

# **Climate OptiOns for the Long Term - Nationale Dialoog**

## **Deel B – Eindrapport**

M. Hisschemöller en M. van de Kerkhof (red)

Auteurs:

Matthijs Hisschemöller en Marleen van de Kerkhof (IVM-VU)

Jan-Anne Annema, Rob Folkert, Marcel Kok en Jan Spakman (RIVM)

Andre Faaij en Dirk-Jan Treffers (NW&S-UU)

David de Jager (Ecofys B.V.)

Harm Jeeninga, Pieter Kroon en Ad Seebregts (ECN)

Marijke Spanjersberg (Spanjersberg & Pe)



Rapportnummer E-01/05

Juli 2001

IVM

Instituut voor Milieuvraagstukken

Vrije Universiteit

De Boelelaan 1115

1081 HV Amsterdam

Tel. 020-4449 555

Fax. 020-4449 553

E-mail: [secr@ivm.vu.nl](mailto:secr@ivm.vu.nl)

**Copyright © 2001, Instituut voor Milieuvraagstukken**

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de houder van het auteursrecht.

## Inhoud

<a href="#">1. Inleiding</a>	1
<a href="#">2. Resultaten en aanbevelingen uit de Nationale Dialoog</a>	3
<a href="#">Box 1 De Nationale Dialoog als proces.</a>	4
<a href="#">2.1 De Nationale Dialoog in het COOL project</a>	5
<a href="#">Box 2 Twee beelden voor Nederland in 2050.</a>	6
<a href="#">2.2 Analyse van opties voor emissiereductie</a>	7
<a href="#">Box 4 Gesignaleerde typen barrières en kansen.</a>	8
<a href="#">2.3 Routes naar –80% op de lange termijn</a>	9
<a href="#">Box 5 Emissiereducties voor twee oplossingsroutes in de sector Gebouwde Omgeving.</a>	10
<a href="#">Box 6 Emissiereductie van CO<sub>2</sub> voor drie oplossingsroutes in de sector Industrie &amp; Energie.</a>	10
<a href="#">Box 7 Bijdrage aan broeikasgasemissies door maatregelen in de sector Landbouw en Voeding.</a>	12
<a href="#">Box 8 Energieverbruikcijfers transportsector omgerekend naar CO<sub>2</sub>-emissies.</a>	12
<a href="#">Box 9 Bevindingen voor de vier sectoren in 2050 samengevat.</a>	16
<a href="#">2.4 Keuzes voor de lange termijn</a>	17
<a href="#">Box 10 Criteria voor lange termijn klimaatbeleid ontwikkeld in de dialoog.</a>	18
<a href="#">Box 11 Conflicterende opvattingen over de realisatie van 80% emissiereductie.</a>	22
<a href="#">Box 12 Enkele proceslessen uit de Nationale Dialoog.</a>	26
<a href="#">2.5 Voorbereiding op de lange termijn: aanbevelingen</a>	27
<a href="#">Box 13 Een greep uit de specifieke aanbevelingen voor de verschillende sectoren.</a>	28
<a href="#">Box 14 Publicaties in het kader van de Nationale Dialoog.</a>	30
<a href="#">Box 15 Deelnemers aan de Dialoog.</a>	33
<a href="#">Box 15 Deelnemers aan de Dialoog (vervolg).</a>	34
<a href="#">3. Policy briefs Nationale Dialoog</a>	35
<a href="#">3.1 Naar een lange termijn klimaatbeleid voor de gebouwde omgeving in Nederland</a>	35
<a href="#">3.2 Naar een lange termijn klimaatbeleid voor de sector industrie en energie in Nederland</a>	40
<a href="#">3.3 Naar een lange termijn klimaatbeleid voor de sector landbouw en voeding in Nederland</a>	45
<a href="#">3.4 Naar een lange termijn klimaatbeleid voor de sector verkeer en vervoer in Nederland</a>	51

<u>Appendix I. Naar een lange termijn klimaatbeleid voor de gebouwde omgeving in Nederland. Achtergronddocument bij de policy brief van de groep Gebouwde Omgeving van de Nationale Dialoog van het COOL project</u>	59
<u>1. Inleiding</u>	63
<u>2. Beelden van de toekomst</u>	65
<u>2.1 Introductie</u>	65
<u>2.2 Relevante ontwikkelingen in de sector</u>	66
<u>2.3 Twee beelden voor de Nederlandse Gebouwde Omgeving in 2050</u>	66
<u>2.3.1 Het beeld Vernieuwd Nederland</u>	67
<u>2.3.2 Het beeld Herkenbaar Nederland</u>	67
<u>2.4 De toekomstbeelden vergeleken</u>	68
<u>3. Een waaier van opties</u>	71
<u>3.1 Introductie</u>	71
<u>3.2 Verwachtingen en voorkeuren</u>	72
<u>3.3 Zon PV</u>	74
<u>3.4 De warmtepomp</u>	74
<u>3.5 Een hoog vervangingstempo van woningen</u>	75
<u>3.6 Micro warmte – krachtkoppeling</u>	75
<u>3.7 Windenergie</u>	75
<u>3.8 Passieve zonne-energie</u>	76
<u>4. Implementatietrajecten voor kansrijke opties</u>	77
<u>4.1 Introductie</u>	77
<u>4.2 Zon PV</u>	77
<u>4.3 De warmtepomp</u>	79
<u>4.4 Een hoog vervangingstempo van woningen</u>	80
<u>4.5 Micro Warmte - Krachtkoppeling</u>	82
<u>4.6 Windenergie</u>	83
<u>4.7 Passieve zonne-energie</u>	84
<u>4.8 De problemen, kansen en oplossingen vergeleken</u>	85
<u>5. Verbinding lange en korte termijn klimaatbeleid</u>	89
<u>5.1 Introductie</u>	89
<u>5.2 Criteria voor lange termijn klimaatbeleid</u>	89
<u>5.3 Technologische oplossingsroute in de gebouwde omgeving</u>	90
<u>5.3.1 Route voor de nieuwbouw</u>	90
<u>5.3.2 Route voor de bestaande bouw</u>	91
<u>5.3.3 De routes vergeleken</u>	92
<u>5.4 De rollen van actoren en bestuurlijke aspecten</u>	94
<u>6. Conclusie</u>	99
<u>Bijlage 1 CO<sub>2</sub>-emissies uit de gebouwde omgeving</u>	101
<u>Bijlage 2 Energieverbruik huishoudens en utiliteitsbouw</u>	103

<a href="#">Appendix II.</a>	Naar een lange termijn klimaatbeleid voor de industrie en energie sector in Nederland. Achtergrond document bij de policy brief van de groep Industrie en Energie van de Nationale Dialoog van het COOL project	105
<a href="#">1. Inleiding</a>		109
<a href="#">2. Beelden van de toekomst</a>		111
<a href="#">2.1 Inleiding</a>		111
<a href="#">2.2 Relevante ontwikkelingen in de sector</a>		112
<a href="#">2.3 Twee toekomstbeelden voor de sector industrie en energie</a>		113
<a href="#">2.3.1 Het beeld Schoon Fossiel</a>		113
<a href="#">2.3.2 Het beeld Duurzaam Energiesysteem</a>		113
<a href="#">2.4 De toekomstbeelden vergeleken</a>		114
<a href="#">3. Een waaier van opties</a>		119
<a href="#">3.1 Introductie</a>		119
<a href="#">3.2 Biomassa</a>		120
<a href="#">3.3 CO<sub>2</sub>-opslag</a>		120
<a href="#">3.4 Zon PV</a>		121
<a href="#">3.5 Windenergie</a>		121
<a href="#">3.6 Energie-efficiency</a>		122
<a href="#">3.7 Waterstof</a>		122
<a href="#">3.8 Warmte-kracht-koppeling</a>		122
<a href="#">4. Implementatietrajecten voor kansrijke opties</a>		123
<a href="#">4.1 Introductie</a>		123
<a href="#">4.2 Biomassa</a>		123
<a href="#">4.3 CO<sub>2</sub>-opslag</a>		125
<a href="#">4.4 Zon PV</a>		127
<a href="#">4.5 Windenergie</a>		129
<a href="#">4.6 Energie-efficiency</a>		130
<a href="#">4.7 Waterstofinfrastructuur</a>		132
<a href="#">4.8 Warmte-kracht-koppeling</a>		134
<a href="#">4.9 De problemen, kansen en oplossingen vergeleken</a>		135
<a href="#">5. Verbinding lange en korte termijn klimaatbeleid</a>		139
<a href="#">5.1 Introductie</a>		139
<a href="#">5.2 Criteria voor lange termijn klimaatbeleid</a>		139
<a href="#">5.3 Technologische oplossingsroutes in de sector industrie</a>		140
<a href="#">5.4 Bestuurlijke aspecten en de rollen van actoren</a>		142
<a href="#">6. Conclusie</a>		147

<a href="#">Appendix III. Naar een lange termijn klimaatbeleid voor de sector landbouw en voeding in Nederland. Achtergronddocument bij de policy brief van de groep Landbouw en Voeding van de Nationale Dialoog van het COOL project</a>	149
<a href="#">1. Inleiding</a>	153
<a href="#">2. Beelden van de toekomst</a>	155
<a href="#">2.1 Introductie</a>	155
<a href="#">2.2 Over de relatie tussen landbouw en klimaatverandering</a>	155
<a href="#">2.3 Een terugblik op de afgelopen vijftig jaar</a>	156
<a href="#">2.4 Twee beelden voor landbouw en voeding in 2050</a>	157
<a href="#">2.4.1 Beeld Schone Bulk</a>	158
<a href="#">2.4.2 Beeld Bonte Landbouw</a>	160
<a href="#">2.5 De toekomstbeelden vergeleken</a>	162
<a href="#">3. Een waaier van opties</a>	165
<a href="#">3.1 Introductie</a>	165
<a href="#">3.2 Emissiereductie in de primaire productie</a>	165
<a href="#">3.3 Duurzame energiebronnen en materialen</a>	167
<a href="#">3.4 Sinks: Koolstofvastlegging</a>	168
<a href="#">4. Implementatietrajecten voor kansrijke opties</a>	171
<a href="#">4.1 Introductie</a>	171
<a href="#">4.2 Biomassa buitenland – biobrandstoffen –</a>	171
<a href="#">4.3 Sinks: Koolstofvastlegging</a>	173
<a href="#">4.4 Gesloten stallen</a>	175
<a href="#">4.5 Klimaatneutrale kas</a>	176
<a href="#">4.6 Precisiebemesting en eigen mest in plaats van kunstmest</a>	178
<a href="#">4.7 Cascadering</a>	179
<a href="#">4.8 De problemen, kansen en oplossingen vergeleken</a>	180
<a href="#">5. Verbinding lange en korte termijn klimaatbeleid</a>	183
<a href="#">5.1 Introductie</a>	183
<a href="#">5.2 Criteria voor lange termijn klimaatbeleid</a>	183
<a href="#">5.3 Technologische routes</a>	184
<a href="#">5.3.1 Route binnen</a>	184
<a href="#">5.3.2 Route aanbod</a>	185
<a href="#">5.3.3 De routes vergeleken</a>	185
<a href="#">5.4 De rollen van actoren en bestuurlijke aspecten</a>	186
<a href="#">6. Conclusie</a>	187

<a href="#"><u>Appendix IV.</u></a> Naar een lange termijn klimaatbeleid voor de sector verkeer en vervoer. Strategische visie van de groep Verkeer en Vervoer van de Natio-nale Dialoog uit het COOL project	189
<a href="#"><u>1. Inleiding</u></a>	193
<a href="#"><u>2. Beelden van de toekomst</u></a>	195
<a href="#"><u>2.1 De sector Verkeer en Vervoer in 2050</u></a>	195
<a href="#"><u>3. Een waaier van opties</u></a>	197
<a href="#"><u>3.1 Inleiding</u></a>	197
<a href="#"><u>3.2 De opties op een rijtje</u></a>	197
<a href="#"><u>3.3 Het effect van de opties op het energieverbruik van de sector</u></a>	200
<a href="#"><u>4. Implementatietrajecten voor kansrijke opties</u></a>	203
<a href="#"><u>4.1 Inleiding</u></a>	203
<a href="#"><u>5. Verbinding lange en korte termijn klimaatbeleid</u></a>	207
<a href="#"><u>5.1 Inleiding</u></a>	207
<a href="#"><u>5.2 Criteria en randvoorwaarden lange termijn klimaatbeleid</u></a>	207
<a href="#"><u>5.3 Sleutelacties voor de Sector verkeer en vervoer</u></a>	207
<a href="#"><u>5.4 Sleutelacties overheid</u></a>	208
<a href="#"><u>5.5 Sleutelacties andere sectoren en consumenten</u></a>	209
<a href="#"><u>6. Conclusie: oplossingsroutes voor de sector</u></a>	211
<a href="#"><u>Appendix V.</u></a> Notitie Fasering en Tijdpad Nationale Dialoog	213
Appendix VI Notitie Deelname aan de Nationale Dialoog, Algemene Uitgangspunten en Spelregels	





## 1. Inleiding

Deel B van de eindrapportage van het COOL project betreft de rapportage over de Nationale Dialoog. Deze werd tussen oktober 1999 en mei 2001 gevoerd in vier groepen, Gebouwde Omgeving, Industrie & Energie, Landbouw & Voeding en Verkeer & Vervoer. Deze groepen zijn zes keer bijeen geweest. Bovendien hebben leden van deze groepen gezamenlijke thema's besproken op twee workshops, een zogenaamde interim workshop (halverwege) en een integratieworkshop (ter afsluiting).

Het Eindrapport Nationale Dialoog bestaat uit drie hoofdstukken. Elk van deze hoofdstukken is geschreven in het kader de dialoog en bedoeld om de dialoog in de doelgroepen verder te stimuleren. De documenten zijn de afgelopen maanden ter review voorgelegd aan de deelnemers. Hun reacties zijn in deze tekst verwerkt. In het geval van hoofdstuk 2 zullen reacties nog worden meegenomen in de eindversie.

Hoofdstuk 2, het hoofdrapport, omvat een integrale synthese van de resultaten en algemene aanbevelingen voor het lange termijn klimaatbeleid door de overheid, het bedrijfsleven en de milieu- en consumentenbeweging. Hoofdstuk 3 omvat beknopte samenvattingen van de resultaten en aanbevelingen per sector. De bijlagen omvatten de vier uitgebreide visiedocumenten van de dialooggroepen plus enkele korte documenten die tevoren aan de beoogde deelnemers ter instemming zijn voorgelegd, te weten de Notitie Fasering en Tijdpad, en de Notitie Deelname aan de Nationale Dialoog, Uitgangspunten en Spelregels.

Het projectteam en de wetenschappelijke ondersteuning willen allen die aan de dialoog hebben deelgenomen hartelijk danken voor de gedrevenheid en het enthousiasme waarmee zij de mogelijkheden tot emissiereducties hebben verkend en bediscussieerd. In het bijzonder gaat onze dank uit naar Pieter Bouw, Marius Enthoven, José van Eijndhoven en Dick Tommel, de voorzitters van de vier dialooggroepen. Hun grote betrokkenheid en vertrouwen in het projectteam zijn van onschatbare waarde geweest.

Matthijs Hisschemöller

Projectleider Nationale Dialoog



## 2. Resultaten en aanbevelingen uit de Nationale Dialoog

Matthijs Hisschemöller (IVM-VU)

Met bijdragen van Andre Faaij (NW&S-UU), Rob Folkert (RIVM), David de Jager (Ecofys B.V.), Harm Jeeninga (ECN), Marleen van de Kerkhof (IVM-VU), Marcel Kok (RIVM), Pieter Kroon (ECN), Ad Seebregts (ECN), Jan Spakman (RIVM), Marijke Spanjersberg (Spanjersberg & Pe) en Dirk-Jan Tref-fers (NW&S-UU).

**Box 1 De Nationale Dialoog als proces.**

Het project Nationale Dialoog kende een projectteam en een team wetenschappelijke ondersteuning. Het projectteam had tot taak het organiseren van de dialoog, het ondersteunen van de dialooggroepen en het rapporteren over de dialoog. Daarnaast functioneerde een team wetenschappelijke ondersteuning dat tot taak had de dialooggroepen van 'state of the art' wetenschappelijke informatie te voorzien over opties om broeikasgasemissies in Nederland te reduceren. De leden van het team wetenschappelijke ondersteuning waren ook betrokken bij het projectteam.

De dialoog kende een ontwerpfase, een uitvoeringsfase en een rapportagefase.

In de ONTWERPFASE is met circa 100 personen uit de betrokken sectoren gesproken over de opzet van het project en over de mogelijke samenstelling van de dialooggroepen. Deze gesprekken hebben een belangrijke rol gespeeld bij het ontwerpen van de uitvoeringsfase. Kandidaat voorzitters werden benaderd. Uiteindelijk zijn 60 mensen bereid gevonden om op persoonlijke titel aan de dialoog deel te nemen. De wetenschappelijke ondersteuning gebruikte de ontwerpfase onder meer om ten behoeve van de dialoog Beelden van de Toekomst te ontwerpen (zie Box 2). De dialoog deelnemers kregen ter instemming twee documenten voorgelegd, een notitie Uitgangspunten en Spelregels en een notitie Fasering en Tijdpad.

De UITVOERINGSFASE bevatte de eigenlijke dialoog. Deze kende drie stappen:

- 1) In de eerste bijeenkomsten bespraken de groepen de Beelden van de Toekomst, opgesteld door de wetenschappelijke ondersteuning en zij ontwikkelden, geïnspireerd door dit stuk twee conflicterende beelden voor de eigen sector die beide voorzien in een emissiereductie van 80%. Deze beelden vormden de uitgangssituatie voor het vervolg van de dialoog.
- 2) Vervolgens selecteerden de groepen opties voor emissiereductie en onderwierpen deze aan een nadere analyse. Dit gebeurde met behulp van een methode die backcasten wordt genoemd. De groep start de exercitie met een eindbeeld waarin de betreffende optie is gerealiseerd en redeneert vervolgens terug naar het begin van de 21ste eeuw, waarbij barrières en kansen in kaart worden gebracht. Het resultaat van de backcasting wordt visueel weergegeven op een tijdbalk.
- 3) Tenslotte formuleerden de groepen, op grond van een vergelijking van de afzonderlijke backcastings-exercities, criteria voor lange termijn klimaatbeleid en bijpassende clusters van opties (oplossingsroutes). Hierbij werd ook aandacht besteed aan de bijdrage van verschillende actoren en het bestuurlijke instrumentarium. De resultaten van de groepsdialogen zijn neergelegd in strategische visies per sector.

Uiteindelijk is elke dialooggroep zes keer bijeen geweest en zijn twee gezamenlijke workshops georganiseerd, waar de tussentijdse resultaten en eindconclusies van de groepen werden vergeleken. De verschillende rapporten zijn door de deelnemers gereviewed alvorens te worden gepubliceerd.

## 2.1 De Nationale Dialoog in het COOL project

De Nationale Dialoog in het COOL project (Climate OptiOns for the Long term) heeft tot doel inzichten en aanbevelingen te ontwikkelen voor het lange termijn klimaatbeleid, qua inhoud en proces. De dialoog is gevoerd in dialooggroepen voor vier sectoren; Gebouwde Omgeving, Industrie & Energie, Landbouw & Voeding en Verkeer & Vervoer. De dialoog is voor elk van bovengenoemde sectoren ingegaan op de volgende vraag: Wat is er nodig om in Nederland in 2050 een emissiereductie van 80% ten opzichte van 1990 te realiseren? De deelnemers aan het project hebben zich dus niet gebogen over de vraag of een emissiereductie van 80% *wenselijk* is als doelstelling van het klimaatbeleid. Uitgaande van beelden van de toekomst waarin –80% is aangenomen voor de Nederlandse samenleving is teruggedeneerd naar het heden met behulp van een methode die backcasten wordt genoemd. De dialooggroepen is evenmin gevraagd om met een eenduidige strategische visie te komen. Verschil van inzicht over de route naar een ontkoppeling van broeikasgasemissies en economische groei is dan ook weerspiegeld in de resultaten.

Deze notitie vat de bevindingen en conclusies van de Nationale Dialoog integraal samen met inachtneming van de verschillen in benadering in en tussen de vier dialooggroepen. De verantwoordelijkheid voor de inhoud van dit stuk berust geheel bij de auteurs. Dit geldt in het bijzonder voor de aanbevelingen.<sup>1</sup>

De notitie is bedoeld voor allen die op enigerlei wijze betrokken zijn bij het voeren van een klimaatbeleid, in het bijzonder de Nederlandse regering en het parlement, het bedrijfsleven en de milieu- en consumentenbeweging.

De bevindingen en conclusies van de Nationale Dialoog hebben hoofdzakelijk betrekking op het klimaatbeleid voor de periode 2012 – 2050, dat wil zeggen voor de periode aansluitend op die waarvoor het Kyoto-protocol geldt. In paragraaf 2 wordt stilgestaan bij de analyses van opties om drastische emissiereducties te realiseren die de dialooggroepen hebben uitgevoerd. In paragraaf 3 worden voor de sectoren Gebouwde Omgeving, Industrie & Energie, Landbouw & Voeding en Verkeer & Vervoer oplossingsroutes beschreven die tezamen kunnen leiden tot een emissiereductie voor Nederland in de orde van 80% in 2050. In paragraaf 4 worden de criteria beschreven die naar het oordeel van de dialooggroepen ten grondslag dienen te liggen aan het lange termijn klimaatbeleid. Hierbij wordt ook ingegaan op de belangrijkste twijfels en verschillen van inzicht tussen deelnemers aan de dialoog. Tenslotte, in paragraaf 5, worden aanbevelingen geformuleerd die betrekking hebben op hoe Nederland zich de komende 5 à 10 jaren moet voorbereiden op de lange termijn, gegeven de twijfels en verschillende inzichten die in de dialoog naar voren zijn gebracht.

---

<sup>1</sup> Een eerdere versie van dit document is ter review voorgelegd aan de deelnemers van de dialoog en aan de leden van de begeleidingscommissie. Ook is het besproken op de nationale COOL Conferentie op 11 mei 2001 in Amersfoort. De ontvangen reacties waren op hoofdlijnen instemmend en zijn zo goed mogelijk in de eindversie verwerkt. Van enkele kanten is kritisch gereageerd op de aanbeveling over CO<sub>2</sub> opslag.

**Box 2 Twee beelden voor Nederland in 2050.**

Voor de dialoog heeft de wetenschappelijke ondersteuning twee beelden opgesteld van Nederland in 2050, waarin ‘-80%’ is bereikt<sup>2</sup>. De beelden gaan uit van kwalitatieve kenmerken van twee actuele IPCC-scenario’s, die nader zijn gekwantificeerd voor Nederland.

De groei van de binnenlandse productie in de periode 1990-2050 bedraagt een factor 4 tot 6. Het verschil in de welvaarts groei is groter, omdat de bevolking in beeld A kleiner is dan in beeld B. Zonder technologische verbeteringen zou de Nederlandse economie in 2050 ruim 2 x zoveel energie gebruiken als in 1990. Maar vergaande materiaal- en energie besparing verlagen de finale energievraag tot ca. 30% **onder** het 1990-niveau. Een set van plausibele keuzes in energie-aanbod en CO<sub>2</sub>-opslag beperken vervolgens de CO<sub>2</sub>-emissies tot ongeveer 40 Mton/jaar (80% minder dan in 1990).

	<b>Beeld A</b>	<b>Beeld B</b>
Wereld-oriëntatie	Internationaal, Global Village	Regionale wereld handelsblokken
Economie	Hoge groei en dynamiek, marktmechanisme	Gematigde groei, sterke, regulerende overheid
Sociaal	Individualistisch	Sociaal, familiaal
Ruimte	Suburbanisatie, versnippering	Zorgvuldig ruimtegebruik
Verkeer	Wegvervoer dominant veel privé-vervoer	Meer vracht per trein en schip veel openbaar vervoer
Milieu-attitude	Economische waardering	Milieugericht, duurzaamheid
Bevolking (mln)	16	19
BBP (1990 = 100)	570	440
Personenauto.km (1990 = 100)	170	170
Areaal landbouw (1990 = 100)	65	78
Energievraag (PJ)	2000	1800
Fossiele energie (PJ)	950	400
Biomassa (PJ)	800	1200
Zon/wind (PJ)	135	170
Nucleair (PJ)	80	0
CO <sub>2</sub> -opslag (Mton)	50	5

De dialooggroepen hebben deze beelden vervolgens voor hun sector uitgewerkt. De groepen zijn hier heel verschillend mee omgegaan. Zo definieerde de groep Industrie twee technologische routes naar -80% (Schoon Fossiel en Duurzaam). De groep Verkeer & Vervoer definieerde beelden aan de hand van de vrijheid die de overheid biedt aan de sector om te groeien (Vrij Baan en Vervoer op maat), voor de gebouwde omgeving werd aangenomen dat het vervangingstempo van woningen de sleutelvariabele is (Vernieuwd Nederland en Herkenbaar Nederland). Voor de landbouwsector zijn de ontwikkelingen in de sector zelf bepalend (Schone Bulk vs. Bonte Landbouw). Het werken met twee beelden verklaart ook de bandbreedte in de door de groepen uiteindelijk gerealiseerde emissiereductie, want deze is voor de verschillende beelden doorgerekend.

<sup>2</sup> Faaij, e.a. (1999). Beelden van de Toekomst. Twee visies op de Nederlandse energievoorziening ten behoeve van de Nationale Dialoog.

## 2.2 Analyse van opties voor emissiereductie

Om inzicht te krijgen in de lange termijn mogelijkheden tot emissiereductie zijn de kansen en barrières voor de implementatie van 22 merendeels technologische opties in kaart gebracht (zie box 2). Dit is gebeurd tegen de achtergrond van verschillende toekomstbeelden voor de achtereenvolgende sectoren. De veronderstelde toekomst gaan alle uit van –80% broeikasgasemissies in 2050, maar verschillen overigens sterk ten aanzien van de ontwikkelingen in de sector en de Nederlandse samenleving in het algemeen. Enkele opties zijn in verschillende groepen geëvalueerd, te weten biomassa, zon PV, waterstof en wind. Box 3 geeft een overzicht van de 22 geëvalueerde opties.

Uit box 3 valt op te maken dat de dialooggroepen zichzelf in een aantal gevallen beperkingen hebben opgelegd. Het was uiteraard niet mogelijk om alle denkbare opties te analyseren. In sommige gevallen zijn aannames geformuleerd voor opties die buiten beschouwing zijn gebleven. Vermelding verdient het ontbreken van de optie kernenergie in het lijstje. In enkele groepen is de vraag aan de orde geweest of deze optie aandacht verdiende. Argumenten om hiervan af te zien waren onder meer het controversiële karakter van deze optie, het afvalprobleem en de beperkte uraniumvoorraden op lange termijn.

Alle geanalyseerde opties kunnen in potentie een belangrijke bijdrage leveren aan een drastische emissiereductie in Nederland. Voor alle opties geldt evenwel ook dat er, zelfs wanneer in een implementatietraject van circa 50 jaar wordt voorzien, grote barrières overwonnen moeten worden. In sommige gevallen bestaat er grote twijfel of dit wel mogelijk zal zijn, bijvoorbeeld bij het terugdringen van de mobiliteitsvraag door gedragsverandering. Tegelijkertijd zijn ook kansen geïdentificeerd waarop de overheid en maatschappelijke partijen kunnen inspelen. Box 4 geeft een inzicht in de aard van de gesignaleerde barrières en kansen.

In het algemeen worden de problemen van bestuurlijke aard (zeker voor vraagstukken die een Europese aanpak vragen) en gebrek aan publieke acceptatie als de voornaamste risicofactoren beschouwd. De terugtrekkende overheid en de liberalisering van de energiemarkt lijken zich niet goed te verdragen met de implementatie van een groot aantal klimaatopties. Deze eisen een actieve rol van de overheid op velerlei gebied.

De belangrijkste kansen liggen op het vlak van de technologie ontwikkeling en, eveneens, op het vlak van de publieke acceptatie. Klimaatbeleid in Nederland kan leiden tot meer wooncomfort, minder verkeerslawaai, een aangenamer landschap en zal niet ten koste hoeven gaan van zaken waaraan gehecht wordt, zoals inkomen en mobiliteit.

**Box 3 Geanalyseerde opties in de vier dialooggroepen**

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biomassa (Industrie, Landbouw, Verkeer)</li> <li>• Brandstofcel (Verkeer); zie ook onder waterstof</li> <li>• Cascadering van hout (Landbouw)</li> <li>• CO<sub>2</sub> opslag (Industrie)</li> <li>• Emissie maatregelen bij mest- en pensfermentatie (Landbouw)</li> <li>• Emissie maatregelen door landmanagement (Landbouw)</li> <li>• Energie-efficiency in de industrie (Industrie)</li> <li>• Klimaatneutrale kas (Landbouw)</li> <li>• Micro-wkk (Gebouwde Omgeving)</li> <li>• Modal shift van individueel naar collectief vervoer (Verkeer)</li> <li>• Modal shift van vliegtuig naar trein (Verkeer)</li> <li>• Modal shift van wegtransport naar vervoer over water (Verkeer)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ondergronds transport (Verkeer)</li> <li>• Sinks (Landbouw)</li> <li>• Terugdringen vervoersvraag door gedragsverandering (Verkeer)</li> <li>• Vervangingstempo van woningen (Gebouwde Omgeving)</li> <li>• Warmtepomp (Gebouwde Omgeving)</li> <li>• Waterstof-economie (Industrie, Verkeer)</li> <li>• Windenergie (Gebouwde Omgeving, Industrie)</li> <li>• WKK (Industrie)</li> <li>• Zon passief (Gebouwde Omgeving)</li> <li>• Zon PV (Gebouwde Omgeving, Industrie)</li> </ul>
---	--

**Box 4 Gesignaleerde typen barrières en kansen.**

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Barrières</li> <li>• Technologieontwikkeling</li> <li>• Gevestigde belangen in sector</li> <li>• Kosten (ten opzichte van andere opties)</li> <li>• Publieke acceptatie (een veelheid aan acceptatieproblemen)</li> <li>• Nationaal overheidsbeleid (interne afstemming en handhaving)</li> <li>• Afstemming en coördinatie binnen EU</li> <li>• Infrastructuur</li> <li>• Ruimtegebruik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kansen</li> <li>• Technologieontwikkeling</li> <li>• Publieke acceptatie / Imago</li> <li>• Aansluiten bij ontwikkelingen in sector</li> <li>• Besparing ruimtegebruik</li> </ul>
--	--



## 2.3 Routes naar –80% op de lange termijn

Voor elk van de vier sectoren zijn enkele oplossingsroutes - pakketten van opties – opgesteld om emissiereducties van CO<sub>2</sub> in de orde van 80% in 2050 te realiseren. De routes per sector vullen elkaar in de meeste gevallen aan maar sommige er van zijn conflictrend.

### Gebouwde Omgeving

Voor de gebouwde omgeving wordt een oplossingsroute voorgesteld voor de bestaande bouw en een voor de nieuwbouw. Deze routes zijn *complementair*.

Het pakket **Bestaande bouw** ziet er als volgt uit (in deze voorkeursvolgorde):

- Isolatie aan de schil (na-isolatie),
- Duurzame energietoepassingen (zonneboiler, zon PV, wind),
- Warmtepomp in combinatie met micro WKK (als opvolger van de HR-ketel).

Het pakket **Nieuwbouw** bestaat uit (in deze voorkeursvolgorde):

- Integraal ontwerpen met optimale zonoriëntatie,
- Optimale isolatie en ventilatie,
- Duurzame energietoepassingen (zonneboiler, zon PV, wind),
- Warmtepomp in combinatie met micro WKK (als opvolger van de HR-ketel).

Er wordt aangenomen dat wat geldt voor het reductiepotentieel in de woningsector tenminste in gelijke mate geldt voor de utiliteitssector.

De dialooggroep Gebouwde Omgeving heeft een voorkeur voor duurzame energie-opties die op individueel woning niveau kunnen worden uitgevoerd. Ook ziet de groep een potentie voor windenergie. De consument zal naar verwachting de voorkeur geven aan duurzame energie en bereid zijn hiervoor te betalen. Slechts indien de duurzame energietoepassingen niet toereikend blijken om -80% CO<sub>2</sub> in 2050 te realiseren moet CO<sub>2</sub>-opslag aangewend worden. Op deze manier kan het fossiele deel van de energievoorziening CO<sub>2</sub> neutraal gemaakt worden.

Afhankelijk van aannames over het te realiseren vervangingstempo van woningen en bedrijfsgebouwen, lijkt een emissiereductie van 80 – 90% haalbaar. Naarmate het vervangingstempo toeneemt, zullen iets meer reducties worden gerealiseerd (waarbij ook de emissies als gevolg van sloop en nieuwbouw zijn meegerekend).

De vraag is wel of de elektriciteit uit het net allemaal duurzaam is te produceren of dat gebruik gemaakt moet worden van schoon fossiel.

### Box 5 Emissiereducties voor twee oplossingsroutes in de sector Gebouwde Omgeving.

Wat betekenen deze routes voor de emissies in de sector in 2050? Een berekening voor woningen leidt tot de volgende resultaten:

- Bij *autonome ontwikkelingen* (dus zonder aanvullende opties) is de CO<sub>2</sub> reductie door efficiencyverbetering in woningen en centrales groter dan de toename van CO<sub>2</sub>-emissies door groei van het woningenbestand. Daardoor dalen de CO<sub>2</sub>-emissies per saldo met 10 – 25% in 2050 ten opzichte van 1990.
- Indien optimaal gebruik wordt gemaakt van *aanvullende reductiemogelijkheden* binnen de woning zelf, nemen de CO<sub>2</sub> emissies verder af tot 60 – 70% van de emissies in 1990.
- Als daarnaast ook nog *'schone' elektriciteit* (CO<sub>2</sub>-vrij én duurzaam) via het net kan worden betrokken, is een verdere reductie mogelijk tot 80 – 90% van de emissies in 1990. Daarmee is de –80% doelstelling dus haalbaar.

### Box 6 Emissiereductie van CO<sub>2</sub> voor drie oplossingsroutes in de sector Industrie & Energie.

Scenario & supply mix	Schoon Fossiel		Duurzaam Energiesysteem		Hybride	
	Emissie Mton CO <sub>2</sub>	Reductie	Emissie Mton CO <sub>2</sub>	Reductie	Emissie Mton CO <sub>2</sub>	Reductie
Lage groei	16	75%	15	76%	18	72%
Hoge groei	26	60%	26	60%	29	55%
Hoge groei, geen mat.besp.	30	54%	31	52%	34	48%

Ter vergelijking van de cijfers voor CO<sub>2</sub> uitstoot in Box 6: in 1990 bedroeg de CO<sub>2</sub>-uitstoot van de industrie ongeveer 64 Mton

## Industrie & energie

De groep Industrie constateert dat het tempo van efficiencyverbetering in de industrie cruciaal is voor het realiseren van –80% in 2050. Zeker op de korte en middellange termijn wordt veel verwacht van warmte kracht koppeling (wkk). Eigenlijk alle belangrijke aanbodopties voor de (middel)lange termijn, biomassa, CO<sub>2</sub> opslag en duurzaam (wind, zon), blijken om uiteenlopende redenen controversieel. Maar om in 2050 80% emissiereductie te realiseren zal het waarschijnlijk wel nodig zijn om op alle beschikbare opties in te zetten. Dus zowel op besparing/efficiency, op duurzame toepassingen, als op CO<sub>2</sub>-opslag.

Voor de sector zijn drie deels conflicterende routes doorgerekend:

- In de route **Schoon Fossiel** is 80% van de energiedragers afkomstig van fossiele bronnen (met name aardgas). Hier ligt de nadruk op waterstofinfrastructuur, CO<sub>2</sub>-opslag, biomassa en WKK. Er is sprake van een gemiddelde efficiencyverbetering (35% oftewel 0,75% per jaar).
- In de route **Duurzaam Energiesysteem** is circa 70% van de energiedragers afkomstig uit hernieuwbare bronnen, met name geïmporteerde biomassa. Ook ligt hier het accent op zonne- en windenergie. Er is sprake van een hoge efficiencyverbetering (50% oftewel 1% per jaar). In deze route worden geen inspanningen gepleegd om de schoon-fossiele opties CO<sub>2</sub>-opslag, waterstofinfrastructuur en WKK te stimuleren.
- De derde route is een **Hybride** route, waarin de andere twee routes gecombineerd worden met uitzondering van biomassa. Het bevat de opties zonne- en windenergie, maar ook CO<sub>2</sub>-opslag, waterstofinfrastructuur en WKK. Er is sprake van een lage efficiencyverbetering (20% oftewel 0,4% per jaar).

De emissiereductie van CO<sub>2</sub> voor de verschillende varianten in combinatie met verschillende supply mixen is weergegeven in Box 6. Afhankelijk van aannames over groei, efficiencyverhoging en de inzet van CO<sub>2</sub> neutrale aanbodopties is voor deze sector een emissiereductie te realiseren van circa 50 – 75% in 2050. Verdergaande emissiereducties kunnen bereikt worden door de inzet van CO<sub>2</sub>-neutrale feedstocks (met name biomassa) in de ijzer- en staalindustrie, de kunstmestindustrie en de chemie. Als al deze opties benut worden, is het mogelijk voor de industrie sector om een (theoretische) reductie van nagenoeg 100% te behalen.

### Box 7 Bijdrage aan broeikasgasemissies door maatregelen in de sector Landbouw en Voeding.

Emissiereductie primaire productie	Reductiepotentieel*) (Mton CO <sub>2</sub> -eq.)
• Klimaatneutrale kas	9-14
• Gesloten loopstallen	2-3
• Emissies per koe	0.5-1.5
• Dierlijke mest i.p.v. kunstmest	?**
• Precisiebemesting	1
<i>Totaal primaire productie</i>	<i>12-18</i>
<b>Duurzame energiebronnen en materialen NL</b>	
• Gebruik agro-reststromen	0.5-1
• Mestvergisting	0.5-1
• Mestverbranding	1
• Bio-energie teelt NL	1
• Windenergie op land	1-1.5
<i>Totaal duurzame energiebronnen NL</i>	<i>4-6</i>
<b>Duurzame energiebronnen en materialen buitenland</b>	
• Cascadegebruik van hout	2
• Bio-energie teelt buitenland (400-500 PJ)	38
<i>Totaal duurzame energiebronnen buitenland</i>	<i>40</i>
<b>Sinks: Koolstofvastlegging</b>	
• Verhogen grondwaterstand veenweidegebieden (450 kha)	?5-7
• Nieuw bos (350 kha)	?1
• Bos- en landmanagement en cultuurlandschap	?1
<i>Totaal sinks</i>	<i>?7-9</i>
*) Een aantal opties zijn niet optelbaar omdat er sprake is van overlap.	
**) ? betekent dat het netto effect onzeker is.	

### Box 8 Energieverbruikcijfers transportsector omgerekend naar CO<sub>2</sub>-emissies.

CO <sub>2</sub> -uitstoot in Mton	
Situatie 1990	28
Trend beeld 2050	60-75
Totaal Effect oplossingsroutes 1-3 t.o.v. trend	-25
<i>Technische oplossingen</i>	-15
<i>Terugdringen vervoersvraag</i>	-5
<i>Modal shifts</i>	-5
Resultaat 2050 zonder CO <sub>2</sub> vrije brandstoffen	35-45 (+20-50%)

## Landbouw & Voeding

Voor de landbouwsector wordt verondersteld dat het beleid in een Europese context wordt gevoerd. Voor de sector landbouw en voeding zijn 3 complementaire oplossingsroutes ontwikkeld, te weten:

- **Maatregelen bij de primaire productie:** klimaatneutrale kas, gesloten loopstallen, dierlijke mest in plaats van kunstmest en precisiebemesting,
- **Energieopwekking en cascadering:** productie van energie betreft beschikbare biomassa en windmolens op het land. Houtcascadering veronderstelt dat gestreefd wordt naar een duurzame inzet van hout, dus primair als bouw materiaal en pas in laatste instantie als brandstof.
- Er wordt verondersteld dat ook **maatregelen in de voedselketen** een belangrijke emissiereductie teweeg zullen kunnen brengen maar deze zijn niet bij de analyse betrokken.

Daarnaast worden mogelijkheden gezien voor het vastleggen van CO<sub>2</sub> in de bodem en het gewas (sinks) als middel om bij te dragen aan de reductie van CO<sub>2</sub>. Mogelijke omvangrijke vastlegging is denkbaar door akkerland om te zetten in grasland, nieuw bos, aanhoudend minder diep ploegen en vooral door het verhogen van de grondwaterstand in veenweide gebieden (dit voorkomt oxidatie van het veen en bevordert de vorming van nieuw veen). Daarbij dient echter rekening gehouden te worden met zeer grote onzekerheden in het netto vastleggingsresultaat.

Box 7 schetst mogelijkheden voor de sector landbouw en voeding om emissiereducties van CO<sub>2</sub> en niet-CO<sub>2</sub> broeikasgassen te realiseren, zowel binnen als buiten de eigen sector. De bandbreedte in de getallen wordt veroorzaakt door verwachtingen ten aanzien van het volume van de primaire productie in 2050.

- Implementatie van de maatregelen bij de primaire productie levert binnen de sector een reductie in de orde van 50 – 75% (12-18 mton CO<sub>2</sub>/eq.) in 2050.
- Door energieopwekking en cascadering valt nog eens 6-8,5 Mton CO<sub>2</sub>-eq., te reduceren (dat is 25-35% van de landbouwuistoot in 1990).
- Koolstofvastlegging zou nog eens 7-9 Mton CO<sub>2</sub> kunnen opleveren (dat is 25-35% van de landbouwuistoot in 1990).

Opgeteld betekent dit dat de sector in 2050 100-150% maal de eigen uitstoot kan hebben gereduceerd. Hierbij zijn maatregelen in de voedselketen niet inbegrepen.

Het meest opmerkelijke is wel de bijdrage die de landbouw levert aan reducties in andere sectoren. Het stoppen met kunstmestgebruik zal, wanneer dit ook buiten Nederland navolging krijgt, een reductie opleveren van 8-11 Mton CO<sub>2</sub> equivalenten (N<sub>2</sub>O en CO<sub>2</sub>.) Voor de kunstmestindustrie zal dan in Nederland vermoedelijk geen plaats meer zijn. De cementindustrie zal gevolgen ondervinden van de cascadering van hout, omdat het gebruik van beton in de woning- en utiliteitsbouw zal worden teruggedrongen. In totaal reduceert de landbouw 14-19 Mton CO<sub>2</sub>-eq. bij andere sectoren.



## Verkeer & Vervoer

De dialooggroep Verkeer & Vervoer heeft als uitgangspunt genomen dat de economische ontwikkelingen die leiden tot een vraag naar vervoer, vanuit de sector niet zodanig te beïnvloeden zijn dat dit leidt tot een lagere vervoersvraag.

Voor de sector verkeer en vervoer zijn vier oplossingsroutes geformuleerd:

- Onder de route **CO<sub>2</sub> neutrale brandstoffen** valt de inzet van biobrandstoffen en fossiele brandstoffen in combinatie met CO<sub>2</sub>-verwijdering en -vastlegging.
- Met de route **Technologische oplossingen: de terugdringing van de energievraag op voertuigniveau** wordt ingezet op zuiniger en efficiëntere voertuigen, waardoor het minder energie kost om in de verkeersvraag te voorzien.
- Met de route **Terugdringen vervoersvraag** wordt ingezet op gedragsveranderingen bij de burger en efficiënter vervoer met name door ICT-oplossingen, waardoor minder 'lege' kilometers gereden worden.
- De vierde route betreft **Modal shifts**. Hieronder valt de overgang van vrachtvervoer over de weg naar vervoer over water en rail en de overgang van personenvervoer van vliegtuig naar trein.

Grote doorbraken in de aanpak van het klimaatprobleem worden met name verwacht van de eerste en tweede route. Maar tegelijkertijd worden ook modal shifts richting energiezuiniger/ CO<sub>2</sub>-gunstiger modaliteiten en het terugdringen van de vervoersvraag nodig geacht. Het belangrijkste argument is de verwachte toename van het energiegebruik in de sector en de verwachting dat er grenzen zijn aan de beschikbaarheid van CO<sub>2</sub>-neutrale brandstoffen (met name uit biomassa en duurzame energie). De modal shifts komen ook in beeld onder druk van andere vraagstukken dan het klimaatvraagstuk alleen, in het bijzonder het probleem van schaarse ruimte en congestie.

Voor de sector zijn de routes doorgerekend voor het verwachte energieverbruik. De resultaten zijn, omgerekend naar CO<sub>2</sub>, weergegeven in Box 8. Het blijkt dat het energieverbruik van de sector, ondanks een krachtig pakket aan maatregelen, met 20 à 50% zal toenemen. De inzet van CO<sub>2</sub>-neutrale brandstoffen in combinatie met andere technologische oplossingen, zoals de brandstofcel, is daarom altijd nodig om vergaande CO<sub>2</sub>-emissiereducties te realiseren. Zonder deze optie is het realiseren van emissiereducties uiterst onzeker, omdat de effecten van efficiencyverbetering teniet worden gedaan door de groei van de sector. De gerealiseerde inzet van CO<sub>2</sub> neutrale brandstoffen bepaalt dus in hoge mate de uiteindelijk gerealiseerde emissiereducties, maar in theorie is dan een reductie van 100% mogelijk.

**Box 9 Bevindingen voor de vier sectoren in 2050 samengevat.**

Sector	Gebouwde Omgeving	Industrie & Energie	Landbouw & Voeding	Verkeer & Vervoer
Oplossingsroutes	Bestaande bouw: duurzaam  Nieuwbouw: duurzaam	Schoon fossiel: CO <sub>2</sub> -opslag, H <sub>2</sub> , efficiency  Duurzaam energiesysteem: Biomassa, wind, zon, hoge efficiency  Hybride: CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> , duurzaam	Primaire sector  Energie en materialen  CO <sub>2</sub> -vastlegging	Terugdringen vervoersvraag  Efficiency – Modal shifts  Schone brandstoffen
Te realiseren emissiereductie	80–90%	50-100%	100-150%	??-100%
<p>De uitkomsten van de dialoog in de sectoren Gebouwde Omgeving, Industrie &amp; Energie, Landbouw &amp; Voeding en Verkeer &amp; Vervoer duiden er op dat een emissiereductie van 80% in 2050 voor Nederland tot de mogelijkheden behoort.</p> <p>Het is evenwel niet onmogelijk dat in sommige gevallen routes voor verschillende sectoren elkaar uitsluiten. Zo is het de vraag of de route Schoon Fossiel voor de industrie en energiesector wel in staat is te voorzien in de behoefte aan duurzaam vanuit de gebouwde omgeving. Ook is het de vraag of in alle gevallen aan de behoefte van biomassa kan worden voorzien. Immers, zowel de sector verkeer en vervoer als de sector energie leggen een claim op geïmporteerde biomassa voor verschillende doeleinden, te weten om te voorzien in de energiebehoefte van huishoudens en bedrijven en om te voorzien in de behoefte aan schone brandstoffen. Een belangrijk punt is dat verschillende routes wellicht conflicterende eisen stellen aan kostbare infrastructuur. Een oriëntatie op een duurzaam energiesysteem veronderstelt omvangrijke investeringen van een geheel andere orde dan een oriëntatie op schoon fossiel. De dialoog heeft mogelijke inconsistenties geconstateerd maar niet nader onderzocht.</p>				



## 2.4 Keuzes voor de lange termijn

In Box 9 zijn de bevindingen van de vier dialooggroepen naast elkaar gezet. Uit deze bevindingen wordt door de dialoog overwegend geconcludeerd dat, onder een aantal randvoorwaarden die Nederland voor een deel niet zelf in de hand heeft, een zo drastische emissiereductie als –80% in 2050 voorstelbaar is. Maar er zijn ook twijfels of –80% voor 2050 in de praktijk haalbaar is. Het zal niet mogelijk zijn om alle opties tegelijkertijd in te zetten. Ook al gaat het om een termijn van maar liefst vijftig jaar, keuzes op geëigende momenten zijn onvermijdelijk.

Dit wordt al duidelijk bij een beschouwing van de criteria die de vier dialooggroepen ten grondslag willen leggen aan lange termijn klimaatbeleid. Deze zijn toegelicht in Box 10. De dialoog is eensgezind waar wordt geconcludeerd dat het klimaatbeleid zich moet richten op het bevorderen van opties die voldoen aan de criteria *klimaat-effectiviteit*, *duurzaamheid*, *kosteneffectiviteit* en *maatschappelijk draagvlak*. Maar deze criteria staan soms op gespannen voet met elkaar. Hier gaan de meningen uiteen.

