrie en landbouw krijgen in het groene energiescenario te maken met additionele investeringen in energiebesparende apparatuur, waaronder warmte-krachtkoppeling (wkk). Daarbij veronderstelt het energiescenario het ter beschikking stellen van subsidies vanuit de overheid aan sectoren om de kosten voor aanschaf van de apparatuur (althans voor een deel) te dekken. Aan de andere kant leidt de energiebesparing voor sectoren ook tot een kostenbesparing.

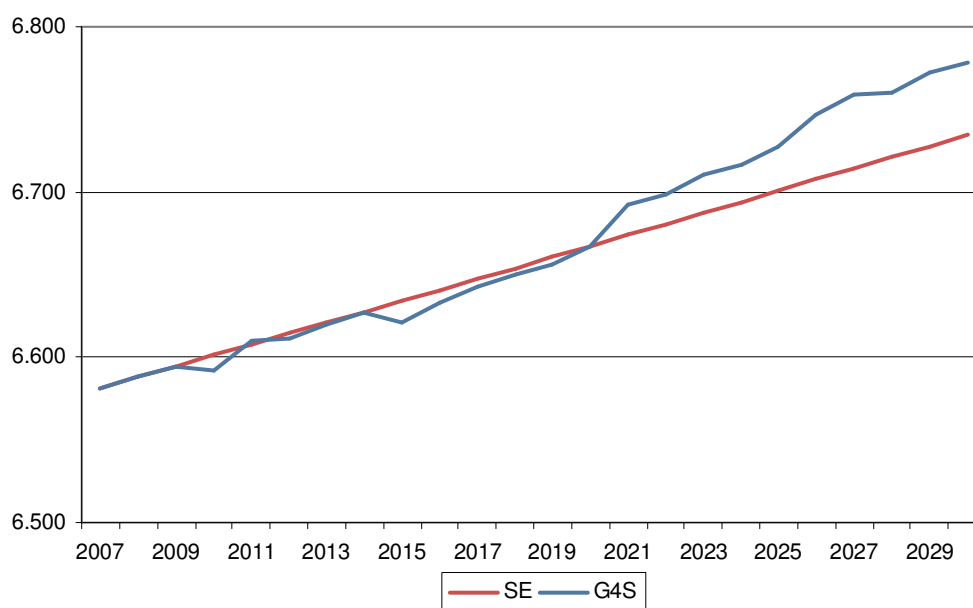
Hoe het groene energiescenario per saldo uitwerkt voor de sectoren die te maken krijgen met de maatregelen is uiteindelijk afhankelijk van het effect van de maatregelen op de kostprijs van sectoren en de uitstraling op de concurrentiepositie. Een en ander is weer afhankelijk van het gevoerde beleid in het buitenland. Positieve effecten zijn te verwachten voor de installatiesector.

3.3 Effecten op werkgelegenheid

Werkgelegenheidsontwikkeling G4S

Onderstaande figuur geeft een beeld van de potentiële werkgelegenheidseffecten van het groene energiescenario tot 2030. Om de werkgelegenheidsontwikkeling in perspectief te plaatsen is tevens een vergelijking gemaakt met het Strong Europe (SE) scenario van het CPB. De figuur laat zien dat ook in het G4S scenario sprake is van een relatief forse werkgelegenheidsontwikkeling. Aanvankelijk blijft de totale arbeidsvraag weliswaar achter bij de werkgelegenheid het SE scenario, maar rond 2020 is sprake van een omslagpunt. Vanaf dat moment is de arbeidsvraag groter in vergelijking met het referentiescenario.

Figuur 3.1 Werkgelegenheidseffecten G4S (x 1.000 FTE)



Werkgelegenheidseffecten per cluster van maatregelen

De positieve werkgelegenheidsontwikkeling is in belangrijke mate toe te schrijven aan de maatregelen die plaatsvinden in de gebouwde omgeving, terwijl ook de in het groene energiescenario uitgewerkte aanvullende maatregelen in de industrie en landbouw hier mede debet aan zijn. Voor de maatregelen gericht op transport pakt het groene energiescenario voor de in ogenschouw genomen periode negatief uit. Hetzelfde geldt ook voor energie. Nieuwe vormen van energieopwekking leveren weliswaar extra banen op, maar daar staat een verlies tegenover bij de conventionele energieopwekking.

Tabel 3.1 Bruto werkgelegenheidseffecten G4S ten opzichte van SE-scenario (x 1.000 FTE)

	2010	2015	2020	2025	2030
Transport	-7,6	-9,1	-9,7	-4,9	-1,2
Gebouwde omgeving	0,0	9,3	14,4	29,1	37,2
Elektriciteitsopwekking	0,4	0,9	1,1	0,2	-0,4
<i>w.v. conventioneel</i>	0,3	0,3	0,1	-1,1	-2,5
<i>overig</i>	0,0	0,6	1,0	1,3	2,2
Industrie & landbouw	3,8	-6,4	3,8	5,8	7,1
Totaal	-3,3	-5,4	9,6	30,3	42,7

Effecten van een veranderde energieprijz

Niet meegenomen in de bovenstaande berekeningen is overigens het effect van een veranderde prijs voor energie voor huishoudens en bedrijfsleven op de macro-economische ontwikkeling. In onderstaande tabel is dit effect weergegeven. Uitgaande van het geschetste verloop van de elektriciteits- en gasprijs in het G4S-scenario ten opzichte van het WLO SE-scenario, zien we ook hier aanvankelijk een daling van de werkgelegenheid met 2020 als piekjaar. In de periode daarna is sprake van een ombuiging en wordt het verlies aan werkgelegenheid gaandeweg geneutraliseerd.

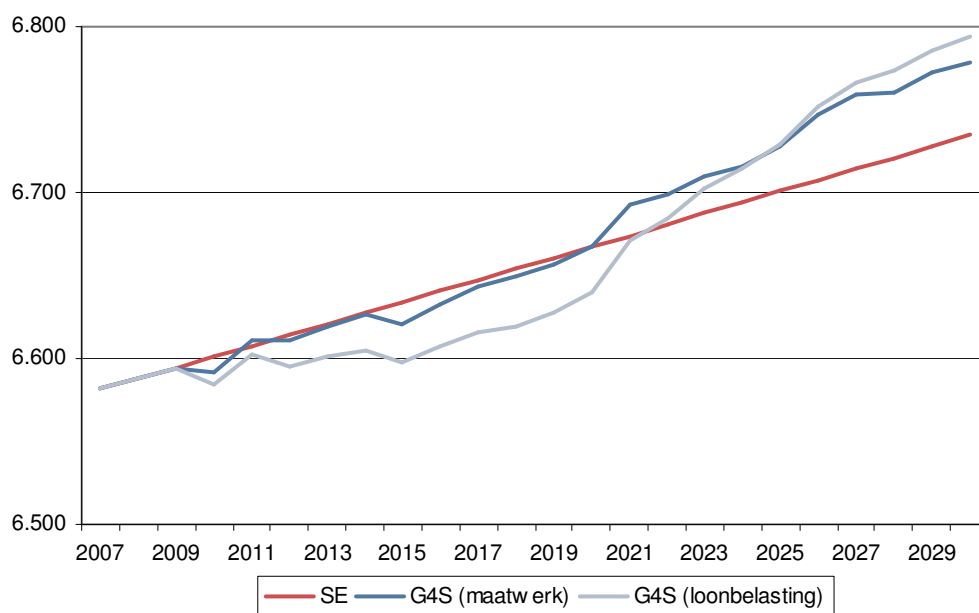
Tabel 3.2 Bruto werkgelegenheid t.g.v. relatieve daling/ stijging energieprijz t.o.v. SE-scenario (x 1.000 FTE)

	2010	2015	2020	2025	2030
Prijseffect	-5,7	-8,3	-10,1	-3,6	0,8

In deze cijfers is overigens rekening gehouden met terugsluizing van de veilingopbrengsten uit ETS naar de ‘getroffen’ economische sectoren. Dat wil zeggen de meer energie-intensieve sectoren als de chemie en metaal die door de, in de energieprijzen verdisconteerde, CO₂-rechten in principe te maken krijgen met fors hogere kosten voor energie.

Doordat het leveren van dit soort maatwerk waarschijnlijk lastig zal zijn, is tevens gekeken naar een alternatieve wijze van terugsluizing, namelijk door een verlaging van de arbeidskosten. Daarbij is aangenomen dat de opbrengsten uit veiling gelijkmatig worden uitgesmeerd over de in beschouwing genomen periode. Figuur 1.2 toont het resultaat. Te zien is dat het negatieve effect in eerste instantie groter is dan bij één op één terugsluizing van de veilingopbrengsten richting (groot) industriële verbruikers (maatwerk). Dit heeft er vooral mee te maken dat bij de verlaging van de arbeidskosten uitgegaan is van het spreiden van de veilingopbrengsten over de gehele periode, terwijl er bij maatwerk vanuit wordt gegaan dat industriële verbruikers jaar op jaar worden gecompenseerd voor de hogere energieprijzen. Daarnaast speelt ook de relatief sterke verwevenheid van de industrie met andere economische sectoren een rol, waardoor de maatregelen die hier genomen worden relatief zwaar doorklinken in de rest van de economie.

Figuur 3.2 Werkgelegenheidseffecten G4S met terugsluizing via verlaging arbeidskosten (x 1.000 FTE)



Werkgelegenheidseffecten per sector

In bovenstaande ramingen zijn de berekende effecten toegerekend aan de ‘doelsectoren’. Op vergelijkbare wijze kunnen de effecten worden gepresenteerd naar (aggregaten van) bedrijfstakken. Een dergelijke toedeling is opgenomen in onderstaande tabel. De tabel laat zien dat vooral extra arbeidsvraag ontstaat in de bouwnijverheid en in mindere mate ook in de (elektrotechnische) industrie. Dit heeft vooral te maken met de aard van de voorgenoemde maatregelen waarbij sprake is van forse investeringen in de gebouwde omgeving en in de aanpassingen van onder andere technische installaties. Tegenover een extra arbeidsvraag in de genoemde sectoren staat aanvankelijk een verlies in de dienstensector. Dit verlies heeft vooral te maken met verschuivingen in het bestedingspatroon van burgers. Om de benodigde investeringen voor bijvoorbeeld de isolatie van woningen te kunnen bekostigen zal men (althans zo is verondersteld) besparen op andere reguliere uitgaven. Vooral de dienstensector zal hiervan aanvankelijk hinder ondervinden, waarbij overigens tegen het einde van de periode het verlies aan banen in de dienstensector omslaat in een toename van de werkgelegenheid.