Zo bestaan er verschillende opvattingen en verwachtingen over wat met de huidige stand der technologie maatschappelijk haalbaar en wenselijk is. Algemeen wordt aangenomen dat er op tal van terreinen belangrijke verbeteringen in de technologie zullen optreden. Voor sommigen is evenwel een drastische emissiereductie voorstelbaar zonder ingrijpende innovaties. In dat geval ligt de conclusie voor de hand dat de voornaamste barrières zich bevinden bij de overheid (politieke wil, daadkracht, consistentie etc.), om nog te zwijgen van de barrières op het niveau van de Europese Unie. Andere barrières bevinden zich bij het bedrijfsleven en consument (acceptatie). Een dergelijke conclusie lijkt overeen te komen met hetgeen de IPCC concludeert in haar derde Assessment Report: Omvangrijke reducties van broeikasgasemissies zijn technologisch mogelijk tegen aanvaardbare kosten, maar de maatschappelijke barrières zijn enorm.

Voor anderen is het daarentegen de vraag of de maatregelen die volgens de huidige technologische inzichten moeten worden genomen om –80% te realiseren, maatschappelijk acceptabel zijn. Hier manifesteert zich het spanningsveld tussen het criterium klimaat-effectiviteit enerzijds en de criteria duurzaamheid en maatschappelijk draagvlak anderzijds. Er bestaan ernstige twijfels ten aanzien van opties die voor het realiseren van drastische reducties cruciaal worden geacht:

**Box 10 Criteria voor lange termijn klimaatbeleid ontwikkeld in de dialoog.**

- *Klimaateffectiviteit*: Er bestaat overeenstemming over de opvatting dat klimaateffectiviteit het belangrijkste criterium moet zijn bij het stimuleren van opties om emissies te reduceren. De verder naar voren gekomen criteria zijn randvoorwaarden in de zin dat zij het criterium klimaateffectiviteit bij gelegenheid kunnen inperken.
- Onder *duurzaamheid* wordt verstaan sociale, ecologische en economische duurzaamheid (people, planet, profit). Niet alle kansrijke opties voor emissiereductie worden door iedereen als even duurzaam beschouwd. Dit geldt in het bijzonder voor CO<sub>2</sub> opslag, biomassa en waterstof. Tegelijkertijd wordt beseft dat de gevolgen van klimaatverandering, zelfs indien een wereldwijde reductie wordt gerealiseerd die voor Nederland in de orde van 80% ligt, zodanig kunnen zijn dat aan implementatie van deze controversiële opties wellicht niet te ontkomen is.
- Lange termijn klimaatbeleid *en maatschappelijk draagvlak* moeten elkaar versterken. Volgens sommigen veronderstelt dit dat klimaatbeleid zoveel mogelijk moet aansluiten bij al in gang zijnde ontwikkelingen in de sector (Landbouw) en dat de consument actief bij dit beleid betrokken zou moeten worden (Gebouwde Omgeving). Een vrij algemene indruk is dat belangrijke opties als CO<sub>2</sub> opslag, biomassa en wind niet hoog scoren op het criterium draagvlak. Opties waarvoor wel een draagvlak lijkt te zijn scoren weer lager op het criterium kosteneffectiviteit.
- *Kosteneffectiviteit*: Bij een keuze tussen opties zal dat alternatief de voorkeur krijgen dat de meeste emissiereducties tegen de laagste kosten realiseert. Als kantekening kan worden gesteld dat dit criterium zich vooral leent voor een vergelijking van opties die uitontwikkeld zijn. Het is evenwel de vraag in hoeverre dit verondersteld mag worden bij het beoordelen van lange termijn ontwikkelingen, want over kostenontwikkelingen bestaan grote onzekerheden.
- Het draagvlak voor klimaatbeleid wordt bevorderd indien opties worden aangeboden die recht doen aan de *keuzevrijheid van de consument*. Deze opvatting veronderstelt een maatschappelijke ontwikkeling die zich ook de komende decennia zal doorzetten. Dit criterium kan in strijd zijn met kosteneffectiviteit. Immers, sommige opties zijn alleen kosteneffectief indien zij op zeer grote schaal worden aangewend. Grote infrastructurele investeringen zijn nodig voor een waterstofnet, maar dit perkt de keuzevrijheid van consumenten in.
- *Bestuurlijke inpasbaarheid* duidt op een voorkeur voor opties die met vigerend instrumentarium in Nederland kunnen worden geïmplementeerd. De bestuurlijke inpasbaarheid neemt toe naarmate de afhankelijkheid van het buitenland of de Europese Unie afneemt.
- Het criterium *consistentie overheidsbeleid* duidt in het bijzonder op het spanningsveld tussen klimaatbeleid en liberalisering van de energiemarkt dat in diverse dialooggroepen is gesignaleerd.
- *Technische betrouwbaarheid* duidt op de robuustheid van opties. Sommigen koppelen aan dit criterium een voorkeur voor eenvoudige ‘low-tech’ opties met een lange levensduur die relatief gemakkelijk te repareren zijn als er iets mis gaat. De heersende cultuur tendeeert naar een voorkeur voor high-tech, doch relatief kwetsbare opties.
- Onder *innovatiepotentieel* wordt verstaan dat opties worden beoordeeld in het licht van de vraag in hoeverre zij in staat zijn om verdere duurzame technologische innovaties te genereren. Aan dit criterium ligt de opvatting ten grondslag dat omvangrijke innovaties nodig zijn, omdat het duurzaamheidsgehalte van opties als CO<sub>2</sub> opslag en biomassa twijfelachtig is.

## CO<sub>2</sub> opslag

Er heerst zorg dat ondergronds opgeslagen kooldioxide op termijn kan ontsnappen met eventueel levensbedreigende gevolgen. Ook rijst de vraag naar de bestuurlijke inpasbaarheid van de optie (is een samenleving in staat de CO<sub>2</sub> onder de grond voor onbepaalde tijd te monitoren en de beheersbaarheid te garanderen?). In het verlengde van deze weerstand bestaat de vrees dat grootschalige implementatie van CO<sub>2</sub> opslag zal leiden tot een verwaarlozing van de stimulering van duurzame opties als zon en wind. Hier staat tegenover dat de klimaatverandering, zelfs bij een drastische wereldwijde emissiereductie, onomkeerbare effecten kan hebben, zoals het teloor gaan van belangrijke ecosystemen. In dat geval is aan ondergrondse CO<sub>2</sub> opslag vermoedelijk niet te ontkomen. Immers, *wanneer op grond van het criterium duurzaamheid bezwaren gelden tegen CO<sub>2</sub> onder de grond, dan kan zeker niet worden berust in een ongebreidelde toename van CO<sub>2</sub> in de atmosfeer.* Een bijkomend voordeel van deze optie is wellicht dat, wanneer deze kosteneffectief blijkt te zijn, Nederland niet aangewezen is op het buitenland om een groot deel van de energievoorziening aan huishoudens en bedrijven CO<sub>2</sub> neutraal te maken.

Uit de dialoog over dit onderwerp kan worden afgeleid dat er, onder strikte voorwaarden, een draagvlak kan ontstaan voor de optie CO<sub>2</sub> opslag. Tot deze voorwaarden zou in ieder geval moeten behoren de krachtige stimulering van opties die op lange termijn CO<sub>2</sub> opslag overbodig kunnen maken.

## Biomassa

Ook biomassa wordt niet algemeen als een duurzame optie beschouwd. Er bestaat scepsis over de beschikbaarheid van voldoende biomassa gezien de omvang en diversiteit van de claims die er op worden gelegd. In het bijzonder wordt gevreesd dat de geïndustrialiseerde wereld met een hoog energieverbruik en een hoge automobiliteit eens te meer haar probleem zal afwentelen op minder welvarende regio's zoals Zuid-Amerika, Afrika en Oost-Europa. Zal de voedselzekerheid in deze regio's niet in gevaar komen? Brengt grootschalige teelt van biomassa geen sociale ontwrichting met zich mee? Wel wordt onderkend dat er theoretisch voldoende land beschikbaar is voor biomassa en dat het in productie nemen van (gedegradeerde) gronden de exporterende landen tot voordeel zal strekken. De problemen die verwacht worden als gevolg van de grootschalige productie en aanwending van biomassa hoeven uiteindelijk niet te leiden tot een afwijzing van deze optie. Maar de zorg dat grootschalige biomassateelt zal leiden tot sociale en ecologische ontwrichting leidt wel tot een pleidooi voor een duurzame productie en gebruik (cascadering) van biomassa. Er wordt geconstateerd dat onder andere het klimaatverdrag hier barrières opwerpt doordat een laagwaardig gebruik van biomassa wordt gestimuleerd.



## Duurzaam

Terwijl enerzijds een scala aan problemen wordt voorzien met betrekking tot de duurzaamheid van de opties schoon-fossiel en biomassa, wordt anderzijds ook geconstateerd dat, gezien de huidige stand der techniek, Nederland tegen grenzen aanloopt bij de implementatie van duurzaam (in het bijzonder zon en wind). Deze grenzen zijn enerzijds fysiek van aard (te weinig ruimte voor windmolens en zonnepanelen), anderzijds wordt gevreesd voor hoge kosten van back-up systemen. Deze grenzen mogen niet absoluut worden opgevat – zo is er ruimte voor import en bij een verdergaande koppeling van systemen neemt de noodzaak van back-ups af. Om de verschillende opvattingen over de beschikbaarheid van duurzaam goed te begrijpen, is het nodig te onderscheiden tussen de sectoren. Voor de gebouwde omgeving kan duurzaam nu al in een grote behoefte voorzien zonder dat majeure technologische doorbraken noodzakelijk zijn. Er wordt ook verwacht dat de consument een voorkeur heeft voor duurzame energie. Maar voor de sectoren met het grootste aandeel in de Nederlandse CO<sub>2</sub> emissies, verkeer en industrie, ligt duurzaam als serieus alternatief voorlopig niet voor de hand. Bovendien zijn er ook kanttekeningen te plaatsen bij de acceptatie van duurzame opties. Het valt niet uit te sluiten dat bijvoorbeeld een offshore windpark met een vermogen van 20.000 Mwe langs de kustlijn van Den Helder tot Zandvoort op acceptatieproblemen zal stuiten. Is het duurzaam om de problemen van het land af te wentelen op de zee?

## Energie efficiency

Vraagbeperking door energie efficiency is voor alle sectoren een cruciale optie bij het omlaag brengen van emissies. Over de mogelijkheden tot verdere efficiencyverbetering wordt evenwel verschillend gedacht. Bij sommigen overheerst zorg dat het tempo van efficiencyverbetering (vanaf de jaren zeventig 1 a 2% per jaar) op termijn niet te handhaven is. Met bestaande processen wordt het thermodynamisch minimum genaderd. Gepleit wordt voor het krachtig bevorderen van procesinnovaties door brede samenwerking tussen ondernemingen.

Doorbraken ten aanzien van duurzaam en vraagbeperking worden mede nodig geacht om voor de lange termijn een (te groot) beroep op CO<sub>2</sub> opslag en biomassa te vermijden. Naast en deels verweven met de vraag in hoeverre –80% haalbaar is met de technologische opties die in de dialoog zijn geagendeerd op een maatschappelijk aanvaardbare manier, zijn verschillende inzichten naar voren gebracht over de rol van de overheid in het klimaatbeleid. Kan worden volstaan met een marktconform bestuurlijk instrumentarium, gezien de doorbraken die nodig worden geacht in de technologie en de infrastructurele implicaties van een groot aantal opties? Wat kan de Nederlandse resp. de Europese overheid nog betekenen in een tijdperk van liberalisering van de energiemarkt? Algemeen wordt geconstateerd dat de liberalisering op dit moment gepaard gaat met een verminderde belangstelling voor (fundamenteel) onderzoek, zowel bij de overheid als bij het bedrijfsleven. Maar sommigen verwachten dat een marktconform beleid, in het bijzonder de invoering van een systeem van verhandelbare emissierechten, op termijn de gewenste technologische innovaties zal genereren. Wanneer zo'n systeem wordt gekoppeld aan een emissieplafond dat gaandeweg naar beneden wordt bijgesteld, zullen aanvankelijk te dure opties op termijn kosteneffectief worden. Voor anderen is dit de vraag. De overheid en niet de markt is het meest geëigend om het gewenste lange termijn perspectief te be

**Box 11 Conflicterende opvattingen over de realisatie van 80% emissiereductie.**

Marktconforme instrumenten dominant over de gehele linie? →  Technologie nu al beschikbaar? ↓	Op de (middel)lange termijn	Zo spoedig mogelijk
Nee, nog niet	R&D door niet competitieve samenwerking over de grenzen van sectoren. Overheid faciliteert en investeert in kennisinfrastructuur.  D	Lange termijn normstelling voor de ontwikkeling van specifieke producten (CO <sub>2</sub> neutrale brandstoffen).  B
Ja	Overheidssteun voor het in de markt zetten van innovaties (zoeken van lead customers).  C	A Emissiehandel draagt bij tot acceptatie en implementatie van opties door marktpartijen en consumenten.
<p>Ontleend aan Matthijs Hisschemöller, Magnus Andersson, Marleen van de Kerkhof en Willemin Tuinstra: 'What we do not know yet about the institutions needed for the transition toward a decarbonised economy; A report from the COOL dialogue.' <i>Paper presented at the METRO Conference on Institutions and Instruments to Control Global Environmental Change, 21-22 June 2001, Maastricht, The Netherlands</i></p>		

waken. In het bijzonder kan de overheid onderzoek en ontwikkeling van een (beperkt) aantal technologische opties bevorderen en steunen bij het in de markt zetten van producten door op te treden als 'lead customer'. De overheid heeft traditioneel ook een zware verantwoordelijkheid voor het realiseren van grote infrastructurele voorzieningen.

In box 11 zijn de verschillende opvattingen uit de dialoog samengevat, waarin een relatie wordt gelegd tussen de stand van kennis en technologie enerzijds en de wenselijkheid van marktconforme sturing anderzijds. Box 11 doet in zekere zin onrecht aan de dialoog, want zij laat een veelheid aan onderwerpen en opvattingen buiten beschouwing. Speciale vermelding hierbij verdient de constatering vanuit verschillende dialooggroepen dat het klimaatbeleid gebaat zou zijn bij een grotere betrokkenheid van consumenten die bereid zijn een actieve bijdrage te leveren aan emissiereducties.

In feite geeft box 11 op vier verschillende problemen een antwoord. In cel A is een innovatie tegen redelijke kosten beschikbaar. Het probleem is om het product breed ingang te doen vinden in de markt. Er zijn legio voorbeelden te bedenken waar dit probleem op van toepassing is. Een hiervan is wellicht CO<sub>2</sub> verwijdering en opslag, mits geconcludeerd mag worden dat er hierbij geen veiligheidsrisico's in het geding zijn. In cel B is nog geen product beschikbaar maar het is wel duidelijk dat dit na verloop van tijd het geval zal zijn en ook is duidelijk wie (welke bedrijven) hiervoor moeten zorgen. Lange termijn normstelling, in het bijzonder voorgesteld voor de implementatie van CO<sub>2</sub> neutrale transportbrandstoffen, wordt gezien als een marktconform instrument dat vooraf kan gaan aan emissiehandel. De problemen die geschetst worden in de rechter kolom van de tabel laten zich beide aanpakken met marktconforme instrumenten. Dit ligt anders in cel C en D. In plaats van de concurrentie die inherent is aan marktconformiteit wordt hier samenwerking tussen partijen voorop gesteld. In cel C is een product beschikbaar maar het leent zich (om uiteenlopende redenen) niet voor penetratie via de markt. Om dit product te stimuleren moet de overheid niet-marktconforme instrumenten inzetten. Het pleidooi voor een beschermd aandeel duurzaam in de energievoorziening is een voorbeeld van zo'n strategie. In cel D tenslotte is de theoretische kennis beschikbaar maar is nog veel onderzoek en ontwikkeling nodig alvorens producten op de markt kunnen worden gezet. Hierbij gaat het bijvoorbeeld om doorbraken in procesefficiency of, voor de lange termijn, zon.

Op het oog zijn hierboven vier verschillende problemen en bijpassende oplossingsroutes geschetst. Tezamen kunnen zij ook als traject op een tijdsas worden beschouwd, van ontwikkeling naar marktpenetratie. In de praktijk evenwel doet het onderscheid zich niet altijd eenduidig aan ons voor. Zo bleek al dat de vraag of de kennis en technologie beschikbaar is voor de sector Industrie anders wordt beantwoord dan voor de sector Gebouwde Omgeving. Om het vraagstuk in zijn volle reikwijdte te illustreren is efficiency een aansprekend voorbeeld.

In de dialoog liepen de meningen over de kansen tot verdere efficiencyverbetering uiteen. Dit valt enerzijds te verklaren uit het feit dat het hier een groot pakket betreft van uiteenlopende opties. Sommige zijn beschikbaar en kunnen op korte termijn worden geïmplementeerd. Andere vergen fundamentele technologieontwikkeling. Uit deze constatering kan worden afgeleid dat het benodigde sturingsinstrumentarium voor realisatie (dus) ook zeer divers zou moeten zijn. Maar anderzijds kunnen opvattingen over





verbetering van efficiency weldegelijk als conflicterend worden beschouwd. De opvatting dat de technologische barrières op dit moment het grootste struikelblok zijn leidt tot een strategie als verwoord in cel D, niet competitieve samenwerking en krachtige overheidssteun voor R&D. Hier tegenover staat de opvatting dat efficiencyverbetering in het verleden een ware vlucht heeft genomen ten gevolge van externe druk (energiecrisis, prijsverhogingen). Dit pleit eerder voor het aanpakken van het probleem via een regime van verhandelbare emissierechten (cel A in box 11).

Dit voorbeeld doet een aantal vragen rijzen: Wie maakt de komende decennia uit welk probleem aan de orde is respectievelijk welke oplossingsstrategie het meest passend? En, als blijkt dat er niet sprake is van een enkel maar van verschillende vraagstukken (in welk geval er dus geen sprake is van *conflicterende* opvattingen): Hoe ‘tailor-made’ moet een beleid zijn om de beste technologie te implementeren? Hoe ‘tailor-made’ kan een beleid zijn om niet te verzanden in detail? Wanneer komen instrumenten met elkaar in conflict en verliest het beleid aan consistentie? Tot hoever verdraagt een voortschrijdende liberalisering zich met verregaande overheidsinterventie, wanneer deze zou kunnen leiden tot het bevorderen van bepaalde technologische ontwikkelingen (ten koste van andere)? De grote uitdaging voor de aanpak van het beleid voor de lange termijn ligt vermoedelijk in het uitdiepen van dit type vragen op het grensvlak van technologie, economie en bestuur.

De gangbare opvatting luidt dat een beleid altijd een mix van instrumenten moet inzetten. De vraag of dit altijd mogelijk is of dat er keuzes gemaakt moeten worden bij de inzet van instrumenten wordt meestal niet gesteld. Een nadere beschouwing van de Nationale Dialoog leert dat het juist van groot belang is na te gaan wanneer en in hoeverre verschillende sturingsinstrumenten met elkaar in conflict komen.

**Box 12 Enkele proceslessen uit de Nationale Dialoog.**

- Een dialooggroep bestaande uit personen met uiteenlopende expertise, inzichten en opvattingen vergroot de kans op nieuwe inzichten voor het klimaatbeleid.
- Maar hierbij hangt veel af van de kwaliteit van de procesondersteuning die deze groep bij het werk ontvangt. Het is vooral van belang dat de verschillende stappen in het proces voor de deelnemers transparant zijn.
- In een vraaggestuurde dialoog is het zaak de wensen, zorgen en verwachtingen van de deelnemers tot uitgangspunt te kiezen van de discussie.
- Een zekere autonomie van de dialooggroepen verhoogt de betrokkenheid van deelnemers bij het werk in de groepen en bij het eindproduct.
- De rol van een wetenschappelijke ondersteuning in een dialoog verdient bijzondere aandacht. De aangeboden informatie moet toegankelijk zijn, compact, en op maat gesneden. Tevens is een juiste communicatie van informatie van groot belang.
- De backcastingstechniek leidt tot inzicht in de belangrijkste kansen en obstakels bij het implementeren van opties voor klimaatbeleid. Het daagt de deelnemers evenwel niet direct uit tot het onderbouwen van conflicterende visies.
- Het werken met toekomstbeelden en backcasten stimuleert een lange termijn oriëntatie in de dialoog. Maar deze technieken kunnen de deelnemers niet los maken van eigen ervaringen, opvattingen en belangen. Dit mag ook niet de bedoeling zijn.
- Een uitgebreide voorbereidingstijd en een goede begroting zijn cruciaal voor een goed verloop van de dialoog.
- Werken in een interdisciplinair team vereist goede afspraken en een goed werkplan. Dit kost tijd!

## 2.5 Voorbereiding op de lange termijn: aanbevelingen

In deze paragraaf worden aanbevelingen gepresenteerd voor de periode van voorbereiding op de lange termijn, dat wil zeggen tussen nu en 2012. Deze aanbevelingen zijn gericht aan overheid, het bedrijfsleven en de milieu- en consumentenbeweging. Uitgangspunt is het beeld dat uit de dialoog naar voren komt. Dit laat zich als volgt samenvatten:

*Uit de nationale dialoog mag worden geconcludeerd dat een emissiereductie in de orde van 80% in 2050 voorstelbaar is. De deelnemers aan de dialoog zijn niet allen (even) optimistisch gestemd over de haalbaarheid er van. Met name wordt betwijfeld of deze emissiereductie mogelijk is zonder hier en elders andere maatschappelijke problemen dan klimaatverandering te veroorzaken of te verergeren. Dit leidt tot de gevolgtrekking dat –80% voor de Nederlandse samenleving als geheel alleen op een maatschappelijk aanvaardbare manier binnen bereik komt wanneer er, naast het overwinnen van maatschappelijke, politiek-institutionele en psychologische barrières, op een aantal terreinen majeure technologische doorbraken plaatsvinden. De Europese en Nederlandse overheden worden hierbij een zeer belangrijke rol toebedacht, maar er wordt betwijfeld of zij deze rol de komende decennia kunnen waarmaken.*

Deze conclusie duidt enerzijds op gematigd optimisme, anderzijds op twijfels over de wenselijkheid van bepaalde opties en de mogelijkheden tot effectief overheidsbeleid. Een effectief lange termijn beleid zal een manier moeten vinden om om te gaan met deze tegenstrijdige indrukken, met de gesignaleerde twijfels en verschillen van opvatting. Immers, zij duiden alle op reële vraagstukken die in samenhang moeten worden geadresseerd. Over deze vraagstukken gaan de aanbevelingen 4 t/m 10. Uit de dialoog komt ook een aantal gedeelde inzichten naar voren die betrekking hebben op de algemene succesfactoren voor een lange termijn klimaatbeleid. Hierover gaan de aanbevelingen 1 t/m 3. Box 13 geeft informatie over specifieke aanbevelingen voor de sectoren, geformuleerd door de vier dialooggroepen.

### Algemeen

1. *Gebruik de komende tien jaar goed!* Er kan al onmiddellijk een begin gemaakt worden met het implementeren van diverse opties in de vier sectoren. Maar, hoewel het klimaatvraagstuk urgent is en de urgentie er van de komende jaren wellicht nog zal toenemen, moet vooral de tijd moet worden genomen om een samenhangend beleid voor de lange termijn te ontwikkelen en in gang te zetten. Hierbij valt met name te denken aan het vormgeven en afstemmen van inhoud, proces, en de coördinatie van acties op mondiaal, Europees en nationaal niveau. Ook de timing van beslissingen (niet te laat, maar vooral niet te vroeg) is van cruciaal belang.
2. *Stimuleer een duurzame betrokkenheid bij het vraagstuk!* Het gaat er om de voorwaarden te scheppen waaronder de overgang naar een CO<sub>2</sub> neutraal energiesysteem zal kunnen plaatsvinden. Tot deze voorwaarden behoren
  - een langdurige "sense of urgency" bij stakeholders en bevolking om dit probleem onder de knie te krijgen,

**Box 13 Een greep uit de specifieke aanbevelingen voor de verschillende sectoren.****Gebouwde Omgeving**

- Integraal ontwerpen; zon passief in EPN, EPL (nieuwbouw) en EPA (bestaande bouw);
- Voor zonnepanelen: afspraken met energiebedrijven en producenten over aansprakelijkheid en prikkels (overheid);
- Stimuleren van houtskeletbouw;
- Aanpakken risico voor grondwatervervuiling door antivries in warmtepomp, generieke subsidieregeling (overheid).

**Industrie en Energie**

- Maatregelen om WKK in de industrie te stimuleren en veilig te stellen, traject voor koppelen wkk aan schoon-fossiel (overheid, bedrijfsleven);
- Ontwikkelingsplan voor waterstofinfrastructuur (geleidelijke inpassing dan wel geheel nieuwe infrastructuur), (alle betrokkenen);
- Duurzaamheidsarrangementen in industriegebieden, waarbij het bedrijfsleven zich bereid verklaart om warmte / koude te leveren of af te nemen. Het regime dat hiervoor nodig is vergt samenwerking tussen de bedrijven (sector).

**Landbouw en Voeding**

- Uitfaseren gebruik en productie van kunstmest (Nederland, de sector, de EU);
- Natuur- en landschapsbeleid afstemmen op klimaatbeleid (sinks) (Nederland, beheerders van natuurgebieden);
- Maatregelen op de boerderij (sector);
- Inventarisatie opties voor voedselketen (alle betrokkenen).

**Verkeer en Vervoer**

- Lange termijn normstelling kan ertoe leiden dat binnen een periode van enkele decennia alleen nog CO<sub>2</sub> neutrale brandstoffen in de handel zijn. (Europees verband);
- De kosten van CO<sub>2</sub> kunnen tot uitdrukking worden gebracht in de brandstofprijs (Europees verband);
- Invoeren klimaattoets voor nieuwe infrastructuur (Nederland);
- Transport kan deel gaan uitmaken van milieuzorgsystemen en certificering (sector).

- een duurzame politieke wil om daarvoor inspanningen te leveren (tientallen jaren hoog op de politieke agenda),
- consistentie in het overheidsbeleid die partijen blijvend bemoedigt om hun bijdragen te leveren.

Lange termijn beleid dient naast (maar niet los van) het vigerende beleid, ruimte te bieden voor kritische evaluatie. De aanpak van het COOL project, een dialoog tussen wetenschap en betrokkenen uit de maatschappij, leent zich goed voor het verder gestalte geven van het beleid voor de lange termijn. Het is in dit verband van belang de proceslessen van COOL ter harte te nemen (Box 12 vat een aantal pregnante lessen uit het COOL proces samen).

3. *De wenselijkheid van –80% als doelstelling voor de lange termijn?* De nationale dialoog heeft zich gericht op het onderzoeken van de haalbaarheid van een emissiereductie in de orde van 80% en niet op de wenselijkheid er van. De uitkomsten van de dialoog en de betrokkenheid van de deelnemers geven aanleiding om de komende periode de vraag naar de wenselijkheid van een lange termijn doelstelling in de orde van –80% te stellen, zowel nationaal als in Europees verband. Voor de beantwoording van deze vraag en de politieke oordeelsvorming moet de tijd worden genomen, want dit veronderstelt dat de specifieke thema's hieronder in samenhang worden geadresseerd.

#### Thema's voor het lange termijn klimaatbeleid

4. *Maak een integrated assessment van de effectiviteit van sturingsmechanismen in de tijd!* De COOL dialoog signaleert een verband tussen de technologische, economische en bestuurlijke aspecten van het klimaatbeleid voor de lange termijn. In het bijzonder moet helderheid komen over de effectiviteit van beleidsinstrumenten voor het realiseren van reducties in de verschillende sectoren. Op dit moment ontbreekt een samenhangende benadering (inclusief ex ante en ex post evaluatie van concrete beleidsacties) waarbij verschillende disciplines zijn betrokken. Zo'n benadering op het grensvlak van de technologie, de economie en het bestuur, dient een nieuw licht te werpen op de wisselwerking tussen instrumentenkeuze en (ongewenste) beleidseffecten.
5. *Kennis, kennisinfrastructuur:* De dialoog suggereert dat zwaar moet worden ingezet (zo mogelijk op Europese schaal) op fundamenteel en toegepast onderzoek om majeure doorbraken te forceren. In dit verband wordt voorgesteld op korte termijn te komen tot een technologisch topinstituut waarin overheden, bedrijfsleven en wetenschap (internationaal) samenwerken aan de ontwikkeling van een optimale toepassing van zon PV. Ook wordt gedacht aan initiatieven op het gebied van waterstof en biomassa. Het pleidooi vanuit de dialoog staat in contrast met de terugtrekkende bewegingen die de Nederlandse regering en het bedrijfsleven thans met betrekking tot het onderzoek maken. Het stimuleren van kennisontwikkeling zou gepaard moeten gaan met een herbezinning op de beschikbare kennisinfrastructuur, in het bijzonder op de transparantie van deze infrastructuur en de toegankelijkheid van kennis voor vragende partijen.

**Box 14 Publicaties in het kader van de Nationale Dialoog.**

- Arentsen, M. en E. Luiten (2001). Shaping future technology. Position paper for the COOL-dialogue on climate change options. CTSM, Twente en U&U, Utrecht.
- Bennett, G. (2001). Long-term institutional change and climate control measures in Europe. Syzygy, Nijmegen.
- de Boer, J. (2001). Consumptiecultuur en Klimaatverandering. Essay opgesteld in het kader van de COOL-dialogoog. IVM, Amsterdam.
- Faaij, A., S. Bos, J. Spakman, D.J. Treffers, C. Battjes, R. Folkert, E. Drissen, C. Hendriks en J. Oude Lohuis (1999). Beelden van de toekomst. Twee visies op de Nederlandse energievoorziening ten behoeve van de Nationale Dialoog.
- Faaij, A., M. van de Kerkhof, M. Hisschemöller, R. Folkert, H. Jeeninga, M. Kok, O.J. Kuik, P. Kroon, A. Seebregts, J. Spakman, D.J. treffers en D. de Jager (2001). Kernthema's van de strategische visie voor het lange termijn klimaatbeleid in Nederland. Hoofdpunten uit de strategische visie van de groepen Gebouwde Omgeving, Industrie, Landbouw & Voeding, Verkeer & Vervoer van de Nationale Dialoog van het COOL project.
- Folkert, R.J.M. (2001). CO<sub>2</sub>-opslag: potentieel en milieu/veiligheidsaspecten. Notitie ten behoeve van de Integratie Workshop COOL. RIVM, Bilthoven.
- Hisschemöller, M., M. van de Kerkhof en O.J. Kuik (2000). Climate OptiOns for the Long term. De Nationale Dialoog – Tussenrapport. W-00/02 IVM, Amsterdam.
- Hisschemöller, M., M. van de Kerkhof, O.J. Kuik, M.T.J. Kok, J. Spakman, D.J. Treffers, M. Spanjersberg, A. Faaij, J. Oude Lohuis, A. Seebregts, P. Kroon, J.A. Annema, H. Jeeninga en W. Tuinstra (2001). Backcasting exercities in COOL – De Nationale Dialoog. W-01/03. IVM, Amsterdam.
- Hisschemöller, M. (2001). De bestuurlijke aspecten van lange termijn klimaatbeleid. Notitie ten behoeve van de Integratie Workshop COOL. IVM, Amsterdam.
- Spakman, J., R. Folkert en G.J. van den Born (2001). Biomassa: potentieel en implicaties.
- Spakman, J., G.J.v.d.Born, G.J.Elzenga, K.W.van der Hoek en R.J.M. Folkert (2001). Relaties tussen Landbouw, Klimaat en Beleid.
- Thema III Assessment Team (1999). Informatiepakket fact sheets ten behoeve van de Nationale Dialoog.
- Treffers, D.J. (2000). Energiebesparing in de Industrie. Paper voor de Nationale Dialoog van het COOL project. NW&S, Utrecht.
- Van Lieshout, M. en A.F.L. Slob (2001). ICT en klimaatverandering. Essay opgesteld in het kader van de COOL-dialogoog. TNO, Delft.
- Van Luttermvelt, P. (2001). De kracht en invloed van de consument. Een ondergewaardeerde factor. Den Haag.
- Van Soest, J.P. (2000). Klimaatbeleid voor de Industrie. Essay in het kader van de COOL-dialogoog. LE, Delft.
- Van Zeijts, H., W.J. van der Weijden, M.C. Hanegraaf. Landbouw en broeikaseffect: systeemgrenzen, toekomstbeelden en mogelijke maatregelen. Utrecht, Centrum voor Landbouw en Milieu.

6. *Marktontwikkeling*: Naast het pleidooi voor een krachtige stimulering van kennisontwikkeling wordt aandacht gevraagd voor de problemen die zich voordoen bij het op de markt zetten van nieuwe producten. Traditioneel neemt de overheid de rol op zich van lead customer met alle risico's van dien. Naast de overheid kunnen ook milieu- en consumentenorganisaties hier een belangrijke rol vervullen, bijvoorbeeld door lead customers te verwen die aandeelhouders worden in het nieuwe product.
7. *Implicaties voor ruimte en infrastructuur*: In samenhang met de punten 4 en 5 moet een helder beeld ontstaan van de eisen die klimaatopties stellen aan ruimte en infrastructuur. Hierbij gaat het om uiteenlopende zaken als netverzwaring, ondergrondse of bovengrondse leidingen, eisen aan tankstations, waterwegen, bruggen, landschappelijke inrichting, inrichting bedrijventerreinen, (her)vestigingsmogelijkheden voor bedrijven en dergelijke. Er is weinig zicht op de kosten, duurzaamheidsaspecten, alsmede op belangrijke inzet van overheid en marktpartijen die hierbij in het geding is.
8. *Versterking rol van consument*: Het potentieel van de consument als actor in het klimaatvraagstuk wordt op dit moment in Nederland onderschat. Aandacht voor de consument beperkt zich veelal tot het stimuleren van individuele gedragsverandering. Toch kan een (georganiseerd) optreden van consumenten op termijn een belangrijke stimulans zijn voor het versnellen van veranderingen aan de aanbodzijde. Er zou nagegaan moeten worden welke mogelijkheden er zijn om de betrokkenheid van consumenten bij de aanpak van het klimaatprobleem te vergroten. Hierbij zouden versterking van de eigen verantwoordelijkheid en keuzevrijheid centraal moeten staan. Een instrument dat onderzocht zou moeten worden is CO<sub>2</sub>-emissie rechten per persoon.
9. *Traject Biomassa*. Er wordt een traject uitgezet waarin alle barrières voor aanwending van biomassa samenhangend worden bekeken. Op internationaal niveau moet worden toegewerkt naar een certificeringssysteem voor duurzaam geproduceerde biomassa. De vraag is of cascadering als nationale en internationale doelstelling wenselijk is (thans bevordert het klimaatregime nog het verbranden van biomassa). Hiermee samen hangt de vraag of een sluitend monitoringsysteem kan worden ontwikkeld. Belemmeringen voor biobrandstoffen (zoals heffingen op alcohol) moeten in kaart worden gebracht en aangepakt. Onderzoek naar biomassa potentieel wordt geïntensiveerd.
10. *Traject CO<sub>2</sub> opslag*. Er wordt een traject uitgezet dat uitmondt in een politiek besluit over de inzet van CO<sub>2</sub> opslag. Hierbij is aandacht voor veiligheid bij transport en opslag en mogelijke reacties in de bodem. Er is ook ruimte voor demonstratieprojecten. In de besluitvorming wordt in het bijzonder ingegaan op de vraag onder welke voorwaarden, wanneer (eerder of later) en op welke typen locaties van CO<sub>2</sub> opslag sprake zal kunnen zijn. Gegeven de aard van de weerstanden tegen deze optie en de kansen die de optie biedt om een slag te maken in de reductie van CO<sub>2</sub> emissies, is het zeker in dit traject raadzaam een open dialoog te organiseren om de alternatieven te definiëren.





**Box 15 Deelnemers aan de Dialoog.***Groep Gebouwde Omgeving*

D.K.J. Tommel (voorzitter)	Nationaal Woning Instituut
E. van Andel	FIWIHEX
A.W.L.A. Cruyssen	Wilma B.V.
R. van Gulp	Gemeente Tilburg
J.C. Heemrood	Nationaal Dubo Centrum
Mw. J. Hofman	Le Clercq Planontwikkeling B.V.
A.A. Koedam	Aedes Vereniging van Woningcorporaties
J. Kristinsson	Architecten- en Ingenieursbureau Kristinsson
P. van Luttervelt	Global Action Plan
Mw. M. Quené	NUON
A.R.W. Snelders	Siemens Nederland
E. Stigter	Ministerie van VROM
C. Zijdeveld	Schiedam
H. Jeeninga (wetensch. ondersteuning)	ECN Beleidstudies
Mw. M. van de Kerkhof (secretaris)	Instituut Voor Milieuvraagstukken
J. Oude Lohuis (wetensch. ondersteuning)	RIVM
J. Spakman (wetensch. ondersteuning)	RIVM

*Groep Industrie en Energie*

M.E.E. Enthoven (voorzitter)	NIB Capital
A. Altevogt	Greenpeace Nederland
C. Bronke	DSM
H.E. Brouwer	Ministerie van EZ
J.P. van Buijtenen	Vereniging Gasturbine
E.J. Postmus	N.V. Gasunie Nederland
G.N. van Ingen	Akzo Nobel Energy B.V.
P.W. Kwant	Shell International
W.J. Lenstra	Ministerie van VROM
N.A. Manders	Essent Energie
P.E. Metz	European Business Council for a Sustainable Energy Future, e <sup>-5</sup>
J. van der Sar	Kerk en Wereld
J.P. van Soest	CE
Mw. W.A.S. Stibbe	Stibbe Milieu Consultancy
F.H.A. Winkelman	CORUS B.V.
A.P.C. Faaij (wetensch. ondersteuning)	Universiteit van Utrecht, NW&S
Mw. M. van de Kerkhof (secretaris)	Instituut Voor Milieuvraagstukken
J. Oude Lohuis (wetensch. ondersteuning)	RIVM

**Box 15 Deelnemers aan de Dialoog (vervolg).***Groep Landbouw en Voeding*

Mw. J.C.M van Eijndhoven (voorzitter)	Rathenau Instituut
W.G. Albrecht	Platform Biologica
A. van den Brand	WLTO
L.J.M. Dielen	Stichting Bos en Hout
D. Dijk	Rabobank
Mw. P. Hazenberg	Nederlandse Bond van Plattelandsvrouwen
F. Hoogervorst	LTO glastuinbouw
A. van Hoorn	Ministerie LNV
R. Kalwij	COSUN
H.P.M. Opsteegh	LTO veehouderij
S. Schöne	Wereld Natuur Fonds
R.J.M. Folkert (secretaris)	RIVM
D. de Jager (wetensch. ondersteuning)	Ecofys
J. Spakman (wetensch. ondersteuning)	RIVM

*Groep Verkeer en Vervoer*

P. Bouw (Voorzitter)	Raad voor Verkeer en Waterstaat
P. Clausing	ANWB
J.M. Dekkers	Nationale Havenraad
A. Douma	Holland Rail Consult
H. Leemreize	FNV
H. van Manen	van Gend en Loos
G.H.J. Peters	Milieudienst Rijnmond
A.B.M. van der Plas	Nederland Distributieland
P.H.P. Sierat	Verachtert B.V.
E.M. Storm	Ondernemersvereniging SIVN
L. Tegelberg	Lacis Nederland B.V.
B.B.W. Thorberg	Ministerie van Verkeer en Waterstaat
T. Wams	Vereniging Milieudefensie
J.A. Annema (wetensch. ondersteuning)	RIVM
Mw. S. Bos (wetensch. ondersteuning)	ECN
M.T.J. Kok (secretaris)	RIVM
P. Kroon (wetensch. ondersteuning)	ECN

### 3. Policy briefs Nationale Dialoog

#### 3.1 Naar een lange termijn klimaatbeleid voor de gebouwde omgeving in Nederland

Als het nodig is om in Nederland in 2050 een CO<sub>2</sub>-emissiereductie van 80% ten opzichte van 1990 te realiseren, dan is dat in de sector gebouwde omgeving haalbaar. Dit is de conclusie van een gestructureerde dialoog over het lange termijn klimaatbeleid in deze sector tussen personen uit bedrijfsleven, overheden, kennisinstellingen en andere maatschappelijke organisaties (box 3.1). Bij de dialoog is ingegaan op de vragen als: Wat zijn kansrijke opties voor het reduceren van CO<sub>2</sub>-emissies in deze sector, hoe zijn de opties te implementeren en wat betekent dit voor het klimaatbeleid op de lange termijn?

De effecten van de belangrijkste opties zijn berekend voor CO<sub>2</sub>-emissies door direct energiegebruik (zoals ruimteverwarming en verlichting) én indirect energiegebruik (zoals door productie van bouwmaterialen) van woningen. Het resultaat is als volgt.

- Bij autonome ontwikkelingen (dus zonder aanvullende opties) is de CO<sub>2</sub>-reductie door efficiencyverbetering in woningen en elektriciteitscentrales groter dan de toename van CO<sub>2</sub>-emissies door groei van het woningenbestand. Daardoor dalen de CO<sub>2</sub>-emissies per saldo met 10 – 25% in 2050 ten opzichte van 1990 (afhankelijk van het vervangingstempo van gebouwen).
- Indien optimaal gebruik wordt gemaakt van aanvullende reductiemogelijkheden op het niveau van de woning zelf, nemen de CO<sub>2</sub> emissies verder af tot 60 – 70% van de emissies in 1990.
- Als daarnaast ook nog ‘schone’ elektriciteit (CO<sub>2</sub>-vrij én duurzaam) via het net kan worden betrokken, is een verdere reductie mogelijk tot 80 – 90% van de emissies in 1990. Daarmee is de 80% reductiedoelstelling, van 32 Mton CO<sub>2</sub> in 1990 naar 6 Mton in 2050, dus haalbaar.

*Box 3.1 Deelnemers aan de dialooggroep Gebouwde Omgeving.*

D.K.J. Tommel (voorzitter), Nationaal Woning Instituut, E. van Andel, FIWIHEX, A.W.L.A. Cruyssen, Wilma B.V., R. van Gorp, Gemeente Tilburg, J.C. Heemrood, Nationaal Dubo Centrum, mw. J. Hofman, Le Clercq Planontwikkeling B.V., A.A. Koedam, Aedes Vereniging van Woningcorporaties, J. Kristinsson, Architecten- en Ingenieursbureau Kristinsson, P. van Luttervelt, Global Action Plan, J. mw. M. Quené, NUON, A.R.W. Snelders, Siemens Nederland, E. Stigter, Ministerie van VROM, C. Zijdeveld, Schiedam.

Het projectteam van de groep Gebouwde Omgeving bestond uit: mw. M. van de Kerkhof (secretaris), J. Oude Lohuis, H. Jeeninga en J. Spakman (allen wetenschappelijke ondersteuning).

Voorzitter en leden namen op persoonlijke titel deel aan de Nationale Dialoog.

De dialoog over het lange termijn klimaatbeleid in de sector gebouwde omgeving was één van de vier onderdelen van de Nationale Dialoog in het COOL project (box 3.2). De bevindingen en conclusies zijn van belang voor allen die op enigerlei wijze betrokken zijn bij het voeren van klimaatbeleid voor deze sector.

*Box 3.2 De Nationale Dialoog in het COOL project.*

De term ‘dialoog’ slaat op een nieuw instrument voor beleidsverkenning, waarbij kennis en inzicht uit verschillende maatschappelijke invalshoeken op een gestructureerde manier bij elkaar worden gebracht. De Nationale Dialoog in het COOL project (*‘Climate OptiOns for the Long term’*) had tot doel inzichten en aanbevelingen te ontwikkelen voor het lange termijn klimaatbeleid in Nederland. Daarnaast zijn ook op Europees en mondiaal niveau dialogen gehouden. Het Nederlandse project is uitgevoerd in dialooggroepen voor vier sectoren: 1 Gebouwde Omgeving, 2 Industrie & Energie, 3 Landbouw & Voeding, en 4 Verkeer & Vervoer.

Deelnemers aan de dialoog waren personen met een staat van dienst en een grote kennis van de sector. In de periode november 1999 – februari 2001 zijn de groepen zes keer bij elkaar geweest. Hierbij werden ze ondersteund door een projectteam dat tot taak had de discussie te stimuleren en te structureren, en een team van wetenschappelijke specialisten die de groepen *‘state of the art’* wetenschappelijke informatie verschafte over opties om broeikasgasemissies in Nederland te reduceren.

Met de dialoog werd beoogd een verkenning uit te voeren naar de belangrijkste strategische lijnen ten behoeve van een lange termijn klimaatbeleid in de sector. Het beoogde eindresultaat was een strategische visie (geen blauwdruk!) met ruimte voor verschillende inzichten, die de sector behulpzaam kan zijn in de verdere ontwikkeling van het klimaatbeleid. Er is een uitgebreider document met de resultaten beschikbaar.

Elke groep ging uit van de vraag: Wat is in deze sector nodig om in Nederland in 2050 een CO<sub>2</sub>-emissiereductie van 80% ten opzichte van 1990 te realiseren? Om een gevoel te krijgen voor de lange termijn en om zoveel mogelijk ‘speelruimte’ te creëren voor de keuze van opties werden twee toekomstbeelden opgesteld die op verschillende manieren in de emissiereductie voorzien. Op deze basis werd teruggeredeneerd naar het heden met behulp van een methode die *‘backcasten’* wordt genoemd.

Voor elke sector is een aantal opties onderscheiden die in potentie een significante bijdrage aan een drastische emissiereductie leveren. Door terug te redeneren is vastgesteld welke kansen en bedreigingen er voor het realiseren van de opties bestaan en hoe de meest uitdagende problemen zijn op te lossen. Vervolgens is nagegaan hoe de opties geïmplementeerd kunnen worden in één of meer beleidstrajecten die mogelijk een periode van circa 50 jaar beslaan. Hierbij is niet alleen gekeken naar de beoogde emissiereductie, maar ook naar andere criteria die ten grondslag zouden moeten liggen aan lange termijn klimaatbeleid. Tot slot zijn concrete acties geformuleerd voor het realiseren van de opties.

De bevindingen en conclusies van de Nationale Dialoog hebben hoofdzakelijk betrekking op het klimaatbeleid voor de periode 2012 – 2050, dat wil zeggen voor de periode aansluitend op die waarvoor het Kyoto-verdrag geldt. Daarnaast zijn aanbevelingen geformuleerd die vooral betrekking hebben op de vraag hoe Nederland zich de komende 5 à 10 jaren op de lange termijn kan voorbereiden.

Meer informatie over de Nationale Dialoog, alsmede over de Europese en Mondiale Dialoog van het COOL project is te verkrijgen via <http://www.nop.nl/cool>. Voor meer informatie over de resultaten van de Nationale Dialoog zie ook: Hisschemöller, M. et al. (2001). *Climate OptiOns for the Long term, de Nationale Dialoog. Resultaten en Aanbevelingen*. IVM, Amsterdam.

### Een waaier van opties

De dialoog ging van start met twee toekomstbeelden die op verschillende manieren in de 80% CO<sub>2</sub>-emissiereductie voorzien. Het belangrijkste verschil is het vervangingstempo van gebouwen in de periode tot 2050. Onder de aanname dat de ontwikkelingen in de utiliteitsbouw grotendeels vergelijkbaar zullen zijn met die in de woningbouw, zijn de berekeningen op de laatste toegespitst.

In het toekomstbeeld Vernieuwd Nederland is het vervangingstempo van gebouwen zodanig toegenomen dat van de 8,8 miljoen woningen in 2050 nog slechts 23% uit de periode vóór 2000 dateert. 77% van de woningen is nieuw. Een hoog sloopstempo van de woningvoorraad heeft tevens mogelijkheden gecreëerd voor het introduceren van een nieuwe energie-infrastructuur.

Daarentegen is in het toekomstbeeld Herkenbaar Nederland géén verandering opgetreden in de vervangingssnelheid van gebouwen. Van de 8,8 miljoen woningen in 2050 dateert 65% uit de periode vóór 2000. Slechts 35% van de woningen is nieuw. De huidige energie-infrastructuur is nog grotendeels intact.

In beide toekomstbeelden zijn de CO<sub>2</sub>-emissies door direct en indirect energieverbruik in woningen verminderd van 32 Mton in 1990 naar 6 Mton in 2050. Een deel van de reductie is ontstaan door autonome ontwikkelingen, zoals efficiëntieverbeteringen in woningen en elektriciteitscentrales. In combinatie met de versnelde vernieuwing hebben de autonome ontwikkelingen in Vernieuwd Nederland sterker kunnen doorwerken dan in Herkenbaar Nederland. Daarnaast lopen de gekozen opties in beide toekomstbeelden niet ver uiteen (zie tabel 3.1). De meeste opties zijn technisch gezien zowel in de nieuwbouw, als in de bestaande bouw toepasbaar. De kosten die hieraan verbonden zijn, verschillen echter wel.

Tabel 3.1 Overzicht CO<sub>2</sub>-reducties (Mton) in beide beelden van Nederland in 2050.

	Herkenbaar Nederland	Vernieuwd Nederland
<b>Autonoom</b>	2	8
<b>Beperking vraagzijde</b>		
Vérgaande isolatie schil	4	2
Verhoogde elektriciteitsefficiëntie	2	1-2
Besparing via gedrag	1	0-1
<b>Schoon aanbod</b>		
Waterstof	3	2
(micro) WKK	3	2
Zonneboilers	3	3
Zonnepanelen (PV)	4	4
Warmtepomp	3	2
Inkoop schone energie (wind)	1	1
<b>Totaal</b>	26	26

### Implementatietrajecten voor kansrijke opties

Sommige van de in tabel 3.1 genoemde opties zijn relatief eenvoudig te realiseren. Vérgaande isolatie van woningen is technologisch voldoende ontwikkeld, zodat de implementatie van deze optie geen bijzondere aandacht behoeft. Met medewerking van de consument kan ook het energieverbruik in de bestaande bouw op relatief eenvoudige – en goedkope – wijze worden teruggebracht, zoals blijkt uit de resultaten van het Nederlandse Ecoteam Programma. Bij andere opties zijn binnen de sector extra inspanningen nodig om kansen te benutten en barrières te overwinnen.

*Versnelde vernieuwing.* Een hoog vervangingstempo door woningen te slopen of te strippen is gunstig voor de emissiereductie, vooral als daarbij wordt overgegaan op hout-

skeletbouw. Wanneer het energieverbruik van een woning van de wieg tot het graf wordt gezien, blijkt dat dit voor slechts 10% bestaat uit indirect energiegebruik via de productie van bouwmaterialen en de sloop. De overige 90% bestaat uit ruimteverwarming, tapwater, apparaten et cetera. De grootste uitdaging voor versnelde vernieuwing is de weerstanden te overwinnen van vooral huiseigenaren die aan hun woning zijn gehecht, en een oplossing te vinden voor het gebrek aan financiële middelen. Om de grootschalige vervanging rond 2020 goed op gang te krijgen, zal er rond 2005 reeds een politiek draagvlak voor moeten bestaan. Een goede marketing van voorbeeldprojecten zal het besef moeten vergroten van de mogelijkheden die er in de nieuwbouw zijn voor meer comfort in combinatie met duurzaam bouwen en een vérgaande energiebesparing.

*Zonnepanelen (PV).* In 2050 kan het overgrote deel van de bebouwing uitgerust zijn met zonnepanelen op het dak en op de gevel, die elektriciteit voor eigen gebruik leveren. De optie is vooral in de nieuwbouw maar ook in de bestaande bouw (bijvoorbeeld met demontabele panelen) goed toe te passen en heeft een positief imago. De grootste uitdaging is evenwel om iets te doen aan de hoge kosten die een grootschalige penetratie van zon PV in de markt vooralsnog in de weg staan, ondanks de bestaande subsidieregelingen. Een flinke (factor 5 - 10) prijsdaling is niet afhankelijk van de techniek maar van de productiekosten en de betaalbaarheid van systemen. Op basis van publiek-private-samenwerking zal in de periode 2000 tot 2010 een technologie-‘push’ moeten plaatsvinden en zal de overheid door middel van financiële en fiscale maatregelen de juiste condities voor een succesvolle marktpenetratie van zon PV moeten creëren.

*Warmtepompen.* De warmtepomp onttrekt warmte van lage temperatuur uit de omgeving (grondwater, buitenlucht) en geeft dit als warmte van hogere temperatuur af binnen het gebouw. Naar verwachting is het rendement in 2050 verdubbeld. Warmtepompen kunnen prima worden uitgevoerd in combinatie met andere technieken, maar toepassing in de bestaande bouw is lastig. De grootste uitdaging is het verbeteren van de technische betrouwbaarheid van het systeem waarmee ook het slechte imago bij de consument kan worden weggenomen. In de periode 2000 tot 2010 zullen onderzoeksinstituten, installateurs en de bouwsector de technische problemen moeten oplossen en zal de overheid een generieke subsidie moeten verstrekken om de prijs te verlagen.

*Micro warmte – krachtkoppeling.* De micro WKK systemen betreffen veelal polymeer brandstofcellen, werkend op waterstof of aardgas. Dit systeem biedt onder andere kansen om de marktintroductie van waterstof bij kleinverbruikers te vergemakkelijken. Voor de technologische ontwikkeling van deze optie moet nog een aantal stappen gezet worden. Daarnaast is volumegroei een belangrijke voorwaarde om de noodzakelijke kostprijzdaling te realiseren. Om het aantal installaties na 2010 met 25% per jaar te laten groeien, zal in 2005 moeten worden begonnen met 700 netgekoppelde proefsystemen waarmee vijf jaar ervaring kan worden opgedaan. Dit is mede van belang, omdat er bij vrijwel alle betrokkenen (bouwwereld, installateurs, overheid en woningcorporaties) een aanzienlijke kennislacune bestaat over de techniek en het besparingspotentieel van micro WKK.

*Windenergie.* Inkoop van schone energie betreft vooral windenergie opgewekt door ‘off-shore’ windmolenparken. Deze optie vereist weinig technologische innovatie en kan zonder overheidssubsidies rendabel worden toegepast, mits dit op grote schaal gebeurt. De maatschappelijke weerstand is waarschijnlijk het grootste probleem. Dit vergt de ontwikkeling van een optimaal inpasbaar design van de windmolen en – in het geval van

'on shore' – slimme stedelijke planning, waardoor windmolens optimaal in de andere functies van een gebied kunnen worden ingepast. Voor de ontwikkeling van een groot 'offshore' windpark in de Noordzee op de langere termijn (2020) zal rond 2003 een pilot project opgezet moeten worden.

*Passieve zonne-energie.* Passieve zonne-energie biedt de mogelijkheid om met relatief lage kosten het energiegebruik te verlagen. Het is een 'low tech' optie die robuust is en weinig technologische bezwaren kent. Het meest uitdagende probleem voor de implementatie van deze optie is het structureel gebrek aan aandacht voor de verschillende mogelijkheden van passieve zonne-energie; momenteel is de aandacht eenzijdig gericht op zongericht bouwen. De aanscherping van energieprestatienormen voor nieuwbouw en bestaande bouw kan dit oplossen.

### Verbinding lange en korte termijn klimaatbeleid

Voor het lange termijn klimaatbeleid in de 'gebouwde omgeving' is emissiereductie niet het enige criterium. Van belang zijn ook kosteneffectiviteit (kosten per ton duurzaam gereduceerde CO<sub>2</sub>), de trits van kwaliteit, comfort en imago, een lage milieudruk (anders dan door CO<sub>2</sub>), technische betrouwbaarheid, individuele keuzevrijheid voor de consument, het primaat van vraagbeperking boven aanbodopties, en de complementariteit van een optie met andere opties. Rekening houdend met deze criteria zijn twee complementaire oplossingsroutes te onderscheiden, voor nieuwbouw en bestaande bouw.

In de nieuwbouw is de meest voor de hand liggende en goedkoopste maatregel het optimaal gebruik maken van de zonoriëntatie (passieve zonne-energie). De volgende meest kosteneffectieve maatregel is maximale isolatie. Vervolgens komt de vraag aan bod wat de mogelijkheden zijn om duurzame energietoepassingen te gebruiken (zoals een geïntegreerd systeem van zonneboiler en zon PV, windenergie). Ten vierde kan de resterende benodigde reductie worden behaald met de warmtepomp in combinatie met micro WKK (als opvolgers van de HR-ketel).

Voor de bestaande bouw moet ten eerste worden ingezet op goede na-isolatie. Dit kan forse reducties opleveren. Vervolgens komt de vraag aan bod welke duurzame energietoepassingen kunnen worden gebruikt (zowel in de gebouwde omgeving als daarbuiten). Ten derde kan het resterende deel van de benodigde reductie worden behaald met de warmtepomp in combinatie met micro WKK (als opvolgers van de HR-ketel).

Duurzame opties op woningniveau verdienen dus de voorkeur. Vernieuwing van de woningvoorraad is gunstig voor het bereiken van de CO<sub>2</sub> reductiedoelstelling. Slechts indien de duurzame energietoepassingen niet toereikend blijken te zijn om 80% CO<sub>2</sub> te reduceren, kunnen 'schoon fossiel' opties (zoals CO<sub>2</sub>-opslag) worden aangewend. Op deze manier kan het fossiele deel van de energievoorziening CO<sub>2</sub> neutraal gemaakt worden.

De belangrijkste punten voor de korte termijn zijn als volgt samen te vatten:

- De beschreven reducties kunnen met bestaande technologieën gerealiseerd worden, zonder dat hiervoor enorme innovaties vereist zijn.
- Het systeem van voortschrijdende normstelling en economische prikkels biedt hierbij een goed instrumentarium, maar de doelstelling kan alleen worden bereikt indien de rijksoverheid een actief beleid voert over een flink aantal jaren.

- Door middel van een ecotax kunnen duurzame energietoepassingen aantrekkelijker worden gemaakt ten opzichte van fossiele opties, waardoor een grootschalige markt-penetratie van duurzame energie mogelijk wordt.
- Om dit te bereiken is ook een actieve rol nodig van energiebedrijven, bedrijfsleven (waaronder bouwbedrijven, projectontwikkelaars), kennisinstellingen, maatschappelijke organisaties en de consument.
- De consument zal naar verwachting de voorkeur geven aan duurzame energie en bereid zijn hiervoor te betalen.

### **3.2 Naar een lange termijn klimaatbeleid voor de sector industrie en energie in Nederland**

Als het nodig is om in Nederland voor de sector industrie en energie in 2050 een CO<sub>2</sub>-emissiereductie van 80% ten opzichte van 1990 te realiseren, dan is dit volgens sommige technologisch haalbaar, anderen zetten hierbij grote vraagtekens. Het wordt met name betwijfeld of dit op een maatschappelijk aanvaardbare wijze mogelijk is. Dit leidt tot de gevolgtrekking dat –80% voor de Nederlandse samenleving als geheel alleen op een maatschappelijk aanvaardbare manier binnen bereik komt wanneer er, naast het overwinnen van maatschappelijke, politiek-institutionele en psychologische barrières, op een aantal terreinen majeure technologische doorbraken plaatsvinden. De overheid wordt hierbij een zeer belangrijke taak toebedacht.

Dit is de conclusie van een gestructureerde dialoog over het lange termijn klimaatbeleid in deze sector tussen personen uit bedrijfsleven, overheden, kennisinstellingen en andere maatschappelijke organisaties (box 3.3). Bij de dialoog is ingegaan op de vragen als wat zijn kansrijke opties voor het reduceren van CO<sub>2</sub>-emissies, hoe zijn de opties te implementeren en wat betekent dit voor het klimaatbeleid op de lange termijn?

De effecten van de belangrijkste opties zijn geanalyseerd voor zowel de industriële productiesector (oftewel de ‘maak’ industrie) als de energieproductiesector. Binnen de industriële productiesector zijn vooral de energie-intensieve industrieën van belang. Ook andere afnemers, zoals de transportsector en de landbouwsector zijn in de analyse betrokken. Belangrijke conclusies zijn:

- Geen enkele optie is op zichzelf voldoende om de beoogde emissiereducties te realiseren, zodat een samengesteld pakket van opties noodzakelijk is.
- Een aantal opties is controversieel; dit geldt met name voor geïmporteerde biomassa, CO<sub>2</sub> opslag en duurzame energie (windenergie, zon PV).
- Het tempo van efficiëntieverbetering in de industrie zal veel uitmaken voor het realiseren van de 80% emissiereductie in 2050.
- Afhankelijk van aannames over groei, efficiëntieverbetering en de inzet van CO<sub>2</sub> neutrale aanbodopties toont de sector in 2050 een emissiereductie van 50 - 75%.
- Vergaande emissiereducties kunnen bereikt worden door de inzet van CO<sub>2</sub>-neutrale feedstocks (met name biomassa) in de ijzer- en staalindustrie, de kunstmestindustrie en de chemie.

De dialoog over het lange termijn klimaatbeleid in de sector industrie en energie was één van de vier onderdelen van de Nationale Dialoog in het COOL project (zie box 3.4). De



bevindingen en conclusies zijn van belang voor allen die op enigerlei wijze betrokken zijn bij het voeren van klimaatbeleid voor deze sector.

*Box 3.3 Deelnemers aan de dialooggroep Industrie en Energie.*

M.E.E. Enthoven (voorzitter), NIB Capital, A. Altevogt, Greenpeace Nederland, C. Bronke, DSM, H.E. Brouwer, Ministerie van EZ, J.P. van Buijtenen, Vereniging Gasturbine, E.J. Postmus, N.V. Gasunie Nederland, G.N. van Ingen, Akzo Nobel Energy B.V., P.W. Kwant, Shell International, W.J. Lenstra, Ministerie van VROM, N.A. Manders, Essent Energie, P.E. Metz, European Business Council for a Sustainable Energy Future, e<sup>-5</sup>, J. van der Sar, Kerk en Wereld, J.P. van Soest, CE, mw. W.A.S. Stibbe, Stibbe Milieu Consultancy, F.H.A. Winkelman, CORUS B.V.

Het projectteam van de groep Industrie en Energie bestond uit: mw. M. van de Kerkhof (secretaris), A.P.C. Faaij en J. Oude Lohuis (beiden wetenschappelijke ondersteuning).

Voorzitter en leden namen op persoonlijke titel deel aan de Nationale Dialoog.

### De energiebalans in 2050

De dialoog ging van start met twee toekomstbeelden die op verschillende manieren in de 80% CO<sub>2</sub>-emissiereductie voorzien. Hierbij was het uitgangspunt dat een forse industriële productiecapaciteit in Nederland gehandhaafd blijft, maar dat er wel verschuivingen optreden in de structuur van de economie en dat de energie-efficiency sterk verbetert.

In het beeld Schoon Fossiel blijven fossiele brandstoffen de ruggengraat van de energievoorziening, waardoor grootschalige CO<sub>2</sub>-afvang en opslag noodzakelijk zijn. Productie en gebruik van waterstof - onder meer in de transportsector - vereist een herziening van de energie-infrastructuur. Het energiesysteem is relatief gecentraliseerd opgezet en wordt gekenmerkt door grootschalige productie-eenheden.

In het beeld Duurzaam Energiesysteem ligt een sterke nadruk op energiebesparing en komt het grootste deel van het energieaanbod uit duurzame en / of hernieuwbare energiebronnen (biomassa, zon en wind). De energie-infrastructuur is decentraal opgezet. De productie van energiedragers is vérgaand verweven met de industriële productiesector. Ook in de gebouwde omgeving vindt op forse schaal energieproductie plaats door zonne-energie.

Tabel 3.2 toont de veronderstelde energievraag en de energiemix voor beide toekomstbeelden. Omdat de opties deel uitmaken van complete energiesystemen zijn de CO<sub>2</sub>-reductiepotentiëlen niet precies per optie te bepalen.

*Box 3.4 De Nationale Dialoog in het COOL project.*

De term ‘dialoog’ slaat op een nieuw instrument voor beleidsverkenning, waarbij kennis en inzicht uit verschillende maatschappelijke invalshoeken op een gestructureerde manier bij elkaar worden gebracht. De Nationale Dialoog in het COOL project (*‘Climate OptiOns for the Long term’*) had tot doel inzichten en aanbevelingen te ontwikkelen voor het lange termijn klimaatbeleid in Nederland. Daarnaast zijn ook op Europees en mondiaal niveau dialogen gehouden. Het Nederlandse project is uitgevoerd in dialooggroepen voor vier sectoren: 1 Gebouwde Omgeving, 2 Industrie & Energie, 3 Landbouw & Voeding, en 4 Verkeer & Vervoer.

Deelnemers aan de dialoog waren personen met een staat van dienst en een grote kennis van de sector. In de periode november 1999 – februari 2001 zijn de groepen zes keer bij elkaar geweest. Hierbij werden ze ondersteund door een projectteam dat tot taak had de discussie te stimuleren en te structureren, en een team van wetenschappelijke specialisten die de groepen *‘state of the art’* wetenschappelijke informatie verschafte over opties om broeikasgasemissies in Nederland te reduceren.

Met de dialoog werd beoogd een verkenning uit te voeren naar de belangrijkste strategische lijnen ten behoeve van een lange termijn klimaatbeleid in de sector. Het beoogde eindresultaat was een strategische visie (geen blauwdruk!) met ruimte voor verschillende inzichten, die de sector behulpzaam kan zijn in de verdere ontwikkeling van het klimaatbeleid. Er is een uitgebreider document met de resultaten beschikbaar.

Elke groep ging uit van de vraag: Wat is in deze sector nodig om in Nederland in 2050 een CO<sub>2</sub>-emissiereductie van 80% ten opzichte van 1990 te realiseren? Om een gevoel te krijgen voor de lange termijn en om zoveel mogelijk ‘speelruimte’ te creëren voor de keuze van opties werden twee toekomstbeelden opgesteld die op verschillende manieren in de emissiereductie voorzien. Op deze basis werd teruggeredeneerd naar het heden met behulp van een methode die *‘backcasten’* wordt genoemd.

Voor elke sector is een aantal opties onderscheiden die in potentie een significante bijdrage aan een drastische emissiereductie leveren. Door terug te redeneren is vastgesteld welke kansen en bedreigingen er voor het realiseren van de opties bestaan en hoe de meest uitdagende problemen zijn op te lossen. Vervolgens is nagegaan hoe de opties geïmplementeerd kunnen worden in één of meer beleidstrajecten die mogelijk een periode van circa 50 jaar beslaan. Hierbij is niet alleen gekeken naar de beoogde emissiereductie, maar ook naar andere criteria die ten grondslag zouden moeten liggen aan lange termijn klimaatbeleid. Tot slot zijn concrete acties geformuleerd voor het realiseren van de opties.

De bevindingen en conclusies van de Nationale Dialoog hebben hoofdzakelijk betrekking op het klimaatbeleid voor de periode 2012 – 2050, dat wil zeggen voor de periode aansluitend op die waarvoor het Kyoto-verdrag geldt. Daarnaast zijn aanbevelingen geformuleerd die vooral betrekking hebben op de vraag hoe Nederland zich de komende 5 à 10 jaren op de lange termijn kan voorbereiden.

Meer informatie over de Nationale Dialoog, alsmede over de Europese en Mondiale Dialoog van het COOL project is te verkrijgen via <http://www.nop.nl/cool>. Voor meer informatie over de resultaten van de Nationale Dialoog zie ook: Hisschemöller, M. et al. (2001). *Climate OptiOns for the Long term, de Nationale Dialoog. Resultaten en Aanbevelingen*. IVM, Amsterdam.

Tabel 3.2 Geprojecteerde energiebalansen voor 2050 vergeleken met 1998 (in PJ).

	Nederland 1998		Schoon fossiel 2050		Duurzaam energiesysteem 2050	
Aardgas	1480	(49%)	1000	(50%)	500	(25%)
Aardolie	1030	(34%)	400	(20%)	100	(5%)
Kolen	380	(13%)	200	(10%)	0	(0%)
<i>Subtotaal fossiel</i>	<i>2900</i>	<i>(96%)</i>	<i>1600</i>	<i>(80%)</i>	<i>600</i>	<i>(30%)</i>
Nucleair	25	(1%)	0	(0%)	0	(0%)
Biomassa en (organisch) afval	30	(1%)	300	(15%)	1000	(50%)
Wind	5	(~0%)	50	(3%)	250	(12%)
Zonne-energie			50	(3%)	150	(8%)
<i>Subtotaal duurzaam</i>	<i>35</i>	<i>(1%)</i>	<i>400</i>	<i>(20%)</i>	<i>1400</i>	<i>(70%)</i>
Totaal energiegebruik	3000*)		2000		2000	

\*) Het restant is stroomimport.

### Implementatietrajecten voor kansrijke opties

Sommige van de relevante opties zijn relatief eenvoudig te realiseren. Het vergroten van de energie-efficiency is een *'no-regret'* optie, waar in elk geval op ingezet moet worden. Vooral bij de lichte industrie is in de bestaande processen nog veel winst te behalen. In andere bedrijfstakken kan de toepassing van nieuwe processen het energiegebruik per eenheid fysieke output verder omlaag brengen. Wel moet een goede balans worden gevonden tussen jaarlijkse (kleine) investeringen om de efficiency te verbeteren en de bereidheid om fors te investeren in de ontwikkeling van doorbraaktechnologieën. Meer problemen zijn bij een aantal andere opties te verwachten.

**Biomassa.** Biomassa biedt grootschalige mogelijkheden voor het opwekken van elektriciteit, voor de productie van motorbrandstoffen en voor de productie van grondstoffen voor de chemie. Het ruimtebeslag van de teelt kan echter een groot probleem vormen. Het potentiële Nederlandse aanbod is zo'n 45 PJ. Voor 1000 PJ energie uit biomassa is naar schatting 4 miljoen hectare land nodig. Door concurrentie met ander landgebruik (zoals voedselproductie en natuur) en logistieke problemen vanwege het benodigde transport zijn hoge kosten en veel maatschappelijke weerstand te verwachten. Hier staat tegenover dat de teelt in bepaalde landen een extra bron van inkomsten zal zijn. De komende vijftien jaar moet voor biomassa een markt worden gecreëerd en daarbij zijn internationale samenwerking en een integrale benadering vereist.

**CO<sub>2</sub>-opslag.** De opslag van CO<sub>2</sub> die ontstaat bij verbranding van fossiele brandstoffen of de productie van waterstof uit fossiele energiedragers, biedt kansen voor de ontwikkeling van een waterstoftechnologie en de overgang naar een schone waterstofeconomie. Er is echter maatschappelijke weerstand te verwachten op zowel principiële als praktische gronden. De veiligheidsrisico's kunnen nooit tot nul worden gereduceerd, er bestaat een principieel bezwaar tegen *'end-of-pipe'* oplossingen, en fossiele energie heeft een slecht imago in vergelijking met duurzame bronnen. Als de optie veilig gerealiseerd kan worden, zou het gemak van deze oplossing toch zwaar kunnen gaan wegen. Voor het verminderen van de maatschappelijke weerstand zullen op korte termijn voorbeeldprojecten opgestart moeten worden.

*Zon PV.* Photovoltaïsche zonne-energie systemen zullen in 2050 geïntegreerd zijn in materialen zodat ze in principe kunnen worden toegepast in elk oppervlak dat daglicht opneemt. De hoge kosten van zon PV staan een grootschalige introductie in de markt echter in de weg. Wel biedt de optie kansen voor een nieuwe bedrijfstak en stimulansen voor de kennisindustrie in Nederland. Het is zaak om door middel van schaalvergroting de kosten voor zon PV omlaag te brengen. Op de korte termijn moet een technologisch topinstituut opgericht worden, waarin overheid, bedrijfsleven en de wetenschap gaan samenwerken (ook met internationale partners) aan de ontwikkeling van een optimale toepassing van zon PV.

*Windenergie.* In het toekomstbeeld Duurzaam Energiesysteem wordt ondermeer ingezet op een groot offshore windpark. Een dergelijk park beslaat een oppervlak van ca. 2000 km<sup>2</sup>. Ter illustratie: dit is een strook van ca. 30 km breed voor de kust van Noord-Holland. De grootste problemen zijn de hoge kosten. Deze hangen samen met installatie en onderhoud, maar vooral met het discontinue karakter van windstroom. Dit maakt (duur) reservevermogen nodig alsmede grootschalige opslagcapaciteit voor situaties van aanbodoverschot. Daarom is het van belang dat de kostprijs van windenergie omlaag gaat, zodat de introductie in de markt vergemakkelijkt wordt.

*Waterstof.* In het toekomstbeeld Schoon Fossiel wordt waterstof geproduceerd uit aardgas of steenkool in combinatie met CO<sub>2</sub>-opslag. Op termijn kan de gasinfrastructuur vervangen worden door een waterstofinfrastructuur. Dit roept het dilemma op tussen het geleidelijk invoeren van waterstof en een eenmalige substitutie. In de periode 2010 tot 2015 moet een keuze gemaakt worden voor óf geleidelijke inpassing, óf een compleet herontwerp van de infrastructuur. Op korte termijn zou de overheid in haar ruimtelijke orderingsplannen waterstof tracés moeten aangeven.

*Grootschalige WKK.* In het toekomstbeeld Schoon Fossiel wordt uitgegaan van grootschalige 'schoon fossiele' WKK. Het aandeel van WKK kan fors groeien, tot 70% van de elektriciteitsvraag. Het meest uitdagende probleem is hier het ontbreken van een consistent langjarig beleid, zowel in Nederland als op Europees niveau. Het belangrijkste punt is een 'level playing field' waarbij de voordelen van 'schone WKK' worden erkend en gewaardeerd.

#### Verbinding lange en korte termijn klimaatbeleid

Voor het lange termijn klimaatbeleid is een effectieve emissiereductie niet het enige criterium. Van belang zijn ook duurzaamheid (economisch, ecologisch en sociaal), hoog innovatiepotentieel, draagvlak, zo laag mogelijke kosten per gereduceerde ton CO<sub>2</sub>, passendheid binnen een marktconform beleidsinstrumentarium (zowel nationaal, als Europees), een hoge mate van zekerheid en regelbaarheid, ruimtelijke inpasbaarheid, en een beperkte afhankelijkheid van het buitenland. Rekening houdend met deze criteria zijn drie, elkaar min of meer uitsluitende, oplossingsroutes te onderscheiden

- De route **Schoon Fossiel** legt de nadruk op waterstofinfrastructuur, CO<sub>2</sub>-opslag, biomassa en WKK, met een gemiddeld niveau van efficiencyverbetering (35%, ofwel 0.75% per jaar).
- De route **Duurzaam Energiesysteem** legt het accent op zonne-energie, windenergie en biomassa, met een hoog niveau van efficiencyverbetering (50%, ofwel 1% per

jaar). Hierbij worden geen extra inspanningen gedaan om de ('fossiele') opties CO<sub>2</sub>-opslag, waterstofinfrastructuur en WKK van de grond te krijgen.

- De **Hybride** route bevat elementen uit beide andere routes, zon- en windenergie, CO<sub>2</sub>-opslag, waterstofinfrastructuur en WKK, met een laag niveau van efficiencyverbetering (20%, ofwel 0.5% per jaar). Biomassa speelt hier vrijwel geen rol.

In elk geval zal op verschillende opties ingezet moeten worden, om drastische reducties van CO<sub>2</sub> te realiseren. Voor het beleid zijn hieraan de volgende aanbevelingen te verbinden.

- In principe zou de overheid geen technologievoorkeursbeleid moeten voeren, maar een generiek beleid dat resulteert in een niet op voorhand te voorspellen mix van efficiency, CO<sub>2</sub>-opslag en duurzame energie. Een 'vermarkting' van het probleem is een geschikte en kosteneffectieve manier om drastische reducties te realiseren.
- Aanzienlijke reducties zijn alleen mogelijk indien een internationaal klimaatbeleid wordt ontwikkeld en een '*level playing field*', waarbij de overheid ervoor zorgt dat de aanbieders van milieuvriendelijke goederen en diensten kunnen concurreren met de aanbieders van milieu-onvriendelijke goederen en diensten (inclusief fossiele brandstoffen).
- Een andere voorwaarde voor het realiseren van aanzienlijke reducties is een consistent overheidsbeleid en de opzet van iteratieve processen tussen overheid en bedrijfsleven, teneinde technologieontwikkeling te stimuleren. Het bedrijfsleven wil zich inzetten voor nieuwe arrangementen voor onderzoek, die een bijdrage leveren voor de lange termijn en die de belangen van de individuele bedrijven overstijgen. Deze arrangementen zijn gebaseerd op het principe van non-competitieve kennisuitwisseling en zowel publieke als private instituties spelen hierin een rol.
- Voor het verhogen van het aandeel duurzame energie, zal een specifiek duurzaam-energiebeleid moeten worden gevoerd.
- De risico's van investeringen in nieuwe opties moeten door de overheid zoveel mogelijk beperkt worden, zodat het voor het bedrijfsleven aantrekkelijk wordt om te investeren.

### **3.3 Naar een lange termijn klimaatbeleid voor de sector landbouw en voeding in Nederland**

Als het nodig is om in Nederland in 2050 een CO<sub>2</sub>-emissiereductie van 80% ten opzichte van 1990 te realiseren, dan is dat in de sector landbouw en voeding technisch gezien haalbaar. Dit is de conclusie van een gestructureerde dialoog over het lange termijn klimaatbeleid in deze sector tussen personen uit bedrijfsleven, overheden, kennisinstellingen en andere maatschappelijke organisaties (box 3.5). Bij de dialoog is ingegaan op vragen als: Wat zijn kansrijke opties voor het reduceren van CO<sub>2</sub>-emissies en andere broeikasgassen in deze sector, hoe zijn de opties te implementeren en wat betekent dit voor het klimaatbeleid op de lange termijn?

De effecten van de belangrijkste opties zijn berekend met expliciete aandacht voor de bijdrage die de landbouw kan leveren aan reducties in andere sectoren door het produceren van duurzame materialen en energie. Het resultaat is als volgt.

- Maatregelen bij de primaire productie (zoals klimaatneutrale kas, gesloten loopstallen, dierlijke mest in plaats van kunstmest en precisiebemesting) leveren binnen de sector in 2050 een reductie van 50 - 70% (12-18 Mton CO<sub>2</sub>-eq.) ten opzichte van 1990.
- Door energieopwekking en cascadering kan de landbouw 6-8.5 Mton CO<sub>2</sub> reduceren bij andere sectoren (dat is 25-35% van de landbouwwitstoot in 1990).
- Door koolstofvastlegging ('sinks') is –omgeven door grote onzekerheden in netto resultaat- mogelijk 7-9 Mton CO<sub>2</sub>-eq te reduceren (dat is 25-35% van de landbouwwitstoot in 1990).
- Opgeteld betekent dit dat de sector in 2050 100 - 150% van de eigen emissie in 1990 kan hebben gereduceerd, nog afgezien van maatregelen in de voedselketen (die niet in dialoog zijn besproken).
- Door bio-energie teelt in het buitenland en cascadering (duurzame inzet van hout, primair als bouw materiaal en pas in laatste instantie als brandstof) valt nog circa 40 Mton CO<sub>2</sub> te reduceren. Het stoppen met kunstmestproductie, in een internationale context, levert een reductie van 8-11 Mton CO<sub>2</sub>-eq, door reductie van N<sub>2</sub>O en CO<sub>2</sub>.

De dialoog over het lange termijn klimaatbeleid in de sector landbouw en voeding was één van de vier onderdelen van de Nationale Dialoog in het COOL project (zie box 3.6). De bevindingen en conclusies zijn van belang voor allen die op enigerlei wijze betrokken zijn bij het voeren van klimaatbeleid voor landbouw en voeding.

*Box 3.5 Deelnemers aan de dialooggroep Landbouw en Voeding.*

Mw. J.C.M van Eijndhoven (voorzitter), Rathenau Instituut, W.G. Albrecht, Platform Biologica, A. van den Brand, WLTO, L.J.M. Dielen, Stichting Bos en Hout, D. Dijk, Rabobank, mw. P. Hazenberg, Nederlandse Bond van Plattelandsvrouwen, F. Hoogervorst, LTO glastuinbouw, A. van Hoorn, Ministerie LNV, R. Kalwij, COSUN, H. Opsteegh, LTO veehouderij, S. Schöne, Wereld Natuur Fonds.

Het projectteam van de groep Landbouw en Voeding bestond uit: R. Folkert (secretaris), D. de Jager en J. Spakman (beiden wetenschappelijke ondersteuning).

Voorzitter en leden namen op persoonlijke titel deel aan de Nationale Dialoog.

### Een waaier van opties

De dialoog ging van start met het opstellen van twee toekomstbeelden. Sommigen betwijfelden evenwel of de sector in 2050 in Nederland nog wel zal bestaan. In de twee beelden is aangenomen dat dit wel het geval is. De beelden geven in uitersten de hoofd-dimensies weer van de Nederlandse landbouw in een internationale/Europese context. Het belangrijkste verschil is het systeem van landbouwproductie in samenhang met de afzetmarkt. Grootschalige homogene productie staat hier tegenover gemengde kleinschalige landbouw. In de beelden is op verschillende manieren in de 80% CO<sub>2</sub>-emissiereductie voorzien.

In het toekomstbeeld Schone Bulk richt de landbouw zich op schaalvergroting, kostenverlaging en bulkproductie voor de wereldmarkt. De producten hebben een hoge toege-

voegde waarde per hectare. Het landschap is wijds, bestaand uit grote uitgestrekte velden met één gewas (Flevoland, Picardië).

Daarentegen laat het toekomstbeeld Bonte Landbouw een heterogene landbouw zien die bestaat uit kleine bedrijven met gecombineerde functies en producten gericht op regionale markten. De ruimtelijke omgeving laat zich karakteriseren als een afwisselend landschap met verschillende functies en gewassen (Salland, Toscane).

Aan de toekomstbeelden zijn vier categorieën van opties ontleend (zie tabel 3.3). De categorieën zijn:

1. Reductie van directe emissies van de primaire sector in Nederland.
2. Reductie van de indirecte emissies van de voedselketen (in binnen- en buitenland).
3. Emissiereductie voor andere sectoren door productie van duurzame energiebronnen en materialen binnen de landbouw.
4. De vastlegging van koolstof in bodem en gewassen ('sinks') gecombineerd met het aantrekkelijker maken van het landschap.

De reductiepotentiëlen in tabel 3.3 zijn bepaald met als referentie de productiecijfers voor 2050. Zonder de opties zou de emissie van broeikasgassen door de primaire productie dan zo'n 20-23 Mton CO<sub>2</sub>-equivalenten zijn, verdeeld over CO<sub>2</sub> (vooral van glastuinbouw), methaan (vooral van pensvergisting uit runderen) en lachgas (vooral van de stikstofcyclus in de bodem door kunstmestgebruik en mestaanwending). Indirecte emissies in Nederland van de voedselketen komen voort uit de voedingsindustrie, transport, detailhandel en de productie van kunstmest. Voor deze emissies (15 Mton CO<sub>2</sub>-equivalenten), zijn geen reductieopties verkend en doorgerekend.

De bandbreedte in de reductiepotentiëlen van tabel 3.3 wordt voornamelijk veroorzaakt door verschillende verwachtingen over het volume van de primaire productie in 2050. Alle maatregelen zullen - afhankelijk van de maatregel - in meerdere of mindere mate passen in een verschillend toekomstbeeld van de landbouw in 2050. Sommige maatregelen, zoals de gesloten loopstallen, passen beter in een toekomstbeeld van een, onder strikte milieuvorwaarden, verder geïntensiveerde landbouw (Schone Bulk). In een extensieve landbouw zal de implementatie geringer zijn, maar worden de reducties deels gerealiseerd door een afname van de veestapel. Andere maatregelen, zoals sinks zullen moeilijker gestalte krijgen in een geïntensiveerde landbouw met monoculturen.

*Box 3.6 De Nationale Dialoog in het COOL project.*

De term ‘dialoog’ slaat op een nieuw instrument voor beleidsverkenning, waarbij kennis en inzicht uit verschillende maatschappelijke invalshoeken op een gestructureerde manier bij elkaar worden gebracht. De Nationale Dialoog in het COOL project (*‘Climate OptiOns for the Long term’*) had tot doel inzichten en aanbevelingen te ontwikkelen voor het lange termijn klimaatbeleid in Nederland. Daarnaast zijn ook op Europees en mondiaal niveau dialogen gehouden. Het Nederlandse project is uitgevoerd in dialooggroepen voor vier sectoren: 1 Gebouwde Omgeving, 2 Industrie & Energie, 3 Landbouw & Voeding, en 4 Verkeer & Vervoer.

Deelnemers aan de dialoog waren personen met een staat van dienst en een grote kennis van de sector. In de periode november 1999 – februari 2001 zijn de groepen zes keer bij elkaar geweest. Hierbij werden ze ondersteund door een projectteam dat tot taak had de discussie te stimuleren en te structureren, en een team van wetenschappelijke specialisten die de groepen *‘state of the art’* wetenschappelijke informatie verschafte over opties om broeikasgasemissies in Nederland te reduceren.

Met de dialoog werd beoogd een verkenning uit te voeren naar de belangrijkste strategische lijnen ten behoeve van een lange termijn klimaatbeleid in de sector. Het beoogde eindresultaat was een strategische visie (geen blauwdruk!) met ruimte voor verschillende inzichten, die de sector behulpzaam kan zijn in de verdere ontwikkeling van het klimaatbeleid. Er is een uitgebreider document met de resultaten beschikbaar.

Elke groep ging uit van de vraag: Wat is in deze sector nodig om in Nederland in 2050 een CO<sub>2</sub>-emissiereductie van 80% ten opzichte van 1990 te realiseren? Om een gevoel te krijgen voor de lange termijn en om zoveel mogelijk ‘speelruimte’ te creëren voor de keuze van opties werden twee toekomstbeelden opgesteld die op verschillende manieren in de emissiereductie voorzien. Op deze basis werd teruggedeneerd naar het heden met behulp van een methode die *‘backcasten’* wordt genoemd.

Voor elke sector is een aantal opties onderscheiden die in potentie een significante bijdrage aan een drastische emissiereductie leveren. Door terug te redeneren is vastgesteld welke kansen en bedreigingen er voor het realiseren van de opties bestaan en hoe de meest uitdagende problemen zijn op te lossen. Vervolgens is nagegaan hoe de opties geïmplementeerd kunnen worden in één of meer beleidstrajecten die mogelijk een periode van circa 50 jaar beslaan. Hierbij is niet alleen gekeken naar de beoogde emissiereductie, maar ook naar andere criteria die ten grondslag zouden moeten liggen aan lange termijn klimaatbeleid. Tot slot zijn concrete acties geformuleerd voor het realiseren van de opties.

De bevindingen en conclusies van de Nationale Dialoog hebben hoofdzakelijk betrekking op het klimaatbeleid voor de periode 2012 – 2050, dat wil zeggen voor de periode aansluitend op die waarvoor het Kyoto-verdrag geldt. Daarnaast zijn aanbevelingen geformuleerd die vooral betrekking hebben op de vraag hoe Nederland zich de komende 5 à 10 jaren op de lange termijn kan voorbereiden.

Meer informatie over de Nationale Dialoog, alsmede over de Europese en Mondiale Dialoog van het COOL project is te verkrijgen via <http://www.nop.nl/cool>. Voor meer informatie over de resultaten van de Nationale Dialoog zie ook: Hisschemöller, M. et al. (2001). *Climate OptiOns for the Long term, de Nationale Dialoog. Resultaten en Aanbevelingen*. IVM, Amsterdam.



Tabel 3.3 Overzicht van de opties.

Optie	Reductiepotentieel*) (Mton CO <sub>2</sub> -eq.)
<b>Emissiereductie primaire productie</b>	
• Klimaatneutrale kas	9-14
• Gesloten loopstallen	2-3
• Emissies per koe	0.5-1.5
• Dierlijke mest i.p.v. kunstmest	?**
• Precisiebemesting	1
<i>Totaal primaire productie</i>	<i>12-18</i>
<b>Duurzame energiebronnen en materialen NL</b>	
• Gebruik agro-reststromen	0.5-1
• Mestvergisting	0.5-1
• Mestverbranding	1
• Bio-energie teelt NL	1
• Windenergie op land	1-1.5
<i>Totaal duurzame energiebronnen NL</i>	<i>4-6</i>
<b>Duurzame energiebronnen en materialen buitenland</b>	
• Cascadegebruik van hout	2
• Bio-energie teelt buitenland (400-500 PJ)	38
<i>Totaal duurzame energiebronnen buitenland</i>	<i>40</i>
<b>Sinks: Koolstofvastlegging</b>	
• Verhogen grondwaterstand veenweidegebieden (450 kha)	?5-7
• Nieuw bos (350 kha)	?1
• Bos- en landmanagement en cultuurlandschap	?1
<i>Totaal sinks</i>	<i>?7-9</i>

\*) Een aantal opties zijn niet optelbaar omdat er sprake is van overlap.

\*\*) ? Betekent dat het netto effect onzeker is.

### Implementatietrajecten voor kansrijke opties

*Emissiereductie primaire productie.* De opties die betrekking hebben op de primaire productie zoals de klimaatneutrale kas, gesloten stallen, precisiebemesting en gebruik van dierlijk mest in plaats van kunstmest, lijken zowel technisch, economisch als sociaal-cultureel niet veel problemen op te leveren. Er is nog wel wat onderzoek nodig en ontwikkeling van de techniek, maar met het juiste beleid en in aansluiting op autonome trends in de landbouw zijn de opties ruim voor 2050 te implementeren.

*Duurzame energiebronnen en materialen.* Dit betreft een vijftal 'bescheiden' opties in Nederland, zoals het gebruik van agro-reststromen, mestvergisting, mestverbranding of vergassing, teelt van energiedragers en windenergie op het land. Aanzienlijk meer volume hebben twee opties van de landbouw in het buitenland.

De eerste houdt in dat de gehele vraag naar motorbrandstoffen in Nederland wordt voorzien door in het buitenland geteelde *biomassa* die hier door raffinaderijen of centrales wordt omgezet in waterstof, of bio(m)ethanol en biodiesel. Het grootste probleem bij biomassa is het creëren van een concurrerende prijs met fossiel. Van belang is ook het voorkomen van concurrerend landgebruik tussen biomassa en andere functies, zoals natuur (bos, biodiversiteit) en voedsel. De concurrentie met fossiel kan gewonnen worden door heffingen. De concurrentie met andere bodemfuncties moet voorkomen worden door duurzaamheidsvoorwaarden te stellen aan de productie.

De tweede internationale optie is het zorgvuldig *cascaderen* van houtgebruik. Hierbij wordt hout, vóórdat het als restproduct wordt verbrand, verscheidene malen functioneel gebruikt, waardoor energie- en grondstoffengebruik in diverse industriële sectoren (productie bouwmaterialen) wordt vermeden. Een groot probleem is thans de zuigkracht van de energiesector onder invloed van het klimaatbeleid. Cascadering kan worden gestimuleerd door een goed boekhoudsysteem op te stellen en internationale afspraken te maken. Probleem blijft de stimulering van hout als bouw materiaal in een gesloten nationale bouwsector. Heffingen kunnen economische prikkels geven, maar zijn niet voldoende zodat aanvullend stimulerende maatregelen nodig zijn.

‘*Sinks*’: *koolstofvastlegging*. Waar het bij deze optie vooral om gaat is de combinatie van het aantrekkelijker maken van het landschap met het vastleggen van koolstof in ‘sinks’, zoals veenweidegebieden en nieuw bos. De netto resultaten in termen van CO<sub>2</sub> vastlegging zijn erg onzeker. Daarnaast is de optie duur en maatschappelijk ingrijpend. Groot-schalige vorming van natuur in veenweidegebieden lijkt zowel economisch als sociaal moeilijk te zijn. Door natuurbeheer commercieel te combineren met de functies wonen, werken en recreëren kan er geld vrijkomen om de plannen gedeeltelijk te bekostigen. Kleinschalige invoering kan een aanzet geven tot grootschaliger inpassing.

#### Verbinding lange en korte termijn klimaatbeleid

Voor het lange termijn klimaatbeleid in de sector landbouw en voeding is emissiereductie niet het enige criterium. Van belang zijn ook een breed draagvlak in de gehele maatschappij, een integrale duurzaamheid (waarbij maatregelen geen verstoringen op andere terreinen veroorzaken), kosteneffectiviteit op langere termijn, volume, technologische robuustheid, en bedrijfszekerheid. Het brede draagvlak vergt mondiale erkenning van het probleem, keuze vrijheid voor de burger, en het meeliften met autonome ontwikkelingen in de sector zodat uitdagende doelen kunnen worden gesteld.

Rekening houdend met deze criteria zijn voor het realiseren van reducties van CO<sub>2</sub> in de sector landbouw en voeding drie complementaire routes onderscheiden:

- Maatregelen bij de primaire productie: maximale beperking van de emissies binnen de primaire sector door klimaatneutrale kas, gesloten loopstallen, dierlijke mest in plaats van kunstmest en precisiebemesting.
- Emissiebeperking buiten de primaire sector door productie van duurzame energie en cascadering van het gebruik van geteelde biomassa.
- Maatregelen in de voedselketen (zijn niet bij de analyse betrokken).

Tevens zijn er mogelijkheden voor het vastleggen van CO<sub>2</sub> in de bodem (‘sinks’). Aanvullende reducties in het buitenland (bio-energie teelt en cascadering) kunnen plaatsvinden als dat op een sociale, economische en ecologische verantwoorde manier gebeurt. In totaal kan de emissiereductie door aanbod van duurzame energie en materialen ca. 50 Mton CO<sub>2</sub>-eq bedragen. Dit is bijna het dubbele van de eigen emissies uit de sector. Per saldo is de landbouwsector dus probleemoplosser geworden. Met het oog op het draagvlakcriterium dienen echter allereerst de eigen emissiereducties te worden gerealiseerd, zowel in de sector als in andere sectoren in Nederland.

De overheid is de belangrijkste actor bij een lange en korte termijn klimaatbeleid voor de landbouw. Het overheidsbeleid moet consistent en transparant zijn. De overheid zorgt voor:

- Normstelling: prestatienormen: CO<sub>2</sub>-eq. per energie-eenheid of kg product.
- ‘Level playing field’ (eerlijke concurrentie).
- Kennis: transparante markt voor kennis en kennisbundeling.

*Samenvattend luidt de conclusie dat met behulp van bestaande technologieën 60-80% reductie in de eigen sector kan worden bereikt. De maatregelen kunnen ruim voor 2050 worden geïmplementeerd en technisch hoeven er geen problemen te zijn. Klimaat is echter geen kernthema in de landbouw. Door aan te sluiten bij autonome trends in de landbouw kunnen de maatregelen met voldoende draagvlak worden gerealiseerd. Verder dient het overige landbouwbeleid in synergie met het klimaatbeleid te worden vorm gegeven.*

### **3.4 Naar een lange termijn klimaatbeleid voor de sector verkeer en vervoer in Nederland**

Als het nodig is om in Nederland in 2050 een CO<sub>2</sub>-emissiereductie van 80% ten opzichte van 1990 te realiseren, dan vraagt dat voor de sector Verkeer en Vervoer naast de inzet van een groot aantal opties om het energiegebruik te beperken, de grootschalige inzet van CO<sub>2</sub>-neutrale brandstoffen. Dit is een van de conclusies van een gestructureerde dialoog over het lange termijn klimaatbeleid in deze sector tussen personen uit bedrijfsleven, overheden, maatschappelijke organisaties en kennisinstellingen (box 3.7). In de dialoog is ingegaan op vragen als wat zijn kansrijke opties voor het reduceren van CO<sub>2</sub>-emissies door het energiegebruik in deze sector, hoe zijn de opties te implementeren en wat betekent dit voor het klimaatbeleid op lange termijn?

Rekening houdend met een aantal criteria en randvoorwaarden voor het lange termijn klimaatbeleid heeft de groep Verkeer en Vervoer vier oplossingsroutes geformuleerd:

1. *CO<sub>2</sub>-neutrale brandstoffen*: hieronder valt de inzet van biobrandstoffen en fossiele brandstoffen in combinatie met CO<sub>2</sub>-verwijdering en -vastlegging.
2. *Technologische oplossingen voor het terugdringen van de energievraag op voertuigniveau*: deze route zet in op zuiniger en efficiëntere voertuigen, waardoor het voorzien in de verkeersvraag minder energie kost.
3. *Terugdringen vervoersvraag*: deze route behelst gedragsveranderingen bij de burger en efficiënter goederenvervoer met name door ICT-oplossingen, waardoor minder ‘lege’ kilometers gereden worden.
4. *Modal shifts*: deze route richting vanuit klimaattoegpunt gunstige modaliteiten. Hieronder valt de overgang van vrachtvervoer over de weg naar vervoer over water en rail en de overgang van personenvervoer van vliegtuig naar trein.

Met name via de CO<sub>2</sub>-neutrale brandstoffen en zuiniger voertuigen zullen de echte doorbraken gemaakt moeten worden om binnen de sector het klimaatprobleem op lange termijn op te lossen. Maar ook modal shifts richting energie-zuiniger/ CO<sub>2</sub>-gunstiger modaliteiten en het terugdringen van de vervoersvraag zijn nodig. Dit vanwege de verwachting dat er grenzen zijn aan de beschikbaarheid van CO<sub>2</sub>-neutrale brandstoffen (met name uit biomassa en duurzame energie). Indien CO<sub>2</sub>-neutrale brandstoffen niet of in onvoldoende mate beschikbaar komen, betekent dat op de andere routes extra moet worden ingezet. De modal shifts komen ook in beeld onder druk van andere vraagstukken dan het klimaatvraagstuk alleen; in het bijzonder het probleem van schaarse ruimte en congestie.

*Box 3.7 Deelnemers aan de dialooggroep Verkeer en Vervoer.*

P. Bouw (Voorzitter), Raad voor Verkeer en Waterstaat; P. Clausing, ANWB; J.M Dekkers, Nationale Havenraad; A. Douma, Railforum; H. Leemreize, FNV; H. van Manen, van Gend en Loos; G.H.J. Peters, DCMR; A.B.M. van der Plas, Nederland Distributieland; P. Sierat, Veracht BV; E.M. Storm, SIVN; L. Tegelberg, Lacis; B.B.W. Thorborg, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, T. Wams, Vereniging Milieudefensie.