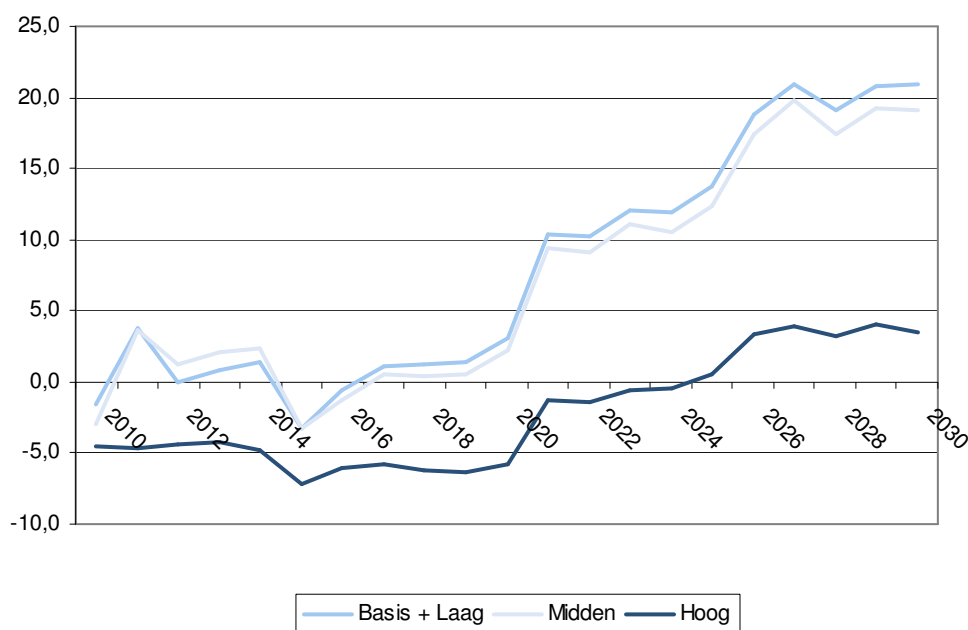
Tabel 3.3 Bruto werkgelegenheidseffect G4S per sector t.o.v. SE-scenario (x 1.000 FTE)

	2010	2015	2020	2025	2030
Landbouw	-0,4	-0,5	-0,2	0,3	0,5
Industrie	-1,5	-1,0	1,2	4,4	6,3
Energie	0,2	0,5	0,8	0,2	-0,1
Bouw	2,5	11,5	15,7	17,5	21,7
Diensten	-9,8	-24,2	-18,0	4,2	15,2
Totaal	-9,0	-13,8	-0,5	26,6	43,5

Kwalificatiestructuur arbeidsvraag

Een belangrijke vraag is welke groepen getroffen worden door c.q. voor welke groepen het groene energiescenario perspectieven voor werk oplevert. Om dit inzichtelijk te maken is in onderstaande figuur de extra arbeidsvraag ingedeeld op basis van het beroepsniveau van de functies waarnaar vraag ontstaat. De figuur laat zien dat de additionele arbeidsvraag die rond 2020 optreedt vooral ontstaat in het lager en middelbaar segment. Vooral in deze segmenten zal in toenemende mate frictie ontstaan vanwege het niet goed aansluiten van vraag en aanbod op de arbeidsmarkt. Het creëren van extra banen in het lager en middelbaar segment in het G4S scenario levert een bijdrage om deze frictie te verminderen. De vraag naar hoger opgeleiden blijft daarentegen achter bij de ontwikkeling in het WLO SE scenario. Op zich is dat geen probleem vanwege de toenemende krapte die naar verwachting zal ontstaan op de arbeidsmarkt in het hogere opleidingssegment.

Figuur 3.3 Opbouw van de bruto werkgelegenheidsimpuls naar beroepsniveau (x 1.000 FTE)

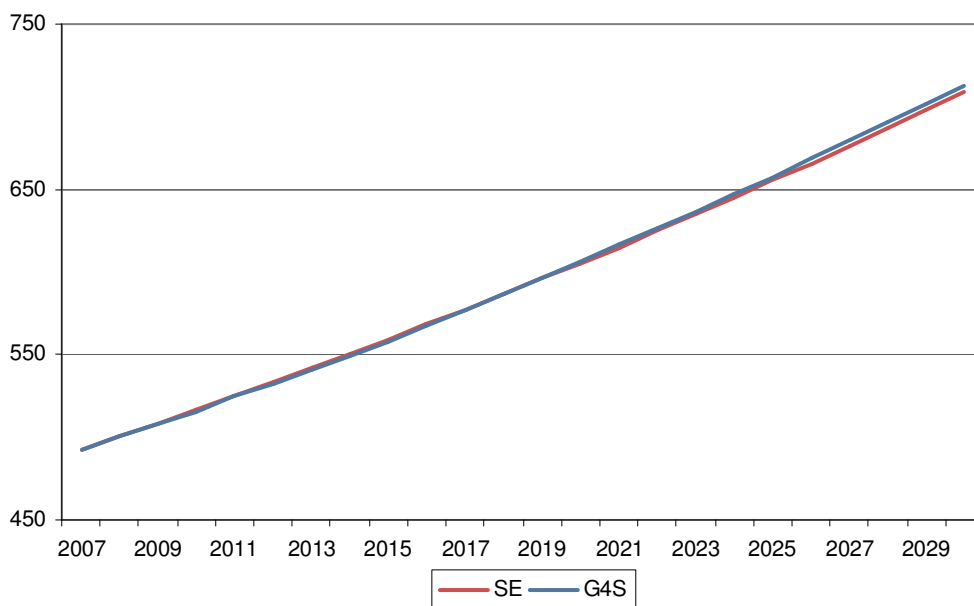


3.4 Effecten op BBP en inkomen

Effecten op BBP

Onderstaande figuur geeft het verschil in economische groei (BBP) tussen het G4S en SE-scenario. Te zien is dat de verschillen beperkt zijn, met een groei van het BBP in zowel SE als G4S met ca. 1,6%.

Figuur 3.4 Effecten G4S op ontwikkeling BBP (x miljard euro)



Effecten op inkomen

De effecten van het G4S scenario kunnen ook worden uitgedrukt in de mate waarin de inkomensontwikkeling in Nederland wordt beïnvloed. Op macro-niveau is vooral de groei van het netto nationale inkomen relevant. Onderstaande tabel laat zien dat in het G4S scenario sprake is van een gemiddelde jaarlijkse groei van rond de 1,9% over de gehele periode. In vergelijking met het SE-scenario ligt de gemiddelde jaarlijkse groei aanvankelijk lager, maar zien we een herstel aan het eind van de in beschouwing genomen periode.

Tabel 3.4 Gemiddelde jaarlijkse groei G4S en SE

	2010-2020	2020-2030	Totaal periode
G4S	1,98%	1,85%	1,91%
SE	2,00%	1,70%	1,85%

3.5 Kanttekeningen en observaties

Voor een juiste interpretatie van de ramingen dienen tenslotte nog enkele kanttekeningen te worden gemaakt:

- Verdringing van bestaande werkgelegenheid**
 REMI-NEI houdt geen rekening met beperkingen in het aanbod van arbeid. Als gevolg van dergelijke beperkingen kan een door REMI-NEI voorspelde toename in de vraag naar arbeid in geval van een overspannen arbeidsmarkt niet volledig worden gerealiseerd. Er kan bij een dergelijke beperking in het aanbod sprake zijn van verdringing. De mate van verdringing kan bovendien verschillen per regio. Om deze

mate van verdringing te bepalen dient er inzicht te zijn in de arbeidsmarktsituatie in de referentiesituatie.

Ofschoon een dergelijk inzicht niet voorhanden is, wordt door diverse instituten (o.a. CPB) verwacht dat de arbeidsmarkt in Nederland in de toekomst krap zal zijn. In dat geval zal in het begin van de Green4Sure-periode sprake zijn van een minder negatief werkgelegenheidseffect, terwijl aan de andere kant ook sprake zal zijn van een geringere creatie van werkgelegenheid dan weerspiegelt in de berekeningen t/m 2030. Voor de duidelijkheid: in bovenbeschreven effecten is hier geen rekening mee gehouden.

- *Effecten op macro-niveau versus effecten op meso- en micro-niveau*
Hoewel in de berekeningen een zo laag mogelijk detailniveau is gehanteerd, zullen afhankelijk van specifieke omstandigheden de effecten voor individuele sectoren en bedrijven sterk variëren en in voorkomende gevallen onevenredig sterk optreden. Ook voor de effecten op inkomen past een dergelijke nuancerende opmerking en kan niet uitgesloten worden dat ondanks een per saldo positieve inkomensontwikkeling bepaalde groepen er op voor- en andere er juist op achteruitgaan.
- *Bandbreedte en onzekerheden*
Vanwege de lange termijn die in beschouwing wordt genomen kunnen de uiteindelijke kosten voor Green4Sure afwijken van de ramingen die in deze studie zijn gehanteerd. Door ECN wordt de onzekerheid voor de opgestelde kostenraming geschat op 50%. Deze onzekerheid werkt vervolgens ook door in het niveau van de berekende effecten.

3.6 Samenvatting

Onderstaande tabel geeft een samenvattend overzicht van de belangrijkste effecten van het G4S scenario.

Tabel 3.5 Bruto werkgelegenheidseffect G4S per sector t.o.v. SE-scenario (x 1.000 FTE)

	2010	2015	2020	2025	2030
Werkgelegenheidseffecten	-9,0	-13,8	-0,5	26,6	43,5
<i>Sectormaatregelen</i>	-3,3	-5,4	9,6	30,3	42,7
<i>Prijseffecten</i>	-5,7	-8,3	-10,1	-3,6	0,8
BBP			+0,03% per jaar		
Inkomenseffecten			+0,06% per jaar		

Bijlagen

Bijlage 1 REMI Model

Waar het vandaan komt

Het REMI model is een regionaal economisch model met input-output relaties tussen sectoren voor landen of regio's. Het model is ontwikkeld door prof. George Treyz van Regional Economic Models Inc. (REMI) en wordt sinds de jaren zeventig in de VS door veel universiteiten, onderzoeksbureaus en regionale overheden gebruikt om de effecten van regionaal beleid op de regionale economie (BBP, werkgelegenheid, bevolking etc.) aan te geven. Het model heeft in de VS een goede status bij Universiteiten en overheden, waarvan vele tot de gebruikers van het model behoren. Het model wordt in Europa landenspecifiek toegepast door de Europese Commissie, in de UK (door Ecotec), Schotland, Duitsland (RWI), Spanje, Noord-Italië (IRPET), België (Planbureau Wallonië) en Nederland (ECORYS). In principe is ontwikkeling van het model op elk regionaal schaalniveau mogelijk mits de relevante data beschikbaar zijn (of in sommige gevallen geconstrueerd kunnen worden).

Aard van het model

Het REMI model voor Nederland is een regionaal economisch model dat berekeningen kan uitvoeren op regio niveau en is ontwikkeld door ECORYS in combinatie met REMI Inc. Het model is een economisch model gebaseerd op geregionaliseerde input-output tabellen. Het model kent doorwerkingen tussen regio's via de handel tussen regio's (interregionaal model). Het model bevat een groot aantal vergelijkingen die het gedrag van consumenten en bedrijven weerspiegelen.

Kenmerken van het REMI model

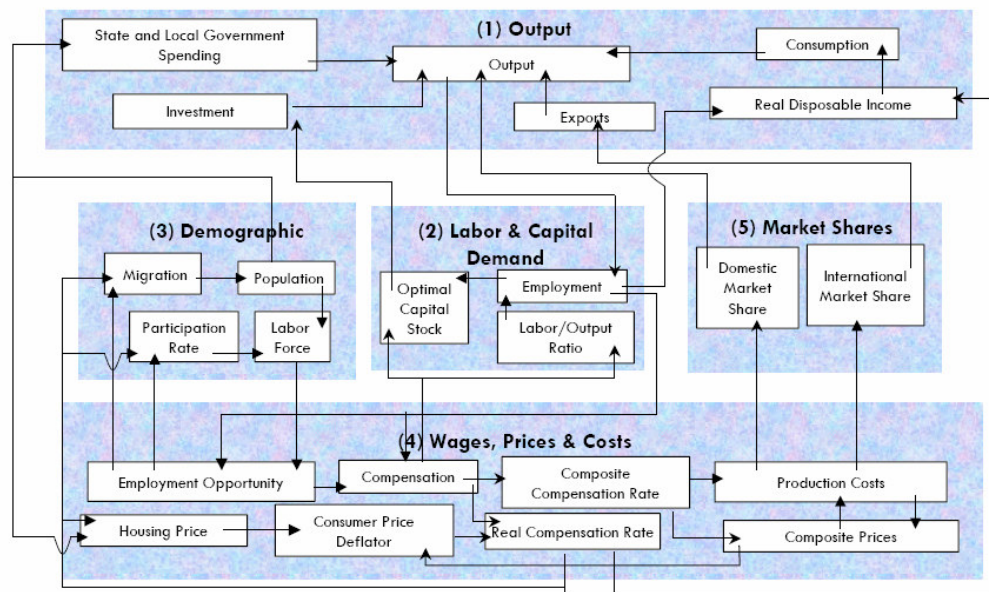
REMI wordt gekenmerkt door:

- State of the Art regionaal economisch model met micro-fundering (kostenfunctie bedrijven, consumptiefunctie);
- Het is volledig specifiek gemaakt voor de Nederlandse situatie (Nederlandse data, arbeidsparticipatie, migratie etc.)
- Het rekent effecten op COROP niveau door voor 24 verschillende economische sectoren
- Bevat economische causale relaties die sporen met economisch theoretische inzichten. Deze relaties zijn in veel gevallen econometrisch geschat in sommige gevallen zijn ze gekalibreerd op Nederlandse data.
- Gebaseerd op nationale input-output tabellen en consumptie-sector tabellen van het CBS (interacties tussen sectoren en tussen consumenten en sectoren) en andere belangrijke Nederlandse data;
- Bevat in enige mate New Economic Geography inzichten (agglomeratie voor- en nadelen);
- Een arbeidsmarkt en bevolkingsblok zodat ook nationale of regionale bevolkingsprognoses opgesteld kunnen worden.