Het projectteam van de groep Verkeer en Vervoer bestond uit: dhr. M.T.J. Kok (secretaris), dhr. P. Kroon, dhr. J.A. Annema en mevr.S. Bos (allen wetenschappelijke ondersteuning).

Voorzitter en leden namen op persoonlijke titel deel aan de Nationale Dialoog.

De dialoog over het lange termijn klimaatbeleid in de sector verkeer en vervoer was een van de vier onderdelen van de Nationale Dialoog in het COOL project (box 3.8). De bevindingen en conclusies zijn van belang voor allen die op enigerlei wijze betrokken zijn bij het uitvoeren van klimaat- en milieubeleid in de sector.

Een waaier van opties

De dialoog ging van start met twee toekomstbeelden die op verschillen de manieren in de 80% CO<sub>2</sub>-emissiereductie voorzien en beide een aanzienlijke groei van verkeer en vervoer en het daarmee samenhangende energiegebruik laten zien. De effecten van de vier bovengenoemde oplossingsroutes voor personen- en goederenvervoer zijn verkend voor deze twee toekomstbeelden. Het belangrijkste verschil tussen beide beelden is of de overheid verkeer en vervoer faciliteert of de groei van het verkeer juist tracht te ontmoedigen.

In het toekomstbeeld '*Vrij baan*' zijn de internationale economische ontwikkelingen erg belangrijk, er is sprake van een hoge mate van marktwerking. Het vervoer is grotendeels individueel georganiseerd. Er is daardoor sprake van een hoge disperse mobiliteit, meer infrastructuur en snellere en duurdere vervoerswijzen.

Daarentegen is in het toekomstbeeld '*Vervoer op maat*' sprake van een specialisatie in de regio en gerichte overheidsinterventies om de transportweerstand te verhogen en in vervoersbehoeften te voorzien. Het vervoersysteem is gericht op collectief vervoer en gebundelde vervoerstromen.

**Box 3.8 De Nationale Dialoog in het COOL project.**

De term 'dialoog' slaat op een nieuw instrument voor beleidsverkenning, waarbij kennis en inzicht uit verschillende maatschappelijke invalshoeken op een gestructureerde manier bij elkaar worden gebracht. De Nationale Dialoog in het COOL project ('*Climate OptiOns for the Long term*') had tot doel inzichten en aanbevelingen te ontwikkelen voor het lange termijn klimaatbeleid in Nederland. Daarnaast zijn ook op Europees en mondiaal niveau dialogen gehouden. Het Nederlandse project is uitgevoerd in dialooggroepen voor vier sectoren: 1 Gebouwde Omgeving, 2 Industrie & Energie, 3 Landbouw & Voeding, en 4 Verkeer & Vervoer.

Deelnemers aan de dialoog waren personen met een staat van dienst en een grote kennis van de sector. In de periode november 1999 – februari 2001 zijn de groepen zes keer bij elkaar geweest. Hierbij werden ze ondersteund door een projectteam dat tot taak had de discussie te stimuleren en te structureren, en een team van wetenschappelijke specialisten die de groepen '*state of the art*' wetenschappelijke informatie verschaffen over opties om broeikasgasemissies in Nederland te reduceren.

Met de dialoog werd beoogd een verkenning uit te voeren naar de belangrijkste strategische lijnen ten behoeve van een lange termijn klimaatbeleid in de sector. Het beoogde eindresultaat was een strategische visie (geen blauwdruk!) met ruimte voor verschillende inzichten, die de sector behulpzaam kan zijn in de verdere ontwikkeling van het klimaatbeleid. Er is een uitgebreider document met de resultaten beschikbaar.

Elke groep ging uit van de vraag: Wat is in deze sector nodig om in Nederland in 2050 een CO<sub>2</sub>-emissiereductie van 80% ten opzichte van 1990 te realiseren? Om een gevoel te krijgen voor de lange termijn en om zoveel mogelijk 'speelruimte' te creëren voor de keuze van opties werden twee toekomstbeelden opgesteld die op verschillende manieren in de emissiereductie voorzien. Op deze basis werd teruggedeneerd naar het heden met behulp van een methode die '*backcasten*' wordt genoemd.

Voor elke sector is een aantal opties onderscheiden die in potentie een significante bijdrage aan een drastische emissiereductie leveren. Door terug te redeneren is vastgesteld welke kansen en bedreigingen er voor het realiseren van de opties bestaan en hoe de meest uitdagende problemen zijn op te lossen. Vervolgens is nagegaan hoe de opties geïmplementeerd kunnen worden in één of meer beleidstrajecten die mogelijk een periode van circa 50 jaar beslaan. Hierbij is niet alleen gekeken naar de beoogde emissiereductie, maar ook naar andere criteria die ten grondslag zouden moeten liggen aan lange termijn klimaatbeleid. Tot slot zijn concrete acties geformuleerd voor het realiseren van de opties.

De bevindingen en conclusies van de Nationale Dialoog hebben hoofdzakelijk betrekking op het klimaatbeleid voor de periode 2012 – 2050, dat wil zeggen voor de periode aansluitend op die waarvoor het Kyoto-verdrag geldt. Daarnaast zijn aanbevelingen geformuleerd die vooral betrekking hebben op de vraag hoe Nederland zich de komende 5 à 10 jaren op de lange termijn kan voorbereiden.

Meer informatie over de Nationale Dialoog, alsmede over de Europese en Mondiale Dialoog van het COOL-project is te verkrijgen via <http://www.nop.nl/cool>. Voor meer informatie over de resultaten van de Nationale Dialoog zie ook: Hisschemöller, M. et al. (2001). *Climate OptiOns for the Long term, de Nationale Dialoog. Resultaten en Aanbevelingen*. IVM, Amsterdam.

Tabel 3.4 laat het effect in termen van Megaton CO<sub>2</sub>-emissiereductie zien van de vier onderscheiden oplossingsroutes in beide beelden:

- Zonder de inzet van CO<sub>2</sub>-neutrale brandstoffen zal het energieverbruik met bijbehorende CO<sub>2</sub>-emissies van de sector, ondanks het substantiële effect van de diverse opties (zoals modal shifts in vanuit klimaatgoepunt gunstige modaliteiten, het terugdringen van de vervoersvraag en het terugdringen van de energievraag op voertuig niveau) met 20% tot 50% toenemen.

- De inzet van CO<sub>2</sub>-neutrale brandstoffen is daarom altijd nodig om 80% CO<sub>2</sub>-emissiereducties te realiseren.
- De mate van inzet van CO<sub>2</sub>-neutrale brandstoffen bepaalt de uiteindelijk gerealiseerde emissiereducties, maar in theorie is een 100% emissiereductie mogelijk.
- Omdat over de beschikbaarheid van deze brandstoffen mogelijk ook op de lange termijn onzekerheid bestaat, sluit de keuze voor de CO<sub>2</sub>-neutrale brandstoffen de andere opties (die het energiegebruik van de sector omlaag brengen) zeker niet uit.

Tabel 3.4 *Energieverbruik cijfers omgerekend naar CO<sub>2</sub>-emissies.*

CO <sub>2</sub> -uitstoot in Mton	Vrij baan	Vervoer op maat
Situatie 1990	28	28
Trend beeld 2050	72	59
Totaal Effect oplossingsroutes 1-3 t.o.v. trend	-26	-25
Technische oplossingen	-15	-14
Terugdringen vervoersvraag	-7	-6
Modal shifts	-5	-6
Resultaat 2050 zonder CO <sub>2</sub> -vrije brandstoffen	46	34

#### Implementatietrajecten voor kansrijke opties

*Het brandstofcelvoertuig.* In een brandstofcel wordt met een hoog rendement de gasvormige brandstof waterstof (H<sub>2</sub>) omgezet in elektriciteit. Met deze elektriciteit kan een voertuig aangedreven worden. Een belangrijk onderscheid is de herkomst van de waterstof; waterstof uit aardgas kan als gas getankt worden of in het voertuig gemaakt worden uit een vloeibare brandstof als ethanol. Wanneer waterstof uit aardgas wordt geproduceerd, dan wordt de vrijkomende CO<sub>2</sub>-ondergronds opgeslagen. In dit geval zijn de ontwikkeling van een veilige infrastructuur voor transport en levering van de brandstof de voornaamste knelpunten. Voor ethanol uit biomassa geldt als het voornaamste knelpunt dat getwijfeld wordt aan de voldoende beschikbaarheid van duurzaam geproduceerde biomassa. Oplossingsrichtingen zijn onder andere technologisch onderzoek en de ontwikkeling van boringsystemen voor duurzame biomassa productie.

*Terugdringen vervoersvraag door gedragsverandering.* Hierbij is een onderscheid gemaakt in het terugdringen van woon-werk verkeer en het sociaal-recreatief verkeer (met een aandeel van 50% heel belangrijk geworden). Concrete manieren waarop woon-werk verkeer gereduceerd kan worden is via telewerken, video-conferencing, wonen dicht bij het werken brengen. Oplossingen voor beperking van het recreatief verkeer zijn versterking van de lokale woonomgeving (winkel en recreatieve voorzieningen dicht bij huis), teleshopping etc. Daarnaast is ook denkbaar dat door keuzes van consumenten voor regionale producten de vraag naar goederenvervoer wordt teruggedrongen. Knelpunten zijn gelegen in het ontbreken van maatschappelijk draagvlak voor een stringent ruimtelijke ordenings- en prijsbeleid en in het ontbreken van voldoende alternatieven.

Er zijn in het project een aantal vanuit klimaat oogpunt gunstige modal shifts verkend:

- *Van individueel naar collectief vervoer in de vorm van de koppelkar.* Het systeem waaraan gedacht wordt is semi-collectief: geleide individuele collectiviteit ofwel de 'koppelkar';

- *De modal shift van vliegtuig naar rail (HSL, Maglev treinen).* Als gebied voor de optie is West-Europa gedefinieerd voor afstanden tot 1500-2000 kilometer;
- *De modal shift van vrachtwagen naar binnenvaart.* Er zijn twee stromen van transport die ieder verschillende voorzieningen veronderstellen;
  - Vanuit buitenland naar Nederland: de goederen gaan van het zeeschip direct naar ontvanger (vermijden vrachtvervoer over de weg) of andersom;
  - Binnen Nederland: de goederen gaan van of naar een locatie in Nederland per boot in plaats van per vrachtwagen;
- *Ondergronds transport.* Deze optie is meer vanuit ruimtebeslag dan vanuit energiegebruik een wenselijke optie.

Bij deze opties is met name de ontwikkeling van nieuwe infrastructuur, waar nodig op Europese schaal, een belangrijk knelpunt. Wie neemt hiertoe het initiatief en hoe komt de noodzakelijke samenwerking tot stand? Bij het vervoer over water speelt ook de betrouwbaarheid van de infrastructuur (onder andere beïnvloed door de invloed van klimaatverandering op waterbeschikbaarheid) een rol. Kansen liggen er onder andere door betere bereikbaarheid, kwaliteitsverbetering, inpasbaarheid in van deur tot deur vervoer van deze opties.

#### Verbinding lange en korte termijn klimaatbeleid

De groep Verkeer en Vervoer gaat er van uit dat de economische ontwikkelingen die leiden tot een vraag naar vervoer, vanuit de verkeer en vervoersector niet wezenlijk te beïnvloeden zijn. De vervoersvraag zal wel beïnvloed kunnen worden door een internalisering van de externe kosten in de prijs van transport. Optimisme lijkt gerechtvaardigd over de technologische mogelijkheden voor de inzet van schone energiedragers in de sector verkeer en vervoer. Tegelijkertijd is hier een kanttekening op z'n plaats: Gewaakt moet worden voor het idee dat de technologieën bij ongewijzigd beleid vanzelf zullen worden toegepast in de sector. Besluitvorming op nationale, Europese en mondiale schaal en maatschappelijke implementatie zullen niet eenvoudig zijn. Partijen in de samenleving lijken thans onvoldoende belang te hebben bij het oplossen van het klimaatprobleem.

Een aantal criteria en randvoorwaarden zou om te beginnen leidend moeten zijn bij de ontwikkeling van het lange termijn klimaatbeleid. Als belangrijkste *criteria* zijn gedefinieerd:

- Bijdrage aan oplossing van het klimaatprobleem-klimaat-effectiviteit: dit betreft het aantal tonnen CO<sub>2</sub> dat vermeden kan worden;
- De kosten-effectiviteit van een optie: dit betreft de kosten per ton vermeden CO<sub>2</sub>. Bij een keuze tussen opties zal dat alternatief de voorkeur krijgen dat de meeste emissiereducties tegen de laagste kosten realiseert. Als kanttekening kan worden gesteld dat dit criterium zich vooral leent voor een vergelijking van opties die uitontwikkeld zijn. Het is evenwel de vraag in hoeverre dit veronderstelt mag worden bij het beoordelen van lange termijn ontwikkelingen, want over kostenontwikkelingen bestaan grote onzekerheden.

Belangrijke *randvoorwaarden* zijn:

- *Afhankelijkheid van het buitenland*: kan Nederland deze optie zelfstandig invoeren of moet dit in internationaal verband gebeuren;
- *Technologische mogelijkheden*: zijn de technologieën nu beschikbaar om deze optie in te voeren;
- *Maatschappelijk draagvlak*: kan de optie op steun bij de burger rekenen;
- *Negatieve neven-effecten*: kent de optie negatieve gevolgen wat betreft ruimtegebruik en veiligheid;
- *Bestuurlijke mogelijkheden*: is de optie bestuurlijk makkelijk te implementeren (resultante andere aspecten).

Een lange termijn strategie moet zich richten op emissiereductie aan de bron. Het Nederlandse beleid zal in Europees verband plaats moeten vinden. Om de 80% emissiereducties te realiseren is een verbetering van de Europese besluitvorming en de ontwikkeling van een Europese aanpak noodzakelijk. In of via Brussel moet daarom een aanzienlijk deel van de Nederlandse beleidsinspanning geleverd worden. Daarnaast moeten de Nederlandse doelen, voor hun legitimiteit, gegrondvest zijn in het klimaatverdrag en in zijn uitwerkingsovereenkomsten.

Rekening houdend met de bovengenoemde criteria en randvoorwaarden zou de overheid zich met name moeten richten op de volgende nauw samenhangende elementen:

- *Lange termijn (aanscherpende) normstelling voor de CO<sub>2</sub>-emissies van vervoer*. Met lange termijn normen (op Europese schaal) worden technologische en maatschappelijke ontwikkelingen de gewenste richting opgestuurd en is er duidelijkheid naar marktpartijen.
- *Internalisatie van de prijs* (bijvoorbeeld via verhandelbare rechten). De externe kosten die de CO<sub>2</sub>-uitstoot met zich meebrengt, moeten in de transportprijs worden doorberekend. Dit zal een prikkel zijn om efficiënter te werken, de transportvraag te beperken, over te stappen op CO<sub>2</sub>-neutrale brandstoffen en zo ook de modal split beïnvloeden.

De internalisering van externe kosten moet uit concurrentie-overwegingen zoveel mogelijk op Europese schaal plaatsvinden voor weg, rail en water en voor luchtvaart en zeescheepvaart op mondiale schaal.

- *Creëren van maatschappelijk draagvlak en zorgen voor het vergroten van de rol van de consument* onder andere door het bewerkstelligen van transparantie van informatie. Transparante informatie kan helpen om als gebruiker keuze te kunnen maken tussen verschillende vervoerstypen op basis van prijs/kwaliteitverhoudingen en inzicht te verkrijgen in de CO<sub>2</sub>-effecten van verschillende modaliteiten.

Daarnaast is aanvullend/flankerend beleid nodig, gericht op:

- Technologie- en marktontwikkeling gericht op CO<sub>2</sub>-neutrale brandstoffen en zuiniger voertuigen (brandstofcellen).
- Borgingsystemen voor duurzame biomassa productie.
- Belemmeringen voor implementatie wegnemen in bestaande regelgeving.
- Ondersteunen van de ontwikkeling van een interface tussen verschillende modaliteiten (modal merge, intermodaliteit).
- Invoeren van een klimaattoets voor nieuwe infrastructuur.



- PPS gebruiken voor de ontwikkeling van nieuwe infrastructuur voor nieuwe energiedragers.
- Stimuleer dat transport deel gaat uitmaken van milieuzorgsystemen en bijbehorende certificering.
- Het inventariseren en wegnemen van mobiliteitstimulerende elementen uit overheidsbeleid (culturele beïnvloeding), zoals lease-auto's en belasting op verhuizen.

Het overheidsbeleid moet zo uiteindelijk resulteren in een toekenning van verantwoordelijkheden voor het klimaatbeleid aan actoren, aansluitend bij hun eigen doelstellingen. In de strategische visie worden een aantal acties voor de sector zelf meer in detail uitgewerkt.



## Appendix I.

### **Naar een lange termijn klimaatbeleid voor de gebouwde omgeving in Nederland**

**Achtergronddocument bij de policy brief van de groep Gebouwde Omgeving van de Nationale Dialoog van het COOL project**



*De Nationale Dialoog*



## De dialooggroep Gebouwde Omgeving van de Nationale Dialoog van het COOL project

D.K.J. Tommel (voorzitter)	Nationaal Woning Instituut
E. van Andel	FIWIHEX
A.W.L.A. Cruyssen	Wilma B.V.
R. van Gurp	Gemeente Tilburg
J.C. Heemrood	Nationaal Dubo Centrum
Mw. J. Hofman	Le Clercq Planontwikkeling B.V.
A.A. Koedam	Aedes Vereniging van Woningcorporaties
J. Kristinsson	Architecten- en Ingenieursbureau Kristinsson
P. van Lutternvelt	Global Action Plan
Mw. M. Quené	NUON
A.R.W. Snelders	Siemens Nederland
E. Stigter	Ministerie van VROM
C. Zijdeveld	Schiedam

Projectteam groep Gebouwde Omgeving:

Secretaris: mw. M. van de Kerkhof (VU-IVM)

Wetenschappelijke Ondersteuning: H. Jeeninga (ECN), J. Oude Lohuis (RIVM) en J. Spakman (RIVM)

Voorzitter en leden namen op persoonlijke titel deel aan de Nationale Dialoog.



## 1. Inleiding

De Nationale Dialoog in het COOL project (*'Climate OptiOns for the Long term'*) heeft tot doel inzichten en aanbevelingen te ontwikkelen voor het lange termijn klimaatbeleid in Nederland. De dialoog is gevoerd in dialooggroepen voor vier sectoren; Gebouwde Omgeving, Industrie & Energie, Landbouw & Voeding en Verkeer & Vervoer.

De deelnemers aan de dialoog, personen met een staat van dienst en een grote kennis van een van deze sectoren, hebben opties voor lange termijn klimaatbeleid verkend. Zij zijn hierbij ondersteund door een projectteam dat tot taak had het structureren van de discussie en het ondersteunen van de dialooggroepen, en een team wetenschappelijke ondersteuning dat tot taak had de groepen van *'state of the art'* wetenschappelijke informatie te voorzien over opties om broeikasgasemissies in Nederland te reduceren.

De dialoog is voor elk van bovengenoemde sectoren begonnen met de volgende vraag: Wat is er nodig om in Nederland in 2050 een emissiereductie van 80% ten opzichte van 1990 te realiseren? De deelnemers aan het project hebben zich dus niet gebogen over de vraag of een emissiereductie van 80% *wenselijk* is als doelstelling van het klimaatbeleid. Uitgaande van beelden van de toekomst waarin –80% is aangenomen voor de Nederlandse samenleving is teruggedeneerd naar het heden met behulp van een methode die *'backcasten'* wordt genoemd. De dialooggroepen is evenmin gevraagd om met een eenduidige strategische visie te komen. Verschil van inzicht over de route naar een ontkoppeling van broeikasgasemissies en economische groei is dan ook weerspiegeld in de resultaten.

Teneinde tot het beoogde resultaat te komen, te weten strategische inzichten voor het klimaatbeleid op de lange termijn, is gekozen voor een aanpak waarbij de dialoog in drie fasen gevoerd werd. In de eerste fase ontwikkelen de dialooggroepen twee beelden voor hun sector in 2050, beide uitgaande van een gerealiseerde emissiereductie van circa 80%. Doel van deze exercitie is het identificeren van denkbare toekomstige sectorontwikkelingen die van belang kunnen zijn voor de effectiviteit van opties voor emissiereductie. In aansluiting hierop worden opties voor emissiereductie geïdentificeerd die kansrijk lijken in hetzij één hetzij beide beelden van de toekomst.

In fase 2 worden implementatietrajecten voor kansrijke opties in kaart gebracht met behulp van de backcastingsmethode. Het product is een aantal casestudies waarin kansen en barrières voor emissiereductie in kaart zijn gebracht.

In fase 3 worden op basis van een vergelijking van de cases algemene conclusies getrokken en aanbevelingen geformuleerd. Deze hebben betrekking op de mogelijke technologische routes, criteria die ten grondslag zouden moeten liggen aan lange termijn klimaatbeleid en concrete acties door actoren die voor het realiseren van opties van groot belang zijn. Tevoren is deze procedure met een aantal algemene uitgangspunten en spelregels voor de Nationale Dialoog aan de deelnemers voorgelegd (zie appendix 5 en 6 in dit rapport).

Voor u ligt het achtergronddocument bij de policy brief voor de sector gebouwde omgeving. Er wordt beoogd een weergave te geven van de werkzaamheden binnen de groep met inachtneming van de nuances in benadering binnen de dialooggroep. De bevindingen

gen en conclusies van de Nationale Dialoog hebben enerzijds betrekking op het klimaatbeleid voor de periode 2012 – 2050, dat wil zeggen voor de periode aansluitend op die waarvoor het Kyoto-verdrag geldt. Anderzijds worden aanbevelingen geformuleerd die vooral betrekking hebben op hoe Nederland zich de komende 5 à 10 jaren op de lange termijn kan voorbereiden. Het rapport is bedoeld voor allen die op enigerlei wijze betrokken zijn bij het voeren van een klimaatbeleid voor de sector gebouwde omgeving, in het bijzonder de Nederlandse regering en het parlement, het bedrijfsleven en de milieubeweging.

Dit rapport vormt de weerslag van de werkzaamheden van de dialooggroep Gebouwde Omgeving. Onder voorzitterschap van de heer D.K.J. Tommel is deze groep zes keer bijeen geweest in de periode november 1999 – februari 2001. Daarnaast hebben leden van de groep deelgenomen aan twee integrale workshops voor de vier dialooggroepen van de Nationale Dialoog in combinatie met vertegenwoordigers vanuit de Europese Dialoog en de Mondiale Dialoog het kader van het COOL project. De groep is terzijde gestaan door mevrouw M. van de Kerkhof (IVM-VU) als secretaris en de heren J. Oude Lohuis (RIVM) en H. Jeeninga (ECN) als wetenschappelijke ondersteuning.

Het rapport is als volgt opgebouwd. Na een beschrijving van de toekomstbeelden in hoofdstuk 2, worden in hoofdstuk 3 de opties beschreven die tot de emissiereductie kunnen bijdragen. De implementatie van kansrijke opties komt in hoofdstuk 4 aan de orde. Terugkerend naar het heden worden in hoofdstuk 5 verbanden gelegd tussen klimaatbeleid op de lange en de korte termijn. Ter afsluiting volgt in hoofdstuk 6 een aantal conclusies.



## 2. Beelden van de toekomst

### 2.1 Introductie

Om een gevoel te krijgen voor de lange termijn en om zoveel mogelijk ‘speelruimte’ te creëren voor de keuze van de te analyseren opties, startte de dialoog met twee toekomstbeelden die op verschillende manieren in de 80% emissiereductie voorzien. De discussie van de dialooggroep hierover is geïnspireerd door een terugblik op de afgelopen vijftig jaar (tekstbox 2.1) en de twee beelden van de toekomst voor de Nederlandse energievoorziening in 2050, die zijn opgesteld door de Wetenschappelijke Ondersteuning van het COOL project.<sup>3</sup>

Het onderwerp is door de dialooggroep in beginsel afgebakend tot de CO<sub>2</sub>-emissies die samenhangen met de gebouwde omgeving in Nederland. De internationale context is van belang wat betreft Europese regelgeving en internationalisering van de energiemarkt. Verder zijn er relaties met andere sectoren van de Nederlandse economie, zoals woonwerk en recreatieverkeer (sector verkeer en vervoer) en productie van bouwmaterialen (sectoren industrie en landbouw).

#### **Box 2.1      Wat leert een terugblik op de afgelopen vijftig jaar ons?**

In de periode 1950 tot 2000 heeft in Nederland een aantal flinke veranderingen plaatsgevonden, die onder meer van invloed zijn geweest op de gebouwde omgeving. Enkele voorbeelden zijn: de komst van aardgas als vervanger van kolen in de jaren zestig; de trend van individualisering en gezinsverdunding die in de jaren zestig / zeventig werd ingezet; de erkenning in de jaren zeventig dat stedenbouw niet louter een eerzaam ambacht is, maar ook een uiting van kunst kan zijn; de groei van de welvaart en ontwikkeling van de technologie in de jaren tachtig; het steeds belangrijker worden van kwaliteit in plaats van kwantiteit; de aandacht voor het klimaatprobleem en voor mogelijkheden tot energiebesparing; en tenslotte de opkomst van de informatie- en communicatie technologie in de jaren negentig.

Deze terugblik laat zien dat in vijftig jaar veel kan gebeuren. Sommige ontwikkelingen konden we zien aankomen, andere zijn echter verrassend. Wie had in de jaren zeventig ooit gedacht dat de computer zo een dominante rol zou spelen in onze samenleving als nu het geval is? De terugblik naar de afgelopen vijftig jaar leert ons dan ook dat het weinig zinvol is om te proberen om de toekomst te voorspellen. Het is wel zinvol om een verkenning te doen naar mogelijke (gewenste en ongewenste) toekomst, alsmede naar de stappen die genomen moeten worden om de gewenste toekomst te realiseren, of de ongewenste toekomst te voorkomen. Op deze manier kan in de beleidsformulering voor de korte termijn rekening worden gehouden met het lange termijn perspectief.

<sup>3</sup> Faaij, A., S. Bos, J. Spakman, D.J. Treffers, C. Battjes, R. Folkert, E. Drissen, C. Hendriks en J. Oude Lohuis (november 1999). *Beelden van de Toekomst. Twee visies op de Nederlandse energievoorziening ten behoeve van de Nationale Dialoog.*

Gegeven deze afbakening wordt in dit hoofdstuk eerst kort ingegaan op de op de ontwikkelingen in de sector (paragraaf 2.2). Daarna worden de beide toekomstbeelden gepresenteerd (paragraaf 2.3), die aan het slot van het hoofdstuk worden vergeleken (paragraaf 2.4).

## 2.2 Relevante ontwikkelingen in de sector

Verskillende ontwikkelingen zullen van invloed zijn op het energiegebruik in de gebouwde omgeving. Cruciaal is de samenstelling van de voorraad woningen en utiliteitsgebouwen in 2050. Bij de verwachte groei in het aantal woningen en het kantooroppervlak, is met name het vervangingstempo van de bebouwing en de hiermee gepaard gaande energiebesparing relevant. Andere belangrijke ontwikkelingen zijn:

- Ontwikkeling van de energievraag per woning in de toekomst: dit kan in sterke mate afhangen van het beleid dat door de overheid wordt gevoerd. Dit was althans in het recente verleden zo. Of de overheid ook in de toekomst de drijvende kracht zal zijn achter besparingen en de toepassing van nieuwe technologieën is een belangrijke vraag.
- Tempo en richting van technologische innovaties: ontwikkeling van nieuwe technologieën kan leiden tot een aanzienlijke reductie van CO<sub>2</sub>-emissies. Dit kan door energie-efficiency maar ook door de ontwikkeling van technologieën voor duurzame en hernieuwbare energie.
- De liberalisering en internationalisering van de energiemarkt: hierdoor kunnen de prijzen van energiedragers veranderen, en krijgen de energiebedrijven wellicht een andere rol.
- De ontwikkeling van de koopkracht en de welvaart: dit kan betekenen dat de energievraag van consumenten zal toenemen. Het kan echter ook een groter marktaandeel van efficiëntere producten en duurzame energie met zich meebrengen, hetgeen besparing oplevert.
- Demografische ontwikkelingen: een stijgend inwonersaantal en een lagere bezetting per woning zijn waarschijnlijk. Beide effecten vergroten de vraag naar woningen.
- De ontwikkeling van de Informatie en Communicatie Technologie (ICT): dit heeft mogelijk invloed op mobiliteit, het energiegebruik in woningen en op de werkplek. Het is op voorhand niet duidelijk hoe die invloed uitvalt.

## 2.3 Twee beelden voor de Nederlandse Gebouwde Omgeving in 2050

Voor de gebouwde omgeving in het Nederland van 2050 zijn twee beelden opgesteld. Het idee achter het werken met twee toekomstbeelden is, dat twee eindsituaties worden geconstrueerd die uitersten weergeven. De twee toekomstbeelden dienen als referentiekader voor het selecteren van opties die de moeite waard zijn om verder te verkennen. Door het werken met uiteenlopende toekomstbeelden, wordt een zo groot mogelijke 'speelruimte' gecreëerd voor het maken van een beargumenteerde keuze voor te analyseren opties.

Bij het opstellen van de beelden was het uitgangspunt dat de samenstelling van de voorraad (woningen en andere gebouwen) het onderscheidende element tussen beide beelden zou zijn. De vervangingsnelheid van de bestaande, 'oude' gebouwen en huizen is in beide beelden dus verschillend.

### 2.3.1 Het beeld Vernieuwd Nederland

In het beeld Vernieuwd Nederland wordt de maatschappij gekenmerkt door individualisme. In de binnenstad bevinden zich talrijke één- en tweepersoons huishoudens in luxe appartementen. Gezinnen wonen daarentegen in grote huizen in ruim opgezette voorsteden. Per saldo is het ruimtegebruik per persoon voor wonen een stuk groter dan in het jaar 2000. De economie wordt gedomineerd door de dienstensector. Mensen, bedrijven en instituties zijn sterk internationaal georiënteerd. Er is een snelle ontwikkeling en diffusie van technologieën, zowel in de tijd als ruimtelijk. De welvaart is veel groter dan in 2000 en de vraag naar luxeartikelen en geavanceerde huishoudelijke apparatuur is groot.<sup>4</sup>

In het toekomstbeeld Vernieuwd Nederland is het slooptempo van woningen sinds het jaar 2000 fors toegenomen. In 2000 lag het slooptempo nog op 13.000 woningen per jaar, maar in de periode tot 2050 ligt dit maar liefst op 85.000 woningen per jaar. Het nieuwbouwt tempo ligt hoog: 135.000 woningen per jaar (vergeleken met 90.000 woningen in 2000). In het jaar 2050 dateert daardoor nog slechts 23% van de woningen uit de periode vóór het jaar 2000; 77% van de woningen is dus na 2000 gebouwd.

Bij geleidelijk voortschrijdende normstelling voor energiegebruik in woningen en halvering van de CO<sub>2</sub>-emissie per kWh<sup>5</sup>, bedragen de CO<sub>2</sub>-emissies in woningen in 2050 in het beeld Vernieuwd Nederland circa 24 Mton. In 1990 was dat nog 32 Mton (direct en indirect energiegebruik). Het behalen van de 80% reductiedoelstelling -restemissie van ca. 6 Mton- vraagt dus om extra maatregelen ter grootte van 18 Mton CO<sub>2</sub>.

De nieuwbouw is daarom uitgerust met allerhande nieuwe, energiebesparende technieken voor zowel vraag als aanbod, waardoor de netto CO<sub>2</sub>-emissie in de nieuwbouw nul is. Ook de bestaande bebouwing is vergaand geïsoleerd. Daarnaast maakt ze gebruik van zuinige energie-aanbodsystemen, waardoor ook deze woningen zeer efficiënt zijn.<sup>6</sup> Een hoog slooptempo van de woningvoorraad heeft immers geleid tot voldoende mogelijkheden voor het introduceren van een nieuwe energie-infrastructuur.

### 2.3.2 Het beeld Herkenbaar Nederland

In het toekomstbeeld Herkenbaar Nederland is de maatschappij in 2050 niet zozeer gericht op het individu, maar juist meer sociaal en familiaal ingesteld. Dit heeft tevens con-

---

<sup>4</sup> De beelden zijn opgesteld door de wetenschappelijke ondersteuning van de groep Gebouwde Omgeving en beschreven in: M. Hisschemöller, M. van de Kerkhof en O.J. Kuik (april 2000). *Climate OptiOns for the Long term. De Nationale Dialoog – Tussenrapport*. IVM W-00/02.

<sup>5</sup> Verondersteld is dat de CO<sub>2</sub>-emissie per geproduceerde kWh halveert in de periode 1990-2050 door 1 verschuiving naar koolstofarmere brandstoffen, 2 sterk verbeterd rendement van de opwekking en 3 een significant aandeel van opwekking uit duurzame bronnen.

<sup>6</sup> J. Oude Lohuis, J. Spakman en H. Jeeninga (april 2000). Voorzetnotitie bijeenkomst 3.

sequenties voor de gebouwde omgeving; geconcentreerde bebouwing die goed is aangesloten op het openbaar vervoer is preferent. Mensen zijn milieubewust en accepteren een regulerende overheid. De overheid wordt gezien als representant van collectieve belangen en dient een actieve rol te hebben in het stimuleren van duurzame energie. Maatschappelijke acceptatie van besluitvormingsprocessen weegt zwaar waardoor soms inertie optreedt en vernieuwingen minder snel kunnen worden doorgevoerd.<sup>7</sup>

Het sloop tempo van woningen is in de periode tot 2050 in het beeld Herkenbaar Nederland hetzelfde als in 2000: 13.000 woningen per jaar. Het nieuwbouw tempo ligt echter een stuk lager dan in het jaar 2000: slechts 63.000 woningen per jaar (vergeleken met 90.000 woningen per jaar in 2000). Het totaal aantal woningen in 2050 ligt, evenals in het beeld Vernieuwd Nederland, op 8.8 miljoen. De woningvoorraad bestaat voor 65% uit woningen die gebouwd zijn vóór 2000. Slechts 35% dateert uit de periode na 2000. Hierdoor is de bebouwing divers met bouwstijlen uit verschillende periodes. Ook de huidige energie-infrastructuur is nog grotendeels intact.

Bij normale ontwikkelingen rond normstelling voor energiegebruik in woningen en halvering van de CO<sub>2</sub>-emissie per kWh, bedragen de CO<sub>2</sub>-emissies in woningen in 2050 in het beeld Herkenbaar Nederland circa 30 Mton. Dit is hoger dan in het beeld Vernieuwd Nederland. Het behalen van de 80% reductiedoelstelling ten opzichte van 1990 betekent een beoogde restemissie van circa 6 Mton. Daarom zijn in Herkenbaar Nederland extra maatregelen nodig ter grootte van circa 24 Mton CO<sub>2</sub>. De netto energievraag (en dus de CO<sub>2</sub>-emissies) in de bestaande bouw wordt in hoge mate gereduceerd door vergaande na-isolatie en de lokale toepassing van duurzame energie, zoals zonnecollectoren en PV-systemen.<sup>8</sup>

## 2.4 De toekomstbeelden vergeleken

In de uitwerking van beide beelden ligt het accent op de woningbouw. Er is minder aandacht besteed aan factoren als de structuur van de energiemarkt, de structuur van de volkshuisvesting en de bevolkingsopbouw. Dit is een keuze van de groep geweest.

Het totaal aantal woningen komt in beide toekomstbeelden overeen (8.8 miljoen in 2050). Dit is een gevolg van compenserende effecten: beeld Vernieuwd Nederland veronderstelt relatief sterke gezinsverdunding in combinatie met geringe bevolkingsgroei; in beeld Herkenbaar Nederland is dat precies omgekeerd. Per saldo groeit de woningbehoefte in 2050 in beide beelden met circa 2,5 miljoen eenheden, oftewel 50.000 woningen per jaar (saldo van nieuwbouw – sloop). Een andere belangrijke overeenkomst is de veronderstelde elektriciteitsvraag. In beide beelden neemt deze per woning met bijna 50% toe. Ook hier gelden overwegingen van compenserende effecten: in het meer individualistische beeld Vernieuwd Nederland is een sterkere groei van het elektriciteitsgebruik per persoon, maar vanwege de grote gezinsverdunding is de groei per woning even groot als in het meer familiale beeld Herkenbaar Nederland.

---

<sup>7</sup> De beelden zijn opgesteld door de wetenschappelijke ondersteuning van de groep Gebouwde Omgeving en beschreven in: M. Hisschemöller, M. van de Kerkhof en O.J. Kuik (april 2000). *Climate OptiOns for the Long term. De Nationale Dialoog – Tussenrapport*. IVM W-00/02.

<sup>8</sup> J. Oude Lohuis, J. Spakman en H. Jeeninga (april 2000). Voorzetnotitie bijeenkomst 3.

Het grootste verschil tussen de beelden betreft de woningvernieuwing (zie tabel 2.1). In het beeld Herkenbaar Nederland wordt uitgegaan van het huidige slooptempo, terwijl in het beeld Vernieuwd Nederland een veel hoger tempo (factor 6!) wordt verondersteld. Daardoor is in het Nederland van 2050 in het beeld Herkenbaar Nederland nog tweederde van het woningen bestand gebouwd vóór 2000. In het beeld Vernieuwd Nederland is dit slechts 23% (2 miljoen woningen).

In beide beelden verschilt het energiegebruik in de woningen. Nieuwbouwwoningen zijn significant efficiënter. Daardoor resulteert een sterk vernieuwde (jongere) samenstelling van de woningvoorraad in een lager energieverbruik en lagere CO<sub>2</sub>-emissies. In beide beelden is het gebruik van elektrische apparaten sterk toegenomen. Vanwege efficiencyverbeteringen van huishoudelijke apparaten blijft de groei van het elektriciteitsgebruik per woning beperkt tot ca. 50% ten opzichte van het heden.

De vereiste technologie voor het vervangen van bebouwing wordt niet als de crux in het realiseren van de 80% doelstelling beschouwd. Waar het om gaat zijn de factoren die de bereidheid van consumenten en producenten bepalen om te investeren in emissiereducties in huis en kantoor, en de rol van de overheid en de energiebedrijven hierin.

Tabel 2.1 Twee beelden voor de gebouwde omgeving van Nederland in 2050

	<b>Herkenbaar Nederland</b>	<b>Vernieuwd Nederland</b>
<b>Economie</b>	Gematigde groei en dynamiek	Hoge groei en dynamiek
<b>Overheid</b>	Regulering, sterke overheid	Marktdenken, weinig overheid
<b>Consumptie</b>	Duurzame goederen, kwaliteit	Gemak en kwantiteit
<b>Sociaal</b>	Familiaal, welzijn voor iedereen	Individualistisch, zelfontplooiing
<b>Ruimte</b>	Zorgvuldig ruimtegebruik	Suburbanisatie, parklandschap
<b>Inwoners</b>	18,9 mln	16,1 mln
<b>Woningen</b>	8.8 mln	8,8 mln
<b>Aandeel woningen na 2000</b>	35%	77%
<b>Areaal wonen (1990 = 100)</b>	122	175
<b>Areaal overige gebouwen (1990 = 100)</b>	135	113



## 3. Een waaier van opties

### 3.1 Introductie

In dit hoofdstuk worden opties<sup>9</sup> voor drastische CO<sub>2</sub>-emissiereducties beschreven die kansrijk lijken in hetzij één hetzij beide beelden van de toekomst. Hierbij ligt de nadruk op een technische beschrijving van zes geanalyseerde opties. De analyse is alleen gericht op reductiemogelijkheden in de woningsector. Hoewel er verschillen zijn tussen de woningbouw en de utiliteitsbouw, is de dialooggroep er vanuit gegaan dat de ontwikkelingen voor de ‘overige gebouwen’ in grote lijnen gelijke tred zullen houden met de ontwikkelingen in de woningsector. Daarbij geldt wel dat de gemiddelde levensduur van ‘overige gebouwen’ kleiner is en het vervangings tempo bijgevolg hoger.

Van de totale CO<sub>2</sub>-emissies door direct en indirect energiegebruik in de gebouwde omgeving, is circa 60% afkomstig uit de woningen en circa 40% uit de ‘overige gebouwen’ (zie tabel 1 en 2 in bijlage 1). Beide leveren dus een belangrijke bijdrage aan de CO<sub>2</sub>-emissies in de sector.

Voor het energieverbruik in woningen zijn met name drie functies van belang, namelijk ruimteverwarming, warm tapwater en huishoudelijke apparatuur. De energievraag voor de ‘overige gebouwen’ bestaat vooral uit aardgas voor verwarming en elektriciteit voor klimaatbeheersing, verlichting en kantoorapparatuur (computers en kopieerapparaten). In tegenstelling tot de situatie in de woningbouw speelt bij de energiefunctie in de utiliteitsbouw naast ruimteverwarming ook koeling een rol.<sup>10</sup> Het energieverbruik voor warm tapwater speelt in de utiliteitsbouw een ondergeschikte rol. In bijlage 2 van dit document is een overzicht gegeven van de verdeling van het primaire energieverbruik per energiefunctie voor huishoudens en de utiliteitsbouw.

De dialooggroep is van mening dat in 2050 het overgrote deel van de nieuw gebouwde woningen CO<sub>2</sub>-neutraal zal zijn. Bovendien acht de groep het mogelijk dat de gebouwde omgeving op de langere termijn gaat fungeren als leverancier van schone energie aan andere sectoren (bijvoorbeeld industrie en transport). Vanuit technologisch oogpunt wordt het realiseren van 80% emissiereductie in 2050 in beginsel als een haalbare kaart beschouwd. De grootste uitdaging zit in het succesvol implementeren van de technologieën. In paragraaf 3.2 wordt aangegeven wat het verwachte reductiepotentieel van de opties is (voor beide toekomstbeelden), waarna ze afzonderlijk worden beschreven.

---

<sup>9</sup> Het begrip ‘optie’ kan breed gedefinieerd worden; in beginsel bestaat hier in het project geen beperking voor. In het materiaal dat de groep is aangeboden, is het begrip ‘optie’ echter wel in een beperkte betekenis gebruikt, namelijk als *technologische opties* (zie Faaij et al., 1999, en het informatiepakket COOL met factsheets, januari 2000). De niet-technologische opties, zoals beleidsinstrumenten om gedragsverandering te bevorderen, verhandelbare emissierechten et cetera komen aan bod in hoofdstuk 5.

<sup>10</sup> Het is momenteel echter mogelijk om kantoorgebouwen te ontwerpen die, door een grote interne massa, nauwelijks tot niet gekoeld hoeven te worden.

### 3.2 Verwachtingen en voorkeuren

Voorafgaande aan het proces van backcasting heeft de groep, ondersteund door het wetenschapsteam, uitspraken gedaan over de relatieve bijdrage die opties kunnen hebben voor het behalen van de beoogde emissiereductie. In de onderstaande tabellen staat schematisch weergegeven wat die verdeling van de CO<sub>2</sub>-reductie over vraag en aanbod (tabel 3.1) zou kunnen zijn en welke opties aan de vraagzijde (tabel 3.2) en welke aan de aanbodzijde (tabel 3.3) een bijdrage hieraan kunnen leveren. Bedacht moet worden dat door ‘autonome’ voortgaande efficiencyverbeteringen binnen de gebouwde omgeving en de elektriciteitsproductie in 2050 reeds een CO<sub>2</sub>-reductie van circa 25% ten opzichte van 1990 wordt gerealiseerd. Het gaat in tabel 3.1 dus om een overzicht van de additionele CO<sub>2</sub>-reductie voor het halen van de -80% doelstelling.

Uit berekeningen blijkt dat in Vernieuwd Nederland het op grote schaal (lees ongeveer 80%) vervangen van bestaande woningen voor nieuwbouw in 2050 een reductie van 6 Mton CO<sub>2</sub> kan opleveren (waarbij ook de emissies als gevolg van sloop en nieuwbouw zijn meegerekend). De 18 Mton benodigde CO<sub>2</sub>-reductie die vervolgens in het beeld Vernieuwd Nederland overblijft, zal volgens de groep voor 20% aan de vraagzijde worden gerealiseerd en voor 80% aan de aanbodzijde. De verhouding in het beeld Herkenbaar Nederland wijkt hier niet ver van af: 30% aan de vraagzijde en 70% aan de aanbodzijde.

Tabel 3.1 *Verwachte verdeling van de additionele CO<sub>2</sub>-reductie over beperking vraag en schoon aanbod.*<sup>11</sup>

	<b>Beeld Herkenbaar NL</b>	<b>Beeld Vernieuwd NL</b>
<b>Beperking vraag</b>	30 % (7 Mton)	20 % (4 Mton)
<b>Schoon aanbod</b>	70 % (17 Mton)	80 % (14 Mton)
<b>Totaal</b>	100 % (24 Mton)	100 % (18 Mton)

In termen van oplossingen hanteert de groep de voorkeur om eerst de vraag naar energie te beperken (schil-isolatie) en daarna zoveel mogelijk in de resterende vraag te voorzien met individuele, per woning toepasbare, aanbodgerichte en vooral duurzame opties. Van dergelijke aanbodopties verwacht de groep het meest en hier ligt dus ook het accept op in de analyse.

Verder denkt de groep aan het gebruik van schone energiedragers die worden geleverd door de energiesector. Specifiek wordt een rol weggelegd voor centraal opgewekte windenergie (met name offshore). Het elektriciteitsnet zal blijven bestaan en krijgt een dubbele functie: behalve levering aan de woningen ook vrijgeven van overschotten energie (zonne- en windenergie) die binnen de gebouwde omgeving worden geproduceerd. Een uitwerking van verwachtingen en voorkeur van de groep staat in tabellen 3.2 en 3.3.

<sup>11</sup> J. Spakman en H. Jeeninga (september 2000). Notitie ten behoeve van de vierde dialoogbijeenkomst.



Tabel 3.2 Verwachte verdeling CO<sub>2</sub>-reductie door opties aan de vraagzijde.<sup>12</sup>

	Beeld Herkenbaar NL	Beeld Vernieuwd NL
<b>Vergaande isolatie schil</b>	65 % (4 Mton)	55 % (2 Mton)
<b>Verhoogde el. efficiency</b>	25 % (2 Mton)	35 % (1-2 Mton)
<b>Gedrag</b>	10 % (1 Mton)	10 % (0-1 Mton)
<b>Totaal vraagbeperking</b>	100 % (7 Mton)	100 % (4 Mton)

Tabel 3.3 Verwachte verdeling CO<sub>2</sub>-reductie door opties aan de aanbodzijde.<sup>13</sup>

	Beeld Herkenbaar NL	Beeld Vernieuwd NL
<b>Waterstof</b>	15 % (3 Mton)	15 % (2 Mton)
<b>(micro) WKK</b>	20 % (3 Mton)	15 % (2 Mton)
<b>Zonneboilers</b>	15 % (3 Mton)	20 % (3 Mton)
<b>PV-panelen</b>	25 % (4 Mton)	30 % (4 Mton)
<b>Warmtepomp</b>	20 % (3 Mton)	15 % (2 Mton)
<b>Inkoop schone energie</b>	0-10 % (1 Mton)	0-10 % (1 Mton)
<b>Totaal schoon aanbod</b>	100 % (17 Mton)	100 % (14 Mton)

In de volgende paragrafen worden zes technologische opties besproken die de groep heeft betrokken in haar analyse van de mogelijkheden voor het realiseren van drastische emissiereducties in de gebouwde omgeving. Het betreft: zon PV (paragraaf 3.3), de warmtepomp (paragraaf 3.4), een hoog vervangingstempo van woningen (paragraaf 3.5), micro WKK (paragraaf 3.6), windenergie (paragraaf 3.7) en passieve zonne-energie (paragraaf 3.8).

Vergaande isolatie van woningen is door de groep niet in de analyse betrokken. Deze optie speelt weliswaar een uitermate belangrijke rol in de gebouwde omgeving (voor zowel de bestaande bouw als de nieuwbouw), maar is volgens de groep technologisch voldoende uitontwikkeld. Hierdoor is het minder van belang om het implementatietraject van deze optie in kaart te brengen.

Andere opties die niet in de analyse zijn betrokken, zijn kernenergie, biomassa en CO<sub>2</sub>-opslag. De groep heeft de voorkeur voor opties die in de gebouwde omgeving zelf (op woningniveau) kunnen worden uitgevoerd, en voor opties die duurzaam zijn. Het uitsluiten van kernenergie en biomassa is niet verder beargumenteerd. CO<sub>2</sub>-opslag wordt beschouwd als een end-of-pipe oplossing die bovendien geen recht aan het voorzorgsprincipe. Uiteraard bestaat de mogelijkheid dat duurzame opties alléén niet voldoende is om 80% emissiereductie te realiseren. In dat geval zou het resterende (fossiele) gedeelte van de energievoorziening CO<sub>2</sub>-vrij gemaakt kunnen worden door de CO<sub>2</sub> ondergronds op te slaan. Hier wordt in hoofdstuk 5 op terug gekomen.

<sup>12</sup> Voor de verwachting van de effecten van 'gedrag' is gebruik gemaakt van de resultaten van de Nederlandse Ecoteams in 1999.

<sup>13</sup> J. Spakman en H. Jeeninga (september 2000). Notitie ten behoeve van de vierde dialoogbijeenkomst.

### 3.3 Zon PV

In 2050 kan het overgrote deel van de bebouwing uitgerust zijn met zonnepanelen (PV) op het dak en op de gevel. Deze leveren elektriciteit voor eigen gebruik. Indien de productie hoger is dan de vraag, kan het overschot (1) worden opslagen in accu's bij het huis, (2) worden teruggeleverd aan het net, of (3) via elektrolyse worden omgezet in waterstof. In het laatste geval is koppeling met een waterstof-infrastructuur noodzakelijk.

De groep verwacht dat zon PV voor ongeveer 25% bijdraagt in de totale reductie van CO<sub>2</sub>-emissies door aanbodopties (circa 4 Mton). Volgens een berekening uit de groep is daarvoor in beide beelden voor 2050 voldoende dakoppervlak.<sup>14</sup> De groep heeft tevens een berekening uitgevoerd die aannemelijk maakt dat het mogelijk is dat in 2050 de totale netto elektriciteitsbehoefte door zon PV kan worden voorzien.<sup>15</sup>

Behalve zon PV op dak en gevel, is centraal opgewekte zon PV ook goed mogelijk. De groep streeft er echter naar om de optie zon PV zoveel mogelijk in de gebouwde omgeving, per woning, toe te passen. Volgens sommigen is het echter beter om zon PV centraal op te zetten.

### 3.4 De warmtepomp

De warmtepomp onttrekt warmte van lage temperatuur uit de omgeving (grondwater, buitenlucht) en geeft dit als warmte van hogere temperatuur af binnen het gebouw. Het is dus een soort omgekeerde koelkast. Tussen beide warmtewisselaars staat een compressor om het koelmedium van de gas- naar de vloeistoffase te comprimeren en rond te pompen. De pomp wordt aangedreven door elektriciteit of aardgas. Optimaal profijt van de warmtepomp treedt op bij lage temperatuur warmteafgifte (water of lucht van circa 25 tot 30 graden). Volgens de groep kan de warmtepomp 15 – 20% van de CO<sub>2</sub>-reductie voor zijn rekening nemen.

Het rendement van de warmtepomp wordt uitgedrukt in Coëfficiënt of Performance (COP). Dit is de verhouding tussen de hoeveelheid nuttige warmte die wordt afgegeven en de energie die de pomp daarvoor vraagt. Thans is het COP in het gunstigste geval 3 à 4. Bij een COP van minder dan 2 en een opwekrendement voor stroom van 50%, is de warmteafgifte minder dan de energie voor de pomp. Per saldo is er dan geen energiebe-

---

<sup>14</sup> Indien wordt uitgegaan van een gemiddelde emissiefactor voor elektriciteit uit het net van 0,08 Mton /PJe in 2050 (thans 0,14) dan vraagt de beoogde reductie van 4 Mton CO<sub>2</sub> een vervangende productie uit PV van ca. 50 PJe (ca. 15 TWh). De praktische inschattingen van het rendement van zon PV in 2050 lopen uiteen van 15 tot 30% (thans 10%). Gaan we uit van 15% in 2050, dan levert 1m<sup>2</sup> paneel jaarlijks 150 kWh. In dat geval is voor 15 TWh ongeveer 100 km<sup>2</sup> paneeloppervlak nodig. Bij 8.8 miljoen woningen in 2050 is dat gemiddeld 11-12 m<sup>2</sup> per woning. Aangezien per dak gemiddeld 40 m<sup>2</sup> beschikbaar is, zijn er geen problemen te verwachten met de beschikbare dakcapaciteit.

<sup>15</sup> In de huidige situatie gebruikt een Nederlandse woning gemiddeld over een jaar 3285 kWh. In 2050 zal dat hoger zijn, bijvoorbeeld 4500 kWh. Indien het PV-rendement in 2050 ca. 15% bedraagt (conservatieve inschatting) dan is de opbrengst ongeveer 150 kWh / m<sup>2</sup>. Dit houdt in dat ongeveer 30 m<sup>2</sup> zonnepaneel nodig om netto in het jaar in de elektriciteitsbehoefte van een woning te voorzien. Per dak is gemiddeld 40 m<sup>2</sup> beschikbaar, maar dit hangt wel af van de hoeveelheid flats in Nederland in 2050.

sparing. De groep verwacht in 2050 een COP van 8, dus een winst van 4 ten opzichte van de situatie in 2000.

### 3.5 Een hoog vervangingstempo van woningen

Behalve als onderscheidend criterium tussen de twee toekomstbeelden uit paragraaf 2.3, is het vervangingstempo van woningen zelf ook als 'optie' in de analyse betrokken. Ofschon anders van aard dan de overige opties, is dit wel interessant, aangezien het inzicht geeft in de kansen en barrières voor het grootschalig vervangen van woningen.

Onder 'vervangen' valt zowel het slopen als het strippen van woningen. Het sterk verhogen van het vervangingstempo van woningen in de periode van 2000 tot 2050 (van 13.000 naar 85.000 woningen per jaar) leidt tot een reductie van CO<sub>2</sub>-emissies van ongeveer 6 Mton (20% van 1990).

Opgemerkt moet worden dat bovenstaande cijfers over woningen gaan en niet over andere gebouwen. De dialooggroep gaat er vanuit dat het reductiepercentage voor het woningbestand in grote lijnen vergelijkbaar is met dat voor overige gebouwen.

### 3.6 Micro warmte – krachtkoppeling

De voorziene micro WKK systemen betreffen polymeer brandstofcellen, werkend op waterstof of aardgas. De bedrijfstemperaturen zijn veel lager dan bij vorige generaties brandstofcellen en de systemen worden compact gebouwd (vergelijkbaar met de huidige cv-ketel). De beoogde toepassing betreft de productie van elektriciteit voor eigen gebruik; koppeling met het elektriciteitsnet is noodzakelijk. De geproduceerde warmte dekt de warm tapwater behoefte (keuken, badkamer). Om aan de piekvragen te voldoen, moet het micro WKK systeem worden gecombineerd met een voldoende groot opslagvat of boiler en een piekbrander. De groep verwacht dat micro WKK 15 – 20% kan bijdragen aan het behalen van 80% CO<sub>2</sub>-reductie in woningen in 2050 ten opzichte van 1990.

Bij een micro WKK systeem treedt energiebesparing op ten opzichte van gescheiden opwekking. Geschat wordt dat het omzettingsrendement voor de productie van elektriciteit in micro WKK in 2050 50% hoger is dan dat in centrales (vergelijking op basis van huidige rendementen). De nuttige warmteproductie uit micro WKK kan daarom vanuit energetisch oogpunt als 'gratis' worden beschouwd. Die warmteproductie kost nu nog jaarlijks 400 m<sup>3</sup> gas per woning en veroorzaakt 700 kg CO<sub>2</sub>. Bij toepassing in 5 miljoen woningen kan daarom jaarlijks 3 tot 4 Mton CO<sub>2</sub> worden bespaard.<sup>16</sup>

### 3.7 Windenergie

De optie windenergie bestaat uit drie verschillende concepten, namelijk on shore windmolens, off shore windmolens en stadswindmolens. Het *technisch* potentieel van windenergie bedraagt ongeveer 15.000 MWe geïnstalleerd vermogen, met name off shore. In het beeld Herkenbaar Nederland is een aandeel van windenergie in de elektriciteitspro-

---

<sup>16</sup> Gebaseerd op huidige rendementen van elektriciteitscentrales. Bij sterk verbeterde opwekrendementen en een verdere ontkoling van de brandstof in 2050, zal het energie- en milieuvoordeel van aardgasstookte wkk t.o.v. gescheiden opwekking kleiner zijn.

ductie ongeveer 40% mogelijk. Voor het beeld Vernieuwd Nederland wordt uitgegaan van een bijdrage van 10%<sup>17</sup>.

Het aandeel van windenergie in de CO<sub>2</sub>-reductie van de gebouwde omgeving is in tabel 3.3 onderdeel van inkoop schone energie en betreft 0 tot 10%. Sommige deelnemers in de groep hebben hogere verwachtingen van wind en veronderstellen dat het aandeel groter zal zijn dan 10%.

### **3.8 Passieve zonne-energie**

Passieve zonne-energie is een optie die het bouwontwerp van de woning of het gebouw betreft (serres, lichtkoepels et cetera). Met name in de nieuwbouw kunnen mogelijkheden voor passieve zonne-energie relatief eenvoudig in nieuwe bouwconcepten worden geïntegreerd. Deze optie is onderdeel van de 'nul'-energiewoning die de groep veronderstelt voor nieuwbouw. In principe is passieve zonne-energie een optie aan de vraagzijde. Het effect is moeilijk te kwantificeren.

---

<sup>17</sup> Deze getallen zijn ontleend aan de Beelden van de Toekomst, opgesteld door Faaij et al. , (1999).

## 4. Implementatietrajecten voor kansrijke opties

### 4.1 Introductie

Een belangrijk onderdeel van de dialoog was de analyse van de vraag hoe kansrijke opties te implementeren zijn. Deze analyse werd in een aantal rondes uitgevoerd, waarbij elke ronde was toegespitst op een optie die in de context van hetzij één hetzij beide toekomstbeelden een rol speelt. Terugredenerend naar het heden werd nagegaan welke problemen in elk geval aangepakt zouden moeten worden om de optie te implementeren en wat hierbij kansen en mogelijke oplossingsrichtingen zijn.

De gevolgde analysemethode staat in de literatuur bekend als ‘backcasting’<sup>18</sup>. Backcasting houdt in het terugredeneren vanuit een bepaald – wenselijk of onwenselijk – toekomstbeeld naar het heden, teneinde in kaart te brengen welke inspanningen (beleidsmaatregelen, technologische ontwikkelingen, gedragsverandering et cetera) noodzakelijk zijn om de gewenste toekomst te realiseren, dan wel de ongewenste toekomst te voorkomen. Een backcasting exercitie bestaat uit de volgende zes stappen: 1) beschrijven van de optie in de context van een bepaald toekomstbeeld, 2) inventariseren van kansen en barrières, 3) kiezen van het meest uitdagende probleem, 4) ontwikkelen van oplossingsstrategieën, 5) in kaart brengen van het totale implementatietraject en 6) uitvoeren van een gevoeligheidsanalyse met een ander toekomstbeeld waarin de optie relevant is.

In de volgende paragrafen worden de analyses eerst per optie besproken, waarna het hoofdstuk wordt afgerond met een beknopte vergelijking van de resultaten. Het gaat hier om illustratieve cases die een indruk geven van de kernthema’s die van belang zijn voor het realiseren van drastische reducties van broeikasgassen in de sector. Op basis van de analyses per optie worden in het volgende hoofdstuk criteria voor lange termijn klimaatbeleid ontwikkeld en technologische oplossingsroutes voor de sector als geheel geschetst.

De volgende opties zijn geanalyseerd: zon PV (paragraaf 4.2), warmtepomp (paragraaf 4.3), vervangingstempo van woningen (paragraaf 4.4), micro WKK (paragraaf 4.5), windenergie (paragraaf 4.6) en passieve zonne-energie (paragraaf 4.7). In paragraaf 4.8 worden de implementatietrajecten van de verschillende opties vergeleken.

### 4.2 Zon PV

#### Het meest uitdagende probleem

De backcasting van de optie zon PV heeft voor zowel het beeld Herkenbaar Nederland als het beeld Vernieuwd Nederland plaatsgevonden. Het bleek dat de kansen en problemen bij de implementatie in beide beelden niet ver uiteenlopen. In beide toekomstbeelden is voor de optie zon PV een substantiële rol weggelegd. Het meest uitdagende probleem (in beide beelden) is dat door de hoge kosten van zon PV, zelfs met financiële

---

<sup>18</sup> K.H. Drehborg (1996). The essence of backcasting. *Futures*, vol. 28, no.9, pp. 813 – 828.

stimulering, een grootschalige penetratie van deze optie in de markt vooralsnog uitblijft. Dit heeft verschillende redenen.

Zolang CO<sub>2</sub> niet doorberekend is in de prijs van energie, ontbreekt het in een marktconforme economie voor bedrijven aan stimulansen en aan urgentie om grootschalig te investeren in CO<sub>2</sub>-vrije innovaties, zoals zon PV. De zon PV toepassingen die wel ontwikkeld worden zijn kleinschalig en dus duur, hetgeen een belemmering vormt voor de consument. Ook vanuit het oogpunt van comfort en leveringszekerheid is zon PV niet concurrerend met de bestaande energievoorziening. De huidige netinfrastructuur is goed, met een grote leveringszekerheid en voldoende comfort. Met name in de bestaande bouw telt dit argument zwaar, omdat de implementatie van zon PV bouwkundige aanpassingen aan de woning vereist, terwijl de bestaande energie-infrastructuur prima is.

Een ander probleem heeft te maken met de aansprakelijkheid. Het probleem zit ondermeer in het feit dat in de huidige situatie de PV-systemen door een ander bedrijf worden geïnstalleerd dan door het bedrijf dat ze produceert. PV valt niet onder de GIW (garantie voor nieuwbouwwoningen) van de aannemer. In de huidige situatie geeft de leverancier van de PV-panels voor twee jaar garantie af, terwijl op de PV-cellen zelf vaak twintig jaar garantie zit. Teneinde de koper niet met de risico's op te zadelen, dekt het energiebedrijf in de praktijk gedurende tien jaar de garantietermijn. Maar dit risico is voor de energiebedrijven ongewenst en beperkt in sterke mate hun enthousiasme voor zon PV.

De stand van de techniek wordt niet als een belangrijke barrière gezien voor implementatie van zon PV. Natuurlijk kan het rendement van PV-installaties nog verhoogd worden, en kan de technologie verder verfijnd en verbeterd worden, maar de voorwaarden voor een flinke (factor 5 – 10) prijsdaling zit niet in de techniek maar in de productiekosten en betaalbaarheid van systemen.

### Kansen

Zon PV is een optie die zowel in de nieuwbouw als in de bestaande bouw goed toegepast kan worden. In de nieuwbouw kan zon PV geïntegreerd worden in nieuwe bouwconcepten. In de bestaande bouw bieden met name renovatieprojecten een goede mogelijkheid om zon PV toepassingen aan te brengen. Grootschalige renovatieprojecten van woningcorporaties scheppen de mogelijkheid voor interessante arrangementen op dit gebied. Voor het overige deel van de bestaande bebouwing zou de mogelijkheid moeten worden nagegaan om demontabele PV panelen aan te brengen. Indien de bewoners gaan verhuizen, kunnen de panelen gedemonteerd worden om vervolgens op de nieuwe woning te worden aangebracht.

Zon PV is een optie met een goed imago die een hoog maatschappelijk draagvlak geniet. Indien de juiste toepassingstechnologie wordt ontwikkeld, kan de optie zon PV leiden tot consumentvriendelijke 'plug-and-play' producten, die al dan niet in combinatie met andere toepassingen kunnen worden aangeboden. Behalve dat zon PV 'schone' (CO<sub>2</sub>-vrij) elektriciteit levert, leidt de toepassing van zon PV ook tot een verlaging van het primaire energieverbruik. Op termijn kan de gebouwde omgeving mogelijk optreden als leveran-

cier van schone energie aan andere sectoren<sup>19</sup>. Tenslotte kan zon PV goed in combinatie met andere technologieën worden toegepast en verhoogt het de flexibiliteit van energiesystemen.

### Gewenste oplossingsrichting

Zoals aangegeven, zijn de hoge kosten van zon PV de grootste belemmering voor een grootschalige marktpenetratie van de duurzame energietoepassing zon PV. In het oplossen van dit probleem ziet de groep een rol weggelegd voor de overheid en het bedrijfsleven, in de vorm van een Publiek-Private-Samenwerking (PPS). In de periode 2000 tot 2010 zou een technologie-push moeten plaatsvinden en zou de overheid door middel van financiële en fiscale maatregelen de juiste condities voor een succesvolle marktpenetratie van zon PV moeten creëren. Een mogelijkheid hiertoe is de internalisering van de milieukosten (CO<sub>2</sub>-emissies) in de prijs van energie en het verstrekken van subsidies voor zon PV toepassingen aan consumenten. Hierdoor kan zon PV beter concurreren met de fossiele energietoepassingen. De verwachting is echter, dat de markt een vrij lange periode zal moeten overbruggen voordat sprake is van winst. Met name in de bestaande bouw is het overgaan op zon PV een kostbare operatie. Dit onderstreept het belang van de ondersteunende rol van de overheid in de PPS-constructie.

In de eerste vijf á tien jaar wordt de markt van zon PV gekenmerkt door lage winstmarges bij bedrijven, relatief dure, ‘exclusieve’ producten die vooral worden gekocht door pioniers, en veel promotie-activiteiten. Maar in de loop van de tijd gaan de winstmarges omhoog en rond 2015 à 2020 heeft de meerderheid van de bevolking zon PV toepassingen in en op de woning. In de nieuwbouw is zon PV dan een standaard toepassing. De verwachting is dat zon PV in 2030 volledig zal zijn geïmplementeerd. De markt krijgt het karakter van ‘retail’: grootschaligheid, scherpere prijsconcurrentie en afnemende winstmarges per product die gecompenseerd moeten worden met een zo groot mogelijke afzet.

## 4.3 De warmtepomp

### Het meest uitdagende probleem

De analyse van de warmtepomp heeft plaatsgevonden tegen de achtergrond van het beeld Herkenbaar Nederland. De reden hiervoor is dat toepassing van de warmtepomp met name in de bestaande bebouwing lastig is. Mogelijk dienen tuinen tot een meter diepte worden omgespit om voldoende warmte aan de bodem te onttrekken.<sup>20</sup> Ook moeten de radiatoren in de woning wellicht worden vervangen omdat de watertemperatuur lager is dan bij CV-ketels.<sup>21</sup> In de nieuwbouw zijn deze problemen makkelijker oplosbaar.

---

<sup>19</sup> Wil de jaarlijkse stroomproductie uit PV groter zijn dan het eigen gebruik van de gebouwde omgeving (orde-grootte 250 PJe in 2050), dan is een zeer groot PV-oppervlak nodig (ca. 500 km<sup>2</sup>). Wel voorstelbaar is dat op enig moment de productie van elektriciteit met PV groter is dan de momentane vraag (volle zon) en dan *momentaan* netto levering plaats vindt.

<sup>20</sup> Dit kan worden ondervangen door verticale bodemwarmtewisselaars (putten van 20 meter).

<sup>21</sup> Tenzij de warmtevraag sterk wordt beperkt zodat het huidige radiatoroppervlak volstaat.

Als meest uitdagende probleem ziet de dialooggroep de betrouwbaarheid van het systeem. De warmtepomp is kwetsbaarder dan de CV-ketel. Het systeem is bovendien lastig te repareren omdat het grotendeels onder de grond zit. Verder zijn er risico's van lekkages, waardoor koelwater in bodem en grondwater terecht kan komen. Deze problemen schrikken opdrachtgevers terug en leiden tot een slecht imago van de warmtepomp bij de consument.<sup>22</sup>

### Kansen

De technologie van de warmtepomp is reeds aanwezig en toepasbaar. Er is dus geen fundamenteel nieuwe technologie nodig om deze optie op grote schaal te implementeren. Bovendien kan het warmtepompsysteem prima uitgevoerd worden samen met andere technieken. Zo kan het systeem gekoppeld worden aan airconditioning en, indien een lage temperatuur warmte-afgifte systeem is geïnstalleerd, aan thermische zonnepanelen en warmte-opslag onder het huis. In Zweden is de warmtepomp een bewezen technologie die zelfs is voorgeschreven in de nieuwbouw. Dit biedt de mogelijkheid om te leren van de ervaringen aldaar.

### Gewenste oplossingsrichting

In de eerste vijf à tien jaar worden door onderzoeksinstituten, installateurs en de bouwsector de technische problemen geslecht. Koelvloeistof zal vervangen worden door grondwater. De overheid verstrekt generieke subsidies om de prijs te verlagen.

## 4.4 Een hoog vervangingstempo van woningen

### Het meest uitdagende probleem

De analyse van het vervangingstempo van woningen heeft plaatsgevonden tegen de achtergrond van het beeld Vernieuwd Nederland. Dit beeld gaat ervan uit dat in 2050 77% van de bebouwing bestaat uit woningen die gebouwd zijn ná het jaar 2000. De problemen die uit deze analyse naar voren zijn gekomen, zullen zich niet, of in mindere mate, voordoen in het beeld Herkenbaar Nederland.

Het meest uitdagende probleem is het gebrek aan maatschappelijke acceptatie voor het grootschalig vervangen van de bestaande bebouwing door nieuwbouw. Veel mensen zijn gehecht aan hun leefomgeving en aan hun woning en zijn niet bereid om dit op te geven. Ook wat betreft het strippen wordt getwijfeld aan de bereidheid van mensen om aanpassingen aan hun woning te verrichten.

Een extra complicatie in deze, is het groeiend aandeel eigen woningbezit, dat naar verwachting bij het huidige beleid alleen maar doorgroeit (thans ligt dit op 52%). Bewoners die eigenaar zijn van hun woning zullen nog minder bereid zijn hun woning te laten slopen dan huurders, zo is de verwachting, zelfs bij adequate financiële compensatie. Niet alleen vanuit immateriële overwegingen, maar ook omdat het slopen van de woning als kapitaalvernietiging wordt gezien.

---

<sup>22</sup> De Wetenschappelijke Ondersteuning wijst daarnaast vooral op het kostenaspect.



Een ander probleem dat samenhangt met het gebrek aan maatschappelijke acceptatie, is het gebrek aan financiële middelen. Dit probleem speelt zowel voor individuele huiseigenaren als voor de woningcorporaties. In een markt met een 'normale' ontwikkeling van de huizenprijzen, is het slopen van de eigen woning en het laten bouwen van een nieuwbouwwoning (die naar verwachting veel duurder is) niet betaalbaar zonder een kostbare compensatieregeling.

### Kansen

In de nieuwbouw wordt steeds meer gehecht aan het bouwen op maat en het rekening houden met individuele woonwensen. Hier kan een synergie plaatsvinden tussen toenemende energiebesparing enerzijds en een verhoging van het comfort en woonplezier anderzijds. Tevens biedt de nieuwbouw de kans om relatief gemakkelijk en goedkoop nieuwe technologieën in te bouwen, zoals de warmtepomp en zon PV panelen. Bovendien ligt een kans in het op elkaar afstemmen en integreren van verschillende functies, hetgeen tot een optimale sociale en fysieke infrastructuur zou kunnen leiden. Tenslotte ligt er een kans voor de materiaalinnovatie. In de bouwconcepten voor de nieuwbouw, maar ook in het strippen kunnen allerlei nieuwe materialen toegepast worden.

### Gewenste oplossingsrichting

De verwachting is dat de maatschappelijke weerstand tegen een hoog vervangingstempo van woningen zal afnemen indien na het slopen een nieuwe woning op dezelfde locatie weer wordt opgebouwd. Hierdoor blijven mensen in hun eigen sociale en fysieke structuur. Een dergelijk concept is met name geschikt voor woningen die onder het beheer van de woningcorporaties vallen.

Andere oplossingen voor het probleem van de maatschappelijke weerstand worden gezocht in communicatie en voorlichting. Er is ondermeer inertie, omdat burgers niet goed op de hoogte zijn van de mogelijkheden in de nieuwbouw voor meer comfort in combinatie met duurzaam bouwen en vergaande energiebesparing. Hierom moet een goede marketing van voorbeeldprojecten plaatsvinden, zouden excursies kunnen worden georganiseerd (bijvoorbeeld door het Nationaal DuBo-Centrum) en moet meer voorlichting gegeven worden (onder meer door de overheid).

Het probleem van het groeiend aandeel koopwoningen, hetgeen een barrière vormt voor grootschalige vervanging van woningen, kan aangepakt worden door het huren van woningen aantrekkelijker te maken. Dit kan financieel, maar dit kan ook door het verbeteren van de woonomgeving, waardoor mensen minder geneigd zijn om te verhuizen.

Tenslotte moet een oplossing gezocht worden voor het gebrek aan financiële middelen. Aangezien het vervangen en strippen van woningen een kostbare zaak is, is 'regie en verleiding' nodig. Door middel van regelgeving en subsidies zou de (lokale) overheid moeten proberen om op grote schaal huiseigenaren en bewoners ertoe te bewegen om mee te werken aan collectieve projecten voor grondige renovatie of sloop en vervangende nieuwbouw. Hiermee is reeds de nodige ervaring opgedaan bij schilrenovatie projecten.

Met de voorgestelde oplossingen kan bij wijze van spreken morgen al begonnen worden. De verwachting is dat met deze aanpak de maatschappelijke weerstand tegen grootscha-

lige woningvervanging rond 2020 aanmerkelijk verminderd zal zijn. Politiek draagvlak voor grootschalige vervanging van woningen zal rond 2005 reeds moeten aanwezig zijn.

#### 4.5 Micro Warmte - Krachtkoppeling

Het meest uitdagende probleem

De analyse van de optie micro warmte – krachtkoppeling heeft plaatsgevonden tegen de achtergrond van het beeld Herkenbaar Nederland. In de analyse zijn vier, onderling samenhangende, belangrijke problemen gesignaleerd. Ten eerste moet nog een aantal grote stappen gemaakt worden in de technologische ontwikkeling van deze optie, ondermeer om de betrouwbaarheid te vergroten. Ten tweede heerst er bij vrijwel alle betrokkenen (de bouwwereld, de installateurs, de overheid en de corporaties) een aanzienlijke kennislacune wat betreft de techniek en het besparingspotentieel van micro WKK. Ten derde vormt de kostprijs een probleem. De aanschaf van de micro WKK installatie is enorm duur en het is zeer de vraag of de prijs voldoende snel zal dalen om tot een significant marktaandeel te komen. Het vierde probleem, dat voor een groot deel voortkomt uit de andere drie problemen, is het gebrek aan draagvlak bij de consument.<sup>23</sup>

Kansen

Het systeem van de micro WKK biedt echter ook een aantal kansen. De grootste kans die het systeem van micro WKK biedt is de mogelijkheid tot invoer van een waterstof economie. Met een overschot aan stroom kan via elektrolyse waterstof geproduceerd worden, hetgeen in een gasnet kan worden ingevoerd. Op deze manier kan de penetratie van waterstof bij kleinverbruikers vergemakkelijkt worden. Tevens kan micro WKK goed uitgevoerd worden in aanvulling op zon PV (als de zon het hardst brandt, is de stroombehoefte in huishoudens het geringst). Daarnaast komt de energiebesparing direct terecht in de woning, waardoor de energierekening omlaag gaat. Dit voordeel komt direct bij de burgers terecht.

Gewenste oplossingsrichting

De aanpak van de problemen die zich voordoen bij implementatie van micro WKK gaat als volgt. Er is een prijsdaling vereist. Volume groei wordt als een belangrijke voorwaarde voor kostprijzdaling gezien. Volumes met concurrerende prijzen voor stroom en warm water zullen waarschijnlijk pas na 2020 geproduceerd worden. Voor die tijd zullen er financiële impulsen moeten zijn en zal de afzet voornamelijk plaatsvinden in niche markten (2010 tot 2020). In 2005 zal gestart worden met 700 netgekoppelde proefsysteemen waarmee vijf jaar ervaring wordt opgedaan. Om uiteindelijk vijf miljoen systemen in 2050 te hebben geïnstalleerd, moet het aantal installaties na 2010 met 25% per jaar groeien. De proefsysteemen vormen een goede manier om ervaring op te doen met het systeem voor micro WKK; niet alleen voor de installateur, maar ook voor de consument,

---

<sup>23</sup> Vanuit de Wetenschappelijke Ondersteuning wordt tevens gewezen op de mis-match tussen warmte- en elektriciteitsvraag, zowel per etmaal als per seizoen. Deze beïnvloedt zowel het economisch als het energetisch rendement door verliezen in noodzakelijke opslagsystemen. Daarnaast speelt het punt van eroderend energiebesparingsvoordeel van wkk: gescheiden opwekking vindt steeds efficiënter plaats.

de overheid en de energiebedrijven. Bovendien zal de installatiebranche bijgeschoold moeten worden met kennis over systemen voor micro WKK.

Er is tevens een verdere technologische ontwikkeling nodig. Dit is echter lastig te beïnvloeden. Meer financiële middelen voor onderzoek hoeven niet te leiden tot technologische doorbraken. Daarom moet veel aandacht besteed worden aan de feedback die via de niche markten kan worden verkregen uit de praktijk. De verwachting is dat rond 2020 het technologische probleem van de betrouwbaarheid van het systeem opgelost zal zijn.

## 4.6 Windenergie

### Het meest uitdagende probleem

In de analyse van de optie windenergie bleek dat de implementatie van deze optie met verschillende problemen te kampen heeft, zoals het probleem van onderhoud (met name offshore), weerstand bij traditionele energieproducenten en de RO wetgeving. De maatschappelijke weerstand tegen windenergie werd echter als het grootste probleem gezien. Deze weerstand kent volgens de groep vier motieven: 1) horizonvervuiling, 2) geluids-overlast, 3) veiligheidsrisico's en 4) natuurhinder.

### Kansen

Windenergie biedt verschillende kansen. Momenteel is de vraag naar groene energie groter dan het aanbod. Grootschalige opzet van windenergie zou in deze vraag kunnen voorzien. Ten tweede is de technologie van windenergie relatief eenvoudig. Het sluit goed aan bij traditionele technieken en er is dus weinig technologische innovatie vereist. Vervolgens is windenergie relatief een goedkope optie. Zonder overheids subsidies kan windenergie rendabel zijn, mits het op grote schaal wordt toegepast.

Tenslotte zit een kans in de exploitatie van windmolenparken door middel van PPS-constructies. Windmolenparken zouden goed gesitueerd kunnen worden bij hoofdinfrastructuur en/of bedrijventerreinen. Het implementatieproces van windenergie wordt aanzienlijk versneld wanneer bijvoorbeeld een bedrijventerreincommissie zelf een actieve rol wil spelen in de ontwikkeling van een windmolenpark. De exploitatie kan lucratief zijn, de bedrijven kunnen op deze manier deels in hun eigen energie voorzien en het genereert een positief imago voor het terrein.

### Gewenste oplossingsrichting

De groep verwacht dat de olieprijs verder zullen gaan stijgen t.o.v. een langjarig gemiddelde over de periode 1980 - 2000. Dit zal leiden tot meer draagvlak en meer aanleiding voor het zoeken naar alternatieve energiebronnen, zoals windenergie. Bovendien betekent een stijging van de olieprijs een stijging van de gasprijs. De overheid ontvangt dan hogere aardgasbaten. In plaats van deze te investeren in bijvoorbeeld (wegen) infrastructuur, zoals nu vaak gebeurt, zou de overheid dit kunnen investeren in duurzame energie.<sup>24</sup>

---

<sup>24</sup> Dit gebeurt thans in beperkte mate, ondermeer via voor projecten in het kader van het Nationaal Initiatief Duurzame Ontwikkeling (NIDO)

Op korte termijn (rond 2003) zou een off shore windpark opgezet kunnen worden, dat dient als pilot studie voor de ontwikkeling van een groter off shore windpark in de Noordzee op de langere termijn (2020). De groep ziet tevens een rol weggelegd voor stadswindmolens: rond 2015 worden stadswindmolens gebruikt voor de energievoorziening op wijkniveau.

Er moet hard gewerkt worden aan het verhogen van het maatschappelijk draagvlak. Een manier hiervoor is voorlichting en communicatie, maar ook de ontwikkeling van een optimaal inpasbaar design van de windmolen en slimme stedelijke planning. Hierdoor kunnen windmolens optimaal in de andere functies van een gebied worden ingepast, waardoor de maatschappelijke weerstand zal verminderen.

De opzet van windmolenparken leent zich uitstekend voor PPS-achtige constructies. De groep verwacht echter ook een voortzetting van de sturende rol van de overheid in het stimuleren van windenergie, bijvoorbeeld door middel van de eco-tax.

#### 4.7 Passieve zonne-energie

Het meest uitdagende probleem

De analyse van de optie passieve zonne-energie heeft plaatsgevonden tegen de achtergrond van het beeld Vernieuwd Nederland. Het grootste en meest uitdagende probleem voor de implementatie van deze optie is een structureel gebrek aan aandacht voor alle mogelijkheden.<sup>25</sup> Stedenbouwkundigen voelen zich geremd in hun ontwerpvrijheid, high tech oplossingen krijgen de voorkeur, er is angst voor eenvormigheid. Passieve zonne-energie heeft niet geleid tot een doorbraak in de architectuur, maar eerder tot enige teruggang. Hoe is dit om te buigen?

Kansen

De toepassing van passieve zonne-energie biedt de mogelijkheid om, met relatief lage kosten, het energiegebruik te verlagen.<sup>26</sup> Bovendien is de passieve zonne-energie een low tech optie, die erg robuust is en weinig technologische bezwaren kent. Omdat in de zomermaanden mogelijk meer warmte wordt ingevangen dan op dat moment nodig is, vormt passieve zonne-energie mogelijkheden voor combinatie met technologieën die thermische warmte benutten, zoals warmteopslag en de warmtepomp.

Gewenste oplossingsrichting

De oplossing voor het structurele gebrek aan aandacht voor de optie passieve zonne-energie wordt gezocht in een verscherping van de regelgeving door de overheid. Voor de nieuwbouw betekent dit een aanscherping en middelvoorschrift van de Energie Prestatie Norm (EPN). Passieve zonne-energie en thermische opslag zullen zwaarder moeten wegen, anders krijgen high tech oplossingen steeds de voorkeur. De EPN heeft echter weinig invloed op de stedenbouwkundige concepten. Daarom zal de EPL als instrument

---

<sup>25</sup> Zongericht bouwen is thans vrijwel de enige praktische uitwerking. Deze wordt meegenomen in de EnergiePrestatieNorm-berekening.

<sup>26</sup> In de praktijk gaat dit soms ten koste van het wooncomfort (oververhitting in de zomer).

moeten worden gebruikt.<sup>27</sup> Tenslotte zullen in de nieuwbouw mooie voorbeeldprojecten moeten worden gelanceerd, zodat passieve zonne-energie een beter imago krijgt.

In de bestaande bouw kunnen ook maatregelen genomen worden ter bevordering van passieve zonne-energie. Zo kan via de EPA (advies voor de bestaande bouw) opties als luifels, zonneboilers en warmtebuffers onder de aandacht worden gebracht.

Als deze maatregelen binnen vijf jaar genomen worden, verwacht de groep dat in 2015 in alle nieuwbouw projecten passieve zonne-energie geïmplementeerd zal worden. In de bestaande voorraad zal dit langer duren: stukje bij beetje zal in de periode tot 2050 het aandeel van passieve zonne-energie groeien.

#### **4.8 De problemen, kansen en oplossingen vergeleken**

Uit de analyses komt naar voren dat een drastische reductie van CO<sub>2</sub> vanuit technologisch oogpunt geen grote problemen ondervindt. Bepaalde technologieën, zoals de warmtepomp en vooral micro WKK, moeten nog verder ontwikkeld worden, maar de verwachting is dat de meeste technologische problemen binnen tien jaar kunnen worden opgelost. In de nieuwbouw kunnen de technologische opties relatief gemakkelijker toegepast worden dan in de bestaande bouw; in de nieuwbouw kunnen bepaalde technieken of concepten geïntegreerd worden in het bouwontwerp, terwijl in de bestaande bouw vaak grote aanpassingen aan de woning verricht moeten worden. Hierdoor zal het realiseren van drastische reducties van CO<sub>2</sub> in de bestaande bouw duurder zijn dan in de nieuwbouw.

Geconcludeerd kan worden dat het probleem zit in een gebrek aan maatschappelijk draagvlak door ondermeer de hoge kosten. In de huidige praktijk van de overspannen woningmarkt geldt dat consumenten al lang blij zijn dat er een woning gekocht kan worden; op het energiesysteem daarvan slaat men weinig acht. Desondanks heerst in de dialooggroep de opvatting dat de consument een belangrijke rol speelt in het realiseren van de benodigde reducties. Daarom is het cruciaal om bij consumenten een bewustwording van de noodzaak voor drastische emissiereducties te bevorderen, en een maatschappelijk draagvlak hiervoor te genereren.

Voor het kostenprobleem ziet de groep een belangrijke rol weggelegd voor de overheid. Van de overheid wordt verwacht dat zij de juiste condities zal creëren, waaronder de CO<sub>2</sub>-reducerende opties in de markt kunnen penetreren. Hier wordt gedacht aan regulering (zoals nu reeds de EPC, EPN en EPA normering bestaan), maar ook aan (CO<sub>2</sub>)heffingen en subsidies.

In tabel 4.1 zijn de belangrijkste resultaten van de backcasting analyses nog eens kort weergegeven.

---

<sup>27</sup> De EPL is de Energie Prestatie Coëfficiënt (EPC) per Locatie (in plaats van per woning). Deze norm is echter in een proefperiode en heeft (nog) geen wettelijke status

Tabel 4.1 *Overzicht van opties: problemen, kansen en oplossingen*

<b>Optie</b>	<b>Problemen</b>	<b>Kansen</b>	<b>Oplossingen</b>
<b>Zon PV</b>	Hoge kosten waardoor een grootschalige markt-penetratie uitblijft.	Optie die zowel in de nieuwbouw als in de bestaande bouw goed toegepast kan worden. Optie met een positief, milieuvriendelijk imago.	PPS-constructies. Overheid creëert juiste voorwaarden voor markt-penetratie, o.a. door subsidies en (CO <sub>2</sub> ) heffingen.
<b>Warmte pomp</b>	Lage betrouwbaarheid van het systeem: storing-gevoelig en risico van lekkages van koelvloeistof.	De technologie is reeds aanwezig en toepasbaar. Warmtepomp kan goed uitgevoerd worden met andere technieken. Positieve ervaringen in het buitenland (Zweden).	Probleem van betrouwbaarheid oplossen. Koelvloeistof vervangen door water. De overheid verstrekt generieke subsidies.
<b>Hoog vervangings-tempo van woningen</b>	Gebrek aan maatschappelijk draagvlak. Hoog eigen woningbezit. Gebrek aan financiële middelen.	Voorkeur bij consument voor bouwen op maat. Verhoging comfort en woonplezier. Relatief gemakkelijke integratie in de nieuwbouw van nieuwe bouwconcepten en technologieën.	Slopen en opnieuw opbouwen op dezelfde locatie (m.n. door woningcorporaties), waardoor behoud van sociale en fysieke structuren. Communicatie en voorlichting. Huren aantrekkelijker maken. Strategie van 'regie en verleiding' door de overheid.
<b>Micro WKK</b>	Technologie onvoldoende ontwikkeld. Kennislacune bij betrokken partijen. Hoge kosten van het systeem. Gebrek aan maatschappelijk draagvlak.	Sleuteloptie voor de invoer van een waterstofeconomie.	Verdere technologische ontwikkeling. Financiële impulsen door de overheid teneinde de prijzen concurrerend te maken. Aanvankelijk afzet in nichemarkten; later groei van het volume.
<b>Wind energie</b>	Gebrek aan maatschappelijk draagvlak	Er is veel vraag naar groene energie. Door verwachte prijsstijging van olie, zal vraag naar alternatieve energiebronnen stijgen. Relatief eenvoudige en goedkope technologie.	Op korte termijn uitvoeren van pilot project van off shore windenergie. Voorlichting en communicatie. Ontwikkelen van optimaal inpasbaar design windmolen. Slimme stedelijke planning. PPS-constructies, maar ook sturende rol overheid (b.v. ecotax).

*Vervolg op volgende pagina*

<b>Optie</b>	<b>Problemen</b>	<b>Kansen</b>	<b>Oplossingen</b>
<b>Passieve zonne-energie</b>	Structureel gebrek aan aandacht voor deze optie.	Met relatief lage kosten het wooncomfort verhogen. Low tech optie, die erg robuust is. Goede combinatie met thermische-warmte-opties.	Aanscherping van de EPN-norm voor de nieuwbouw en de EPA-norm voor de bestaande bouw. Aanwending van de EPL norm voor locaties.





## 5. Verbinding lange en korte termijn klimaatbeleid

### 5.1 Introductie

Dit hoofdstuk gaat in op criteria voor het lange termijn klimaatbeleid (paragraaf 5.2), technologische oplossingsroutes voor de gebouwde omgeving (paragraaf 5.3) en de rollen van actoren en bestuurlijke aspecten (paragraaf 5.4). De resultaten van de backcasting exercities hebben hiervoor als input gediend. De werkwijze van backcasten per optie heeft illustratieve cases opgeleverd die een indruk geven van de belangrijke thema's bij het realiseren van drastische reducties van broeikasgassen in de sector. Door de cases aan elkaar te relateren zijn ze op het niveau van een meervoudige case studie gebracht, waaruit meer algemene bevindingen en conclusies kunnen worden afgeleid.

### 5.2 Criteria voor lange termijn klimaatbeleid

De resultaten van de backcasting exercities zijn gekoppeld aan de discussie over criteria voor lange termijn klimaatbeleid. Voor het formuleren van criteria is de 'Repertory Grid' methode gebruikt. De deelnemers kregen drie verschillende trio's van opties voorgelegd met daarbij voor elk trio van opties de vraag: 'In welk opzicht zijn twee van deze opties aan elkaar gelijk en verschillen ze van de derde?' Dit resulteerde in een lijst met kenmerken waarop opties onderscheiden, dan wel geclusterd kunnen worden (bijvoorbeeld kosteneffectiviteit, maatschappelijk draagvlak et cetera), die vervolgens werden vertaald in criteria.

Het lange termijn klimaatbeleid in de sector gebouwde omgeving moet volgens de dialooggroep aan de volgende criteria voldoen (in volgorde van belangrijkheid):

- 1. Kosteneffectiviteit.** Dit betreft de kosten per ton duurzaam gereduceerde CO<sub>2</sub>. De toevoeging van het woord 'duurzaam' leidt ertoe dat het niet alleen kosteneffectiviteit in economische termen betreft (de terugverdientijd), maar ook recht wordt gedaan aan sociale en ecologische criteria (zie 2. en 3.) Nucleaire energie en ondergrondse CO<sub>2</sub>-opslag vallen hier niet onder.
- 2. Kwaliteit, comfort en imago.** Dit betreft de maatschappelijke acceptatie en het draagvlak van beleid. Kwaliteit, comfort en imago kunnen als voorwaarden beschouwd worden voor een succesvolle marktintroductie van een bepaalde optie.
- 3. Een lage milieudruk.** Het beleid moet gericht zijn op het minimaliseren van de druk op het milieu. Het betreft met name andere milieudruk dan CO<sub>2</sub> uitstoot, aangezien de CO<sub>2</sub>-emissies reeds in het criterium van kosteneffectiviteit zijn opgenomen. Onder 'overige milieudruk' wordt ook veiligheid beschouwd.
- 4. Technische betrouwbaarheid.** Het klimaatbeleid moet gericht zijn op technologische opties met een hoge technische betrouwbaarheid.
- 5. Individuele keuzevrijheid van de consument.** Het beleid van de overheid moet de burger in staat stellen zelf een keuze te maken voor een bepaald aanbod van energie.

6. **Vraagbepkend.** Het overheidsbeleid zal zich in eerste instantie altijd ten eerste moeten richten op technologische opties die een beperking van de vraag kunnen realiseren (zoals isolatie). Pas daarna komen de duurzame aanbodopties binnen de gebouwde omgeving en de inzet van schone energie van buiten de gebouwde omgeving aan bod.
7. **Complementariteit met andere opties.** Dit betreft de eigenschap van een bepaalde techniek om goed samen uitgevoerd te kunnen worden met andere technieken. Op deze manier kunnen flexibele systemen worden opgesteld, waarin verschillende combinaties mogelijk zijn.

### 5.3 Technologische oplossingsroute in de gebouwde omgeving

De dialooggroep heeft twee technologische oplossingsroutes (pakketten van opties) samengesteld voor het realiseren van drastische reducties van CO<sub>2</sub> in de gebouwde omgeving. De eerste route heeft betrekking op de nieuwbouw; de tweede route heeft betrekking op de bestaande bouw. Beide routes sluiten elkaar niet uit, maar zijn juist complementair aan elkaar. Samen dekken ze het grootste gedeelte van het energiegebruik in de gebouwde omgeving. De routes hebben grotendeels betrekking op aanbodopties per woning.

#### 5.3.1 Route voor de nieuwbouw

De oplossingsroute voor de nieuwbouw ziet er als volgt uit (in deze volgorde):

1. Integraal ontwerpen met optimale zonoriëntatie.
2. Optimale isolatie en ventilatie.
3. Duurzame energietoepassingen (zonneboiler, zon PV, wind).
4. Warmtepomp in combinatie met micro WKK (als opvolgers van de HR-ketel).

Het pakket voor de nieuwbouw voldoet grotendeels aan de criteria die door de groep van belang worden geacht voor het lange termijn klimaatbeleid, maar er zijn twee ‘mitsen’. De eerste ‘mits’ betreft de kosteneffectiviteit van het pakket: deze is namelijk betrekkelijk laag en zal naar verwachting pas verbeteren, als door overheid de juiste randvoorwaarden voor implementatie van emissiereductie opties worden gecreëerd.

De tweede ‘mits’ heeft te maken met het criterium kwaliteit, comfort en imago. Door de maximale isolatie is een adequaat lucht circulatiesysteem noodzakelijk, teneinde een comfortabel binnenmilieu te creëren, waarin voldoende frisse lucht wordt toegevoerd.

Behalve de bovengenoemde technologische opties, speelt in de nieuwbouw de keuze voor bouwmaterialen een rol in het energiegebruik van de woning. Het verdient aanbeveling om het gebruik van hout in de bouw te stimuleren. Het energieverbruik van een woning, van de wieg tot het graf bezien, bestaat voor ongeveer 10% uit indirect energiegebruik: de productie van bouwmaterialen. De overige 90% bestaat uit ruimteverwarming, tapwater, apparaten et cetera. In de huidige situatie wordt met name beton als bouw materiaal gebruikt. Het energieverbruik én de CO<sub>2</sub>-emissie kan flink gereduceerd

worden, indien overgegaan wordt op houtskeletbouw.<sup>28</sup> Momenteel is er in de bouw een opleving in het gebruik van hout, onder meer vanwege het concept van duurzaam bouwen. Beton is echter nog steeds dominant. De overheid grijpt niet in op de keuzes in het bouwproces voor een bepaald bouw materiaal. Hier komt bij dat er een krachtige lobby bestaat van de grint- en cementindustrie. De voorkeuren van de consument hebben weinig invloed op de keuze voor bouwmaterialen. Er heerst krapte op de woningmarkt en de consument is vaak allang tevreden indien een woning beschikbaar is. Hierdoor blijft hout in een ondergeschikte positie.

Tenslotte neemt de groep Gebouwde Omgeving de uitvoering van demonstratie- en proefprojecten over nul-energiewoningen in haar oplossingsstrategie mee.<sup>29</sup> Cruciaal hierin is met name dat de vele voorbeeldprojecten die uitgevoerd worden, voortaan beter gemonitord worden. Het gevoel heerst dat veel demonstratieprojecten en experimenten los van elkaar worden uitgevoerd, en dat er amper geëvalueerd wordt. Hierdoor wordt weinig lering uit worden getrokken. Dit is uiteraard zonde van de inspanning. De overheid zou hierin de rol van coördinatie en monitoring op zich moeten nemen.

### 5.3.2 Route voor de bestaande bouw

De oplossingsroute voor de bestaande bouw ziet er als volgt uit (in deze voorkeursvolgorde):

1. Isolatie aan de schil (na-isolatie).
2. Duurzame energie toepassingen (zonneboiler, zon PV, wind).
3. Warmtepomp in combinatie met micro WKK (als opvolgers van de HR-ketel).

In de toetsing van de oplossingsroute voor de bestaande bouw aan de criteria voor lange termijn klimaatbeleid blijkt dat het grootste verschil in de mate van kosteneffectiviteit van de route zit. De inschatting is dat route voor de nieuwbouw vrij hoge kosten met zich mee zal brengen. Het uitvoeren van emissiereductie maatregelen in de bestaande bouw zal naar verwachting echter nog duurder zijn. De reden hiervoor is dat in de nieuwbouw de nieuwe opties relatief gemakkelijk in het bouwontwerp kunnen worden geïntegreerd en dat de energie-infrastructuur nog kan worden gekozen.

De groep brengt hierin tegelijkertijd echter de nuancering in aan, dat ook in de bestaande bouw op relatief eenvoudige – en zeer goedkope - wijze het energieverbruik in de woning kan worden teruggebracht. In de bestaande technische installaties (zoals radiatoren en de CV ketel) kan met een aantal simpele ingrepen enorm worden bespaard.<sup>30</sup> Ondanks de eenvoud van deze oplossing, vindt het in de praktijk amper plaats. De groep Gebouwde Omgeving acht het bij uitstek een interessante taak voor de Energie Prestatie Adviseur en voor het Ecoteam Programma om hier verandering in aan te brengen.