Structuur en werking van het model

REMI model kent een aantal blokken. In het outputblok wordt op basis van de finale vraag van consumenten en het marktaandeel en de afzet van bedrijven in de regio de regionale productie bepaald. In het arbeidsvraag en kapitaal blok hebben de regionale

output en lonen invloed op de regionale vraag naar arbeid en vraag naar kapitaalgoederen (investeren). Het regionale arbeidsaanbod wordt in het demografieblok bepaald op basis van de bevolking naar leeftijd en interregionale migratie. In het lonen en prijzenblok vindt de loonvorming plaats onder invloed van vraag en aanbod op de regionale arbeidsmarkt en komen prijzen tot stand onder invloed van productiekosten. Deze lonen, productiekosten en afzetprijzen werken vervolgens door op de marktaandelen van de regio in binnen- en buitenland. Hoe groter het kostenvoordeel van de regio ten opzichte van de andere regio's en het buitenland des te meer de regio marktaandeel kan behalen en daarmee kan produceren. In onderstaand figuur wordt de structuur en de relaties tussen de verschillende blokken van het REMI weergegeven.



REMI NEI bevat de volgende economische sectoren:

1. Agriculture, forestry and fishing
2. Mining
3. Food industry
4. Textile and leather industry
5. Publishers, printers and paper industry
6. Petroleum industry
7. Chemical industry
8. Rubber and plastic industry
9. Metal industry
10. Machine industry
11. Electrotechnical industry
12. Transport equipment industry
13. Wood, wood prod, furn, jewelry, games, toys industry
14. Electricity, gas and water supply
15. Construction
16. Trade and repairs
17. Transport, storage and communication
18. Hotels, cafés and restaurants
19. Financial institutions
20. Rental and trade of real estate

21. Commercial services and rental of movable properties
22. Health and welfare
23. Services
24. General government

Toepassingen van REMI

Het model kan de effecten van beleid aangeven op bijv. BBP, werkgelegenheid, werkloosheid, prijzen, productiviteit, binnenlandse migratie en bevolking. Het model onderscheidt hiertoe een autonome voorspelling en een beleidsscenario. De gebruiker van het model dient dan een verandering aan te geven van een van de beleidsvariabelen in het model. De beleidsvariabelen betreffen de directe effecten van beleidsmaatregelen. Daarbij kan gedacht worden aan effecten van transportinfrastructuur op transportkosten of reistijdwinsten of effecten van milieumaatregelen op kosten voor bedrijven. De gebruiker moet dus in alle gevallen beschikken over een kwantificering van de directe effecten van beleid.

Belangrijke beleidsvariabelen in het model zijn:

- Kosten voor bedrijven (bijv. transportkostenverlagingen bij infrastructuur, kosten van milieumaatregelen voor bedrijven);
- Exogene werkgelegenheidsimpuls (bijv. bij vestiging van een bedrijf in de regio);
- Reistijdwinsten voor burgers of bedrijven (bijv. bij nieuwe infrastructuur);
- Exogene productiviteitsgroei (bijv. bij onderwijs of scholingsmaatregelen);

Het model berekent vervolgens de indirecte effecten (economische doorwerking) van beleid op productie, werkgelegenheid, bevolking etc.

Inhoudelijke meerwaarde van REMI

De meerwaarde van REMI ten opzichte van bestaande methoden om regionale effecten te onderbouwen ligt op een aantal punten:

- Een betere analytisch causale onderbouwing van economische effecten (werkgelegenheid of productie);
- Veelheid aan outputvariabelen: ook werkloosheid, bevolking, investeringen en lonen en prijzen;
- Beschikking over een forecasting model voor economische groei en bevolking (en binnenlandse migratie);
- Een instrument om uitkomsten van andere modellen mee te vergelijken (KBA's, effecten beleid etc.);

Voor meer informatie over REMI kan op verzoek een uitgebreide modelbeschrijving toegestuurd worden.

14 Klimaatwet met toelichting



KLIMAATWET VOOR NEDERLAND

-Vertrouwelijk-

Robert Harmsen
Mirjam Harmelink
Jos Wassink

Mei 2007

PECSNL06
Copyright Ecofys 2007

Project in opdracht van CE in het kader van Green4Sure

Voorwoord

In opdracht van CE heeft Ecofys een voorstel uitgewerkt voor een Nederlandse klimaatwet. Deze studie vormt input voor het Green4sure project.

Doel van het Green4sure project is een halvering van broeikasgasemissies in 2030 t.o.v. 1990. Een klimaatwet kan hierbij concrete ondersteuning bieden, enerzijds door het pad naar het lange termijn doel in te vullen met jaarbudgetten, en anderzijds door het doel van hardheid te voorzien en consequenties te verbinden aan het niet realiseren van jaarbudgetten.

Deze studie is begeleid door Frans Rooijers (CE) en Donald Pols (Milieudefensie).

Inhoudsopgave

1	Inleiding	1
1.1	Achtergrond	1
1.2	Relatie met Green4sure	1
1.3	Leeswijzer	2
2	Waarom een klimaatbudget?	3
2.1	Internationale Klimaatverandering Agenda	3
2.2	Nederlandse doelstelling voor uitstoot van broeikasgassen	3
2.3	Doelstelling versus totale uitstoot	3
2.4	Wat is een klimaatbudget?	4
2.5	Voordelen van een klimaatbudget	5
3	Vormgeven van een klimaatbudget	7
3.1	Ontwerp van een klimaatbudget	7
3.1.1	Reikwijdte	7
3.1.2	Te gebruiken eenheden	8
3.1.3	Vaststelling van het budget	8
3.1.4	Onderverdeling van het klimaatbudget	9
3.1.5	Budgetverantwoordelijkheid	9
3.1.6	Spelregels	10
3.1.7	Monitoren en evalueren	12
3.2	Uitdagingen	14
4	Green4sure	15
4.1	Doelstelling Green4sure	15
4.2	Instrumenten Green4sure	15
4.3	Doelgroepen Green4sure	16
4.4	Emissieplafond ~ klimaatbudget	16
4.5	Invulling emissieplafonds Green4sure	16
4.6	Verantwoordelijkheid	17

5 Tekstvoorstel Nederlandse klimaatwet 19

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Begin dit jaar hebben Natuur- en milieuorganisaties het kabinet opgeroepen een “Klimaatwet” in te voeren. Daarin zou onder meer moeten worden vastgelegd met welk percentage de Nederlandse uitstoot van broeikasgassen jaarlijks moet vermindere. In deze klimaatwet zou de omvang van de jaarlijks toegestane uitstoot van broeikasgassen – *het klimaatbudget* – wettelijk moeten worden vastgelegd. In het kader van het Green4Sure project heeft CE aan Ecofys gevraagd een concreet voorstel uit te werken voor een Nederlandse klimaatwet.

Een klimaatbudget is een instrument om een lange termijn emissiedoelstelling vast te leggen en te implementeren. De toegevoegde waarde van een klimaatbudget ten opzichte van een doelstelling voor een specifiek jaar is, dat een klimaatbudget het emissieprofiel van de economie over langere tijd vastlegt, waarbij de nadruk dus veel meer komt te liggen op de cumulatieve emissies in plaats van alleen de emissies in het jaar van afrekening.

1.2 Relatie met Green4sure

Vijf maatschappelijke organisaties¹ hebben zich hard gemaakt voor een halvering van de uitstoot van broeikasgasemissies in Nederland in 2030 t.o.v. 1990. CE heeft opdracht gekregen deze doelstelling uit te werken met nadruk op het in te zetten beleidsinstrumentarium. Dit uitgewerkte plan heeft de naam Green4sure gekregen, het Groene Energieplan. Voor drie doelgroepen is een eigen instrumentenpakket uitgewerkt: de deelnemers aan het Europese CO₂-emissiehandelsstelsel (industrie, glastuinbouw² en elektriciteitscentrales), het verkeer en de gebouwde omgeving. Voor de lange termijn (tot 2030) is binnen Green4sure de keuze gemaakt voor drie aparte emissiehandelssystemen met ieder hun eigen plafond.

Dit rapport is vooral gericht op het geven van een concrete handreiking voor de invoering van een klimaatbudget op de korte termijn, door zoveel mogelijk aan te sluiten bij bestaande systemen. Hoofdstuk 3 gaat in op de vormgeving van een klimaatbudget uitgaande van de instrumentariumkeuze in Green4sure.

¹ FNV, Greenpeace, Milieudefensie, Natuur en Milieu, Wereld Natuurfonds.

² Op dit moment doet alleen de energie-intensieve industrie mee aan emissiehandel en een enkele glastuinder.

1.3 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 gaat in op de noodzaak en de voordelen van de invoering van een klimaatbudget voor Nederland. Hoofdstuk 3 beschrijft de concrete keuzemogelijkheden bij het vormgeven van een klimaatbudget. Hierbij ligt de focus op het geven van concrete handreikingen voor de invoering op de korte termijn. Dit betekent dat zoveel mogelijk wordt aangesloten bij de huidige praktijk. Hoofdstuk 4 gaat in op de mogelijke vorming van een klimaatbudget op de lange termijn uitgaande van het Green4sure scenario. Ten slotte bevat hoofdstuk 5 een concreet tekstvoorstel voor een klimaatwet.

2 Waarom een klimaatbudget?

2.1 Internationale Klimaatverandering Agenda

Het Kyoto Protocol is de eerste internationale stap naar vermindering van broeikasgassen in de atmosfeer. Het Protocol is geratificeerd en trad officieel in werking op 1 januari 2005. De eerste periode met klimaatverplichtingen loopt van 2008 tot 2012. In die periode moeten de 55 ondertekenaars van het Protocol aan de aan hen opgelegde verminderingen aan uitstoot voldoen.

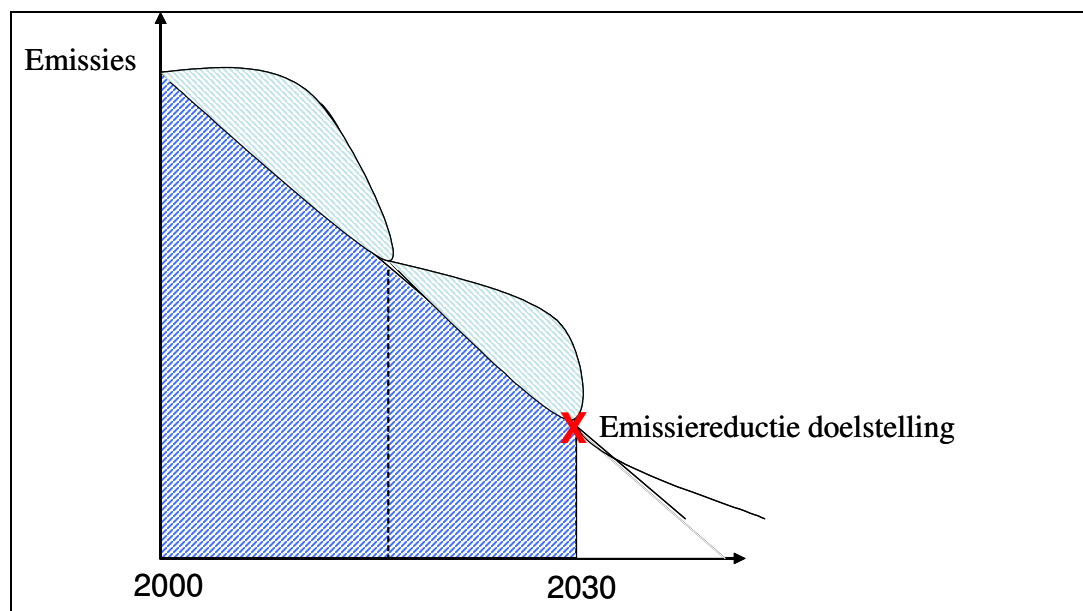
De verwachting is dat de deelnemende landen ook na 2012 reductie van de uitstoot van broeikasgassen blijven nastreven.

2.2 Nederlandse doelstelling voor uitstoot van broeikasgassen

Met het tekenen van het Kyoto protocol heeft Nederland zich verplicht om in de periode van 2008 tot 2012 de uitstoot aan broeikasgassen met 6% te verminderen ten opzichte van het niveau van 1990. Deze verplichting geldt voor alle broeikasgassen die in het Kyoto Protocol genoemd zijn: kooldioxide (CO₂), methaan (CH₄), lachgas (N₂O), zwavelhexafluoride (SF₆), fluorkoolwaterstoffen (HFC's) en perfluorkoolwaterstoffen (PFC's).

2.3 Doelstelling versus totale uitstoot

Doelstellingen voor de reductie van uitstoot van broeikasgassen gericht op een “afrekenjaar” leveren het risico op dat de totale, cumulatieve hoeveelheid emissies groter is dan nodig/gewenst. Figuur 1 laat zien dat het niet de doelstelling is die de impact van de Nederlandse uitstoot op het klimaat bepaalt, maar de manier waarop die doelstelling bereikt wordt. Die bepaalt namelijk het profiel van de emissie, met andere woorden: de oppervlakte onder de kromme.



Figuur 1 Reductiedoelstelling versus cumulatieve emissies

Het donkerblauw gearceerde gebied stelt het totale volume aan emissies voor bij een geleidelijke benadering van de beoogde emissiedoelen. De werkelijke emissies kunnen een ander pad volgen waardoor per saldo (het lichtblauw gearceerde gebied) cumulatief meer uitstoot plaatsvindt terwijl de het resultaat qua doelstelling dezelfde is.

Omdat de totale hoeveelheid aan emissies maatgevend is voor de impact op het klimaat, is het van belang om de emissiebeperking langs een gewenst pad te laten verlopen, in plaats van eenvoudigweg midden- en lange termijn doelstellingen te stellen en na te streven.

Het is daarom van belang om frequentere doelstellingen te hanteren dan alleen voor bijvoorbeeld 2010, 2020 en 2030 en het bereiken van die pijlpaaltjes dan ook regelmatig, liefst jaarlijks, te controleren.

2.4 Wat is een klimaatbudget?

Het begrip klimaatbudget kan op veel verschillende manieren geïnterpreteerd worden. In dit rapport hanteren we de volgende definitie:

Een klimaatbudget staat voor een bepaalde hoeveelheid CO₂ (equivalent) emissies die in een bepaalde periode uitgestoten kan worden, hetzij door de hele economie, hetzij door een vooraf geselecteerde subgroep.

2.5 Voordelen van een klimaatbudget

Een klimaatbudget lijkt op het eerste gezicht veel op bestaande systemen voor het vaststellen en monitoren van tussentijdse klimaatdoelstellingen, zoals de in Nederland vastgestelde streefwaarden voor de uitstoot van broeikasgassen per sector.

Maar er zijn een aantal belangrijke verschillen:

- Een klimaatbudget hanteert een andere taal. Het maakt duidelijk dat de totale nationale emissies beperkt zijn en dat overschrijding ervan niet de bedoeling is. Aan het niet halen van “normale” doelstellingen worden over het algemeen weinig consequenties verbonden. Bij het niet halen van een ‘klimaatbudget’ zal de minister verantwoordelijk voor het klimaatbudget extra maatregelen moeten inzetten om reducties te realiseren zodat de emissies alsnog op korte termijn binnen het gestelde klimaatbudget blijven.
- Ten tweede leidt het gebruik van een lange termijn klimaatbudget ertoe dat, het emissieprofiel doorlopend in de gaten wordt gehouden, in plaats van momentopnamen van emissiereducties op (ver) uiteen liggende tijdstippen.
- Een gevolg daarvan is dat een klimaatbudget beleidsmakers eerder helpt dan het hen onder druk zet. Regelmatig monitoren en evalueren vermindert de onzekerheid en helpt beleidsmakers veranderingen in het emissieprofiel te begrijpen, en hun beleid daarop aan te passen.³
- Een klimaatbudget beperkt effectief de emissies van de hele economie, zoals de Europese emissiehandel (EU ETS) dat nu al doet voor de energiesector en de industrie. Vooruitlopend daarop is het voordeel van een economiebrede emissiebeperking dat het handelsmogelijkheden schept binnen sectoren, maar ook tussen verschillende sectoren.

³ In die zin heeft een klimaatbudget een meerwaarde t.o.v. het huidige systeem waarin de onzekerheid in het halen van de doelstellingen juist groot is, zie bijvoorbeeld de kamerbrief “Integrale afweging klimaatbeleid gericht op het halen van Kyoto” van voormalig staatssecretaris van Geel (KvI2006247406).

3 Vormgeven van een klimaatbudget

3.1 Ontwerp van een klimaatbudget

De ontwikkeling en invoering van een klimaatbudget kent verschillende stappen:

1. vaststelling van de reikwijdte van het budget
2. vaststelling van de te gebruiken eenheden in het budget
3. vaststelling van het nationale budget
4. onderverdeling van het budget
5. toewijzing van verantwoordelijkheid voor het budget
6. vaststellen van de spelregels: handel, lenen en “banken”, boetebepaling
7. bepalen van de manier van monitoren en evalueren

3.1.1 Reikwijdte

Voor het vastleggen van bereik van de klimaatwet moeten op twee vlakken keuzen gemaakt worden:

- Welke broeikasgassen worden meegenomen?
- Op welk deel van de economie heeft de klimaatwet betrekking?

In het Kyoto Protocol worden de volgende broeikasgassen genoemd: kooldioxide (CO₂), methaan (CH₄), lachgas (N₂O), zwavelhexafluoride (SF₆), fluorkoolwaterstoffen (HFC's) en perfluorkoolwaterstoffen (PFC's). Hoewel dit de belangrijkste gassen zijn, is deze lijst niet compleet. Bij het vormgeven van de klimaatwet kan besloten worden andere broeikasgassen wel op te nemen of tenminste de mogelijkheid open te laten nieuwe gassen in een later stadium toe te voegen.

In theorie zou een klimaatbudget zowel betrekking kunnen hebben op de wereld, een land, een bedrijf of een individu. In principe kan dus gekozen worden voor een Nederlandse (nationaal) klimaatbudget, een Europees budget of, juist beperkter, een budget voor een deel van de economie (zoals het Europese CO₂ emissiehandelssysteem). Bij de keuze moet ook in overweging genomen worden dat internationale lucht- en scheepvaart geen onderdeel vormen van het Kyoto Protocol. Bij de vormgeving van de klimaatwet kan besloten worden deze sectoren wel op te nemen (zover emissies toe te rekenen zijn aan Nederland) ofwel ruimte te laten ze in een later stadium op te nemen.

3.1.2 Te gebruiken eenheden

Bij het vastleggen van de te gebruiken eenheid in de klimaatwet kan gekozen worden uit twee varianten:

- Fysieke eenheid (emissies uitgedrukt in hoeveelheid CO₂ equivalent)
- Monetaire eenheid (waarde emissies in euro)

Ieder broeikasgas heeft zijn eigen specifieke broekaspotentieel ('global warming potential' of GWP). Dit potentieel wordt uitgedrukt in CO₂ equivalenten. Hoewel er steeds ontwikkelingen zijn op dit gebied van de wetenschap en daarnaast nog andere factoren van belang zijn (zoals de verschillende impact van gassen al naar gelang de hoogte in de atmosfeer of de temperatuur), hanteert het UNFCCC een standaard set van GWP's. Deze methode wordt beschouwd als de meest praktische optie om emissies te monitoren, veranderingen te begrijpen en de impact van alle verschillende broeikasgassen te beschouwen.

Een alternatieve benadering is om emissies uit te drukken in geld. Er zijn een aantal nadelen aan deze methode verbonden:

- De focus van een klimaatbudget ligt in dat geval niet meer op uitstoot volumes maar op geld.
- De CO₂-markt vertoont grote prijsschommelingen, wat het toekennen van een geldelijke waarde aan uitstoot zowel onpraktisch als verwarrend maakt.

Toch is het is echter denkbaar dat op termijn een klimaatbudget succesvol vertaald kan worden in valuta voor financiële rapportages, hoewel de fysieke uitstoot zelf altijd belangrijk zal blijven.

3.1.3 Vaststelling van het budget

De eerste stap in de vaststelling van een nationaal klimaatbudget vereist een lange termijn klimaatdoel en het uitstippelen van de weg daarheen in de vorm van een emissieprofiel. Vijf maatschappelijke organisaties hebben hierop een voorschot genomen met het Green4sure energieplan voor Nederland. De betrokken organisaties zijn Stichting Natuur en Milieu, Greenpeace, Wereld Natuur Fonds, Milieudefensie en ABVAKABO-FNV. Green4sure gaat uit van een vermindering van de uitstoot van broeikasgassen met 50% in 2030 (t.o.v. 1990). Dat betekent een jaarlijkse emissiebeperking van ongeveer 3% vanaf nu tot 2030.

De Green4sure ambitie sluit aan op die van de Europese Commissie en de Nederlandse regering. De Europese Commissie heeft in februari 2007 besloten tot een emissiebeperking van tussen 20 en 30% in 2030, afhankelijk van de toezeggingen van andere niet-Europese landen. Het nieuwe kabinet heeft haar klimaatambitie in het regeerakkoord vastgelegd: een CO₂-reductie van 30% in 2020 t.o.v. 1990, o.a. door 20% duurzame energie in 2020 en 2% energiebesparing per jaar.

3.1.4 Onderverdeling van het klimaatbudget

Voor communicatiedoeleinden is het belangrijk dat er een overall budget (bijvoorbeeld voor Nederland als geheel) wordt vastgesteld. Een overall (nationaal) klimaatbudget toont de ambities van een land en geeft een duidelijk signaal af richting het bedrijfsleven, de burgers en andere landen. Voor de praktische uitvoering echter is het noodzakelijk dat er goed nagedacht wordt welke sectoren van de economie welk deel van het budget voor hun rekening nemen. Relevant hierbij zijn bijvoorbeeld de verwachte groei van sectoren en het emissieproductiepotentieel.

Wanneer eenmaal beslist is over de omvang van het nationale klimaatbudget en het verloop daarvan in de tijd, kan het budget verder uitgesplitst worden, bijvoorbeeld naar sectoren. Binnen een sector kan het verder uitgesplitst worden naar subsectoren. Uiteindelijk zou het budget zelfs uitgesplitst kunnen worden naar het niveau van de eindgebruiker: individuen, bedrijven en organisaties.

De mate van uitsplitsing hangt af van twee tegengestelde overwegingen. Naarmate het budget verder is uitgesplitst, is op het eindniveau nauwkeuriger bekend wat de maximale emissies zijn, waardoor de kans groter wordt dat de doelstellingen bereikt worden. Aan de andere kant vergroot iedere uitsplitsing de complexiteit van het systeem en de onzekerheid in de totale emissie.

Het is mogelijk een systeem te ontwerpen dat een onderverdeling kent in sectoren en dat sommige sectoren hun deelbudget onderling verder uitsplitsen. Een voorbeeld hiervan is het huidige EU emissiehandelssysteem (EU ETS). Deelnemende bedrijven hebben hun individuele budget, die samen onder het nationale budget vallen.

3.1.5 Budgetverantwoordelijkheid

Het belangrijkste doel van het klimaatbudget is om emissiereductie hoger op de politieke agenda te krijgen. Gekozen zou kunnen worden de budgetverantwoordelijkheid bij de ministerpresident te leggen. Behandeling van het klimaatbudget zou dan parallel moeten lopen met behandeling van rijksbegroting. Een alternatief is de verantwoordelijkheid bij relevante departementen neer te leggen. Het nationale budget zou dan bijvoorbeeld als volgt uitgesplitst kunnen worden:

	Departement
CO ₂ landbouw	LNV
CO ₂ verkeer, scheepvaart, luchtvaart	V&W
CO ₂ gebouwde omgeving	VROM
CO ₂ industrie/energie	EZ
Overige broeikasgassen	VROM

Voor de bedrijven die deelnemen aan de Europese CO₂ emissiehandel geldt dat zij zelf verantwoordelijk zijn voor hun CO₂-budget. In de meest vergaande uitsplitsing zou ieder bedrijf, individu of organisatie verantwoordelijk zijn voor zijn eigen budget.