---

<sup>28</sup> Zie: D. Gielen (concept) Buildings and Infrastructure. Hoofdstuk 7 van het MATTER rapport, of: [http://www.ecn.nl/unit\\_bs/etsap/markal/matter/main.html](http://www.ecn.nl/unit_bs/etsap/markal/matter/main.html)

<sup>29</sup> Een voorbeeld van een dergelijk project dat in de groep Gebouwde Omgeving is genoemd is het Ecobuild Research Project, dat zich richt op het ontwikkelen van betaalbare woningconcepten met een laag energiegebruik en een sterk gereduceerde milieulast. Zie voor meer informatie: <http://www.ecobuildresearch.nl>.

<sup>30</sup> Zie: H. Deinum (november 2000). Meer comfort met minder energie. Winnende inzending voor de Nationale Toekomstprijs 2000.

### 5.3.3 De routes vergeleken

De routes verschillen weinig van elkaar wat betreft de voorkeur voor bepaalde technologische opties. Het verschil zit met name in de mogelijkheid om in de nieuwbouw in het bouwontwerp rekening te houden met optimale benutting van de zonoriëntatie. Ook andere opties (zoals zon PV en de warmtepomp) kunnen in de nieuwbouw relatief gemakkelijker worden geïnstalleerd dan in de bestaande bouw, aangezien de benodigde aanpassingen in het bouwontwerp kunnen worden opgenomen.

Tevens blijkt uit de twee routes dat in eerste instantie de voorkeur wordt gegeven aan het reduceren van de CO<sub>2</sub>-emissies *op woningniveau*. De benodigde verdergaande reductie zal *buiten de woning* gerealiseerd moeten worden.

In de technologische routes zijn de duurzame opties dominant. Op woningniveau betreft dit onder andere passieve zonne-energie en zon PV; buiten de woning is dit windenergie (met name off shore).

Ondanks het grote aandeel duurzaam, zijn er waarschijnlijk nog steeds CO<sub>2</sub>-emissies. Deze resterende emissies komen grotendeels voort uit een klein deel van de warmtevraag, waarin niet met duurzame energiebronnen kan worden voorzien. Hiervoor worden fossiele energiebronnen gebruikt, zoals aardgas, hetgeen gepaard gaat met CO<sub>2</sub>-uitstoot. Voorts komen de resterende emissies voor een deel voort uit gebruik van elektriciteit.

Ondanks het feit dat de groep een gereserveerde houding tegenover CO<sub>2</sub>-opslag aanneemt, wordt er toch rekening mee gehouden dat CO<sub>2</sub>-opslag aangewend zal moeten worden. Immers, het resterende gedeelte van de energievraag, waarin niet met duurzaam kan worden voorzien (en waar dus fossiele bronnen voor aangewend moeten worden) kan op die manier toch CO<sub>2</sub>-vrij gemaakt worden.

In tabel 5.1<sup>31</sup> zijn de totale vraag en het totale aanbod van energie en de resulterende CO<sub>2</sub>-emissies (en reducties) voor woningen weergegeven. Op basis van de technologische oplossingsroutes is voor beide beelden uitgerekend hoeveel emissiereductie in 2050 gerealiseerd kan zijn.

Uit tabel 5.1 blijkt dat voor woningen de volgende conclusies kunnen worden getrokken:

- Bij autonome ontwikkelingen (dus zonder aanvullende opties) is de CO<sub>2</sub>-reductie door efficiencyverbetering in woningen en centrales groter dan de groei van het woningbestand. Daardoor dalen de CO<sub>2</sub>-emissies per saldo met 10% (in Herkenbaar Nederland) tot 25% (in Vernieuwd Nederland) in 2050 (ten opzicht van 1990).
- Indien vervolgens optimaal gebruik wordt gemaakt van aanvullende reductiemogelijkheden binnen de woning zelf, nemen de CO<sub>2</sub>-emissies verder af tot 60% (in Herkenbaar Nederland) - 70% (in Vernieuwd Nederland) van de emissies in 1990.
- Als tenslotte daarnaast ook nog 'schone' elektriciteit (CO<sub>2</sub>-vrij én duurzaam) via het net kan worden betrokken (bij voorkeur uit windenergie), is een verdere reductie mogelijk van 80% (in Herkenbaar Nederland) tot 90% (in Vernieuwd Nederland)

---

<sup>31</sup> A. Faaij et al. (februari 2001). Kernthema's van de strategische visie voor het lange termijn klimaatbeleid in Nederland. Notitie ten behoeve van de Integratie Workshop op 1 en 2 maart 2001.

van de emissies van 1990. Daarmee is de 80%-reductiedoelstelling dus haalbaar. Het is echter de vraag of de elektriciteit uit het net wel geheel duurzaam is te produceren.

- In het beeld Vernieuwd Nederland zijn bovengenoemde reducties makkelijker te halen dan in het beeld Herkenbaar Nederland. Dit verklaart de ranges in de opgegeven getallen. Gemiddeld zijn de reducties in Vernieuwd Nederland ongeveer 10% groter dan in Herkenbaar Nederland.
- Het is mogelijk om met behulp van *bestaande* technologieën aanzienlijke reducties in de gebouwde omgeving te realiseren.

Tabel 5.1 Vraag en aanbod van energie, en de CO<sub>2</sub>-emissies voor woningen in 2050

			1990	2050, autonoom			2050, lokaal duurzaam			2050, centraal duurzaam		
				Oud	nieuw	totaal	oud	Nieuw	totaal	oud	nieuw	totaal
<i>Beeld Herkenbaar Nederland</i>												
Vraag warmte	PJth	338	285	93	378	187	65	252	187	65	252	
Vraag elektriciteit	PJe	60	88	53	140	87	55	142	92	56	149	
Eigen prod. elektr.	PJe	0	2	2	4	21	22	43	4	4	9	
Vraag aardgas (net)	PJ	392	247	65	312	103	1	105	81	0	81	
Vraag elektr. (net)	PJe	60	86	51	136	67	33	100	89	52	140	
CO <sub>2</sub> aardgas	Mton	22	14	4	18	6	0	6	5	0	5	
CO <sub>2</sub> elektriciteit	Mton	10	7	4	11	5	3	8	1	0	1	
CO <sub>2</sub> totaal	Mton	32	21	8	28	11	3	14	6	1	6	
Reductie t.o.v. 1990	%	-			10%			60%			80%	
<i>Beeld Vernieuwd Nederland</i>												
Vraag warmte	PJth	338	100	204	304	66	142	208	66	142	208	
Vraag elektriciteit	PJe	60	31	116	147	31	121	151	33	123	156	
Eigen prod. elektr.	PJe	0	1	5	6	7	49	56	1	10	11	
Vraag aardgas (net)	PJ	392	87	143	230	36	3	40	28	0	28	
Vraag elektr. (net)	PJe	60	30	111	141	23	72	95	31	113	144	
CO <sub>2</sub> aardgas	Mton	22	5	8	13	2	0	2	2	0	2	
CO <sub>2</sub> elektriciteit	Mton	10	2	9	11	2	6	8	0	1	1	
CO <sub>2</sub> totaal	Mton	32	7	17	24	4	6	10	2	1	3	
Reductie t.o.v. 1990	%	-			25%			70%			90%	

Toelichting bij tabel 5.1: in de tabel is verondersteld dat de vraag naar elektriciteit in de duurzame varianten ongewijzigd is ten opzichte van autonoom (4000 kWh bestaande bouw; 4500 kWh nieuwbouw). Er is ook een variant doorgerekend met vérgaande efficiencyverbetering in elektrische apparaten. Hierbij is de vraag 2250/2500 kWh voor lokaal duurzaam en 3500/4000 voor centraal duurzaam. In 'centraal duurzaam' is verondersteld dat men minder bespaart omdat de elektriciteit uit het net al zo 'schoon' is (rebound effect). Door deze efficiencyverbetering valt de CO<sub>2</sub>-reductie alleen bij 'additioneel lokaal' zo'n 10-15% hoger uit.

Tijdens de dialoog is uitgegaan van een geschatte emissie van ca. 30 Mton voor Herkenbaar Nederland in 2050. De hier gepresenteerde waarde valt iets lager uit vanwege meer details in de berekening.

Verder is een belangrijke parameter de emissiefactor van de centrale elektriciteitsopwekking. De default is 0.08 Mton/PJe in de lokaal duurzame variant (ongeveer een halvering van 1990). In de centraal duurzame variant is zelfs 0.01 Mton/PJe verondersteld: dat betekent nagenoeg CO<sub>2</sub>-vrije opwekking. Dit zou, gezien de aantallen gevraagde PJe niet alleen met duurzaam kunnen lukken. Dus schoon fossiel, met CO<sub>2</sub>-opslag, komt bij deze variant in beeld.

#### **5.4 De rollen van actoren en bestuurlijke aspecten**

In deze paragraaf wordt aangegeven welke partijen de belangrijkste actoren in de sector gebouwde omgeving worden beschouwd, en wat hun rol is in het realiseren van de beoogde drastische reducties van CO<sub>2</sub>-emissies op de lange termijn. Deze bespreking wordt gekoppeld aan de behandeling van bestuurlijke aspecten.

Verschillende actoren spelen een rol in het realiseren van drastische emissiereducties van CO<sub>2</sub> in de gebouwde omgeving. Alhoewel de energiebedrijven in principe onder de noemer van het bedrijfsleven vallen, worden ze hier apart beschreven. De groep Gebouwde Omgeving heeft de volgende zes (groepen van) actoren geïdentificeerd:

- 1) De overheid (met name nationaal).
- 2) De energiebedrijven.
- 3) Het bedrijfsleven (waaronder bouwbedrijven, projectontwikkelaars).
- 4) Kennisinstellingen.
- 5) Maatschappelijke organisaties.
- 6) De consument.

##### **1) De overheid**

Er wordt een sterke rol van de overheid verwacht. De overheid stelt doelvoorschriften voor de bouw vast, en voert financiële prikkels in, zoals heffingen en subsidies. Het regulerend instrumentarium moet resultaatgericht zijn; de partijen bepalen zelf de manier waarop het doel gehaald gaat worden. Voor de nieuwbouw bestaat al enkele jaren de Energie Prestatie Norm (EPN). Deze norm is een getal dat weergeeft hoeveel energie de woning verbruikt voor verwarming en warm water. Het getal maakt een vergelijking tussen woningen mogelijk, onafhankelijk van de grootte en de ligging van de woning, en onafhankelijk van het gedrag van de bewoner zelf. Voor de bestaande bouw is per 1 januari 2000 het Energie Prestatie Advies (EPA) van kracht. Dit is een advies en dus niet verplicht. Voor dit advies wordt de hele woning doorgelicht, waarna een advies wordt uitgebracht over te treffen maatregelen. Om de uitvoer van deze maatregelen te bevorderen is er een subsidieregeling aan verbonden.

In de huidige EPN en EPL normering zit het gebruik van groene energie niet verdisconteerd. Het staat vrij wat voor soort energie gebruikt wordt. Ondanks dat de groep er waarde aan hecht dat partijen zelf de manier bepalen waarop de gestelde doelen behaald worden, raadt zij de overheid aan om niet-duurzame energiebronnen door middel van bijvoorbeeld de ecotax duurder te maken, en duurzame energie goedkoper. Voorwaarde

hiervoor is echter wel dat er een goede substitutie van niet-duurzame door duurzame energie mogelijk is.

De groep Gebouwde Omgeving heeft positieve ervaringen met voortschrijdende normstelling voor gebouwen. Ze heeft er vertrouwen in dat de lange termijn emissiereducties in en rond huizen en kantoorgebouwen kunnen worden gehaald met het systeem dat thans in zwang is. Het systeem in de gebouwde omgeving volgt in beginsel de technologische ontwikkeling en lijkt dus in eerste instantie weinig stimulerend voor innovatie. Toch bestaat de indruk dat de zekerheid van periodieke aanscherping van de EPC ook bevorderlijk is voor technologische innovatie. Marktpartijen gaan anticiperen op het beleid van de overheid. De normstelling in Nederland is niet erg afhankelijk van ontwikkelingen in het buitenland of in de Europese Unie.<sup>32</sup>

Een beleidsinstrument dat niet het meest geschikt is voor de gebouwde omgeving, maar wel voor de energiesector en het bedrijfsleven (en indirect dus ook van belang voor de gebouwde omgeving), is het systeem van verhandelbare emissierechten. De invoer van dit systeem betekent een vermarkting van het probleem, hetgeen al gauw de indruk geeft dat de rol van de overheid beperkt zal zijn. Dit is echter niet zo. De overheid moet de markt in het leven roepen, hetgeen betekent dat een plafond aan de emissies moet worden gesteld; dat rechthebbenden (marktpartijen) worden geïdentificeerd; en dat de emissierechten over deze partijen verdeeld worden.<sup>33</sup>

De groep Gebouwde Omgeving doet de aanbeveling dat, indien een systeem van verhandelbaarheid wordt ingevoerd, de overheid een goed monitoringsysteem opzet, waarmee zij een boekhouding van de reducties kan bijhouden en controle uitoefent. Dit is onder meer nodig om te voorkomen dat vermeden tonnen CO<sub>2</sub> twee keer verkocht kunnen worden.

## 2) De energiebedrijven

De verwachting is dat de trend van liberalisering en internationalisering de rol van de energiebedrijven aanzienlijk kan veranderen. Energiebedrijven zullen een actievere rol gaan spelen, onder meer op het gebied van duurzame energie, zoals zon- en windenergie. Zij zullen de consument een grote keuzevrijheid in het energieaanbod kunnen bieden, en tevens diensten verlenen bijvoorbeeld op het gebied van het leasen van een zonnecollector.

Het systeem van verhandelbare emissierechten zou kunnen betekenen dat de energiebedrijven - als één van de marktpartijen - emissierechten krijgen en deze mogen verhandelen. Er wordt een plafond gesteld voor emissies, wat regelmatig naar beneden wordt bijgesteld. De energiebedrijven zijn binnen algemene voorwaarden vrij om zelf invulling te geven aan de wijze waarop zij emissiereducties willen realiseren.

---

<sup>32</sup> Zie: M. Hisschemöller (februari 2001). De bestuurlijke aspecten van lange termijn klimaatbeleid. Notitie ten behoeve van de Integratie Workshop. IVM, Amsterdam.

<sup>33</sup> Zie: . M. Hisschemöller (februari 2001). De bestuurlijke aspecten van lange termijn klimaatbeleid. Notitie ten behoeve van de Integratie Workshop. IVM, Amsterdam.

### 3) Het bedrijfsleven

Het bedrijfsleven zal zich, samen met kennisinstellingen en overheid, moeten inzetten voor het boeken van vooruitgang op technologisch gebied, onder meer op het gebied van toepassingstechnologieën voor zon PV. Verder zijn demonstratie- /proefprojecten nodig op het gebied van vervanging van woningen, passieve zonne-energie en windenergie. Op het gebied van micro-WKK is scholing nodig van de installatiebranche, aangezien hier momenteel te weinig kennis is over het systeem en het besparingspotentieel.

De verwachting is dat het bedrijfsleven zich actiever op zal stellen. Na het mislukken van COP-6, ontstaat meer en meer het gevoel dat beter niet gewacht kan worden op de politiek. Het bedrijfsleven zal onderling samenwerkingsverbanden gaan sluiten en een actievere rol spelen in de certificering van CO<sub>2</sub>-neutrale alternatieven.

### 4) Kennisinstellingen

In de verkenning van het implementatietraject van verschillende opties, heeft de groep Gebouwde Omgeving aangegeven dat verdere technologische ontwikkeling wenselijk is. Onder meer op het gebied van zon PV, de warmtepomp, micro WKK is technologische vooruitgang nodig. Deze technologische ontwikkeling moet plaatsvinden in samenspraak met het bedrijfsleven en de overheid.

### 5) Maatschappelijke organisaties

De rol van maatschappelijke organisaties zit met name in communicatie en bewustwording. Zoals eerder reeds aangegeven, doet de groep Gebouwde Omgeving de aanbeveling dat onder meer het Ecoteam Programma (dat is geïnitieerd door Global Action Plan) zich in zou moeten zetten voor het geven van bekendheid aan relatief eenvoudige maatregelen die in de technische installaties in huis genomen kunnen worden teneinde het energiegebruik drastisch terug te brengen.<sup>34</sup>

Ook op andere terreinen zouden maatschappelijke organisaties, door middel van het geven van voorlichting en het organiseren van excursies een rol kunnen spelen. De groep Gebouwde Omgeving heeft hier echter beperkt aandacht aan besteed.

### 6) De consument

De groep Gebouwde Omgeving heeft vrij hoge verwachtingen van de bijdrage die de consument kan leveren aan de reductie van CO<sub>2</sub>. De consument uit zijn wensen vaak via lobby en milieu-organisaties. Deze wensen zijn voor het bedrijfsleven vaak aanleiding om veranderingen door te voeren. Hiervoor is het van belang dat het profiel van de koper voor het bedrijfsleven helder is. Hier is echter nog vaak een gebrek aan transparantie.

In de groep Gebouwde Omgeving heerst over het algemeen de opvatting dat de consument, vanuit een ideologische opvatting, steeds meer zal gaan kiezen voor duurzame, milieuvriendelijke producten, zoals bijvoorbeeld groene stroom. Ter illustratie kan hier het Nederlandse Ecoteam Programma<sup>35</sup> genoemd worden. Uit dit programma blijkt dat

---

<sup>34</sup> Zie: H. Deinum (november 2000). Meer comfort met minder energie. Winnende inzending voor de Nationale Toekomstprijs 2000.

<sup>35</sup> Zie: <http://www.global-action-plan.nl> en <http://www.ecoteam.nl>



huishoudens een significante bijdrage kunnen leveren aan de reductie van CO<sub>2</sub>-emissies, ondermeer door besparing en door de aankoop van CO<sub>2</sub>-vrije producten (groene stroom, zonneboiler). Uit het Ecoteam Programma is eveneens gebleken dat het milieuvriendelijke gedrag van huishoudens, nadat ze zijn gestopt met het Ecoteam project, beklijft. De groep Gebouwde Omgeving verwacht dat op termijn hier flinke reducties behaald kunnen worden.



## 6. Conclusie

De sector gebouwde omgeving is over het algemeen positief over de mogelijkheid tot het realiseren van drastische reducties van CO<sub>2</sub> in 2050. Schattingen wijzen uit dat reducties tussen de 80 en 90% in principe nodig zijn. Dit zal echter niet zonder slag of stoot te realiseren zijn. Zowel op woningniveau, als daarbuiten zal fors ingezet moeten worden op duurzame energietoepassingen, zoals zon en wind.

Berekeningen wijzen uit dat bij autonome ontwikkelingen (dus zonder aanvullende opties) de CO<sub>2</sub>-reductie door efficiencyverbetering in woningen en centrales groter is dan de groei van het woningenbestand. Daardoor dalen de CO<sub>2</sub>-emissies per saldo met 10 tot 25% in 2050 ten opzichte van 1990. Indien optimaal gebruik wordt gemaakt van aanvullende reductiemogelijkheden binnen de woning zelf, nemen de CO<sub>2</sub>-emissies verder af tot 60 tot 70%. Als daarnaast ook nog 'schone' elektriciteit (CO<sub>2</sub>-vrij en duurzaam) via het net kan worden aangetrokken, zijn nog verdere reducties mogelijk. In het beeld Vernieuwd Nederland resulteert dit in een mogelijke reductie van 90% ten opzichte van het 1990-niveau; in het beeld Herkenbaar Nederland is dit 80%.

Voor het verkennen van de haalbaarheid van deze doelstelling, en de acties die hiervoor nodig zijn, heeft de groep met twee toekomstbeelden gewerkt: Vernieuwd Nederland (veel nieuwbouw) en Herkenbaar Nederland (veel bestaande bouw). Er werd vanuit gegaan dat het vervangingstempo van woningen bepalend zou zijn voor de emissie reductie mogelijkheden in de gebouwde omgeving. Dit bleek echter genuanceerd te kunnen worden. Grootschalige sloop en nieuwbouw levert weliswaar op termijn (2050) een emissie-reductie van 6 Mton CO<sub>2</sub> op, maar de te hanteren opties in beide beelden lopen niet ver uiteen. In beide beelden spelen isolatie, zon PV en windenergie een vrij grote rol. De meeste opties die de groep heeft geanalyseerd zijn technisch gezien zowel in de nieuwbouw, als in de bestaande bouw toepasbaar. De kosten die hieraan verbonden zijn, kunnen echter wel verschillen.

In haar analyse heeft de groep zich met name gericht op energie, en minder op andere trends waarvan energie een thema is (zoals internationalisering, individualisering). Deze factoren zijn wel meegenomen in de ontwikkeling van de beelden, maar zijn verder niet als zodanig uitgebreid door de groep besproken. Ook de structuur van de energiesector, die mede van belang is voor de energievoorziening in de gebouwde omgeving, is door de groep slechts mondjesmaat in de analyse betrokken. De groep heeft er bewust voor gekozen om zich te richten op het verkennen van mogelijkheden voor een duurzaam energieaanbod. Zowel op individueel woning (- of kantoor) niveau, als op centraal niveau in de vorm van windenergie.

De groep gaat er vanuit dat de consument de voorkeur geeft aan duurzame opties, en bereid is om hiervoor te betalen. Slechts indien de duurzame energietoepassingen niet toereikend blijken te zijn om 80% CO<sub>2</sub> te reduceren, kunnen 'schoon fossiel' opties (zoals CO<sub>2</sub>-opslag) aangewend worden, teneinde het fossiele deel van de energievoorziening ook CO<sub>2</sub>-neutraal te maken.

De discussies hebben zich met name gericht op woningniveau. De groep is zich bewust van de verschillen, maar is er in deze exercitie vanuit gegaan dat de ontwikkelingen op

het gebied van de utiliteitsbouw nagenoeg analoog zullen zijn aan de ontwikkelingen in de woningbouw.

Zoals uit bovenstaande berekeningen blijkt, hoeft de haalbaarheid van drastische reducties van CO<sub>2</sub> - vanuit technisch oogpunt - geen probleem te zijn. Immers, de beschreven reducties kunnen met *bestaande* technologieën gerealiseerd worden, zonder dat hiervoor enorme innovaties vereist zijn. De vraag is vervolgens hoe het implementatietraject van deze technologieën eruit ziet.

In de gebouwde omgeving gaat de voorkeur uit naar een systeem van regulering en financiële prikkels. Hier zijn in het verleden positieve ervaringen mee opgedaan, en er is dan ook geen reden om dit te veranderen. Door middel van een ecotax kunnen duurzame energietoepassingen aantrekkelijker worden gemaakt ten opzichte van fossiele opties, waardoor een grootschalige marktpenetratie van duurzame energie mogelijk wordt.

## Bijlage 1 CO<sub>2</sub>-emissies uit de gebouwde omgeving

Tabel 1 CO<sub>2</sub>-emissies uit de gebouwde omgeving, huidige situatie (Mton).<sup>36</sup>

	Woningen	Overige gebouwen	Totaal
Direct energiegebruik	22	10	33
Indirect (elektriciteitsgebruik)	10	13	23
Totaal	32	23	56

Meer detail is gegeven in tabel 2. Daarin staat het verbruik van gas en elektriciteit vermeld, uitgesplitst naar de verschillende sectoren die de ‘overige gebouwen’ gebruiken. Uit de tabel blijkt dat zij jaarlijks ruim 5 mrd m<sup>3</sup> (167 PJ) aardgas gebruiken, bijna evenveel als de Nederlandse glastuinders. Ter vergelijking: huishoudens verbruiken ca. 11 mrd m<sup>3</sup> (370 PJ) aardgas per jaar. In de ‘overige gebouwen’ is het elektriciteitsverbruik met 20 TWh (74 PJ) een fractie hoger dan bij de huishoudens (71 PJ). Om deze hoeveelheid elektriciteit te produceren is ongeveer 184 PJ aan brandstof nodig.

Conclusie 1: ‘Overige gebouwen’ gebruiken meer energie door hun elektriciteitsvraag dan voor hun warmtevraag.

Conclusie 2: ‘Overige gebouwen’ veroorzaken 40 % van de CO<sub>2</sub> emissies in de gebouwde omgeving, vooral door hun elektriciteitsverbruik.

<sup>36</sup> J. Spakman en H. Jeeninga (september 2000). Notitie ten behoeve van de vierde dialoogbijeenkomst.

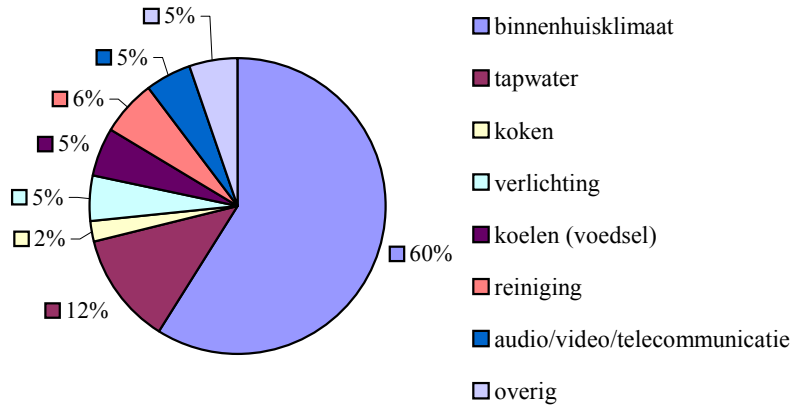
Tabel 2. Energiegebruik van de 'overige gebouwen'.<sup>37</sup>

	SBI-	aardgas [mln m <sup>3</sup> ]	elektriciteit [mln]	Primair aardgas [PJ]	Primair elektriciteit [PJ]	Primair totaal [PJ]
Detailhandel en	52	661	3536	20,9	31,8	52,7
Handel en reparatie auto's	50	216	792	6,8	7,1	13,9
Groothandel	51	627	1637	19,8	14,7	34,5
Horeca	55	608	2058	19,2	18,5	37,7
Vervoer, opslag comm..	60 -> 64	307	1867	9,7	16,8	26,5
Financiële	65 -> 67	80	792	2,5	7,1	9,6
Verhuur en zakelijke	70 -> 74	378	2255	12,0	20,3	32,3
Openbaar	75	415	2980	13,1	26,8	39,9
Onderwijs	80	445	824	14,1	7,4	21,5
Ziekenhuizen	8511	435	880	13,8	7,9	21,7
Verpleeghuizen	8531.1-	106	232	3,4	2,1	5,5
Bejaardenoorden	8531.7	196	330	6,2	3,0	9,2
Overige	rest 85	231	296	7,3	2,7	10,0
Cultuur	92.1 ->	70	254	2,2	2,3	4,5
Sport en	92.6 ->	216	467	6,8	4,2	11,0
Andere	90,91,93 ->	277	1283	8,8	11,5	20,3
Totaal		5268	20483	166,7	184,3	351,0

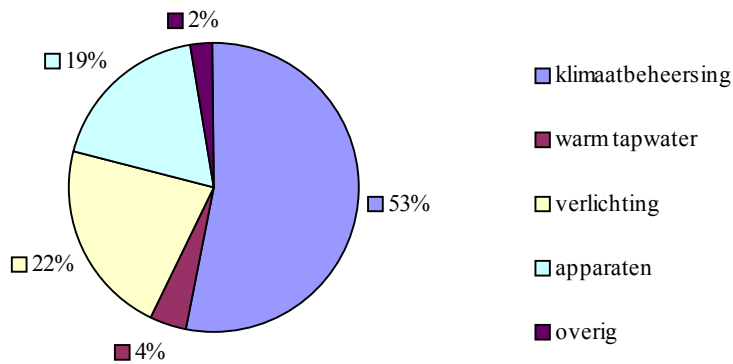
<sup>37</sup> J. Spakman en H. Jeeninga (september 2000). Notitie ten behoeve van de vierde dialoogbijeenkomst.

## Bijlage 2 Energieverbruik huishoudens en utiliteitsbouw

*Figuur 1. Opbouw energieverbruik sector huishoudens*



*Figuur 2. Opbouw energieverbruik utiliteitsbouw*







## Appendix II.

### **Naar een lange termijn klimaatbeleid voor de industrie en energie sector in Nederland**

**Achtergronddocument bij de policy brief van de groep Industrie en Energie van de Nationale Dialoog van het COOL project**



*De Nationale Dialoog*



## De dialooggroep Industrie en Energie van de Nationale Dialoog van het COOL project

M.E.E. Enthoven (voorzitter)	NIB Capital
A. Altevogt	Greenpeace Nederland
C. Bronke	DSM
H.E. Brouwer	Ministerie van EZ
J.P. van Buijtenen	Vereniging Gasturbine
E.J. Postmus	N.V. Gasunie Nederland
G.N. van Ingen	Akzo Nobel Energy B.V.
P.W. Kwant	Shell International
W.J. Lenstra	Ministerie van VROM
N.A. Manders	Essent Energie
P.E. Metz	European Business Council for a Sustainable Energy Future, e <sup>-5</sup>
J. van der Sar	Kerk en Wereld
J.P. van Soest	CE
Mw. W.A.S. Stibbe	Stibbe Milieu Consultancy
F.H.A. Winkelman	CORUS B.V.

Projectteam groep Industrie:

Secretaris: mw. M. van de Kerkhof (VU-IVM).

Wetenschappelijke Ondersteuning: A.P.C. Faaij (UU-NW&S) en J. Oude Lohuis (RIVM).

Voorzitter en leden namen op persoonlijke titel deel aan de Nationale Dialoog.



## 1. Inleiding

De Nationale Dialoog in het COOL project ('*Climate OptiOns for the Long term*') heeft tot doel inzichten en aanbevelingen te ontwikkelen voor het lange termijn klimaatbeleid in Nederland. De dialoog is gevoerd in dialooggroepen voor vier sectoren: Gebouwde Omgeving, Industrie & Energie, Landbouw & Voeding en Verkeer & Vervoer.

De deelnemers aan de dialoog, personen met een staat van dienst en een grote kennis van een van deze sectoren, hebben opties voor lange termijn klimaatbeleid verkend. Zij zijn hierbij ondersteund door een projectteam dat tot taak had het structureren van de discussie en het ondersteunen van de dialooggroepen, en een team wetenschappelijke ondersteuning dat tot taak had de groepen van 'state of the art' wetenschappelijke informatie te voorzien over opties om broeikasgasemissies in Nederland te reduceren.

De dialoog is voor elk van bovengenoemde sectoren begonnen met de volgende vraag: Wat is er nodig om in Nederland in 2050 een emissiereductie van 80% ten opzichte van 1990 te realiseren? De deelnemers aan het project hebben zich dus niet gebogen over de vraag of een emissiereductie van 80% *wenselijk* is als doelstelling van het klimaatbeleid. Uitgaande van beelden van de toekomst waarin –80% is aangenomen voor de Nederlandse samenleving is teruggedeneerd naar het heden met behulp van een methode die backcasten wordt genoemd. De dialooggroepen is evenmin gevraagd om met een eenduidige strategische visie te komen. Verschil van inzicht over de route naar een ontkoppeling van broeikasgasemissies en economische groei is dan ook weerspiegeld in de resultaten.

Teneinde tot het beoogde resultaat te komen, te weten strategische inzichten voor het klimaatbeleid op de lange termijn, is gekozen voor een aanpak waarbij de dialoog in drie fasen gevoerd werd. In de eerste fase ontwikkelen de dialooggroepen twee beelden voor hun sector in 2050, beide uitgaande van een gerealiseerde emissiereductie van circa 80%. Doel van deze exercitie is het identificeren van denkbare toekomstige sectorontwikkelingen die van belang kunnen zijn voor de effectiviteit van opties voor emissiereductie. In aansluiting hierop worden opties voor emissiereductie geïdentificeerd die kansrijk lijken in hetzij één hetzij beide beelden van de toekomst.

In fase 2 worden implementatietrajecten voor kansrijke opties in kaart gebracht met behulp van de backcastingsmethode. Het product is een aantal casestudies waarin kansen en barrières voor emissiereductie in kaart zijn gebracht.

In fase 3 worden op basis van een vergelijking van de cases algemene conclusies getrokken en aanbevelingen geformuleerd. Deze hebben betrekking op de mogelijke technologische routes, criteria die ten grondslag zouden moeten liggen aan lange termijn klimaatbeleid en concrete acties door actoren die voor het realiseren van opties van groot belang zijn. Tevoren is deze procedure met een aantal algemene uitgangspunten en spelregels voor de Nationale Dialoog aan de deelnemers voorgelegd (zie appendix 5 en 6 in dit rapport).

Voor u ligt het achtergronddocument bij de policy brief voor de sector industrie en energie. Er wordt beoogd een weergave te geven van de werkzaamheden binnen de groep

met inachtneming van de nuances in benadering van de deelnemers. De bevindingen en conclusies van de Nationale Dialoog hebben enerzijds betrekking op het klimaatbeleid voor de periode 2012 – 2050, dat wil zeggen voor de periode aansluitend op die waarvoor het Kyoto-verdrag geldt. Anderzijds worden aanbevelingen geformuleerd die vooral betrekking hebben op hoe Nederland zich de komende 5 à 10 jaren op de lange termijn kan voorbereiden. Het rapport is bedoeld voor allen die op enigerlei wijze betrokken zijn bij het voeren van een klimaatbeleid voor de sector industrie en energie, in het bijzonder de Nederlandse regering en het parlement, het bedrijfsleven en de milieubeweging.

Dit rapport vormt de weerslag van de werkzaamheden van de dialooggroep Industrie en Energie. Onder voorzitterschap van de heer M.E.E. Enthoven is deze groep zes keer bijeen geweest in de periode november 1999 – februari 2001. Daarnaast hebben leden van de groep deelgenomen aan twee integrale workshops voor de vier dialooggroepen van de Nationale Dialoog in combinatie met vertegenwoordigers vanuit de Europese Dialoog en de Mondiale Dialoog het kader van het COOL project. De groep is terzijde gestaan door mevrouw M. van de Kerkhof (IVM-VU) als secretaris en de heren J. Oude Lohuis (RIVM) en A.P.C. Faaij (UU-NW&S) als wetenschappelijke ondersteuning.

Het rapport is als volgt opgebouwd. Na een beschrijving van de toekomstbeelden in hoofdstuk 2, worden in hoofdstuk 3 de opties beschreven die tot de emissiereductie kunnen bijdragen. De implementatie van kansrijke opties komt in hoofdstuk 4 aan de orde. Terugkerend naar het heden worden in hoofdstuk 5 verbanden gelegd tussen klimaatbeleid op de lange en de korte termijn. Ter afsluiting volgt in hoofdstuk 6 een aantal conclusies. Op enkele toepasselijke plaatsen in het rapport zijn tekstkaders opgenomen met resultaten van de groep Energie uit de Europese Dialoog van COOL.

## 2. Beelden van de toekomst

### 2.1 Inleiding

Om een gevoel te krijgen voor de lange termijn en om zoveel mogelijk ‘speelruimte’ te creëren voor de keuze van de te analyseren opties startte de dialoog met twee toekomstbeelden die op verschillende manieren in de 80% emissiereductie voorzien. De discussie hierover werd geïnspireerd door een terugblik op de afgelopen vijftig jaar (box 2.1) en de twee beelden van de Nederlandse energievoorziening in 2050, die zijn opgesteld door de Wetenschappelijke Ondersteuning van het COOL project.<sup>38</sup>

Het werkveld dat voor de dialoog is afgebakend, omvat zowel de industriële productiesector (oftewel de ‘maak’ industrie) als de energieproductiesector. Binnen de industriële productiesector zijn met name de energie-intensieve industrieën van belang. De industriële productiesector is niet de enige vrager naar energie die in de analyse betrokken wordt; ook andere afnemers, zoals de transportsector en de landbouwsector, komen aan de orde.

#### **Box 2.1      Wat leert een terugblik op de afgelopen vijftig jaar ons?**

In de periode van 1950 tot 2000 heeft in Nederland (en daarbuiten) een flink aantal veranderingen plaatsgevonden, die onder meer van invloed zijn geweest op de aard en de omvang van industriële activiteiten. Enkele voorbeelden zijn: de opkomst van de massaproductie van auto's in de jaren vijftig; de vondst van aardgas in de jaren zestig; de eerste oliecrisis en de opkomst van de telecommunicatie in de jaren zeventig; de ramp in Tsjernobyl en de val van de Berlijnse muur in de jaren tachtig; de liberalisering van de energiemarkt en de opkomst van de mobiele telefonie in de jaren negentig.

Deze terugblik laat zien dat er in de afgelopen vijftig jaar een aantal belangrijke trendbreuken heeft plaatsgevonden. Sommige waren beter te voorzien dan andere. De opkomst van de PC bijvoorbeeld is voor velen een niet voorziene ontwikkeling geweest. Over het algemeen hebben de verschillende technologische innovaties tot meer transparantie geleid. Dit leidde tot meer communicatie en tot de opkomst van de informatie- en communicatietechnologie.

Uit de terugblik op de afgelopen vijftig jaar kunnen verschillende lessen worden geleerd. Ten eerste is gebleken dat zowel technologische factoren als sociale factoren een drijfveer voor ontwikkeling kunnen zijn. Ten tweede geldt dat technologische en maatschappelijke factoren elkaar onderling sterk beïnvloeden. De uitvinding van de anti-conceptiepil bijvoorbeeld was een technologische uitvinding maar heeft aanzienlijke effecten gehad op de emancipatie en de positie van de vrouw. Tenslotte leert deze terugblik ons dat het enkele decennia duurt voordat een echte doorbraak plaatsvindt.

<sup>38</sup> A. Faaij, S. Bos, J. Spakman, D.J. Treffers, C. Battjes, R. Folkert, E. Drissen, C. Hendriks en J. Oude Lohuis (november 1999). *Beelden van de Toekomst. Twee visies op de Nederlandse energievoorziening ten behoeve van de Nationale Dialoog.*

De systeemgrenzen voor de industriële sector zijn internationaal bepaald. Uitgangspunt is dat de 80% reductiedoelstelling van CO<sub>2</sub>-uitstoot niet alleen voor Nederland geldt, maar voor heel Europa en de Verenigde Staten. Dit uitgangspunt impliceert dat het voor het klimaatbeleid belangrijkste deel van de wereld, het klimaatprobleem in een of andere vorm heeft geaccepteerd en heeft geëffectueerd. Bepaalde maatregelen die vanuit concurrentieoverwegingen nu niet mogelijk lijken, kunnen dan mogelijk wel worden uitgevoerd.

Het ontwikkelen van een strategische visie voor de industrie kan niet los worden gezien van het ontwikkelen van een visie op het - al dan niet gedifferentieerde - wereldwijde klimaatbeleid. De aard en uitwerking van dit klimaatbeleid kan nog wel verschillen. Het hanteren van dergelijke systeemgrenzen betekent dat een afwentelingstrategie niet erg zinvol is. Verplaatsing van een energie-intensieve industrie zal in het algemeen op mondiale schaal niet bijdragen aan emissiereductie. Dit is alleen maar aantrekkelijk als elders daadwerkelijk met lagere CO<sub>2</sub>-emissies geproduceerd kan worden.<sup>39</sup>

Gegeven deze afbakening wordt in dit hoofdstuk eerst kort ingegaan op de op de ontwikkelingen in de sector (paragraaf 2.2). Daarna worden de beide toekomstbeelden gepresenteerd (paragraaf 2.3), die aan het slot van het hoofdstuk worden vergeleken (paragraaf 2.4).

## 2.2 Relevante ontwikkelingen in de sector

Verscheidene ontwikkelingen zijn van belang voor het energieverbruik in de sector op de lange termijn:

- Mogelijk vergaande energiebesparing door efficiencyverbetering, dematerialisatie en hergebruik.<sup>40</sup>
- Het niet verder groeien, of zelfs geleidelijk verdwijnen van de bulkindustrie uit Nederland. De industrie zal steeds meer maatwerk gaan leveren om tegemoet te komen aan de kwaliteitseisen van de consument.
- Liberalisering en internationalisering van de energiemarkt. Dit leidt onder andere tot mondiale handel in energiedragers. De fossiele energiedragers, zoals gas en kolen, zullen waarschijnlijk het goedkoopst zijn.
- Ontwikkeling van de informatie- en communicatietechnologie (ICT), hetgeen onder andere gevolgen heeft voor de mobiliteit. ICT kan tevens leiden tot ingrijpende wijzigingen in productieprocessen en optimalisatie van ketens.
- Een geleidelijke vervaging van het onderscheid tussen de energiesector en de industriële productiesector. Het is mogelijk dat industriële bedrijven steeds vaker zelf energie gaan produceren, waardoor gesloten systemen kunnen ontstaan.

---

<sup>39</sup> J.P. van Soest, en T. van der Werff (februari 2000). *Klimaatbeleid voor de industrie. Essay in het kader van de COOL-dialoog* (concept). CE, Delft.

<sup>40</sup> Zie ook A. Faaij en J. Spakman (april 2000). Voorzetnotitie bijeenkomst 3.



## 2.3 Twee toekomstbeelden voor de sector industrie en energie

Ten behoeve van het beoordelen van opties zijn twee beelden opgesteld voor de sector industrie en energie in Nederland in 2050. Het idee achter het werken met twee toekomstbeelden is dat hiermee eindsituaties worden geconstrueerd die uitersten weergeven. De toekomstbeelden dienden als referentiekader voor het selecteren van opties die de moeite waard zijn om verder te verkennen.

Aanvankelijk werd op de beelden van de Wetenschappelijke Ondersteuning de kritiek geuit dat beide beelden uitgaan van groei in productie en consumptie en in die zin geen rekening houden met de mogelijkheid dat mensen ‘een stapje terug willen gaan doen’. De argumenten om uit te gaan van groei zijn echter dat 1) dit voor de toekomst het meest plausibel is, en 2) dat het uitgaan van groei het verkennen van de mogelijkheden voor 80% emissiereductie meer uitdagend maakt. Immers, verdergaande groei leidt tot de noodzaak om economische groei los te koppelen van de uitstoot van broeikasgassen. Deze redenering is voor beide sectorbeelden overgenomen.

### 2.3.1 Het beeld Schoon Fossiel

In het toekomstbeeld Schoon Fossiel lijkt de economische structuur sterk op de huidige, zij het dat het aandeel van de dienstensector ten opzichte van andere sectoren veel sterker is gegroeid<sup>41</sup>. Het totale primaire energiegebruik van Nederland is in 2050 gedaald naar 2000 PJ (vergeleken met 3000 PJ in 1990). De toename in industriële productie in 2050 is erg laag (ten opzichte van 1990) wat betreft fysieke productie. De monetaire groei is wel hoog. Ondanks een verschuiving van de productie van energie-intensieve (bulk-)producten naar producten met een hoge toegevoegde waarde (‘specialty products’), zijn forse efficiencyverbeteringen (in grootte-orde van 50%) noodzakelijk om het industriële energieverbruik binnen de perken te houden.

Het energieaanbod wordt gedomineerd door schoon fossiel (80% van de totale energievraag). Hierdoor is grootschalige CO<sub>2</sub>-afvang en opslag noodzakelijk. Productie en gebruik van waterstof - onder meer in de transportsector - vereist een herziening van de energie-infrastructuur. Het energiesysteem is relatief gecentraliseerd opgezet, en wordt gekenmerkt door grootschalige productie-eenheden.

Overheidssturing is van cruciaal belang om in dit beeld de vereiste efficiencyverbeteringen en energie-infrastructuur gerealiseerd te krijgen. De overheid speelt dan ook een belangrijke rol als investeerder en bij het daadwerkelijk commercialiseren van sleuteltechnologieën.

### 2.3.2 Het beeld Duurzaam Energiesysteem

In het toekomstbeeld Duurzaam Energiesysteem is de structuur van de industriële productie aanzienlijk gewijzigd in vergelijking met 1990. De ‘nieuwe economie’ heeft gezorgd voor een grote rol van Informatie en Communicatie Technologie (ICT) in de pro-

---

<sup>41</sup> Zie voor de uiteenzetting van de toekomstbeelden ook M. Hisschemöller, M. van de Kerkhof en O.J. Kuik (april 2000). *Climate OptiOns for the Long term. De Nationale Dialoog – Tussenrapport*. IVM W-00/02.

ductiestructuur en een hoog innovatietempo. Er is sprake van vergaande liberalisering en internationalisering van de energiesector. De consumentenvraag wordt sterk bepaald door een preferentie voor 'groene', duurzame producten.

Het grootste deel van het energieaanbod komt uit duurzame en / of hernieuwbare energiebronnen (70%). Mede door de grote rol van duurzame bronnen is de energie-infrastructuur decentraal opgezet. De productie van energiedragers is vergaand verweven met de industriële productiesector. Ook in de gebouwde omgeving vindt op forse schaal energieproductie plaats, met name zonne-energie.

Ook in dit toekomstbeeld speelt de overheid een belangrijke rol in het realiseren van diverse opties en in het scheppen van de juiste (financiële) condities, zij het minder sterk dan in het beeld Schoon Fossiel.

## 2.4 De toekomstbeelden vergeleken

In beide toekomstbeelden wordt het uitgangspunt van 80% reductie van broeikasgasemissies in 2050 ten opzichte van 1990 gehanteerd. Deze doelstelling wordt wat de (Nederlandse) industrie betreft *niet* gerealiseerd door (grote delen van) de productiecapaciteit uit Nederland te verplaatsen naar het buitenland. Alhoewel er verschuivingen optreden in de structuur van de economie (waaronder een relatief sterke groei van de dienstensector), is het uitgangspunt dat een forse industriële productiecapaciteit in Nederland gehandhaafd blijft. Het grootste deel van de groei in de *industriële* productie wordt vooral gerealiseerd in kennisintensieve sectoren met een hoge toegevoegde waarde (bijvoorbeeld de fijn- en biochemie).<sup>42</sup> In tabel 2.1 worden de beelden vergeleken op een aantal ontwikkelingen die relevant zijn voor het energiegebruik en de CO<sub>2</sub>-emissies in de toekomst.

Tabel 2.1 De toekomstbeelden vergeleken op een aantal relevante ontwikkelingen

Ontwikkelingen	Schoon Fossiel	Duurzaam Energiesysteem
Mate van energiebesparing (efficiency, dematerialisatie etc.)	Gematigde energiebesparing	Zeer sterke energiebesparing
Ontwikkeling van de bulkindustrie	Aandeel in de totale productie wordt minder	Aandeel in de productie wordt fors minder
Liberalisering en internationalisering van de energiemarkt	Mondiaal georiënteerd	Meer regionaal georiënteerd
Opkomst van ICT	ICT draagt bij aan verbetering van de energie-efficiency door procescontrole	ICT draagt bij aan verbetering van de energie-efficiency door procescontrole
Vervaging van het onderscheid tussen energie en industriesector	Relatief sterke vervaging van het onderscheid tussen de energie en de industrie sector	Relatief minder sterke vervaging van het onderscheid tussen de energie en de industrie sector

<sup>42</sup> A. Faaij en J. Spakman (april 1999). Voorzetnotitie bijeenkomst 3.

### Het aanbod van energie

Tabel 2.2 geeft inzicht in de veronderstelde energiemix voor beide toekomstbeelden. Met name in het beeld Schoon Fossiel is de afvang en opslag van CO<sub>2</sub> van cruciaal belang, omdat fossiele brandstoffen de ruggengraat van de energievoorziening blijven. Waterstof is (daardoor) een belangrijke energiedrager voor bijvoorbeeld de transportsector. Daarnaast wordt biomassa ingezet voor de productie van biobrandstoffen.

In het beeld Duurzaam Energiesysteem wordt aardgas met name nog gebruikt voor flexibel vermogen en back-up brandstof voor bioraffinaderijen. In deze complexen worden biobrandstoffen, elektriciteit en warmte geproduceerd, voor een groot deel geïntegreerd in industriële complexen. Wind- en zonne-energie spelen een grote rol in de elektriciteitsproductie. Er staat circa 20.000 Mwe windvermogen opgesteld, met name in offshore windparken. PV wordt op grote schaal toegepast in de gebouwde omgeving.

Tabel 2.2 *Geprojecteerde energiebalansen voor 2050 vergeleken met 1998 (in PJ)*

	Nederland 1998		Schoon fossiel 2050		Duurzaam energiesysteem 2050	
	PJ	(%)	PJ	(%)	PJ	(%)
<b>Aardgas</b>	1480	(49%)	1000	(50%)	500	(25%)
<b>Aardolie</b>	1030	(34%)	400	(20%)	100	(5%)
<b>Kolen</b>	380	(13%)	200	(10%)	0	(0%)
<b>Subtotaal fossiel</b>	2900	(96%)	1600	(80%)	600	(30%)
<b>Nucleair</b>	25	(1%)	0	(0%)	0	(0%)
<b>Biomassa en (organisch) afval</b>	30	(1%)	300	(15%)	1000	(50%)
<b>Wind</b>	5	(~0%)	50	(3%)	250	(12%)
<b>Zonne-energie</b>			50	(3%)	150	(8%)
<b>Subtotaal duurzaam</b>	35	(1%)	400	(20%)	1400	(70%)
<b>Totaal energiegebruik</b>	3000*)		2000		2000	

\*) Het restant is stroomimport

### De vraag naar energie

De uiteindelijke vraag naar energie wordt bepaald door consumenten en bedrijven (de behoefte aan transport, woonruimte, voeding, consumptiegoederen en diensten), en is afhankelijk van de condities op de markt die door burger en politiek worden bepaald. Een groot deel van de vraag naar energiedragers (elektriciteit, warmte, brandstoffen) komt in de eerste plaats uit de transportsector, en in wat mindere mate uit de gebouwde omgeving. De industrie zelf betreft circa eenderde van de (nationale) vraag naar energie.