Er zijn momenteel geen wettelijke mogelijkheden om departementen aansprakelijk te stellen voor het niet halen van hun klimaatbudget. In de politieke praktijk is een dergelijke aansprakelijkheid en daaruit voortvloeiende consequenties niet gebruikelijk.

3.1.6 Spelregels

Voordat het klimaatbudget in de praktijk ingevoerd kan worden moeten een aantal spelregels vastgelegd worden. Belangrijke onderwerpen hierbij zijn:

- het toestaan van handel
- de mogelijkheid budget te lenen of te “bankken” (interactie budget perioden)
- boetebepaling
- noodzaak voor aparte doelstelling duurzame energie

Handel

Een klimaatbudget wordt nogal eens vergeleken met het systeem van emissiehandel. Het verschil tussen beide is dat een budget betrekking heeft op de beschikbare hoeveelheid CO₂-equivalenten per land, bedrijf of individu, terwijl een handelsmechanisme een manier is waarop de verdeling van het budget flexibeler gemaakt kan worden. Het klimaatbudget is daarom beter te vergelijken met de nationale allocatieplannen (NAPs) die ten behoeve van de emissiehandel worden opgesteld.

Handel kan een manier zijn om klimaatbudgettering op kleine schaal, bijvoorbeeld op individueel niveau, praktischer en aantrekkelijker te maken. Maar omgekeerd betekent het implementeren van een klimaatbudget niet noodzakelijkerwijs dat er ook handel gedreven moet worden.

Een ander aspect is de interactie met het buitenland. Er zou een systeem gekozen kunnen worden dat geen lekken toestaat in de vorm van aankoop van emissiereducties buiten Nederland. De vraag is hoe reëel een dergelijk systeem is: Het Europees CO₂-emissiehandelsysteem is ontworpen om over landsgrenzen heen te handelen en de deelnemende bedrijven zijn verantwoordelijk voor een fors deel van de nationale emissie. Wel zou ervoor gekozen kunnen worden aankoop van emissies in landen die niet meedoen aan de Europese emissiehandel buiten het klimaatbudget te houden. Een praktische reden hiervoor kan zijn dat een post-Kyoto klimaatverdrag wel eens verplichtingen aan landen als China, India en Brazilië zou kunnen stellen om zelf hun emissies te beperken, waardoor de belangrijke bijdrage die bestaande sys-

temen als *Clean Development Mechanism* (CDM) of *Joint Implementation* (JI) op dit moment leveren, weg gaat vallen.

Lenen of “banken”

Het klimaatbudget kan zo vormgegeven worden dat het mogelijk is bij overschrijding van het budget te “lenen” van (in te teren op) een volgende periode. Analoog kan bij onderuitputting van het budget de overschotten “gebankt” worden, d.w.z. bewaard voor een volgende periode. Een systeem van lenen en “banken” kan als aanvulling op het handelssysteem ingevoerd worden, maar biedt ook zonder mogelijkheid tot handelen flexibiliteit aan de verantwoordelijke partijen.

Bij lenen moet vastgelegd worden hoeveel maximaal geleend kan worden per periode (plafond). Bij “banking” moet bepaald worden onder welke condities surplus budget doorgegeven kan worden. Onder andere is het belangrijk vast te leggen of er een maximum plafond vastgesteld wordt en of het surplus over meerdere periodes uitgespreid mag worden.

Vanwege de interactie met de Europese emissiehandel ligt het voor de hand zoveel mogelijk naar synergie te zoeken, zowel bij de condities voor lenen als voor “banken”.

Van boetebepaling tot burgerinspraak

Een boetebepaling kan een belangrijke voorwaarde zijn om de effectiviteit van het klimaatbudget te garanderen omdat het een stok achter de deur betekent voor verantwoordelijke partijen. Ook hier is de Europese emissiehandel een goed voorbeeld: deelnemende partijen betalen een boete als ze meer emissies uitstoten dan aan hen toegewezen en wanneer deze niet gecompenseerd zijn met ingekochte rechten. Dit gaat echter niet altijd op. Indien departementen verantwoordelijk zijn voor hun eigen klimaatbudget, dan is een boete waarschijnlijk weinig effectief (rondpompen van geld). De stok achter de deur moet dan meer gezocht worden in de af te leggen verantwoording aan de andere ministeries, de ministerpresident, het parlement en misschien zelfs ook de burgers/maatschappelijke organisaties die via inspraakprocedures het halen van het klimaatbudget kunnen afdwingen.

Duurzame energie

Een klimaatbudget als paraplubeleid zal zonder aanvullend beleid voornamelijk tot “least-cost” oplossingen leiden en pas op de langere termijn bijdragen tot implementatie van duurdere “least-carbon” (lees: duurzame) oplossingen. De veronderstelling hierbij is dat handel tussen sectoren mogelijk is. Wil je als overheid tegelijkertijd de ontwikkeling van duurzame energietechnologieën stimuleren, dan is (blijft) een aparte doelstelling voor duurzame energie (naast het klimaatbudget) noodzakelijk. Zonder handel is een aparte doelstelling minder essentieel, mits je het

potentieel voor duurzame energie laat terugkomen in de klimaatbudgetten voor afzonderlijke sectoren.

3.1.7 Monitoren en evalueren

Monitoring broeikasgasemissies

Jaarlijks rapporteert Nederland aan de UNFCC (en EU) over de emissies en trends van broeikasgassen in de zogeheten National Inventory Reports. Deze rapportage wordt uitgevoerd door het Milieu en Natuurplanbureau (MNP) in opdracht van het Ministerie van VROM. De rapportage loopt 2 jaar achter, dat wil zeggen, in 2007 wordt gerapporteerd over de periode 1990-2005. De conceptversie van het rapport is tot 1 maart te becommentariëren. Daarna wordt de definitieve versie naar de UNFCC gestuurd.

Ook binnen het CO₂-emissiehandelsstelsel moet jaarlijks gerapporteerd worden aan de Nederlandse Emissieautoriteit, het zogenaamde emissieverslag. Dit verslag moet voor 1 april van het volgende kalenderjaar ingediend worden en is daardoor actueler dan het National Inventory Report. Omdat alleen deelnemers aan het handelssysteem rapportageplichtig zijn en (vooralsnog) alleen CO₂-emissies geregistreerd worden, geeft deze bron geen compleet beeld van de broeikasgasemissies.

Projectie broeikasgasemissies

De afgelopen jaren is in Nederland een aantal studies gepubliceerd, waarin scenario's voor de ontwikkeling van broeikasemissies worden gepresenteerd:

- Refentieramingen Energie en Emissies 2002-2010 (2002) ECN & MNP
- Referentieraming Energie en Emissies 2005-2020 (2005) ECN & MNP
- Welvaart en Leefomgeving: een scenariostudie voor Nederland in 2040 (2006) CPB, MNP, RPB

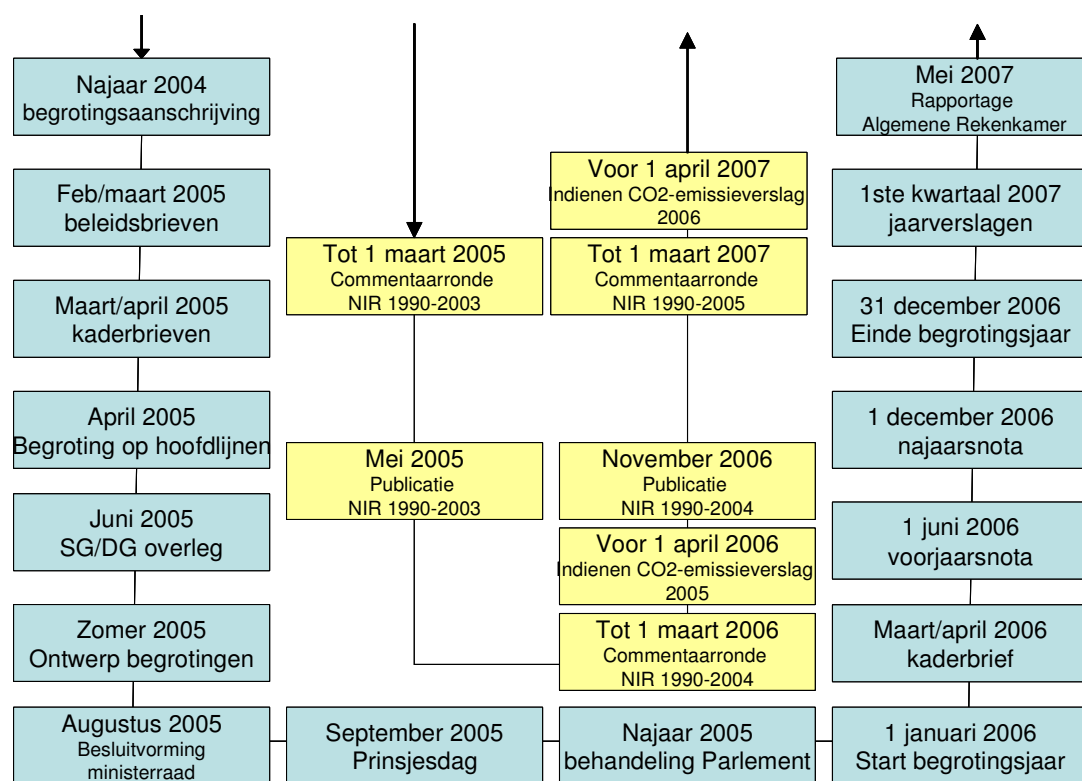
Uitvoering en publicaties van dit type studie is niet gekoppeld aan vastgelegde tijdsintervallen. Voor een strakke regie van het klimaatbudget is een frequente update van de lange termijn emissieprojectie (en gerealiseerde emissiereducties) nodig om vast te stellen of het ingezette beleid voldoende is om het vastgestelde klimaatbudget niet te overschrijden.

Begrotingscyclus

Indien gekozen wordt voor een opzet waarbij de verantwoordelijkheid voor het klimaatbudget ligt bij de departementen, dan lijkt het aantrekkelijk om de monitoring van het klimaatbudget te koppelen aan de rijksbegrotingscyclus. In plaats van alleen de financiële begroting van een ministerie te behandelen, komt ook de "klimaatbegroting" aan de orde.

In de Rijksbegroting staan de voorstellen voor uitgaven en de inkomsten van het Rijk. De grote lijnen van het begrotingsbeleid worden vastgelegd in regeerakkoorden. De Rijksbegroting wordt op Prinsjesdag aan de Staten-Generaal voorgelegd in de vorm van een aantal wetsvoorstellen. Na Prinsjesdag en de Algemene Politieke Beschouwingen worden in de Tweede Kamer de begrotingen van de diverse ministeries en begrotingsfondsen behandeld.

De Rijksbegroting moet achtereenvolgens worden voorbereid, uitgevoerd en afgesloten en ten slotte verantwoord, zie Figuur 1. Dit proces wordt de begrotingscyclus genoemd en duurt ongeveer twee en een half jaar. De begrotingscyclus van 2006 overlapt dus met die van 2004, 2005 en 2007.



Figuur 2 Begrotingscyclus 2006 versus monitoring rapportages broei-
kasgasemissies

Tijdens de behandeling van de rijksbegroting van 2006 in het najaar 2005 was de definitieve versie van het National Inventory Report 2006 (1990-2004) nog (net) niet beschikbaar, terwijl in het voorafgaande jaar het NIR 2005 al in mei beschikbaar was. Indien het klimaatbudget gekoppeld wordt aan de begrotingscyclus is het van groot belang dat de National Inventory tijdig beschikbaar is. De emissieverslagen van de bedrijven die deelnemen aan de Europese emissiehandel lopen ruim een

jaar vooruit op de National Inventory en kunnen eventueel ter aanvulling gebruikt worden.

3.2 Uitdagingen

Het is waarschijnlijk dat het invoeren van een klimaatbudget in Nederland op een aantal bezwaren zal stuiten. Een van de voor de hand liggende tegenwerpingen zal zijn dat Nederland zich niet als enige aan een klimaatbudget moet onderwerpen, omdat dat de economie zou schaden, bijvoorbeeld doordat bedrijven uit Nederland zouden vertrekken. Dat is een serieus punt dat overweging verdient. Maar daar staat tegenover dat een lange termijn klimaatbeleid, in casu het klimaatbudget, bedrijven zekerheid verschaft en hen op een vroeg tijdstip aanzet tot investeringen in emissiebeperkende technologieën, waarmee het Nederlandse zakenleven een toekomstig concurrentievoordeel zou kunnen verwerven.

Samenvattend zou het klimaatbudget aan de volgende eisen moeten voldoen:

- het zou als voorbeeld moeten dienen voor andere landen
- het zou uit duidelijke stappen moeten bestaan die te vertalen zijn naar andere EU-landen
- het klimaatbudget zou kosteneffectief en technisch haalbaar moeten zijn
- het zou alle partijen in het proces moeten betrekken

Ervaring met het EU ETS schema voor emissiehandel heeft laten zien dat de vaststelling van het budget met veel discussie gepaard gaat, net als de uitsplitsing van het budget naar verschillende sectoren en installaties.

4 Green4sure

4.1 Doelstelling Green4sure

Green4sure heeft als doel een halvering van de Nederlandse broeikasgasemissies te bewerkstelligen in 2030 ten opzicht van 1990 om én het klimaatprobleem aan te pakken én de voorzieningszekerheid te verbeteren. De doelstelling van Green4sure is in lijn met de –30% doelstelling die het nieuwe kabinet Balkenende in het Regeerakkoord heeft vastgelegd.

4.2 Instrumenten Green4sure

Green4sure is gebaseerd op een generieke benadering, waarbij actoren binnen het hun gestelde plafond zoveel mogelijk vrijheid krijgen in de manier waarop ze hun emissies reduceren. Green4sure bestaat uit de volgende instrumenten (zie ook Tabel 1):

1. emissierechten met plafonds
2. ondersteunende instrumenten
3. tijdelijke instrumenten

Tabel 1 instrumenten Green4sure

		Hoofd instrument	Ondersteunend instrumentarium				Tijdelijk instrumentarium
		Rechten met Plafond	Efficiënte normen	Energie-dragers	Faciliteren	Innovatie	
Industrie	ETS – EU -40%			n.v.t.		Tendering subsidie innovatie	Heffing warmtelozing; middelgrote bedrijven: milieuvergunningen, fiscale stimulering
Electriciteit		Eisen aan nieuwe centrales: maximale CO ₂ -emissie per kWh	Vanaf 2012 verplicht aandeel duurzaam	Nutsvoorzieningen: warmte- en CO ₂ netten	Slimme meters	Tot 2012 terugleververgoeding duurzame elektriciteit	
Glastuinbouw		n.v.t.	n.v.t.		Innovatiefonds energiezuinige kas	Tot 2020 apart systeem van energierechten	

Transport	Klimaatlimiet verkeer – EU -50%	Normering voertuigeffi- ciëntie	Normering CO ₂ -inhoud brandstoffen	investeringen OV, afschaf- ten belas- tingvrije reis- kostenver- goeding; kilometerhef- fing	Tendering subsidie innovatie	fiscale stimulering aanschaf zuinige voertuigen
Gebouwde omgeving	Klimaatbudget gebouwen – NL -60%	EPN, EPL, EPBD, nor- mering appa- raten en lichtbronnen; verplichting corporaties verbetering efficiëntie;	Verplichting tot 100% duurzame elektriciteit in 2030	Aanpassing huurwetge- ving; Revol- ving fund		Differentiatie OVB; Energiebespa- ringsbedrijf

4.3 Doelgroepen Green4sure

Zoals Tabel 1 aangeeft, focust Green4sure op drie doelgroepen:

1. Deelnemers aan de Europese emissiehandel (industrie, elektriciteitsproductie, glastuinbouw)
2. Transport/verkeer
3. Gebouwde omgeving

Niet expliciet gedefinieerd zijn:

- Energie-extensieve industrie en deel glastuinbouw dat niet onder de emissiehandel valt
- (internationale) lucht- en scheepvaart
- overige broeikasgassen

4.4 Emissieplafond ~ klimaatbudget

De keuze binnen Green4sure voor emissieplafonds sluit goed aan bij het principe van een klimaatbudget.

4.5 Invulling emissieplafonds Green4sure

Green4sure kiest voor drie aparte systemen voor de drie genoemde doelgroepen. Deze keuze is gebaseerd op het creëren van draagvlak bij de industrie en dus niet op het streven maatschappelijke kosten te minimaliseren. De industrie zou namelijk onevenredig belast worden indien voor 1 systeem gekozen wordt met een gelijke (hoge!) reductiedoelstelling voor alle actoren vanwege het niet kunnen doorberekenen van alle kosten a.g.v. internationale concurrentie.

De energie-intensieve industrie blijven in het ETS, waarbij Green4sure wel als voorwaarde stelt dat het systeem van grandfathering wordt afgeschaft. De eigenaren van de CO₂-emitterende installaties blijven beschikken over hun eigen emissierechten.

Het verkeer krijgt een apart systeem dat vanwege grenseffecten een Europees systeem zou moeten worden, waarbij de grote oliemaatschappijen beschikken over de emissierechten die ze vervolgens moeten verkopen aan lease-maatschappijen, transportondernemingen en zelfs individuele automobilisten.

In het systeem van de gebouwde omgeving zouden de energieleveranciers moeten beschikken over de emissierechten van de gebruikte brandstoffen (elektriciteit valt onder ETS). Vervolgens kunnen ze deze verkopen aan hun klanten.

4.6 Verantwoordelijkheid

De deelnemers aan de drie systemen dragen zelf de verantwoordelijkheid binnen hun eigen budget te blijven c.q. de hen toegewezen emissies niet te overschrijden. Daarnaast is een standvastige overheid noodzakelijk om bij overschrijding van de plafonds de benodigde maatregelen te treffen (boete, aanscherping beleid) en niet toegeven aan druk om de plafonds te verhogen.

5 Tekstvoorstel Nederlandse klimaatwet

INITIATIEF WETSVOORSTEL NEDELANDSE KLIMAATWET

Den Haag, [datum]

1. Aanleiding: ambitieuze klimaatdoelstellingen

Met de recente publicatie van het Fourth Assessment report van de IPCC en de afspraken van Europese regeringsleiders om de uitstoot van broeikasgassen in de EU fors te verminderen staat het klimaatprobleem weer hoog op de internationale agenda. Ook nationaal staat het klimaatbeleid weer volop in de belangstelling met de ambitieuze doelstelling geformuleerd door het kabinet Balkende IV: 30% reductie van de uitstoot van broeikasgassen in 2020 t.o.v. 1990.

2. Klimaatwet

Een klimaatwet is bij uitstek een geschikt instrument om deze doelstelling te realiseren. In een klimaatwet wordt onder meer vastgelegd met welk percentage de Nederlandse uitstoot van broeikasgassen jaarlijks moet verminderen en wat de jaarlijkse toegestane maximale uitstoot van broeikasgassen is, het zogenaamde ‘klimaatbudget’. Een klimaatbudget is een instrument om lange termijn emissiedoelstellingen vast te leggen en te implementeren. De toegevoegde waarde van een klimaatbudget ten opzichte van een doelstelling voor een specifiek jaar, is dat een klimaatbudget het emissieprofiel van de economie over langere tijd vastlegt.

3. Definitie klimaatbudget

- 3.0. Een klimaatbudget is een vastgelegde hoeveelheid broeikasgasemissies (uitgedrukt in CO₂-eq) die in een bepaalde periode uitgestoten kan worden, hetzij door de hele economie, hetzij door een vooraf geselecteerde subgroep.
- 3.1. Het klimaatbudget omvat alle broeikasgassen die binnen het Kyoto Protocol zijn vastgelegd, maar laat ruimte in een later stadium nieuwe gassen toe te voegen. Broeikasgassen die onder het Kyoto Protocol vallen zijn CO₂, CH₄, N₂O en de F-gassen.
- 3.2. De klimaatwet hanteert fysieke emissies van broeikasgassen (hoeveelheid in CO₂-equivalent).

4. Geografische en economische reikwijdte:

Het klimaatbudget heeft alleen betrekking op de uitstoot van broeikasgassen binnen de Nederlandse landsgrenzen inclusief de emissies door (internationale) lucht- en scheepvaart die aan Nederland zijn toe te wijzen.

5. Omvang van het nationale klimaatbudget.

De omvang van het nationale klimaatbudget bedraagt in 2020 70% van de uitstoot in 1990 (150 miljoen ton CO₂-eq) en in 2030 50% van de uitstoot in 1990 (107 miljoen ton CO₂-eq).

6. Budgetverantwoordelijkheid

De Minister President is verantwoordelijk voor het nationale budget. Ministers van de volgende departementen zijn vervolgens verantwoordelijk voor onderdelen van het klimaatbudget:

- 6.0. Ministerie van Economische Zaken: CO₂ emissies energiebedrijven en industrie.
- 6.1. Ministerie van VROM: CO₂ emissies gebouwde omgeving en overige broeikasgassen.
- 6.2. Ministerie van Verkeer en Waterstaat: CO₂ emissies wegverkeer, luchtvaart en scheepvaart.
- 6.3. Ministerie LNV: CO₂ emissies glastuinbouw.

7. Procedure bij overschrijding of onderuitputting van het klimaatbudget

- 7.0. Bij overschrijding van het jaar-klimaatbudget is een minister verantwoording schuldig aan de Minister President. De minister zal binnen een vooraf afgesproken termijn met voorstellen moeten komen voor additionele maatregelen die hij/zij in wil gaan zetten om de budgetoverschrijding te compenseren en weer binnen zijn/haar klimaatbudget te blijven.
- 7.1. Bij overschrijding van het klimaatbudget zijn er (beperkte) mogelijkheden om te lenen van het budget voor toekomstige jaren. Deze lening dient binnen een vastgelegde termijn gecompenseerd te worden.
- 7.2. Bij onderuitputting van het budget bestaat er de mogelijkheid deze meevaller mee te nemen voor het realiseren van het budget in een toekomstig jaar ("banken") tot een maximum van 3%.

8. Monitoring & evaluatie:

Monitoring van het klimaatbudget wordt gekoppeld aan het reguliere monitoring-proces in het kader van het Kyoto Protocol (National Inventory Report). De evaluatie van de klimaatbudgetten wordt geïntegreerd in de reguliere behandelingen van de rijksbegroting.

Hoogachtend,

[Naam ondertekenaars]

Referenties

Hoofdstuk Huishoudens

CE, 2004

F.J. Rooijers, et al.

Markt & Milieu

Naar een innovatief klimaat voor een duurzame energievoorziening

Delft : CE Delft, 2004

CE, 2005

S.M. de Bruyn, et al.

Evaluatie doelmatigheid binnenlands klimaatbeleid: Kosten en effecten, 1999-2004

Delft : CE Delft, 2005

CE, 2006

F.J. Rooijers, et al.

Energiebesparingsgedrag

Delft : CE Delft, 2006

CE, 2006a

J.H.B. Benner, I. de Keizer, J. Faber, F.J. Rooijers

Structurele energiebesparing in de gebouwde omgeving

Delft : CE Delft, 2006

CE, 2006b

R.A.A. Schillemans, F.J. Rooijers, J.H.B. Benner

Belemmeringen binnen en buiten de muren: Inventarisatie knelpunten en belemmeringen energiebesparingsmaatregelen Gebouwde Omgeving

Delft : CE Delft, 2006

EBM-consult, 2005

A. Poel, G. Hutjes

Energiebesparing in de bestaande bouw; eerste verkenning van potenties

S.I. : EBM-consult, 2005

ECN, 1999

W.G. van Arkel, et al.

Energiegebruik van gebouwgebonden energiefuncties in woningen en utiliteitsgebouwen

Petten : ECN (Energieonderzoek Centrum Nederland), 1999

ECN, 2005

M. Menkveld, et al.

Het onbenut rendabel besparingspotentieel voor energiebesparing

Petten : ECN, 2005

Ecofys, 2004

Joosen, et al.