De vraag naar secundaire energiedragers (i.e. elektriciteit, warmte en feedstock, omgezet uit primaire energiedragers zoals aardgas, biomassa, etc.) in de industrie wordt bepaald

door het productievolume en de mate van energie-efficiencyverbetering. Een en ander staat weergegeven in tabel 2.3 en 2.4.<sup>43</sup>

Tabel 2.3 De vraag naar secundaire energiedragers in Schoon Fossiel.

Sector	Groei index	Elektriciteit (PJe)	Warmte (PJth)	Feedstock (PJ)	
Ijzer en Staal	98	3.0		47.2	
Non-ferro	101	20.5			
Petrochemie	167	7.3	23.0	151.6	
Refineries	220			53.6	
Kunstmest	81		9.7	18.4	
Cement	126	0.3	0.1		
Papier en pulp	130	7.6	5.6		
Lichte industrie	170	36.8	74.5		
<b>Totaal</b>		76	113	271	460

Ter vergelijking: in 1998 bedroeg het industriële energiegebruik circa 900 PJ (deels primair, maar wel exclusief de omzettingsverliezen van elektriciteitsproductie). Globaal is er dus sprake van een halvering van het industriële energiegebruik. Hierbij moet worden aangetekend dat de (aangenomen) groei van de fysieke productie weliswaar stijgt, maar lang niet zo sterk als het totale economische groeicijfer. Voor sommige zware industriële sectoren is zelfs een daling van de productie verondersteld (bijvoorbeeld kunstmest, ijzer en staal).

Tabel 2.4 De vraag naar secundaire energiedragers in Duurzaam Energiesysteem

Sector	Groei index	Elektriciteit (PJe)	Warmte (PJth)	Feedstock (PJ)	
IJzer en Staal	98	2.4		47.2	
Non-ferro	101	16.4			
Petrochemie	167	4.7	14.7	121.3	
Refineries	220			53.6	
Kunstmest	81		8.3	15.6	
Cement	126	0.3	0.1		
Papier en pulp	130	5.2	3.8		
Lichte industrie	170	29.5	39.7		
<b>Totaal</b>		58	67	238	363

De afname van het industriële energiegebruik wordt vervolgens verklaard door forse efficiencyverbeteringen: ten opzichte van 1990 is de energiebesparing in het beeld Schoon Fossiel in de meeste industriële sectoren ongeveer 30 tot 40%. Enkele uitzonderingen hierop zijn de petrochemie (waar slechts een kleine efficiencyverbetering van 15% wordt gerealiseerd) en de lichte industrie (waar verbeteringen van rond de 45% mogelijk zijn). In beide beelden is dezelfde index voor de groei van de fysieke productie verondersteld.

<sup>43</sup> Team Wetenschappelijke Ondersteuning COOL (januari 2001). Notitie voor bijeenkomst 6 van COOL.

Hierdoor wordt het gevolg van de verregaande efficiency verbeteringen in het beeld Duurzaam Energiesysteem zichtbaar. In dit beeld is de efficiency van industriële processen gemiddeld zo'n 15% hoger dan in het beeld Schoon Fossiel.<sup>44</sup> Een belangrijke reden hiervoor is dat de prijs van duurzame energie hoger is, hetgeen verdere efficiency uitlokt. In het beeld Duurzaam Energiesysteem is tevens een hogere mate van materiaalbesparing verondersteld.

In de dialooggroep bestaat scepsis over de haalbaarheid van forse efficiencyverbeteringen. In beide toekomstbeelden wordt uitgegaan van een daling van de energievraag van 3000 naar 2000 PJ, terwijl de productie van het aantal goederen en diensten blijft stijgen. Bovendien ligt de huidige energievraag op ongeveer 3000 PJ en stijgt nog steeds.

In een later stadium van de dialoog is derhalve door de Wetenschappelijke Ondersteuning een pessimistische variant over de energie-efficiency ontwikkeling doorgerekend. Hier wordt op teruggekomen in hoofdstuk 5.

**Box 2.2: Twee beelden van de toekomst in de groep Energie van de Europese Dialoog van COOL**

De Europese Energiegroep startte met één beeld - een biomassa-intensief beeld – waarin uitgegaan wordt van een aandeel van biomassa in de energiemix van 34%<sup>45</sup>. Er ontstonden echter twijfels over de haalbaarheid van dit beeld in verband met het aanzienlijke benodigde ruimtebeslag van de energiegewassen voor bio-energie (geschat op 17% van de Europese gronden, oftewel 80 Mha). Daarom werd een tweede, minder ruimte-intensief, beeld geformuleerd, waarin door middel van grootschalige zon PV 'plants' elektriciteit wordt gegenereerd, waarmee vervolgens waterstof wordt geproduceerd (onder meer te gebruiken als brandstof voor voertuigen). In dit beeld is het ruimtebeslag van energiegewassen ongeveer 50 Mha, waardoor ruimte overblijft voor andere functies, zoals recreatie, extensieve landbouw et cetera. De energiemix bestaat voor 15% uit zon PV, 6% waterstof en 21% biomassa.

In beide beelden wordt een substantieel deel van de energievoorziening verzorgd door gas: 30% (vergelijk met 17% in 1990). Kolen komen in beide beelden niet voor, evenals kernenergie (vergelijk met respectievelijk 23% en 14% in 1990).

Behalve de verdeling van de energiemix, speelt in beide beelden een aantal andere onderwerpen een belangrijke rol. Dit betreft 1) kosten- en leercurves, 2) de zekerheid in aanbod en benodigd landoppervlak, 3) de infrastructuur van het energiesysteem, 4) de groei van de productiecapaciteit en 5) de rol van de huidige stakeholders.

<sup>44</sup> Een besparing van 30 tot 40% in het beeld Schoon Fossiel ligt ruim onder het gemiddelde van 1% per jaar over de afgelopen decennia. De besparing in het beeld Duurzaam Energiesysteem komt ruwweg overeen met dit gemiddelde. Veel kosteneffectieve maatregelen zijn al genomen, en doordat het energiegebruik dichter naar het thermodynamisch minimum schuift, zal het steeds moeilijker worden om besparingen te realiseren.

<sup>45</sup> *COOL Europe. Pathways for the energy sector.* Ecofys B.V.



## 3. Een waaier van opties

### 3.1 Introductie

In dit hoofdstuk worden opties voor drastische CO<sub>2</sub>-emissiereducties beschreven die kansrijk lijken in hetzij één hetzij beide beelden van de toekomst. Hierbij ligt de nadruk op een technische beschrijving van de geanalyseerde opties<sup>46</sup>. Vooraf moet worden opgemerkt dat tijdens de dialoog verschil van mening bleek te bestaan over het nut van een discussie over de mogelijkheden op technologische gebied. Volgens sommigen is nu al de technologie voor vérgaande reductie van broeikasgasemissies beschikbaar en zal de technologie dus niet de limiterende factor zijn. Wel gaat het om de (meer)kosten ten opzichte van een ontwikkeling zonder klimaatdoelstellingen, de verdeling van de kosten over landen en sectoren, en om de betalingsbereidheid. In deze opvatting is het meer zinvol om de discussie over mogelijkheden voor drastische reducties te voeren op basis van mogelijke beleidsinstrumenten. De veronderstelling is dat de beleidskeuzen uiteindelijk bepalend zijn voor de vraag welke opties zich zullen gaan ontwikkelen.<sup>47</sup>

Anderen zijn echter van mening dat het zeer zinvol is om een discussie over technologische mogelijkheden te voeren. Volgens hen kunnen drastische reducties van broeikasgassen, in orde van grootte van 80% in 2050, niet gerealiseerd worden vanuit de bestaande oplossingsruimte. Hiervoor moet dus verdergaande technologische ontwikkeling en innovatie plaatsvinden. De belangrijkste vraag hier is welke actoren bereid zijn om te investeren in technologische innovatie en hoe het proces van technologische innovatie versneld kan worden.<sup>48</sup>

Teneinde aan beide standpunten tegemoet te komen, heeft de dialooggroep eerst de implementatietrajecten van een aantal technologische opties geanalyseerd, en vervolgens de mogelijke bestuurlijke routes om op de lange termijn drastische emissiereducties te realiseren. De kansen en problemen die zich bij de implementatie van de opties voordoen, worden beschreven in hoofdstuk 4. Hoofdstuk 5 besteedt aandacht aan het bestuurlijk instrumentarium en de rollen van de verschillende betrokken actoren.

Besloten is om kernenergie niet in de analyse te betrekken. Argumenten hiervoor zijn de hoge kosten van kernenergie; de ontoereikendheid van de uraniumvoorraad om op de lange termijn in kernenergie te voorzien; het afvalprobleem; en tenslotte de verwachting

---

<sup>46</sup> Het begrip ‘optie’ kan breed gedefinieerd worden; in beginsel bestaat hier in het project geen beperking voor. In het materiaal dat de groep is aangeboden, is het begrip ‘optie’ echter wel in een beperkte betekenis gebruikt, namelijk als *technologische optie* (zie Faaij et al., 1999, en het informatiepakket COOL met fact sheets, januari 2000). De niet-technologische opties, zoals regelgeving, normering en verhandelbare emissierechten, komen aan bod bij het in kaart brengen van de bestuurlijke route voor het realiseren van 80% emissiereductie in hoofdstuk 4.

<sup>47</sup> Van Soest, J.P. en T. van der Werff (februari 2000). *Klimaatbeleid voor de industrie. Essay in het kader van de COOL-dialoog* (concept). CE, Delft.

<sup>48</sup> Zie ook: M. Arentsen en E. Luiten (2000). *Shaping future technology. Position paper for the COOL-dialogue on climate change options*.

dat er zoveel maatschappelijke en politieke weerstand tegen kernenergie zal blijven bestaan, dat het niet reëel is om hier hoge verwachtingen over te hebben. Bovendien heeft de discussie omtrent kernenergie een vrij emotioneel karakter, hetgeen de argumentaties rondom de overige opties zou kunnen belasten. Dit neemt niet weg dat op termijn kernenergie een rol zou kunnen spelen.

### 3.2 Biomassa

Biomassa is organisch materiaal, zoals gewassen, planten en bomen. Biomassa is een hernieuwbare energiebron, die momenteel ongeveer 10% van de mondiale energievoorziening dekt (al gaat dit nu nog vooral gepaard met ontbossing in ontwikkelingslanden). Biomassa wordt nu nog met name toegepast als warmtebron, als bouw materiaal en voor de papierproductie. Nieuwe, grootschalige mogelijkheden zijn er voor 1) opwekken van elektriciteit, 2) productie van motorbrandstoffen en 3) productie van grondstoffen voor de chemie. Hiervoor is een conversie van de ruwe biomassa naar nuttige energievormen nodig.

In Nederland wordt biomassa thans gebruikt voor de energievoorziening, al is de bijdrage zeer beperkt (minder dan 1%). Momenteel zijn er twee bio-centrales in aanbouw. In Lelystad zullen houtsnippers verbrand worden, en in de Amercentrale in Geertruidenberg zal sloophout vergast worden en daarna verbrand in bestaande turbines.<sup>49</sup> Op wereldschaal zijn de grootste potentiële leveranciers van biomassa Latijns-Amerika, Noord-Amerika, Oost-Europa en Sub-Sahara Afrika. In al deze gebieden is natuurbehoud prioriteit nummer één. Er is een behoorlijk areaal zogenaamde gedegradeerde gronden aanwezig in deze gebieden. Dit zijn gronden die niet meer geschikt zijn voor voedselproductie, of eenjarige gewassen, maar wel voor bepaalde typen hout.<sup>50</sup>

In het toekomstbeeld Schoon Fossiel wordt ingezet op een aandeel van biomassa in het totale energie-aanbod in Nederland in 2050 van 300 PJ (15%). In het toekomstbeeld Duurzaam Energiesysteem wordt uitgegaan van een aanzienlijk groter aandeel biomassa: 1000 PJ (50%).

### 3.3 CO<sub>2</sub>-opslag

De CO<sub>2</sub> die bij verbranding van fossiele brandstoffen of de productie van waterstof vrijkomt, kan worden afgevangen om vervolgens op te slaan onder de grond. Er zijn vier typen reservoirs om CO<sub>2</sub> in op te slaan, namelijk 1) (uitgeputte) olie- en gasvelden, 2) aquifers, 3) oceanen en 4) steenkoollagen. In Nederland zijn lege gasvelden en aquifers de belangrijkste mogelijkheden. De potentiële voor opslag in steenkoollagen zijn in principe groot, maar veel aspecten moeten nog nader worden onderzocht.

De capaciteit voor opslag van CO<sub>2</sub> in gasvelden komt beschikbaar op het moment dat deze velden zijn uitgeput (vanaf 2000). Voor Nederland wordt de opslagcapaciteit in

---

<sup>49</sup> J. Spakman, R. Folkert en G.J. van den Born (2000). *Biomassa: potentieel en implicaties*. RIVM

<sup>50</sup> Zie ook: A. Faaij, R. van den Broek, B.C.W. van Engelenburg en E. Lysen (2000). *World-wide potential of bio-energy and possibilities for large scale international trade: technical analysis and policy aspects*. NW&S, Utrecht.



gasvelden op 12 Gt CO<sub>2</sub> geschat. De komende decennia komen steeds meer velden beschikbaar.

De opslagcapaciteit van CO<sub>2</sub> in waterdragende lagen (aquifers) die dieper liggen dan 750 meter varieert van 1 tot 40 Gt CO<sub>2</sub>, afhankelijk van het wel of niet vereisen van de aanwezigheid van een afsluitende laag.<sup>51</sup>

### 3.4 Zon PV

Photovoltaïsche zonne-energie systemen (kortweg zon PV) zetten zonnestraling om in elektriciteit. Deze PV systemen kunnen de opgewekte elektriciteit aan het elektriciteitsnet leveren, of bijvoorbeeld een geïsoleerde woning van energie voorzien. Een PV systeem bestaat uit een harde of flexibele halfgeleidermodule en – in het geval van teruglevering aan het net – een inverter. Bij losstaande systemen is meestal ook een batterij aanwezig. Momenteel wordt voornamelijk gebruik gemaakt van multikristallijn silicium zonnecellen. Dit harde materiaal zal in de toekomst waarschijnlijk plaatsmaken voor flexibele zonnecellen. Afgezien van de emissies bij de productie van een zonnecel (die overigens verwaarloosbaar zijn), is elektriciteit uit zon PV CO<sub>2</sub>-neutraal.

Volgens de dialooggroep zullen de toepassingen van zon PV er in 2050 heel anders uitzien dan de huidige toepassingen: PV cellen zullen geïntegreerd zijn in materialen en kunnen in principe toegepast worden in elk oppervlak dat daglicht opneemt. Het uitgangspunt is dat de elektriciteit uit zon PV zoveel mogelijk in Nederland wordt opgewekt.

In het beeld Duurzaam Energiesysteem wordt uitgegaan van een aandeel van zon PV in de energie-aanbodmix van 8% (150 PJ). In het beeld Schoon Fossiel is het aandeel van zon PV aanzienlijk minder; 3% (50 PJ).

### 3.5 Windenergie

Een windturbine is uitgerust met een rotor, voorzien van twee of meerdere rotorbladen. Wanneer door wind deze rotor wordt aangedreven, wordt mechanische energie met behulp van een turbine omgezet in elektriciteit. Bij grote windparken zal er vaak een koppeling met het elektriciteitsnet zijn, terwijl kleinere systemen (van een of enkele windturbines) plaatselijk een rol in de energievoorziening van bijvoorbeeld enkele huizen of een dorp kunnen spelen.

In de analyse van de mogelijkheden van deze optie wordt uitgegaan van de toepassing van windenergie voor grootschalige offshore elektriciteitsopwekking. In het beeld Schoon Fossiel is de rol van windenergie betrekkelijk klein: slechts 3% (50 PJ) van het energieaanbod wordt verzorgd door wind. In het beeld Duurzaam Energiesysteem is een grotere rol voor windenergie weggelegd: 12% van het totale aanbod, oftewel 250 PJ.

---

<sup>51</sup> R. Folkert (aug. 2000). *CO<sub>2</sub>-opslag: potentieel en milieu / veiligheidsaspecten*. Achtergrondnotitie behorend bij de rapportage: Synergie in de aanpak van klimaatverandering en verzuuring. RIVM en ECN.

### 3.6 Energie-efficiency

In de industriële sector kunnen CO<sub>2</sub>-emissies aanzienlijk worden teruggebracht door verbetering van de energie-efficiency.<sup>52</sup> In de sectoren chemie, petrochemie en raffinage schuift het energiegebruik steeds verder naar het thermodynamisch minimum, waardoor in de *bestaande* processen slechts nog kleine verbeteringen gerealiseerd kunnen worden. Toepassing van *nieuwe* processen kan het energiegebruik per eenheid fysieke output wel weer omlaag brengen. In andere bedrijfstakken (met name de lichte industrie) is in de bestaande processen nog veel winst te behalen.

De reductie van CO<sub>2</sub>-emissies hangt sterk af van het veronderstelde productievolume. De Wetenschappelijke Ondersteuning heeft berekeningen gemaakt bij een groei van het productievolume met 50% in 2050 ten opzichte van de oorspronkelijke volume-groei cijfers (zie tabel 6 in hoofdstuk 5).

In het beeld Schoon Fossiel is het verbeteringspotentieel van energie-efficiency 35 tot 40% ten opzichte van de energie-efficiency in 1990. In het beeld Duurzaam Energiesysteem is dit 50%.

### 3.7 Waterstof

De veronderstelde toepassing van waterstof hangt sterk af van het toekomstbeeld dat gehanteerd wordt. In het beeld Schoon Fossiel wordt waterstof met name geproduceerd uit aardgas of steenkool en gaat gepaard met CO<sub>2</sub>-opslag. In het beeld Duurzaam Energiesysteem wordt waterstof via conversie gegenereerd uit biomassa, of via elektrolyse met elektriciteit uit duurzame bronnen (zoals zon en wind).

### 3.8 Warmte-kracht-koppeling

Bij grote industriële productiefaciliteiten wordt naast elektriciteit vaak ook veel (lage temperatuur) warmte gebruikt. Deze warmte kan worden opgewekt door directe verbranding van bijvoorbeeld aardgas. Op deze manier wordt echter een hoog-calorisch product (namelijk aardgas) omgezet in een laagwaardige energiedrager (warmte). Een efficiëntere manier om voor dit doel warmte te produceren is door middel van WKK. Bij de productie van elektriciteit wordt de door verbranding van fossiele brandstoffen gegenereerde stoom via een turbine in elektriciteit omgezet. De warmte die na de turbine overblijft, wordt meestal opnieuw gebruikt voor de productie van elektriciteit. Als deze warmte niet opnieuw gebruikt wordt, maar direct aan industriële complexen geleverd wordt, zal het elektrisch rendement dus dalen. Hier staat tegenover dat er geen hoogwaardige energiedrager gebruikt hoeft te worden voor de productie van warmte, waardoor het totale (exergetische) rendement zal stijgen.

In het beeld Schoon Fossiel wordt uitgegaan van grootschalige 'schoon fossiele' WKK. De vrijgekomen CO<sub>2</sub> zal worden afgevangen en vervolgens ondergronds opgeslagen. De verwachting is dat in 2050 circa 30.000 Mwe uit WKK kan worden opgewekt. Dit betreft ongeveer 70% van de elektriciteitsvraag.

---

<sup>52</sup> D.J. Treffers (aug. 2000). *Energiebesparing in de industrie*. Paper voor de Nationale Dialoog van het COOL project. NW&S, Utrecht.

## 4. Implementatietrajecten voor kansrijke opties

### 4.1 Introductie

Een belangrijk onderdeel van de dialoog was de analyse van de vraag hoe kansrijke opties te implementeren zijn. Deze analyse werd in een aantal rondes uitgevoerd, waarbij elke ronde was toegespitst op een optie die in de context van hetzij één hetzij beide toekomstbeelden een rol speelt. Terugredenerend naar het heden werd nagegaan welke problemen in elk geval aangepakt zouden moeten worden om de optie te implementeren en wat hierbij kansen en mogelijke oplossingsrichtingen zijn.

De gevolgde analysemethode staat in de literatuur bekend als ‘backcasting’<sup>53</sup>. Backcasting houdt in het terugredeneren vanuit een bepaald – wenselijk of onwenselijk – toekomstbeeld naar het heden, teneinde in kaart te brengen welke inspanningen (beleidsmaatregelen, technologische ontwikkelingen, gedragsverandering et cetera) noodzakelijk zijn om de gewenste toekomst te realiseren, dan wel de ongewenste toekomst te voorkomen. Een backcasting exercitie bestaat uit de volgende zes stappen: 1) beschrijven van de optie in de context van een bepaald toekomstbeeld, 2) inventariseren van kansen en barrières, 3) kiezen van het meest uitdagende probleem, 4) ontwikkelen van oplossingsstrategieën, 5) in kaart brengen van het totale implementatietraject en 6) uitvoeren van een gevoeligheidsanalyse met een ander toekomstbeeld waarin de optie relevant is.

In de volgende paragrafen worden de analyses eerst per optie besproken, waarna het hoofdstuk wordt afgerond met een beknopte vergelijking van de resultaten. Het gaat hier om illustratieve cases die een indruk geven van de kernthema’s die van belang zijn voor het realiseren van drastische reducties van broeikasgassen in de sector. Op basis van de analyses per optie worden in het volgende hoofdstuk criteria voor lange termijn klimaatbeleid ontwikkeld en technologische oplossingsroutes voor de sector als geheel geschetst.

De volgende opties zijn geanalyseerd: biomassa (paragraaf 4.2), CO<sub>2</sub>-opslag (paragraaf 4.3), zon PV (paragraaf 4.4), windenergie (paragraaf 4.5), energie-efficiency (paragraaf 4.6), waterstofinfrastructuur (paragraaf 4.7) en WKK (paragraaf 4.8). Paragraaf 4.9 biedt een vergelijking van de resultaten.

### 4.2 Biomassa

De analyse van de optie biomassa heeft plaatsgevonden in de context van het beeld Duurzaam Energiesysteem. Dit beeld gaat uit van een bijdrage van biomassa aan de energiemix in 2050 van 1000 PJ (dit is 50% van het totale aanbod). Dit betreft vooral meerjarige gewassen, zoals grassen en hout.

---

<sup>53</sup> K.H. Drehborg (1996). The essence of backcasting. *Futures*, vol. 28, no.9, pp. 813 – 828.

### Het meest uitdagende probleem

De grootschalige implementatie van biomassa stuit op verschillende problemen. Zo kunnen in de hele keten van de productie en het gebruik van biomassa milieu-effecten optreden (dioxine, CO<sub>2</sub> en non-CO<sub>2</sub>, toxische verontreinigingen); is nog veel technologische ontwikkeling vereist voor conversie; zijn mogelijk nieuwe systemen nodig voor transport en voor energie-infrastructuur, hetgeen hoge kosten met zich meebrengt; ondervindt de toepassing van biomassa opstartproblemen, omdat bestaande energiedragers vooralsnog goedkoper zijn; en kan het zijn dat de biomassa producerende landen een protectionistische houding aannemen.

Het meest uitdagende probleem wordt echter gevormd door het ruimtebeslag van biomassa. Voor 1000 PJ energie uit biomassa is naar schatting 4 miljoen hectare land nodig. Gezien de schaarste en de hoge grondprijs in Nederland, is het niet waarschijnlijk dat grote arealen beschikbaar komen voor energieteelt. Op basis van veronderstellingen over beschikbaar areaal en opbrengst per hectare, wordt de hoeveelheid energie uit op Nederlandse grond geteelde biomassa geschat op 45 PJ. De groep beschouwt het als een ernstig bezwaar dat het grootschalig gebruik van biomassa zo'n groot ruimtebeslag in het buitenland heeft. Het leidt tot concurrentie van functies (zoals recreatie, voedselproductie, natuur) en veroorzaakt wellicht logistieke problemen vanwege het benodigde transport (met name in het begin). Deze problemen zullen zich uiten in hoge kosten. De groep verwacht dat grootschalige teelt van biomassa kan rekenen op veel maatschappelijke weerstand. Dit hangt echter af van de wijze waarop met biomassa wordt omgegaan, en waar het geteeld wordt.

### Kansen

*Externe baten:* biomassa kan in bepaalde landen een extra bron van inkomsten zijn, en extra werkgelegenheid met zich meebrengen. Bovendien kan biomassa mogelijk bijdragen aan de restauratie van gronden, aan het tegengaan van erosie en aan reductie van CO<sub>2</sub>-gehalte door als sink te fungeren. Tenslotte worden kansen gezien in technologie-export.

*Geïntegreerde oplossingen:* maximale toepassing (door cascadering), waardoor de biomassa optimaal efficiënt toegepast wordt. Verder wordt een integrale oplossing geboden door het gebruiken van zogenaamde gedegradeerde gronden voor biomassa. Dit zijn gronden die niet meer voor voedselproductie gebruikt kunnen worden, maar wel geschikt zijn voor biomassateelt.

*Technologische innovatie:* de ontwikkeling van ruimte-intensieve technologieën, waardoor op de beperkte beschikbare ruimte een optimale toepassing van biomassa kan plaatsvinden. Verder is de bestaande industriële infrastructuur zeer geschikt voor het verder ontwikkelen van conversietechnologieën. Dit zou kunnen betekenen dat Nederland geïmporteerde biomassa grootschalig kan verwerken.

### Gewenste oplossingsrichting

*Internationale en integrale benadering:* belangrijke eisen aan de oplossingsstrategie zijn internationale samenwerking en een integrale benadering. Reeds in een vroeg stadium

moeten internationale bondgenoten gezocht worden om schaalvergroting te realiseren en om proefprojecten op te zetten.

*Level playing field:* in de eerste vijftien jaar moet de creatie van de markt plaatsvinden. Dit houdt ondermeer in dat de overheid een beleidsinstrumentarium zou moeten hantieren, dat er voor zorgt dat biomassa even duur, of zelfs iets goedkoper wordt dan concurrerende energiedragers. Hierdoor wordt een binnenlandse markt gecreëerd en wordt het voor producenten aantrekkelijk om te investeren.

*Business plan biomassa:* het is van belang dat er een geloofwaardig business plan komt te liggen, met goede marktperspectieven. Dit is noodzakelijk om van de overheid financiering te krijgen voor verdere technologische ontwikkeling.

*Ontwikkeling van kennis en technologie:* reeds op de korte termijn moet ingezet worden op technologische ontwikkeling en innovatie. Nederland heeft reeds behoorlijk wat expertise in huis en de bestaande industriële infrastructuur biedt prima aanknopingspunten (met name op het gebied van conversietechnologieën). Voor deze kennisontwikkeling zou een groot industrieel kenniscomplex moeten worden opgezet, waarin universiteiten en bedrijfsleven samenwerken. De contacten die via organisaties als stichting FACE en het Landbouwnetwerk met het buitenland bestaan, moeten eveneens hierin betrokken worden. Behalve de overheid, zou ook op zoek gegaan kunnen worden naar andere financiers, zoals het bedrijfsleven.

De markt voor biomassa is thans nog aan het opstarten en moet dus nog helemaal gestructureerd worden. Volgens de dialooggroep betekent dit dat in de beginfase (tot 2020) een aantal knelpunten optreden (aanbodproblemen, ruimtebeslag, maatschappelijke acceptatie). Indien deze knelpunten in de beginfase worden opgelost, zal de verdere implementatie van biomassa goed kunnen verlopen.

### 4.3 CO<sub>2</sub>-opslag

De optie CO<sub>2</sub>-opslag is gebackcast tegen de achtergrond van het toekomstbeeld Schoon Fossiel. In dit beeld wordt een energiesysteem verondersteld dat nog voor een groot deel gebaseerd is op fossiele brandstoffen. De CO<sub>2</sub> die geëmitteerd wordt, wordt (zeker bij de grote puntbronnen) afgevangen en opgeslagen.

Het meest uitdagende probleem

De implementatie van CO<sub>2</sub>-opslag ondervindt verschillende barrières. Zo is het vooralsnog onzeker of de kosteneffectiviteit van deze optie wel zo groot is als soms wordt verondersteld. Zodra duurzame reductieopties goedkoper worden, zullen zij met CO<sub>2</sub>-opslag gaan concurreren. Een andere barrière zijn de dure afvangers. Er is een doorbraaktechnologie nodig om dit probleem te verhelpen.

Het grootste probleem wordt echter gevormd door de maatschappelijke weerstand die tegen CO<sub>2</sub>-opslag bestaat, op zowel principiële als praktische gronden. De veiligheidsrisico's kunnen nooit helemaal tot nul worden gereduceerd, er bestaat een principiële weerstand tegen end-of-pipe oplossingen, en fossiele energie heeft een slecht imago in vergelijking met duurzame bronnen.

Tegelijkertijd is er wel enige twijfel over de hardheid en de massaliteit van deze weerstand. Stel namelijk dat de optie veilig gerealiseerd kan worden, zal dan het voordeel van het gemak waarmee het CO<sub>2</sub>-probleem opgelost kan worden (namelijk zonder wezenlijke offers in ons gedragspatroon), niet veel dominanter zijn dan de kritische kanttekeningen die bij deze optie gemaakt kunnen worden? Met andere woorden: hoe duurzaam is de weerstand tegen de optie CO<sub>2</sub>-opslag als blijkt dat het klimaatprobleem kan worden opgelost, terwijl toch alle auto's kunnen blijven rijden?

### Kansen

*Overgang naar een waterstofeconomie:* CO<sub>2</sub>-opslag biedt de mogelijkheid voor de ontwikkeling van de waterstoftechnologie en de overgang naar een schone waterstofeconomie. Waterstof biedt vele voordelen: zoals: zeer kleinschalig inzetbaar, breed inzetbaar (industrie, transport, huishoudens), met CO<sub>2</sub>-afvang uit fossiele bronnen schoon, eveneens mogelijk uit biomassa of elektrolyse (hetgeen erg duur is).

*Implementatie van de brandstofcel:* tevens biedt CO<sub>2</sub>-opslag de mogelijkheid voor groot-schalige implementatie van de brandstofcel.

*Opslaan emissies uit biomassa:* deze optie hoeft niet alleen voor de opslag van CO<sub>2</sub> uit fossiele brandstoffen aangewend te worden; ook de CO<sub>2</sub>-emissies uit biomassa kunnen door middel van CO<sub>2</sub>-opslag verminderd worden.

*Tegengaan bodemdaling:* ondergrondse opslag van CO<sub>2</sub> kan bijdragen aan het beperken van de drukreductie in de bodem, die als gevolg van de gaswinning kan ontstaan.

*Kernenergie buiten de deur:* opslag van CO<sub>2</sub> onder de grond maakt de toepassing van kernenergie in principe overbodig.

*Kleinschalige toepassing:* vanwege de risico's en het (end-of-pipe) karakter van CO<sub>2</sub>-opslag, staat de sector enigszins aarzelend tegenover grootschalige opslag. Dit neemt echter niet weg dat, indien vanwege efficiency en de toepassing van andere opties de restpost CO<sub>2</sub> veel kleiner is ten opzichte van de huidige, een kleinschalige toepassing van deze optie een goede uitkomst zou bieden voor het CO<sub>2</sub>-neutraal maken van het 'fossiele' deel uit de energiemix.

### Gewenste oplossingsrichting

*Voorbeeldprojecten:* voor het verminderen van de maatschappelijke weerstand, zullen op korte termijn voorbeeldprojecten opgestart moeten worden.

*Overheidsbeleid gericht op gelijke marktkansen voor CO<sub>2</sub>-opslag en renewables:* aangenomen wordt dat geen enkele optie op zichzelf voldoende zal zijn voor het oplossen van het klimaatprobleem. Essentieel is daarom de vraag naar de juiste energiemix. Deze kan – en zal – in de loop van de tijd verschuiven. Het overheidsbeleid moet daarom niet zozeer gericht zijn op het maken van keuzes voor bepaalde opties, maar veel meer op het creëren van gelijke marktcondities voor zo veel mogelijk opties. *“Een grote fout in de kernenergie discussie is de bewering geweest dat kernenergie de enige energiedrager zou (kunnen) gaan worden”*.

*Technologische innovatie:* tegelijkertijd zal gewerkt moeten worden aan het verbeteren van de veiligheid en het minimaliseren van de risico's. Hiervoor is technologische inno-

vatie en ontwikkeling van kennis nodig. Gesuggereerd wordt dat een Nationaal Programma voor CO<sub>2</sub>-opslag wordt opgesteld. Van de overheid wordt een stimulerende rol verwacht in voor het uitvoeren van onderzoeksprojecten over CO<sub>2</sub>-opslag.

*Het stimuleren van de waterstofeconomie:* waterstof kan op verschillende manieren geproduceerd worden, namelijk op basis van fossiele energiebronnen (in combinatie met CO<sub>2</sub>-opslag), of op basis van duurzame energiebronnen (zoals biomassa).

*(Markt)onderzoek naar faciliteiten voor CO<sub>2</sub>-opslag voor West-Europa:* het zou interessant zijn om na te gaan of Nederland mogelijkheden heeft voor de opslag van CO<sub>2</sub> voor Westeuropese landen, die concurrerend zijn met de opslagmogelijkheden in de landen zelf. Dit kan, met het oog op de mogelijk sterk oplopende kosten voor CO<sub>2</sub>-reductie, wellicht in de toekomst een interessante markt worden.

Verder worden nog een aantal aandachtspunten genoemd in het beleid rondom CO<sub>2</sub>-opslag. Ten eerste moet ervoor gewaakt worden dat, vanwege de maatschappelijke weerstand tegen CO<sub>2</sub>-opslag, de toepassing van deze optie ertoe leidt dat het draagvlak voor klimaatbeleid in de samenleving teloor gaat. Ten tweede zou implementatie van CO<sub>2</sub>-opslag niet ten koste mogen gaan van Clean Development Mechanism (CDM) projecten. Een derde aandachtspunt tenslotte is, dat investeringen in CO<sub>2</sub>-opslag niet ten koste moeten gaan van investeringen in andere opties. Op termijn zal op verschillende opties tegelijk moeten worden ingezet, teneinde de emissies van CO<sub>2</sub> in 2050 met 80% te reduceren.

#### **4.4 Zon PV**

De optie zon PV is gebackcast in de context van het beeld Duurzaam Energiesysteem. In dit toekomstbeeld wordt er vanuit gegaan dat in 2050 8% van de energievoorziening uit zon PV komt. Het doel is om deze energie in Nederland op te wekken.

##### Het meest uitdagende probleem

De implementatie van de optie zon PV ondervindt allerlei barrières. Zo wordt getwijfeld of er wel voldoende toegang is tot het benodigde oppervlak (in de gebouwde omgeving is men echter van mening dat er voldoende oppervlak is); wordt het huidige energiesysteem (met name het elektriciteitsnet) behoorlijk inert gevonden; worden problemen verwacht met de afstemming van vraag en aanbod; wordt gerekend op maatschappelijke weestand op het gebied van esthetiek en architectuur; en wordt een gevestigde gewoonte in de bouwindustrie gesignaleerd, die niet gemakkelijk is te veranderen.

Het meest uitdagende probleem zijn de hoge kosten van zon PV, die een grootschalige introductie in de markt in de weg staan. Behalve de kosten van de PV cellen zelf, betreft dit ook de BOS-kosten. BOS staat voor Balance Of System en betreft het converteren van gelijkstroom in wisselstroom en de transformatie voor teruglevering aan het net. Op het moment is er een sterke leercurve voor de kosten van het zon PV paneel. De BOS is een conventionele technologie met een heel andere leercurve. Dit deel bepaalt echter wellicht op termijn de 'rock bottom' kosten.

Met deze kosten hangt een ander probleem samen, namelijk de benodigde technologische oplossingsruimte, die bij kan dragen aan een verlaging van de kosten. De vraag is

welke actoren het initiatief gaan nemen (zowel wat betreft het bevorderen van groot-schalige marktintroductie, als wat betreft het investeren in technologische ontwikkeling).

### Kansen

Zon PV biedt echter ook verschillende kansen. Het biedt de mogelijkheid voor een nieuwe bedrijfstak in Nederland; het vormt een stimulans voor de kennisindustrie in Nederland; zon PV kan tot een daling van het batterijgebruik leiden; er kan een technologie-overdracht naar andere landen plaatsvinden. Tenslotte biedt het positieve imago van zon PV kansen om implementatie te bevorderen.

### Gewenste oplossingsrichting

*Technologische ontwikkeling:* op de korte termijn (tussen 2000 en 2010) moet een technologisch topinstituut opgericht worden, waarin overheid, bedrijfsleven en de wetenschap gaan samenwerken (ook met internationale partners) aan de ontwikkeling van een optimale toepassing van zon PV. Verwacht wordt dat vóór 2010 een technologische doorbraak op het gebied van de PV cel zal plaatsvinden. Van de overheid wordt verwacht dat zij de voorwaarden schept om deze technologische ontwikkeling mogelijk te maken.

*Stimuleren van de marktontwikkeling:* het is zaak om door middel van schaalvergroting de kosten voor zon PV omlaag te brengen. Vanaf 2025 zal de marktontwikkeling niet meer gestimuleerd hoeven te worden. PV is dan voldoende gepenetreerd in de markt en zal rendabel zijn. Dit zou kunnen leiden tot forse schaalvergroting, waardoor de bijdrage in de energievoorziening wel eens groter zou kunnen zijn dan de veronderstelde 8%.

*Zon PV in de gebouwde omgeving.* Tussen nu en 2020 zullen in de bestaande bouw daken en andere onderdelen van huizen vervangen moeten worden ten behoeve van PV. Dit betekent kapitaalvernietiging. De dialooggroep betwijfelt of dit wel zal gebeuren. Indien dit niet gebeurt, ontstaat de noodzaak om buiten de gebouwde omgeving PV te gaan implementeren.

*Aanpassen netinfrastructuur.* Het aanbod van zon PV is afhankelijk van het al dan niet schijnen van de zon. Geen zon, dan ook geen elektriciteit. Om te voorkomen dat op piekmomenten een tekort ontstaat, zal een back-up faciliteit aanwezig moeten zijn ('piekscheren'). Dit kan worden gerealiseerd in de vorm van elektriciteitsopslag, of door extra productiecapaciteit die onafhankelijk is van het aanbod van zon (bijvoorbeeld een elektriciteitscentrale op gas). Een andere manier om aan 'piekscheren' te doen, is door middel van tariefdifferentiatie.

*Waterstofproductie.* Op basis van de elektriciteit die opgewerkt wordt met PV wordt water gesplitst in waterstof en zuurstof. De waterstof kan als opslagmedium dienen of als alternatieve brandstof bijvoorbeeld voor brandstofcellen in de transportsector.

*Wellicht import van PV stroom uit het buitenland:* 'grootschalige opzet van PV panelen in de Sahara'. Er wordt betwijfeld of de toepassing in Nederland voldoende zal zijn om de 80% doelstelling te behalen. Er wordt dus rekening mee gehouden dat op termijn (2046) wellicht toch PV stroom uit het buitenland moet worden geïmporteerd.



## 4.5 Windenergie

De analyse van de optie windenergie heeft plaatsgevonden tegen de achtergrond van het beeld Duurzaam Energiesysteem. In dit beeld wordt ingezet op een groot offshore windpark met een vermogen van 20.000 mWe (in vergelijking met 2 mWe dat in de huidige praktijk draait). Dit park zal een oppervlakte van ongeveer 2000 km<sup>2</sup> beslaan (bijvoorbeeld 30 km breed en 70 km lang: zeg maar de kustlijn van Noord-Holland).<sup>54</sup> De jaarlijkse productie van het park (bij verondersteld 2000 vollast uren/jaar): 40 tWh (dit is 20% van het geschatte binnenlands elektriciteitsgebruik in 2050).

### Het meest uitdagende probleem

De introductie van de optie windenergie ondervindt verschillende problemen en barrières. Zo wordt getwijfeld aan de betrouwbaarheid van de windturbine, kan het onderhoud van een offshore windpark problematisch zijn en worden nog andere problemen gesignaleerd zoals geluidhinder, horizonvervuiling en mogelijke hinder voor de vogeltrek.

Het meest uitdagende probleem dat zich in de implementatie van windenergie voordoet, zijn de hoge kosten. De installatie- en aansluitingskosten en de onderhoudskosten van windturbines zijn structureel hoog en de noodzaak voor grootschalige opslagmogelijkheden en / of conversietechnieken (voor omzetting in bijvoorbeeld waterstof) brengt hoge kosten met zich mee.

Vanwege de onbetrouwbaarheid van het aanbod aan wind, is voor een betrouwbare energievoorziening een forse opslagcapaciteit of een back-up voorziening nodig.

### Kansen

*Beter zeemilieu:* door het weren van andere economische activiteiten in het windpark (scheepvaart, visserij, olie- en gaswinning), kan lokaal een beter en ongestoord milieu ontstaan.

*Recreatie:* Indien door de aanleg van een offshore park een Noordzee-randmeer ontstaat, ontstaan aanvullende mogelijkheden voor watersport en dergelijke.

*Export van kennis en producten:* Nederland heeft een sterke positie in offshore activiteiten en bijbehorende constructies. Door de ligging aan de zee is Nederland wellicht in een gunstige positie voor een aannemersrol in de regio voor offshore wind. De productie van windturbines vindt bij voorkeur over zee plaats. Hier liggen mogelijkheden voor Nederland.

### Gewenste oplossingsrichting

*Prijzdaling:* het is van belang dat de kostprijs van windenergie omlaag gaat, zodat een introductie in de markt vergemakkelijkt wordt. De groep heeft zich in de backcasting niet uitgesproken over welke actoren hier als initiatiefnemer op zouden moeten treden.

---

<sup>54</sup> Verondersteld wordt dat in de komende decennia units van 5 mWe de stand der techniek zullen worden. Er zijn dus 4000 turbines nodig. In een parkopstelling heeft een dergelijke molen circa 0,5 km<sup>2</sup> (50 ha) aan ruimte nodig. Dit komt uit op een park van ongeveer 2000 km<sup>2</sup> (200.000 ha).

Wel is aangegeven dat de meeropbrengst van groene stroom gebruikt moet worden om de concurrentiepositie van dit product te verbeteren.

*Technologische ontwikkeling:* momenteel zijn windturbines van 1 en 1,5 mWe gebruikelijk. Eenheden van 2 mWe zijn recentelijk in gebruik genomen. Op korte termijn (voor 2010) moeten windturbines van 5 mWe ontwikkeld en gedemonstreerd zijn. Indien windenergie echt een kans wil krijgen, moet een nieuwe benadering van de windturbine ontwikkeld worden, die meer robuust is. Welke actoren hierin het initiatief nemen, is in de dialoog niet uitgewerkt.

*Opzet pilot project:* rond 2010 zou een pilot project opgezet moeten worden met 100 windturbines á 5 mWe. Na afloop vindt een evaluatie plaats.

*Opslagcapaciteit:* er moet gezocht worden naar mogelijkheden voor opslag. De volgende opties moeten onderzocht en vergeleken worden: 1) niveau verschil van water, 2) accu's en 3) conversie naar waterstof en vervolgens opslag. Rond 2020 wordt gestart met de bouw van een groot offshore park. Tegen die tijd moet de opslag zeker gesteld worden. Een alternatief voor het 'piekscheren' is het invoeren van tariefsdifferentiatie.

#### **4.6 Energie-efficiency**

De optie energie-efficiency is gebackcast tegen de achtergrond van het beeld Schoon Fossiel. In dit beeld wordt uitgegaan van een efficiency verbetering van 50% voor het hele Nederlandse energiesysteem (van 3000 PJ naar 2000 PJ). Uit latere berekeningen door de Wetenschappelijke Ondersteuning is echter gebleken dat in het beeld Schoon Fossiel slechts 35 tot 40% efficiencyverbetering kan worden behaald. Alleen in het beeld Duurzaam Energiesysteem komen de verbeteringen in de buurt van de 50%.

##### Het meest uitdagende probleem

Verschillende barrières bemoeilijken het realiseren van sterke efficiency verbeteringen. Het meest uitdagende probleem is de lange afschrijvingstermijn van investeringen bij de gangbare kostenberekeningsmethodieken. Hierdoor is het moeilijk om een balans te vinden tussen benodigde en interessante opties op de korte termijn, en substantiële doorbraken voor de lange termijn. Dit kan als volgt uitgelegd worden: voor een verbetering van de efficiency zijn ruwweg twee aanpakken; een korte termijn en een lange termijn aanpak. De korte termijn aanpak houdt in dat elk jaar circa 1% efficiency verbeteringen worden gerealiseerd, maar dat men uiteindelijk tegen een plafond aanloopt waarbij geen verdere verbeteringen meer mogelijk zijn (het thermodynamisch minimum in de bestaande processen is immers bereikt). In de lange termijn aanpak worden in eerste instantie geen investeringen gedaan voor efficiency verbeteringen, maar vindt er wel onderzoek plaats. Zodra een doorbraaktechnologie daadwerkelijk beschikbaar komt, wordt deze geïnstalleerd. Dit leidt tot nieuwe processen, waarin het thermodynamisch minimum nog niet is bereikt en dus verdere efficiency verbetering mogelijk is dan in de bestaande processen. Deze twee aanpakken kunnen echter met elkaar conflicteren. Op het moment dat elk jaar (kleine) investeringen plaatsvinden om de efficiency te verbeteren, zal de bereidheid om fors te investeren in de ontwikkeling van doorbraaktechnologieën minder aanwezig zijn. Deze investeringen zijn echter noodzakelijk om op de lange ter-

mijn flinke efficiencyverbeteringen te realiseren. Hier moet dus een goede balans in gevonden worden.

### Kansen

De analyse heeft twee belangrijke kansen geïdentificeerd voor het verbeteren van de efficiency op de lange termijn.

*Informatie en Communicatie Technologie (ICT)*<sup>55</sup> is de eerste. Met behulp van computers en regelapparatuur kunnen processen geoptimaliseerd worden tegen lage kosten. Het uitgangspunt is dat met de bestaande technologieën de doelstelling van 50% efficiencyverbetering niet gehaald kan worden. Hiervoor zijn doorbraaktechnologieën nodig. Die zouden in 2050 beschikbaar kunnen zijn.

*Cascadering van zowel koude, als warmte, als water* wordt, vanuit exergetisch oogpunt, als een belangrijke kans gezien om bij te dragen aan 50% besparing. Het inplannen van cascadering in de ruimtelijke ordening kan veel opleveren. Hierbij moet opgemerkt worden dat het eveneens lastig te realiseren is, en niet voldoende. Tevens zullen er nieuwe ontwerpen moeten komen voor processen die nu veel warmte gebruiken.

### Gewenste oplossingsrichting

*Technologieontwikkeling*: het ontwikkelen van een doorbraaktechnologie kan in Nederland plaatsvinden, maar ook in het buitenland. In het tweede geval zouden Nederlandse bedrijven de nieuwe technologie aankopen. Momenteel is het draagvlak voor technologieontwikkeling in Nederland gering.

*Internationale coalitie*: mede doordat het draagvlak voor technologieontwikkeling in Nederland gering is, is het van belang dat een internationale coalitie wordt gevormd. Deze coalitie zou wel gesteund moeten worden door grote betrokkenheid van het bedrijfsleven. Er zou een 'level-playing-field' moeten zijn met de overheid, universiteiten, het bedrijfsleven en maatschappelijke organisaties voor verdere ontwikkelingen.

*Ontwikkeling van instrumenten*: een voorbeeld van een geschikt instrument zou een superheffing op warmteverlies kunnen zijn. Tevens moet de Ruimtelijke Ordeningsplanning geoptimaliseerd worden. Er moet echter rekening mee worden gehouden dat dit op gespannen voet kan staan met liberalisering en vrije markt. Een geliberaliseerde energiemarkt regelt zelf de energievoorziening, zonder overheidsbemoeienis. Anderzijds is het heel goed mogelijk dat de overheid, ook in een geliberaliseerde markt, een rol speelt, namelijk door het stellen van de randvoorwaarden waarbinnen de energievoorziening geregeld wordt.

In een tijdsperspectief zou dit betekenen dat vanaf 2030 de doorbraaktechnologieën geïmplementeerd moeten worden. In de periode daarvoor zou moeten worden aangestuurd op demonstratieprojecten en zou een instrumentarium ontwikkeld moeten worden, alsmede samenwerkingsverbanden. In de periode 2000 tot 2025 moet een maatregelenpakket worden uitgedacht voor bijvoorbeeld een hergroepering van industriële activiteiten.

---

<sup>55</sup> Voor de mogelijke rol van ICT in relatie tot het klimaatprobleem, in verschillende sectoren van de Nederlandse economie, zie de paper 'ICT en klimaatverandering', dat M. van Lieshout en A.F.L. Slob (TNO) in het kader van het COOL project hebben geschreven.