Evaluatie van het klimaatbeleid in de gebouwde omgeving 1995-2002

Ecofys, juni 2004

Ecofys, 2005

Kosteneffectieve energiebesparing en klimaatbescherming. De mogelijkheden van isolatie en de kansen voor Nederland

Utrecht : Ecofys, 2005

EnergieNed, 2005

Energie in Nederland 2005

Arnhem : EnergieNed, 2005

Ministerie van VROM, 2002

Energiebesparende maatregelen in de woningvoorraad [VROM-uitg.] : KWR 2000 maakt balans op

Den Haag : Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu, Centrale Directie Communicatie, 2002

Ministerie van VROM, 2003

De kwaliteit van de Nederlandse woning en woonomgeving rond de millenniumwisseling : basisrapportage KWR 2000

Den Haag : Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu, 2003



Hoofdstuk Utiliteit

CE, 2003

J. van Swigchem, I. de Keizer, H.J. Croezen, R. Mulders (BECO)
Energieverkenning bestaande bedrijventerreinen in Zuid-Holland : Inschatting van het realistisch energiebesparingspotentieel op bedrijventerreinen
Delft : CE, 2003

CE, 2004

F.J. Rooijers, et al.
Markt & Milieu
Naar een innovatief klimaat voor een duurzame energievoorziening
Delft : CE, 2004

CE, 2005

S.M. de Bruyn, et al.
Evaluatie doelmatigheid binnenlands klimaatbeleid: Kosten en effecten, 1999-2004
Delft : CE, 2005

CE, 2006

F.J. Rooijers, et al.
Energiebesparingsgedrag
Delft : CE, 2006

CE, 2006a

J.H.B. Benner, I. de Keizer, J. Faber, F.J. Rooijers
Structurele energiebesparing in de gebouwde omgeving
Delft : CE, 2006

CE, 2006b

R.A.A. Schillemans, F.J. Rooijers, J.H.B. Benner
Belemmeringen binnen en buiten de muren: Inventarisatie knelpunten en belemmeringen energiebesparingsmaatregelen Gebouwde Omgeving
Delft : CE, 2006

EBM-consult, 2005

A. Poel, G. Hutjes
Energiebesparing in de bestaande bouw; eerste verkenning van potenties
S.I. : EBM-consult, 2005

ECN, 1999

W.G. van Arkel, et al.
Energiegebruik van gebouwgebonden energiefuncties in woningen en utiliteitsgebouwen
Petten : ECN (Energieonderzoek Centrum Nederland), 1999

ECN, 2005

M. Menkveld, et al.

Het onbenut rendabel besparingspotentieel voor energiebesparing

Petten : ECN, 2005

Ecofys, 2004

Joosen, et al.

Evaluatie van het klimaatbeleid in de gebouwde omgeving 1995-2002

Ecofys, juni 2004

Ecofys, 2005

Kosteneffectieve energiebesparing en klimaatbescherming. De mogelijkheden van isolatie en de kansen voor Nederland

Utrecht : Ecofys, 2005

EnergieNed, 2005

Energie in Nederland 2005

Arnhem : EnergieNed, 2005

Ministerie van VROM, 2002

Energiebesparende maatregelen in de woningvoorraad [VROM-uitg.] : KWR 2000 maakt balans op

Den Haag : Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu, Centrale Directie Communicatie, 2002

Ministerie van VROM, 2003

De kwaliteit van de Nederlandse woning en woonomgeving rond de millenniumwisseling : basisrapportage KWR 2000

Den Haag : Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu, 2003

Senter/Novem, 2003

Energiebesparingsmonitor gebouwde omgeving 2002 : EBM 2003

Utrecht : Senter/Novem 2003

SenterNovem, 2007

Voorbeeldwoningen bestaande bouw 2007

Utrecht : SenterNovem, maart 2007



Hoofdstuk Energieplan glastuinbouw

Groot, 2004

N.S.P. Groot, M.N.A. de, Ruijs

Quick Scan, Toekomstvisie glastuinbouw in Nederland en effecten voor de CO₂ emissie

SI : KPMG, LEI, 2004

LEI, 2006

Onderzoekprogramma BO-03-06: Energie in de beschermde teelten

Den Haag : LEI, Werkplan 2006

Velden, 2005

N. van der Velden, J. Bremmer

Glastuinbouw zonder aardgas. Lef of waanzin?

Den Haag : LEI, 2005

Roza, 2006

C. Roza

Kas als energiebron. Keerpunt en katalysator

Utrecht / Bleiswijk : Innovatie Netwerk / Stichting Innovatie Glastuinbouw, 2006

Productschap Tuinbouw, 2005

Programma kas als energiebron. Jaarplan 2006

November, 2005

Den Haag : Ministerie van LNV, Productschap Tuinbouw, 2005

Cogen, 2005

J. Coenen, S. Schlatmann

Biomassa WKK in de glastuinbouw, evaluatie van transitieroutes

In opdracht van PT, min LNV en LTO

Driebergen : Cogen, februari 2005

Pfeiffer, 2006

A.E. Pfeiffer

Routeplanner verduurzaming energie op nieuwbouwlocaties in de glastuinbouw

Arnhem : KEMA Power Generation & Sustainables, 2006

Gesproken met:

- Anton de Snaijer – MPS
- Constan Custers – SenterNovem
- Jan Smits – Productschap Tuinbouw
- Jolanda Mourits – Ministerie van LNV
- Gert-Jan Brueren – Glaskracht
- Jan Boeve – Stuurgroep GLAMI
- Stef Huisman – tuinder energieleverende kas
- Herman Docters van Leeuwen - SMK
- Henk van Oosten – tot voor kort Innovatienetwerk groene ruimte en Agrocluster / Stichting Innovatie Glastuinbouw
- Peter Leendertse – CLM
- Eric Hees - CLM



Hoofdstuk Verkeer

ADAC, 2005

Study on the effectiveness of Directive 1999/94/EC relating to the availability of consumer information on fuel economy and CO₂ emissions in respect of the marketing of new passenger cars

Brussel : rapport voor Europese Commissie (DG-ENV), maart 2005

AEA, 2005

Rail Diesel Study Work Package 2-Final Report Technical and operational measures to improve the emissions performance of diesel rail

AEA Technology, December 2005

CARS21, 2005

CARS 21, A competitive automotive regulatory system for the 21st century, Final report

Brussel : Europese Commissie, december 2005, verkrijgbaar op website: <http://ec.europa.eu/enterprise/automotive/pagesbackground/competitiveness/cars21.htm>

CE, 2001

B. Kampman, et al.

Hebben autobelastingen en accijnzen effect? Invloed van auto- en brandstofbelastingen op het autopark en -gebruik in 8 EU-lidstaten

Delft : CE Delft, 2001

CE, 2003

Huib van Essen, et al.

To shift or not to shift, that the question, The environmental performance of the principal modes of freight and passenger transport in the policy making context

Delft : CE Delft en RIVM, maart 2003

CE, 2005a

Bettina Kampman, Bart Boon

Cool cars, fancy fuels, A review of technical measures and policy options to reduce CO₂ emissions from passenger cars

Delft : CE Delft, november 2005

CE, 2005b

R.C.N. Wit, B.H. Boon, A. van Velzen (CE Delft), M. Cames, O. Deuber (Oeko-Institut), D.S. Lee (Manchester Metropolitan University)

Giving wings to emission trading. Inclusion of aviation under the European Emission Trading System (ETS): Design and impacts

Delft : CE Delft, juli 2005

CE, 2005c

B.E. Kampman, L.C. den Boer, H. Croezen

Biofuels under Development, Analysis of currently available and future biofuels, and a comparison with biomass application in other sectors

Delft : CE Delft, juni 2005

CE, 2006a

Jeroen Klooster, Bettina Kampman

Dealing with Transport Emissions, An emission trading system for the transport sector, a viable solution?

Delft : CE Delft, maart 2006

CE, 2006b

Bettina Kampman, Sander de Bruyn, Eelco den Boer

Cost effectiveness of CO₂ mitigation in transport, An outlook and comparison with measures in other sectors

Delft : CE Delft, april 2006

CE, 2006c

Bettina Kampman, Frans Rooijers, Jasper Faber

Strategie voor klimaatneutrale brandstoffen

Delft : CE Delft, juli 2006

CE, 2006e

Hybride locs in het Rotterdamse havengebied, een verkenning van de potentiële effecten

Delft : CE Delft, 2006

CE, 2006

Jasper Faber, Bart Boon, Marcel Berk (MNP), Michel den Elzen (MNP), David Lee (CATE)

Aviation and maritime transport in a post-2012 climate policy regime

Delft : CE Delft, to be published

CE, 2007a

CE Delft, Germanischer Lloyd, MARINTEK, Det Norske Veritas

Greenhouse gas emissions for shipping and implementation guidance for the marine fuel sulphur directive

Delft : CE Delft, to be published

CE, 2007b

Geert Bergsma, Bettina Kampman, Maartje Sevenster, Harry Croezen

Biofuels and their global influence on land availability for agriculture and nature, A first evaluation and a proposal for further fact finding

Delft : CE Delft, 2007



CE/ECN, 2005

Evaluatie doelmatigheid binnenlands klimaatbeleid Kosten en effecten, 1999 - 2004

Delft/Petten : CE, ECN, 2005

Concawe, 2006

Well-to-Wheels analysis of future automotive fuels and powertrains in the European context

CONCAWE / EUCAR / JRC, Version 2b, May 2006

INFRAS, 2006

Mario Keller, et al.

Cost-effectiveness of greenhouse gases emission reductions in various sectors, Final Report, project carried out by INFRAS, IVL, IFEU, TNO, and TU Graz on behalf of European Commission DG-ENTR (Framework Service Contract No. Entr/05/18), November 2006, (nog) niet openbaar

EC, 2006

Implementing the Community Strategy to Reduce CO₂ Emissions from Cars: Sixth annual Communication on the effectiveness of the strategy, European Commission, COM(2006) 463 final

ECN, 2006a

B.W. Daniëls, J.C.M. Farla, et al.

Optiedocument Energie en Emissies 2010/2020

ECN & MNP, rapportnr. ECN-C--05-105, maart 2006

ECN, 2006b

Instrumenten voor energiebesparing; Instrumenteerbaarheid van 2% besparing per jaar

ECN-E-06-057, December 2006

Hoogwijk, 2003

M. Hoogwijk, A. Faaij, R. v.d. Broek, R. Berndes, D. Gielen, W. Turkenburg

Exploration of the ranges of the global potential of biomass for energy

In : Biomass and Bioenergy, Vol. 25, no. 2 (augustus 2003, p.119-133

Bilthoven : RIVM, 2003

HyWays 2006

HyWays

A European Roadmap, Assumptions, visions and robust conclusions from project Phase I

rapport afkomstig van <http://www.hyways.de> , HyWays-project 2006

IEEP, 2005

Service contract to carry out economic analysis and business impact assessment of CO₂ emissions reduction measures in the automotive sector, contract nr. B4-3040/2003/366487/MAR/C2
uitgevoerd door IEEP, TNO en CAIR in opdracht van Europese Commissie (DG-ENV), juni 2005

MNP, 2006

A. Hoen, R. M. M. van den Brink, J.A. Annema
Verkeer en vervoer in de Welvaart en Leefomgeving, Achtergronddocument bij Emissieprognoses Verkeer en Vervoer
Den Haag : MNP Rapport 500076002/2006

Pischinger, 1998

S. Hausberger, R. Pischinger
Cost Effectiveness Study on Measures to Reduce CO₂-Emissions in the Transport Sector in Austria
FISITA Congress Manuscript; Paris, Sept. 1998. See also: Pischinger R. et al.: Volkswirtschaftliche Kosten-Wirksamkeitsanalyse von Maßnahmen zur Reduktion der CO₂-Emissionen des Verkehrs in Österreich (Cost-Effectiveness Study on Measures to Reduce CO₂-Emissions from Transport Sector in Austria), a study for Bundesministeriums für Umwelt; Graz, Wien, Linz, 1997

Prikken, 1998

Joris Prikken, TU-Eindhoven / TNO Wegtransportmiddelen
Future costs of automobiles with alternative power trains, Methodological framework and scenario calculations
Master's thesis, juli 1998

Smeets, 2005

Edward Smeets, André Faaij and Iris Lewandowski
The impact of sustainability criteria on the costs and potentials of bioenergy production, An exploration of the impact of the implementation of sustainability criteria on the costs and potential of bioenergy production, applied for case studies in Brazil and Ukraine
Utrecht : Copernicus Institute, Utrecht University, May 2005

TNO, 2006

Richard Smokers, et al.
Review and analysis of the reduction potential and costs of technological and other measures to reduce CO₂-emissions from passenger cars
Brussel : door TNO, IEEP en LAT in opdracht van Europese Commissie DG-ENTR (contract SI2.408212), TNO rapport 06.OR.PT.040.1/RSM, concept eindrapport opgeleverd juli 2006



Hoofdstuk Industrie

De Beer en Blok, 2003

De Beer, K. Blok

Energietransitie en opties voor energie-efficiëntieverbetering

In opdracht van Ministerie van VROM en Algemene Energieraad, 2003

Blok, 2005

K. Blok

Improving energy efficiency by five percent and more per year?

In : Journal of Industrial Ecology. Volume 8, Number 4. Massachusetts Institute of Technology and Yale University, 2005

ECN/MNP, 2005

Optiedocument Energie en Emissies 2010/2020, 2005

CE, 2005

H.J. Croezen, S. Slingerland

Welke nieuwe elektriciteitscentrale in Nederland

Delft : CE, Oplossingen voor milieu, economie en technologie, 2005

CE, 2006

Energieprijzen in vergelijk

Delft : CE, Oplossingen voor milieu, economie en technologie, juli 2006

ECN, 2005

WKK Monitor

Petten : ECN, 2005

CE/ECN, 2005

Evaluatie doelmatigheid binnenlands klimaatbeleid Kosten en effecten, 1999 - 2004

Delft/Petten : CE, ECN, 2005

Ecofys, 2006

Tussentijdse evaluatie van het Reductieprogramma Overige Broeikasgassen (ROB)

Utrecht : Ecofys, 2006

EZ/VROM, 2006

Nederlands nationaal toewijzingsplan broeikasgasemissierechten 2008 – 2012

Den Haag : Ministerie van VROM, Ministerie van Economische Zaken, 2006

Radgen, 2004

The 'Efficient Compressed Air' Campaign in Germany - Market transformation to activate cost reductions and emissions savings.

Duitsland: Fraunhofer ISI, 2005

Keulenaer, 2004

Energy efficiënt motor driven systems
Brussel : European Copper Institute, 2004

ECN/SenterNovem, 2004

WKK-monitor 2003-2005, jaarrapportage 2004, 2005
Petten/Utrecht : ECN, SenterNovem, 2004

ICARUS, 2005

ICARUS-4
Utrecht : Universiteit Utrecht, 2001

Ecofys, 2002

J. Sinton, J. Lewis, L. Price, E. Worrell
China's sustainable energy future scenarios and carbon emissions analysis.
Subreport 11: International trends in energy-efficiency technologies and policies.
Berkeley : LBNL, United States, 2002



Hoofdstuk Elektriciteit

AER, 2003

AER

Energiemarkten op de weegschaal

Den Haag : AER, 2003

CBS, 2006

Statline

<http://www.cbs.nl/statline>

CE, 2005

S.M. de Bruyn, M.J. Blom, R.C.N. Wit, H.J. Croezen, G.E.A. Warringa, B.E. Kampman, P. Boonekamp (ECN)

Evaluatie doelmatigheid binnenlandse klimaatbeleid: Kosten en effecten 1999-2004

Delft : CE Delft, 2005

CE, 2006a

R.A.A. Schillemans, F.J. Rooijers, J.H.B. Benner

Belemmeringen binnen en buiten de muren: Inventarisatie knelpunten en belemmeringen energiebesparingsmaatregelen Gebouwde Omgeving

Delft : CE Delft, 2006

CE, 2006b

F.J. Rooijers, L.J. Kortman, J.W. van de Ploeg, J.T.W. Vroonhof, R.A.A. Schillemans, A. Schroten, H. Schneider (CEA), R. uit Beijerse (CEA)

Energiebesparingsgedrag: verkenning t.b.v. Algemene Energie Raad

Delft : CE Delft, 2006

CIEP, 2005

J. de Jong

Clingendael International Energy Programme

Dertig jaar energiebeleid

Den Haag : Clingendael International Energy Programme, 2005

ECN, 2005

H. Harmsen, M. Menkveld

Het EZ-beleid ter bevordering van een duurzame energiehuishouding: Evaluatieonderzoek 1999-2004

Petten : ECN, 2005

ECN, 2006a

Energie Verslag van Nederland 2002: Kolenconvenant getekend. 7 september 2006

<http://www.energie.nl/index2.html?evn/2002/evn02-021.html>

ECN, 2006b

Optiedocument 2010/2020, factsheets. 1 november 2006

<http://www.energy-use.info/optiedoc2005/optiedoc/factsheets/index.html>

Europees Parlement, 2001

Richtlijn 2001/77/EG van het Europees Parlement en de Raad, Betreffende de bevordering van de elektriciteitsopwekking uit hernieuwbare energiebronnen op de interne elektriciteitsmarkt, 27 september 2001

EZ, 2005

Ministerie van Economische Zaken

Nu voor later; Energierapport 2005

Den Haag : Ministerie van Economische Zaken, 2005

IAE, 2006

Doses to Population. 28 augustus 2006

http://www.iae.it/inpp_en.asp?lang=1&subsub=41

IEA, 2004

International Energy Agency

Electricity Information 2004

Parijs : OECD/IEA, 2004

IEA, 2006

International Energy Agency

World Energy Outlook 2006

Parijs, Frankrijk : OECD/IEA, 2006

IPCC, 2001

Third Assessment Report

Geneve, 2001

Junginger, 2005

M. Junginger

Universiteit Utrecht, faculteit Scheikunde

Learning in renewable energy technology development (proefschrift)

Utrecht : Universiteit Utrecht, 2005

MNP, 2006

Elektriciteitscentrales: productie en milieudruk, 1980-2002. 7 september 2006

<http://www.mnp.nl/mnc/i-nl-0120.html>

Neuhoff, 2006

Presentation: Actions to improve the current implementation of the ETS, Madrid, november 2006

Zie ook www.electricitypolicy.org.uk



SEO, 2001

P.H.G. Berkhout, A. Ferrer-i-Carbonell, A.C. Muskens
Het effect van de REB op huishoudelijk energiegebruik: een economische analyse
Amsterdam : SEO, 2001

SER, 2002

Sociaal-Economische Raad
Nationale CO₂-emissiehandel in Europees perspectief
Den Haag : Sociaal-Economische Raad, 2002

Stern, 2006

Stern review on climate change
Cambridge, 2006

TenneT, 2005

TenneT
Kwaliteits- en capaciteitsplan 2006-2012
Arnhem : TenneT, 2005

TNO, 2005

M. van As, M. Duijn, G.J. Ellen, M. Pot, H. Puylaert, H. Werksma
TNO. TNO Bouw en Ondergrond
Wind gewogen, Tussenevaluatie BLOW
Delft : TNO, 2005

Tweede Kamer, 2004

Brief Staatsecretaris Van Geel. Kamerstuk 2004-2005, 28240 nr. 17, Tweede Kamer. VROM. 25 november 2004

Tweede Kamer, 2006

MEP; brief Minister Wijn. Kamerstuk 2005-2006, DGET/ED/6062695, Tweede Kamer. Economische Zaken. 18 augustus 2006

VROM, 2006

Dossier Klimaatverandering. 4 september 2006
<http://www.vrom.nl/klimaatverandering>

VROM-raad en AER, 2004

VROM-raad en Algemene Energieraad
Energietransitie: Klimaat voor nieuwe kansen
Den Haag : VROM-raad en AER, 2004

Hoofdstuk Stimuleren hernieuwbare energie

BAIN, 2006

EC, 2005

European Commission

The support of electricity from renewable energy sources

Communication from the Commission available from

http://ec.europa.eu/energy/res/biomass_action_plan/doc/2005_12_07_comm_biomass_electricity_en.pdf

Fouquet, et al., 2005

D. Fouquet, C. Grotz, J. Sawin, N. Vassilakos

Reflections on a possible unified eu financial support scheme for renewable energy systems (res): a comparison of minimumprice and quota systems and an analysis of market conditions

Brussels and Washington DC : European Renewable Energies Federation and Worldwatch Institute, 2005

GREEN-X, 2005

Mitchel, et al., 2006

Norberg-Bohm, 2000

V. Norberg-Bohm

Creating incentives for environmentally enhancing technological change: lessons from 30 years of U.S. energy technology policy

Technological Forecasting and Social Change 65(2): 125-148, 2000

Ragwitz and Huber, 2005

M. Ragwitz, C. Huber

Feed-in systems in Germany and Spain and a comparison

Germany : Fraunhofer Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung, 2005

Stern, 2006

N. Stern

The Economics of Climate Change

Cambridge University Press, 2006

Tilburg, et al., 2007

X. van Tilburg, J.C. Jansen, M.A. Uytterlinde, S.M. Lensink

Verplichting voor duurzame elektriciteit in Nederland. Verkenning van mogelijkheden en randvoorwaarden

ECN Beleidsstudies ECN-E--06-038, 2007



Hoofdstuk Biomassa en biodiversiteit

CE, 2007

Bergsma, G.C., B.E. Kampman, H.J. Croezen, M. Sevenster
Biofuels and their global influence on land availability for agriculture
Delft : CE Delft, 2007

MNP, 2006

Cross-roads of Planet Earth's Life: Exploring means to meet the 2010-biodiversity target, MNP, Bilthoven 2006
<http://www.mnp.nl/en/publications/2006/BiodiversityFurtherDeterioratesInTheNext50Years.html>

UNEP, 2007

GEO data portal: <http://geodata.grid.unep.ch/>

Hoofdstuk CO₂-opslag: Zand erover of wind eronder?

AER, 2002

De Algemene Energieraad (AER)

Post-Kyoto Energiebeleid, Advies aan de Minister van Economische Zaken

Den Haag : AER, 2002

AER en VROM-Raad, 2004

Energietransitie, klimaat voor nieuwe kansen.

Gezamenlijk advies van de VROM-Raad en de Energieraad

Den Haag : AER en VROM-Raad, 2004

CE, 2006

CO₂-opslag: interessant voor klimaatbeleid, maar moet er ook subsidiegeld naar toe?

Delft : CE Delft, november 2005

Herzog, H.J., 2001

What Future for Carbon Capture and Sequestration?

In : Environmental Science and Technology, April 2001, Volume 35, pp 148A-153A

IPCC, 2001

The Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change

Cambridge : Cambridge University Press, 2001

IPCC, 2005

Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage

Cambridge : Cambridge University Press, 2005

Popp and David, 2003

Popp, David

Lessons from patents: using patents to measure technological change in environmental models

Cambridge MA : NBER Working Paper 9978, 2003

Rao and Rubin, 2002

Rao, A. B. and E. S. Rubin

A technical, economic, and environmental assessment of amine based CO₂ capture technology for power plant greenhouse gas control

In : Environmental Science and Technology, 36, 4467-4475, 2002



Roberts, 2004

C.A. Roberts, J. Gibbins, G. Kelsall

Potential for improvement in power generation with post – combustion capture of CO₂

In : Proceedings of the Seventh International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies, Vancouver, Canada, 5–9 September, 2004

Roobeek, 1988

A.J.M. Roobeek

Een race zonder finish: de rol van de overheid in de technologiewedloop: een politiek-economische analyse van het technologiebeleid in zeven industrielanden
Amsterdam : VU Uitgeverij, 1998

Hoofdstuk Externe kosten en baten Green4sure

Tol, 2005

R. Tol

The marginal damage costs of carbon dioxide emissions: an assessment of the uncertainties

In : Energy Policy Volume 33, Issue 16 , November 2005, Pages 2064-2074

SEI, 2005

Downing, et al.

Social cost of carbon: a closer look at uncertainty

London : Stockholm Environmental Institute, 2005

Final report for DEFRA

Watkiss, 2005

P. Watkiss, et al.

The social cost of carbon

Final report for DEFRA

Stern, 2006

Stern Review on the Economics of Climate Change

Cambridge : Cambridge University, 2006

ExternE, 2005

P. Bickel, R. Friedrich

Externalities of Energy, Methodology 2005 update 2005

EC, 2007

Limiting global climate change to 2 degrees Celsius

Brussel : European Commission, COM(2007)2 10.1.2007

ECN, 2005

Van Dril en Elzenga

Referentieramingen energie en emissies 2005-2020

ECN/MNP, 2005