Zo snel mogelijk zou gestart moeten worden met een beleid van 'no regret'. In 2005 moet een infrastructuur beleid ontwikkeld worden voor warmte, elektriciteit en waterstof. De benodigde infrastructurele aanpassingen zouden dan in de periode 2010 tot 2025 kunnen worden verricht. Het kan echter zijn dat er een grote breuk komt in de benodigde infrastructuur op het moment dat doorbraaktechnologieën echt beschikbaar komen. Er moet dus rekening mee worden gehouden dat de infrastructuur na korte tijd al weer vervangen moet worden.

#### 4.7 Waterstofinfrastructuur

De toepassing en uitvoering van de optie H<sub>2</sub>-infrastructuur hangt af van het beeld waarin de optie geplaatst wordt. In het beeld Schoon Fossiel wordt waterstof gegenereerd uit kolen of uit gas. De CO<sub>2</sub> die hierbij vrijkomt, wordt vervolgens opgeslagen. Op termijn kan de gasinfrastructuur vervangen worden door een waterstofinfrastructuur. In de industrie kan waterstof gebruikt worden in de productie van ijzer/staal en kunstmest, in de vervoersector als brandstof, en in de huishoudens voor elektriciteit.

In het beeld Duurzaam Energiesysteem kan met behulp van (duurzame) elektriciteit via een proces van elektrolyse waterstof worden geproduceerd. Ook kan waterstof via conversie uit biomassa worden gehaald (biobrandstof). Waterstof zal met name via een decentraal systeem op kleine schaal worden toegepast, bijvoorbeeld in de transportsector (brandstofcel), of als medium om opslagcapaciteit te bieden voor piekscheren. Er wordt met name van het Europese koppelnet een regulerende functie verwacht in relatie tot piekschering (van onder meer zon en wind). Het is dus maar de vraag of waterstof hiervoor aangewend zal worden.

#### Het meest uitdagende probleem

In de backcasting analyse met het beeld Schoon Fossiel als context, komen verschillende problemen naar voren, zoals de hoge kosten van waterstofproductie in vergelijking met gas, de hoge kosten van een nieuwe infrastructuur, en de veiligheid van het systeem. Het meest uitdagende probleem is echter het dilemma tussen enerzijds het geleidelijk invoeren van waterstof en anderzijds een eenmalige substitutie. Een geleidelijke invoer is mogelijk door gas bij te mengen met waterstof. De verhouding kan in de loop der tijd opgevoerd worden. Tot circa 15% bijmenging is zondermeer mogelijk, maar daarboven moet de (gasverbruikende) apparatuur aangepast worden. Meer bijmengen dan 70% is sowieso niet mogelijk. Het probleem van een volledige substitutie is dat de waarde van het huidige gasnet verloren gaat op het moment dat een H<sub>2</sub>-infrastructuur wordt aangelegd. Kernvragen hierbij zijn: wie beheert, wie investeert, wie heeft eigendom, wie draagt de risico's en wie plukt de vruchten?

In de backcasting analyse in het beeld Duurzaam Energiesysteem worden vergelijkbare problemen geïdentificeerd (zoals veiligheid en hoge kosten). Wat specifiek in het duurzame beeld een rol speelt is de concurrentie met andere duurzame opties. Deze zullen waarschijnlijk goedkoper zijn, waardoor er geen prikkel bestaat om over te gaan op waterstof. Hier komt bij dat de verwachte kleinschalige toepassing van de waterstofoptie de aanloopfase enorm zal bemoeilijken en hoge kosten met zich mee zal brengen. Het meest uitdagende probleem in de implementatie van een H<sub>2</sub>-infrastructuur in de context van het beeld Duurzaam Energiesysteem is de aanleg van een nieuwe infrastructuur en de pro-

blemen die hiermee gepaard gaan, zoals hoge kosten en benodigde technologische innovatie.

### Kansen

Tegen de achtergrond van het beeld Schoon Fossiel worden verschillende kansen geïdentificeerd.

*Toepassing van de brandstofcel:* de brandstofcel is schaalloos, heeft een moderne technologie, is emissievrij en tevens vlamvrij. Deze technologie zou goed ontwikkeld en economisch rendabel gemaakt moeten worden.

*Goede markt voor export:* er ligt een kans voor een goede exportmarkt, zeker voor Nederland (als gasland).

*Chemische industrie:* waterstof kan als feedstock voor de ijzer/staal en kunstmestindustrie dienen.

In het beeld Duurzaam Energiesysteem worden andere kansen geformuleerd:

*Lange termijn optie:* waterstof is een robuuste lange termijn optie, die de overgang van schoon fossiel naar duurzaam kan faciliteren.

*Regulering van piekscheren:* waterstof kan fungeren als opslagmiddel en daarna omgezet worden in elektriciteit.

*Europese koppelnet:* Nederland kan gebruik maken van het Europese koppelnet. Dit zou betekenen dat opwekking van hydro-elektriciteit elders plaatsvindt (bijvoorbeeld Noorwegen) en hier wordt omgezet in waterstof.

### Gewenste oplossingstrategie

In het beeld Schoon Fossiel is de volgende strategie gewenst.

*Technologische ontwikkeling:* dit betreft niet alleen technologische (en economische) ontwikkeling op het gebied van de brandstofcel, maar ook op het gebied van bijmenging. In de keramische industrie zijn reeds branders ontwikkeld die zowel 100% waterstof aankunnen, als ook het hele bijmengtraject. Dit betekent dat branders maar één keer vervangen hoeven te worden. De ontwikkeling van een robuuste technologie (zoals de keramische brander) verdient op de korte termijn extra aandacht.

*Proefprojecten:* in de periode 2000 tot 2010 zouden op wijkniveau proeven met waterstof gedaan moeten worden. Een voorbeeld zou zijn om gedurende tien jaar 10% waterstof bij te mengen en vervolgens onderzoeken wat de effecten zijn.

*Europese samenwerking:* Europese samenwerking, en samenwerking met de andere gaslanden, kan het R&D een goede impuls geven. Daarnaast zou een dergelijke coalitie positief kunnen meewerken aan normen en veiligheid.

In de periode 2010 tot 2015 moet een keuze gemaakt worden voor óf geleidelijke inpassing, óf een compleet herontwerp van de infrastructuur. Afhankelijk van de keuze van het ontwerp, moeten verdere stappen ondernomen worden. Indien gekozen wordt voor zuivere waterstof (dus zonder bijmengen), zou de overheid een belangrijke rol kunnen spelen. Het is denkbaar dat de overheid het gasnet koopt en als eigenaar een complete

revisie doorvoert, om vervolgens (als het complete net vervangen is) het net weer de markt in te laten gaan.

Uit een verkenning van oplossingsroutes voor implementatie van H<sub>2</sub>-infrastructuur in het beeld Duurzaam Energiesysteem, bleek dat deze optie in dit beeld weinig kansrijk is. Er is waarschijnlijk weinig aanleiding om deze optie te implementeren, tenzij waterstof op grote schaal wordt toegepast, of als het ter overbrugging van grote afstanden dient. Dit houdt in dat elders (buiten Nederland) door middel van elektrolyse met duurzame elektriciteit waterstof wordt gegenereerd, dat vervolgens door Nederland wordt geïmporteerd.

Een gedegen lange termijn beleid door de overheid is een voorwaarde voor implementatie van de waterstofinfrastructuur. Op korte termijn zou de overheid in haar ruimtelijke ordeningsplannen waterstof tracés moeten aangeven. Tevens moeten testprojecten worden opgezet, moet gewerkt worden aan vergroting van het maatschappelijk draagvlak, aan technologische innovatie (onder andere de brandstofcel) en moet gezocht worden naar nieuwe investeerders. In 2030 is een nieuwe waterstofopslag technologie ontwikkeld en in 2040 is waterstof een rendabele optie die op grote schaal wordt toegepast.

#### **4.8 Warmte-kracht-koppeling**

In de analyse van de optie WKK is gekozen voor grootschalige WKK in het beeld Schoon Fossiel, met bijbehorende CO<sub>2</sub>-opslag. Kleinschalige WKK (micro WKK in de gebouwde omgeving) valt hier dus niet onder. Voor de gedachtebepaling van de omvang van de optie wordt er in het beeld Schoon Fossiel vanuit gegaan dat in 2050 de elektriciteitsvraag verdubbeld zal zijn ten opzichte van de huidige. Het huidige opwekvermogen bedraagt ruim 20.000 mWe, dus in 2050 zal zeker 40.000 mWe nodig zijn. Verondersteld wordt dat dit voor 70% met grootschalige WKK (dus circa 30.000 mWe).

##### Het meest uitdagende probleem

De implementatie van grootschalige WKK ondervindt verschillende problemen. Zo is er momenteel reeds overcapaciteit, waardoor het bouwen van nieuw vermogen niet erg aantrekkelijk lijkt voor investeerders; de liberalisering van de energiemarkt leidt tot onzekerheden over prijzen; er is technologische ontwikkeling vereist; en er zullen aanzienlijke bedrijfsverplaatsingen moeten plaatsvinden (industrie moet immers geclusterd worden, omdat stoom op korte afstand moet kunnen worden afgezet).

Het meest uitdagende probleem is echter het ontbreken van een consistent langjarig beleid, zowel in Nederland als op Europees niveau. Belangrijkste onderdeel hiervan is een 'level playing field' waarin de voordelen van 'schone WKK' worden erkend en gewaardeerd.

##### Kansen

*Clustering industrie:* de clustering van bedrijven en industrieën is niet alleen een probleem, maar biedt ook kansen, namelijk met betrekking tot de ruimtelijke herinrichting van (nu nog) industrieterreinen.

*Reële doelstelling:* aangezien WKK reeds een grootschalige techniek is, die bewezen functioneert (afgezien van CO<sub>2</sub>-verwijdering en opslag), is de doelstelling van 30.000 mWe in 2050 voorstelbaar. Dit vergroot de waarschijnlijkheid van de optie.

*Export van expertise:* Nederland bezit reeds expertise op het gebied van WKK-engineering. Bij groei door een level playing field en door stringentere klimaatdoelen, zijn er kansen om deze expertise te exporteren.

#### Gewenste oplossingsrichting

*Fase 1: creatie van een Europees Level playing field:* het Europese beleid moet gericht zijn op het creëren van eerlijke kansen voor schoon fossiele WKK op Europees niveau, waarin WKK beschouwd wordt als lichtgroene technologie. De fiscale regelingen voor WKK moeten gelijk zijn aan de regelingen voor opties uit hernieuwbare energiebronnen. Dit moet op korte termijn (vóór 2005) gerealiseerd zijn.

*Demonstratieprojecten:* in de periode 2005 tot 2015 moet een groot demonstratieproject voor CO<sub>2</sub>-verwijdering- en opslag uitgevoerd worden.

*Fase 2:* op korte termijn moet het Europees beleid daadwerkelijk leiden tot grootschalige implementatie van ‘schoon fossiele’ WKK. In de toekomst moet de toepassing van WKK op verstandige wijze gestimuleerd worden, waar mogelijk in Nederland. In 2020 is het huidige WKK-vermogen verdubbeld, en in de periode 2020 tot 2050 vindt nogmaals een verdubbeling plaats. In 2050 is het gehele WKK-park schoon.

#### **4.9 De problemen, kansen en oplossingen vergeleken**

Uit de backcasting exercities blijkt dat vooral drie opties controversieel zijn. Dit betreft biomassa, CO<sub>2</sub>-opslag en duurzaam (zon- en windenergie). Biomassa heeft met name het probleem dat het een groot beslag op de ruimte in het buitenland legt; CO<sub>2</sub>-opslag kampt met problemen van maatschappelijke weerstand (op praktische én ideologische gronden). De implementatie van de duurzame toepassingen zon PV en windenergie wordt met name bemoeilijkt door de hoge kosten, waardoor prikkels voor marktintroductie uitblijven.

De implementatie van de opties wordt overwegend in een internationale context geplaatst. In de uitvoering van sommige opties is Nederland afhankelijk van het buitenland. Dit betreft met name de opties biomassa, waterstofinfrastructuur en – in mindere mate – zon PV. Een andere reden om de internationale context in beschouwing te nemen is de internationale concurrentiepositie van Nederland. Dit maakt internationaal beleid nodig. Tenslotte is de internationale context van belang voor mogelijkheden voor export van expertise en technologie.

**Box 4.1: Backcasting exercitities door de groep Energie uit de Europese Dialoog van COOL**

De groep Energie uit de Europese Dialoog van COOL heeft met behulp van de backcastingtechniek de implementatietrajecten van vijf verschillende (zowel technische, als bestuurlijke) opties in kaart gebracht.<sup>56</sup> Het betreft: 1) biomassa, 2) waterstofinfrastructuur, 3) groene elektriciteit / milieu labeling 4) CO<sub>2</sub>-tax en 5) de dynamiek van transitie.

Het belangrijkste obstakel voor grootschalige toepassing van biomassa is volgens deze groep de beschikbaarheid van land en de internationale beleidscoördinatie. De implementatie van een waterstofinfrastructuur kampt met name met problemen als veiligheid, maatschappelijke acceptatie, politieke wil en de aanleg van een nieuwe infrastructuur (plus het coördineren van het investeringsbeleid). Toepassing van groene elektriciteit ondervindt moeilijkheden op het gebied van politieke acceptatie en op het scheppen van goede en geloofwaardige vooruitzichten. De CO<sub>2</sub>-tax ondervindt met name problemen wat betreft de monetaire waarde van koolstof en de publieke en politieke acceptatie van de CO<sub>2</sub>-tax. Opties als energie-efficiency, WKK, bio-energie, windenergie en zon PV werden als belangrijke opties gezien in de transitie naar een energievoorziening waarin 80% van de CO<sub>2</sub>-emissies in 2050 zijn gereduceerd.

Een element dat in de oplossingsrichting voor de meeste opties voorkomt, is technologische innovatie. Veelal moet de stand van de techniek verbeterd worden om een optie zo goed mogelijk en op grote schaal toe te passen. Tevens is uit de backcastings gebleken dat van de overheid verwacht wordt dat ze de juiste randvoorwaarden creëert om een optie uit te voeren (een 'level playing field'). Voor de opties zon PV en wind betekent dit bijvoorbeeld dat de prijs concurrerend moet worden met de prijs van schoon fossiele energietoepassingen.

In tabel 4.1 zijn per optie het probleem, de kansen en de oplossingsrichting op een rijtje gezet.

---

<sup>56</sup> *Notitie Backcasting exercitities in COOL – the European Dialogue* (concept). Oktober 2000.



Tabel 4.1 Overzicht van opties: problemen, kansen en oplossingen.

Optie	Grootste probleem	Kansen	Oplossingen
<b>Biomassa</b>	Groot ruimtebeslag Hoge kosten	Externe baten Geïntegreerde oplossingen Ontwikkeling ruimte-intensieve, en conversie-technologieën	Internationale en integrale benadering Level playing field Business plan biomassa Technologieontwikkeling
<b>CO<sub>2</sub>-opslag</b>	Maatschappelijke weerstand, vanwege veiligheidsrisico's, end-of-pipe karakter en slecht imago van fossiele energie	Mogelijkheid tot overgang naar H <sub>2</sub> -infrastructuur Mogelijkheid tot implementatie van de brandstofcel Opslaan emissies uit biomassa Tegengaan bodemdaling	Voorbeeldprojecten Overheidsbeleid gericht op gelijke kansen voor CO <sub>2</sub> -opslagen duurzaam Technologische innovatie Stimuleren H <sub>2</sub> -economie Marktonderzoek naar faciliteiten voor CO <sub>2</sub> -opslag in West-Europa
<b>Zon PV</b>	Hoge kosten belemmeren grootschalige marktpenetratie Huidige technische oplossingsruimte is te klein	Mogelijk nieuwe bedrijfstak in NL Stimulans voor de kennisindustrie in NL Technologie-overdracht naar minder ontwikkelde landen Autonome zonne-energie Daling batterijgebruik Positief imago zon PV	Technologische innovatie Stimuleren van de marktontwikkeling Zon PV in de gebouwde omgeving Aanpassen netinfrastructuur Waterstofproductie Import PV stroom uit het buitenland
<b>Windenergie</b>	Hoge kosten belemmeren grootschalige marktpenetratie Noodzaak van opslagmogelijkheden en/of conversie-technieken	Beter zeemilieu Ontwikkeling recreatie Export van kennis en producten	Prijzdaling Technologische innovatie Pilot project Opslagmogelijkheden
<b>Energie-efficiency</b>	Spanning tussen korte en lange termijn aanpak	Optimalisatie met behulp van ICT Warmtecascladering	Technologische innovatie Internationale coalitie Ontwikkeling van bestuurlijke instrumenten
<b>Waterstof infra structuur</b>	Hoge kosten van H <sub>2</sub> -productie en van nieuwe infrastructuur Veiligheidsrisico's Veel technologische innovatie vereist	Toepassing brandstofcel Kansen voor exportmarkt H <sub>2</sub> als feedstock voor de chemische industrie Echte lange termijn optie Regulering piekscheren Gebruik maken van het Europees koppelnet	Technologische innovatie Proeven met H <sub>2</sub> op wijkniveau Samenwerking op Europees niveau Overheid geeft H <sub>2</sub> -tracés aan in haar plannen Vergroting maatschappelijk draagvlak
<b>WKK</b>	Ontbreken van een consistent lange termijn beleid en een level playing field	Clustering industrie Veel potentie voor WKK Export van expertise	Ontwikkeling van een Europees level playing field Demonstratieprojecten voor CO <sub>2</sub> -opslag



## 5. Verbinding lange en korte termijn klimaatbeleid

### 5.1 Introductie

Dit hoofdstuk gaat in op criteria voor het lange termijn klimaatbeleid (paragraaf 5.2), technologische oplossingsroutes voor de industrie- en energiesector (paragraaf 5.3) en de rollen van actoren en bestuurlijke aspecten (paragraaf 5.4). De resultaten van de backcasting exercities hebben hiervoor als input gediend. De werkwijze van backcasten per optie heeft illustratieve cases opgeleverd die een indruk geven van de belangrijke thema's bij het realiseren van drastische reducties van broeikasgassen in de sector. Door de cases aan elkaar te relateren zijn ze op het niveau van een meervoudige case studie gebracht, waaruit meer algemene bevindingen en conclusies kunnen worden afgeleid.

### 5.2 Criteria voor lange termijn klimaatbeleid

De resultaten van de backcasting exercities zijn gekoppeld aan de discussie over criteria voor lange termijn klimaatbeleid door middel van de 'Repertory Grid' Methode. De deelnemers kregen drie verschillende trio's van opties voorgelegd met daarbij voor elk trio van opties de vraag: 'In welk opzicht zijn twee van deze opties aan elkaar gelijk en verschillen ze van de derde?' Dit resulteerde in een lijst met kenmerken waarop opties onderscheiden, dan wel geclusterd kunnen worden (bijvoorbeeld kosteneffectiviteit, maatschappelijk draagvlak et cetera), die vervolgens werden vertaald in criteria.

Oplossingsstrategieën in het lange termijn klimaatbeleid moeten volgens de groep Industrie aan de volgende criteria voldoen (in volgorde van belangrijkheid):

1. **CO<sub>2</sub>-effectief:** de wenselijkheid van een beleidsoptie wordt in grote mate beoordeeld aan de hand van de mate waarin deze daadwerkelijk een bijdrage levert aan de reductie van CO<sub>2</sub> emissies.
2. **Duurzaam:** beleid moet voldoen aan de drie aspecten van duurzaamheid: economische, ecologische en sociale duurzaamheid.
3. **Hoog innovatiepotentieel:** het is van belang dat geïnvesteerd wordt in technologische opties die veel nieuwe mogelijkheden creëren. Technologische doorontwikkeling voor de lange termijn is noodzakelijk, aangezien slechts een klein deel van de benodigde emissiereducties met de bestaande opties en tegen reële kosten gerealiseerd zal kunnen worden.
4. **Voldoende draagvlak:** hieronder worden verschillende aspecten geschaard. Ten eerste de mate van maatschappelijke acceptatie voor een bepaald beleid; ten tweede de mate waarin een bepaald beleid sociaal ingrijpend is; ten derde de mate waarin de natuurbeleving van burgers beïnvloed wordt.
5. **Kosteneffectief:** dit betreft de kosten per gereduceerde ton CO<sub>2</sub>-uitstoot. De voorkeur gaat uit naar beleid met een hoge kosteneffectiviteit en dus zo laag mogelijke kosten per gereduceerde ton CO<sub>2</sub>.

6. **Hoge mate van stuurbaarheid:** hieronder wordt verstaan de mate waarin bepaald beleid past binnen een marktconform beleidsinstrumentarium (zowel nationaal, als Europees).
7. **Hoge mate van zekerheid en regelbaarheid:** dit criterium betreft de voorzieningszekerheid, veiligheid, technische betrouwbaarheid en technische inpasbaarheid van een bepaalde technologische optie, als wel de mate waarin aanbod en vraag naar energie goed op elkaar afgestemd kunnen worden.
8. **Ruimtelijk inpasbaar:** dit criterium betreft de mate waarin implementatie van beleid te maken krijgt met ruimtelijke beperkingen.
9. **Beperkte afhankelijkheid van het buitenland:** de wenselijkheid van een beleids-optie wordt deels bepaald door de mate waarin Nederland in de implementatie van deze optie afhankelijk is van het buitenland (bijvoorbeeld op het gebied van ruimtebeslag).

### 5.3 Technologische oplossingsroutes in de sector industrie

De groep Industrie heeft drie technologische oplossingsroutes opgesteld. De routes zijn *conflicterend* met elkaar, en sluiten elkaar dus min of meer uit.

#### 1) Route Schoon Fossiel

De route Schoon Fossiel is afgeleid uit het beeld Schoon Fossiel en legt de nadruk op waterstofinfrastructuur, CO<sub>2</sub>-opslag, biomassa en WKK. Er is sprake van een gemiddelde efficiencyverbetering (35%, oftewel 0.75% per jaar).

De route Schoon Fossiel heeft een hoge CO<sub>2</sub>-effectiviteit. Het is een redelijk uitgebreid pakket, dat bovendien breed kan worden ingezet om de gewenste CO<sub>2</sub>-reductie te realiseren. De route lijkt tevens goed te scoren op de criteria kosteneffectiviteit en stuurbaarheid. Implementatie van deze route kan grotendeels marktconform worden aangestuurd, maar de invoer van de waterstofinfrastructuur verdient extra aandacht. Met hulp van de overheid (in de vorm van regels, doelvoorschriften en subsidies) zou hier een marktconforme sturing geïnitieerd kunnen worden. De route biedt tevens een behoorlijk innovatiepotentieel; met name de implementatie van een waterstofinfrastructuur biedt veel nieuwe kansen. De criteria zekerheid en betrouwbaarheid worden in deze route eveneens behoorlijk hoog ingeschat, alhoewel de veiligheid en zekerheid van CO<sub>2</sub>-opslag en een waterstofinfrastructuur niet moeten worden veronachtzaamd.

De route Schoon Fossiel scoort, vanwege het accent op CO<sub>2</sub>-opslag echter minder goed op het criterium duurzaam. De opslagmogelijkheden zijn niet oneindig, en de CO<sub>2</sub> wordt niet permanent verwijderd, waardoor toekomstige generaties met onze emissies te maken krijgen. Ook het draagvlak voor deze route kan problematisch zijn. De opties CO<sub>2</sub>-opslag en biomassa zullen naar verwachting op maatschappelijke weerstand stuiten. Tenslotte kampt de route Schoon Fossiel met een probleem van de ruimtelijke inpasbaarheid en de onafhankelijkheid van het buitenland. De vraag naar biomassa zorgt voor druk op de ruimte, met name in het buitenland. Het aandeel biomassa in deze route is in vergelijking met het aandeel in de route Duurzaam Energiesysteem echter relatief laag, waardoor de druk op de ruimte beperkt blijft. Tevens heeft de overgang van een aardgas naar

waterstof consequenties voor de vormgeving van de infrastructuur. Deze overgang trekt een grote wissel op de technische inpasbaarheid van het systeem.

## 2) Route Duurzaam Energiesysteem

De route Duurzaam Energiesysteem is afgeleid van het gelijknamige beeld en legt het accent op zonne-energie, windenergie en biomassa. Er is sprake van een hoge efficiëncyverbetering (50%, oftewel 1% per jaar). In deze route worden geen extra inspanningen gepleegd om de ('fossiele') opties CO<sub>2</sub>-opslag, waterstofinfrastructuur en WKK van de grond te krijgen.

De opties in de route Duurzaam Energiesysteem zijn optimaal duurzaam en per definitie dus zeer CO<sub>2</sub>-effectief. Het is echter wel twijfelachtig of met dit optiepakket voldoende (lees: 80%) reductie gerealiseerd kan worden. Het innovatiepotentieel van de route wordt hoog ingeschat en uitdagend bevonden. De uitdaging zit met name in het realiseren van een kostenreductie van zon PV, opschaling van windenergie en een duurzame toepassing van biomassa. Ook het criterium draagvlak scoort hoog in deze route. De duurzame opties kunnen veelal rekenen op maatschappelijke steun, alhoewel met name windenergie en biomassa hier ook problemen ondervinden. Het draagvlak kan afnemen als de opties duur blijven.

De route Duurzaam Energiesysteem scoort minder goed op het criterium kosteneffectiviteit. De verwachting is dat de uitvoering van de duurzame opties in deze route met name in het begin erg hoge kosten met zich mee zal brengen. Energie-efficiency heeft een no-regret karakter; inspanningen op dit gebied betalen zichzelf wel terug, zo is de verwachting. De kosteneffectiviteit van de duurzame opties op de langere termijn is sterk afhankelijk van de prijzen van energiedragers (zoals olie) en het wel of niet hanteren van een CO<sub>2</sub>-tax. Een ander criterium dat laag scoort op deze route, is de stuurbaarheid. Er zijn veel inspanningen vereist om de opties uit deze route concurrerend in de markt te krijgen. Dit geldt zowel voor zonne-energie, als voor windenergie en biomassa. Hier komt bij dat biomassa geïmporteerd moet worden. Tenslotte scoort de route Duurzaam Energiesysteem relatief laag op de criteria zekerheid, ruimtelijke inpasbaarheid en onafhankelijkheid van het buitenland. De fysieke grenzen aan duurzaam moeten in acht worden genomen. Tevens wordt, vanwege de grote hoeveelheid duurzaam en een mogelijke onbalans tussen vraag en aanbod, de route als kwetsbaar beschouwd. Biomassa is in principe de enige buffer, maar zodra deze optie op grote schaal wordt toegepast, kan een ruimteprobleem ontstaan.

## 3) Hybride route

De derde route is de Hybride route, die elementen uit beide andere routes bevat. De Hybride route bevat de opties zon- en windenergie, maar ook CO<sub>2</sub>-opslag, waterstofinfrastructuur en WKK. Biomassa speelt nagenoeg geen rol. In deze route is sprake van een lage efficiëncyverbetering (20%, oftewel 0.4% per jaar).

Deze route is niet uitvoerig geanalyseerd. De getallen in tabel 5.1 over deze route zijn dan ook ruwe schattingen. Uit toetsing van de criteria kwam naar voren dat de route met name hoog scoort op de criteria draagvlak en innovatiepotentieel. De kosteneffectiviteit is redelijk (lager dan in route Schoon Fossiel, maar hoger dan in route Duurzaam Energiesysteem).

### De drie routes vergeleken

Voor het doorrekenen van de drie routes op de haalbaarheid van de 80% reductiedoelstelling, zijn drie aspecten van belang, namelijk 1) de fysieke productiegroei per sector, 2) de mate van efficiency verbetering en 3) de verdeling van de energiedragers over de sectoren.

De drie routes hanteren verschillende niveaus van efficiencyverbetering. Dit is gedaan om de bandbreedte aan te geven van de energievraag voor de industrie, en daarmee ook de reductieruimte voor CO<sub>2</sub>-emissie. In tabel 5.1 is de emissiereductie van CO<sub>2</sub> voor de verschillende varianten in combinatie met verschillende aanbod mixen weergegeven. Ter vergelijking: in 1990 bedroeg de CO<sub>2</sub>-uitstoot van de industrie ongeveer 64 Mton.

De mogelijke variaties in de groei van de fysieke productie zijn in tabel 5.1 weergegeven door middel van de groei variant. Naast de oorspronkelijke groeicijfers (variant LAAG) is een set gemaakt die 50% hoger ligt dan de oorspronkelijke set. Dit is de groeivariant HOOG. Om de invloed van materiaalbesparing weer te geven, is verder nog een groeivariant opgenomen met deze hogere cijfers, maar dan zonder materiaalbesparing (variant Geen MS).

*Tabel 5.1 De drie routes vergeleken op energievraag (in PJ), CO<sub>2</sub> emissie (in Mton), en % emissiereductie ten opzichte van 1990.*

Groei variant	Schoon Fossiel			Duurzaam Energiesysteem			Hybride route		
	Energievraag	CO <sub>2</sub> emissie	Emissie reductie	Energievraag	CO <sub>2</sub> emissie	Emissie reductie	Energievraag	CO <sub>2</sub> emissie	Emissie reductie
Laag	475	16	75%	412	15	76%	579	18	72%
Hoog	777	26	60%	682	26	60%	939	29	55%
Hoog, geen MS*)	873	30	54%	776	31	52%	1048	34	48%

\*) geen materiaalbesparing

Afhankelijk van aannames over groei, efficiencyverbetering en de inzet van CO<sub>2</sub>-neutrale aanbodopties, is voor de sector industrie en energie een emissiereductie te realiseren van circa 50 – 75% in 2050. Verdergaande emissiereducties kunnen bereikt worden door de inzet van CO<sub>2</sub>-neutrale feedstocks (met name biomassa) in de ijzer- en staalindustrie, de kunstmestindustrie en de chemie. Als al deze opties benut worden, is het theoretisch mogelijk voor de sector om een reductie van nagenoeg 100% te behalen.

### 5.4 Bestuurlijke aspecten en de rollen van actoren

Vijf groepen van actoren zijn van belang voor het realiseren van drastische reducties van broeikasgasemissies op de lange termijn. Dit zijn: 1) de overheid (mondiaal, Europees en nationaal), 2) het bedrijfsleven, 3) kennisinstellingen, 4) non-gouvernementele organisaties (NGO's) en 5) consumenten / burgers.

### 1) De overheid

Er worden drie niveaus onderscheiden, namelijk mondiaal, Europees en nationaal. Op mondiaal niveau spelen actoren als de VN, het IPCC en het FCCC een rol. Het is van belang dat een internationaal erkend klimaatverdrag tot stand komt, met heldere doelstellingen over CO<sub>2</sub>-reductie.

De Europese overheid<sup>57</sup> (EU) moet zich in het bijzonder inzetten voor het creëren van 'infrastructuren' voor het in juiste banen leiden van de ontwikkeling en implementatie van de opties biomassa en H<sub>2</sub>-infrastructuur. Het is hierbij van belang dat de internationale concurrentiepositie van bedrijven wordt veiliggesteld.

De nationale overheid zou een emissieplafond voor de energie-industrie (aardgas, olie, elektriciteit en WKK) moeten stellen. Hiermee samenhangend, wordt een ontmoedigingsbeleid voor CO<sub>2</sub>-intensieve energietoepassingen gevoerd (zoals een CO<sub>2</sub>-tax) en wordt een marktconforme aanpak gevolgd (zoals een systeem van verhandelbare emissierechten). In principe zou de overheid geen technologievoorkeursbeleid moeten voeren, maar een generiek beleid dat resulteert in een niet op voorhand te voorspellen mix van efficiency, CO<sub>2</sub>-opslag en duurzaam. Het is een taak voor de overheid om technologie-ontwikkeling te stimuleren in een iteratief proces met het bedrijfsleven. De risico's van investeringen in nieuwe opties moeten door de overheid zoveel mogelijk beperkt worden, zodat het voor het bedrijfsleven aantrekkelijk wordt om te investeren. De groep Industrie benadrukt dat het van belang is dat de overheid een *consistent* lange termijn beleid voert.

De taak van de overheid wordt omschreven als het creëren van een 'level playing field'. Dit begrip werd oorspronkelijk gebruikt om aan te geven dat een te sterke belasting van binnenlandse bedrijven, bijvoorbeeld vanwege milieu-eisen, kan leiden tot een competitief nadeel op de internationale markt. De overheid werd dan opgeroepen om dit concurrentienadeel weg te nemen en daarmee een 'level playing field' te creëren. In de COOL discussie is de betekenis van dit begrip opgerekt, door er ook onder te verstaan dat de overheid er ook voor dient te zorgen dat de aanbieders van milieuvriendelijke goederen en diensten kunnen concurreren met de aanbieders van milieu-onvriendelijke goederen en diensten (inclusief fossiele brandstoffen). In principe kan de overheid dit doen door het goedkoper maken van het milieuvriendelijke alternatief (subsidie, fiscale tegemoetkoming), of het duurder maken van het milieu-onvriendelijke alternatief (heffing, verhandelbare emissierechten).

Over het algemeen staat de groep positief tegenover een systeem van verhandelbare emissierechten. Grofweg houdt dit in dat er een plafond wordt vastgesteld voor emissies, wat regelmatig naar beneden wordt bijgesteld. Marktpartijen krijgen emissierechten en mogen deze verhandelen. Ze zijn binnen algemene voorwaarden vrij om zelf invulling te geven aan de wijze waarop zij emissiereducties willen realiseren.<sup>58</sup> Dit systeem betekent

---

<sup>57</sup> Voor institutionele veranderingen op Europees niveau, zie de paper 'Long term institutional change and climate control measures in Europe', dat G. Bennett (Syzygy) in het kader van het COOL project heeft geschreven.

<sup>58</sup> M. Hisschemöller (2001). *De bestuurlijke aspecten van lange termijn klimaatbeleid*. Notitie ten behoeve van de Integratieworkshop. IVM, Amsterdam.

een vermarkting van het CO<sub>2</sub>-probleem, hetgeen de indruk kan wekken dat de overheid weinig heeft in te brengen. Dit is echter niet zo. De overheid moet de markt in het leven roepen. Dit betekent dat: 1) een plafond aan de emissies gesteld moet worden, hetgeen periodiek verlaagd wordt; 2) de rechthebbenden (marktpartijen) geïdentificeerd moeten worden; en 3) de emissierechten over de partijen verdeeld moeten worden.

## 2) Het bedrijfsleven

Het is de rol van het bedrijfsleven om op commerciële basis producten en diensten te leveren waarnaar in de samenleving individueel of collectief koopkrachtige vraag bestaat. Klimaatproducten vormen wat dat betreft geen uitzondering. Omdat klimaatproducten nog nauwelijks op de markt zijn, zal in dit stadium het bedrijfsleven een versterkte inspanning moeten leveren aan het onderzoek en de ontwikkeling die noodzakelijk is om deze producten te zijner tijd te kunnen aanbieden.

De sector heeft aangegeven zich in te willen zetten voor het financieren en (mede) uitvoeren van technologisch onderzoek. Hiervoor zou een nieuw arrangement voor onderzoek in het leven kunnen worden geroepen, dat het mogelijk maakt om lange-termijn bijdragen te leveren die het belang van het individuele bedrijf overstijgen. Dit arrangement werkt vanuit het oogmerk van energie-efficiency en CO<sub>2</sub>-vermindering. Voor de financiering van het onderzoek zou gebruik kunnen worden gemaakt van de opbrengsten uit eerder succesvol technologisch onderzoek. Hiervoor moet een soort rekenmethodiek ontwikkeld worden. Het is van belang om publieke instellingen in dit arrangement te betrekken én om afspraken te maken over non-competitieve kennisuitwisseling.

Verder wil het bedrijfsleven duurzaamheidsarrangementen in industriegebieden opzetten. Dit betekent dat bedrijven in een industriegebied samen gaan werken en bijvoorbeeld afspraken maken over het optimaal benutten van (elkaars) restwarmte. Een dergelijk arrangement vergt een regime, planning, en veel samenwerking tussen bedrijven.

Ten derde wil het bedrijfsleven actief initiatief nemen om een bijdrage te leveren aan de handel in emissies. Deze inspanningen kunnen doorgetrokken worden naar het Europese niveau.

## 3) Kennisinstellingen

De rol van de kennisinstellingen betreft met name research & development op het gebied van technologische opties. De kennisinstellingen werken hierin samen met het bedrijfsleven en de overheid.

## 4) NGO's

NGO's hebben de rol van het creëren van draagvlak, het bewerkstelligen van acceptatiebevordering en het agenderen van problemen die aandacht verdienen. Sommigen verwachten dat de NGO's echter eerder een rol zullen spelen in het tegenhouden van bepaalde opties (bijvoorbeeld biomassa en H<sub>2</sub>-infrastructuur). Het is in ieder geval zaak om in samenwerking met de NGO's de implementatie van beleid te vergemakkelijken en te optimaliseren. De groep Industrie heeft zich verder weinig uitgesproken over de rol van de NGO's.



### 5) Burgers / Consumenten

Burger is een omvattend begrip waarin een persoon is begrepen die verschillende rollen vervult. De burger is kiezer en oefent invloed uit op het politieke proces door te stemmen op een bepaalde partij; de burger is gebruiker van collectieve voorzieningen, zoals overheidsvoorzieningen en gezondheidsdiensten. In deze rollen speelt de burger dus vooral een rol in het maatschappelijke en politieke verkeer. De burger heeft ook de rol van consument. Consumenten spelen vooral een rol in het economische verkeer via het beïnvloeden van vraag en aanbod van producten.

Voor de consument wordt geen actieve rol weggelegd in het realiseren van drastische reducties van CO<sub>2</sub>-emissies. De consument wordt eerder als volgend beschouwd.

De invloed van de burger wordt hoger ingeschat. Via het politieke proces kunnen burgers, indien zij zich mobiliseren (al dan niet via milieu-organisaties), de besluitvorming aanzienlijk beïnvloeden. De overheid, (energie)bedrijven en milieubewegingen zouden zich in kunnen zetten om het bewustzijn van de problematiek bij de burgers te verhogen.

**Box 5.1: Enkele hoofdpunten uit de strategische visie voor de lange termijn van de groep Energie uit de Europese Dialoog van COOL**

Van de Europese Unie wordt een leiderschapsrol verwacht in het uitwerken van een visie over de lange termijn ontwikkeling van een klimaatbeleid regime, teneinde de gestelde doelen van de UNFCCC te realiseren. Verschillende 'stakeholders' zouden in de ontwikkeling van deze visie betrokken moeten worden.

De capaciteit van de EC op het gebied van het lange termijn klimaatbeleid zou versterkt moeten worden. Hiervoor zou de EC een cross-DG strategische unit voor lange termijn klimaatbeleid op kunnen zetten.

In alle kandidaatlanden in Centraal- en Oost-Europa (en in andere delen van Europa) zouden 'Centres for Sustainable Energy Transitions' (CSET) kunnen worden opgezet, die zich richten op: 1) snelle diffusie van goede ideeën, 2) het initiëren van strategische dialogen tussen sleutel-stakeholders, 3) het gebruik van internet voor opleidingen en cursussen, 4) de promotie van relevant onderzoek en 5) het genereren van nieuwe kansen voor het bedrijfsleven.

De EC zou een belangrijke rol kunnen spelen in het bevorderen van de zon / waterstof optie. Er zou een dialoog geïnitieerd moeten worden met de olie- en gasindustrie en met de auto-industrie.

Het is van belang dat instituties worden opgericht die verantwoordelijk zijn voor energie-efficiency in de geliberaliseerde energiemarkten van Europa.

Er zouden experimenten met biofuels gestart kunnen worden. Dit is een terrein waarop samenwerking met de olie industrie erg vruchtbaar kan zijn.

Coördinatie is vereist, tussen het EU afvalbeleid en het EU biomassabeleid. Dit onderwerp zou bij verschillende DGs (landbouw, energie en transport, milieu) geadresseerd kunnen worden.

De EU zou een CO<sub>2</sub> tax moeten introduceren. De dalende elektriciteitskosten in verschillende landen bieden hiervoor een 'window of opportunity'.

Een 'European task force' zou opgericht moeten worden, teneinde effectieve strategieën uit te werken, die gericht zijn op het betrekken van de maatschappij (het publiek) in de strijd tegen klimaatverandering.

Teneinde energie-efficiënte en kostenefficiënte opties te stimuleren, zou een specifieke markt voor energiediensten opgezet kunnen worden. Hier zouden aanbieders van energie en van toepassingen, en financiële instituties bij elkaar gebracht kunnen worden, om helder te krijgen wat de meest competitieve opties zijn.

De private sector stelt zich meer en meer pro-actief op. Het is daarom van belang dat de beleidscontext transparant en consistent is, zodat investeringen kunnen worden gedaan. Bedrijven die vrijwillig al vroeg maatregelen willen nemen, moeten niet 'gestraft' worden door ingewikkelde regels en procedures. Een goede band tussen private en publieke sector is hierom van belang.

## 6. Conclusie

De belangrijkste conclusies op een rijtje zijn:

- Geen enkele optie is op zichzelf voldoende om de beoogde emissiereducties te realiseren, zodat een samengesteld pakket van opties noodzakelijk is. Daarbinnen is gebruik van koolstof-arme energiedragers onontbeerlijk.
- Een aantal opties is controversieel; dit geldt met name voor geïmporteerde biomassa, CO<sub>2</sub>-opslag en duurzame energie.
- Het tempo van efficiencyverbetering in de industrie zal veel uitmaken voor het realiseren van de 80% emissiereductie in 2050.
- Afhankelijk van aannames over groei, efficiencyverbetering en de inzet van CO<sub>2</sub>-neutrale aanbodopties toont de sector in 2050 een emissiereductie van 50 tot 75%.
- Verdergaande emissiereducties kunnen bereikt worden door de inzet van CO<sub>2</sub>-neutrale feedstocks (met name biomassa) in de ijzer- en staalindustrie, de kunstmest-industrie en de chemie.

Als al deze opties benut worden, is het in theoretische zin mogelijk om voor de sector een reductie van nagenoeg 100% te behalen.

Aanzienlijke reducties zijn echter alleen mogelijk indien een internationaal klimaatbeleid wordt ontwikkeld en een 'level playing field'. De energie-intensieve bedrijven en de energiesector concurreren immers met name internationaal. Een andere voorwaarde voor het realiseren van aanzienlijke reducties is een consistent overheidsbeleid en de opzet van iteratieve processen tussen overheid en bedrijfsleven, teneinde technologie-ontwikkeling te stimuleren.

Een belangrijke conclusie is dat op verschillende opties ingezet zal moeten worden, om drastische reducties van CO<sub>2</sub> te realiseren. Er heerst consensus over de rol van energie-efficiency. Dit is een no-regret optie, waar sowieso op ingezet moet worden. In beginsel moet de overheid geen technologievoorkeursbeleid voeren. De efficiencyverbetering zoals verondersteld in de toekomstbeelden Schoon Fossiel en Duurzaam Energiesysteem zijn volgens de groep vrij hoog ingeschat. Er heerst enige scepsis over de haalbaarheid van een afname van 3000 naar 2000 PJ in 2050, aangezien de huidige cijfers uitwijzen dat er in de sector nog steeds sprake is van een stijging van het energiegebruik. Daarom is in de formulering van oplossingsroutes een pessimistische variant meegenomen, waarin uitgegaan wordt van een lage energie-efficiencyverbetering.

Uit de dialoog is gebleken dat vooral drie opties controversieel zijn. Ten eerste is dit biomassa: de grote hoeveelheid grondoppervlak die nodig is voor grootschalige toepassing van biomassa, zal een grote druk uitoefenen op het ruimtegebruik, met name in het buitenland. Ten tweede is CO<sub>2</sub>-opslag controversieel. Er bestaat veel maatschappelijke weerstand tegen deze optie. Ondermeer vanwege mogelijke veiligheidsrisico's en het niet-duurzame karakter van deze optie, maar ook omdat investeringen in CO<sub>2</sub>-opslag wellicht ten koste gaan van investeringen in duurzame opties. De laatste controversiële

optie is zon PV. Het probleem met deze optie betreft vooral de hoge kosten die een introductie in de markt verhinderen én het ruimtebeslag dat met de optie gepaard gaat.

Een vermarkting van het probleem wordt als een geschikte en kosteneffectieve manier gezien om drastische reducties te realiseren. Een mogelijkheid is dat de overheid een generiek beleid voert, waarbinnen de verschillende opties met elkaar concurreren. Een systeem van verhandelbare emissierechten of algemene heffingen en subsidies zou hier een passend instrumentarium zijn. De dialooggroep Industrie en Energie is over het algemeen positief over een systeem van verhandelbare emissierechten en verwacht dat het bedrijfsleven een actieve bijdrage zal willen leveren aan de ontwikkeling en invoer van een dergelijk systeem. De verwachting is echter wel dat bij een dergelijk beleid met name de toepassing van schoon fossiele opties een impuls krijgt. Voor het verhogen van het aandeel duurzame energie, zal dus specifiek duurzaam energiebeleid moeten worden gevoerd. De dialooggroep is van mening dat de overheid de juiste randvoorwaarden moet creëren en tot op zekere hoogte de verantwoordelijkheid moeten dragen voor de risico's die gepaard gaan met investeringen in CO<sub>2</sub>-neutrale toepassingen.

Appendix III.

**Naar een lange termijn klimaatbeleid voor de sector land-  
bouw en voeding in Nederland**

**Achtergronddocument bij de policy brief van de groep Landbouw en Voeding  
van de Nationale Dialoog van het COOL project**



*De Nationale Dialoog*



## De dialooggroep Landbouw en Voeding van de Nationale Dialoog van het COOL project

Mw. J.C.M van Eijndhoven (voorzitter)	Rathenau Instituut
W.G. Albrecht	Platform Biologica
A. van den Brand	WLTO
L.J.M. Dielen	Stichting Bos en Hout
D. Dijk	Rabobank
Mw. P. Hazenberg	Nederlandse Bond van Plattelands- vrouwen
F. Hoogervorst	LTO glastuinbouw
A. van Hoorn	Ministerie LNV
R. Kalwij	COSUN
H.P.M. Opsteegh	LTO veehouderij
S. Schöne	Wereld Natuur Fonds

Projectteam groep Landbouw en Voeding:

Secretaris: R.J.M. Folkert (RIVM).

Wetenschappelijke ondersteuning: D. de Jager (Ecofys) en J. Spakman (RIVM).

Voorzitter en leden namen op persoonlijke titel deel aan de Nationale Dialoog.





## 1. Inleiding

De Nationale Dialoog in het COOL project ('*Climate OptiOns for the Long term*') heeft tot doel inzichten en aanbevelingen te ontwikkelen voor het lange termijn klimaatbeleid in Nederland. De dialoog is gevoerd in dialooggroepen voor vier sectoren: Gebouwde Omgeving, Industrie & Energie, Landbouw & Voeding en Verkeer & Vervoer.

De deelnemers aan de dialoog, personen met een staat van dienst en een grote kennis van een van deze sectoren, hebben opties voor lange termijn klimaatbeleid verkend. Zij zijn hierbij ondersteund door een projectteam dat tot taak had het structureren van de discussie en het ondersteunen van de dialooggroepen, en een team wetenschappelijke ondersteuning dat tot taak had de groepen van '*state of the art*' wetenschappelijke informatie te voorzien over opties om broeikasgasemissies in Nederland te reduceren.

De dialoog is voor elk van bovengenoemde sectoren begonnen met de volgende vraag: Wat is er nodig om in Nederland in 2050 een emissiereductie van 80% ten opzichte van 1990 te realiseren? De deelnemers aan het project hebben zich dus niet gebogen over de vraag of een emissiereductie van 80% *wenselijk* is als doelstelling van het klimaatbeleid. Uitgaande van beelden van de toekomst waarin –80% is aangenomen voor de Nederlandse samenleving is teruggedeneerd naar het heden met behulp van een methode die '*backcasten*' wordt genoemd. De dialooggroepen is evenmin gevraagd om met een eenduidige strategische visie te komen. Verschil van inzicht over de route naar een ontkoppeling van broeikasgasemissies en economische groei is dan ook weerspiegeld in de resultaten.

Teneinde tot het beoogde resultaat te komen, te weten strategische inzichten voor het klimaatbeleid op de lange termijn, is gekozen voor een aanpak waarbij de dialoog in drie fasen gevoerd werd. In de eerste fase ontwikkelen de dialooggroepen twee beelden voor hun sector in 2050, beide uitgaande van een gerealiseerde emissiereductie van circa 80%. Doel van deze exercitie is het identificeren van denkbare toekomstige sectorontwikkelingen die van belang kunnen zijn voor de effectiviteit van opties voor emissiereductie. In aansluiting hierop worden opties voor emissiereductie geïdentificeerd die kansrijk lijken in hetzij één hetzij beide beelden van de toekomst.

In fase 2 worden implementatietrajecten voor kansrijke opties in kaart gebracht met behulp van de backcastingsmethode. Het product is een aantal casestudies waarin kansen en barrières voor emissiereductie in kaart zijn gebracht.

In fase 3 worden op basis van een vergelijking van de cases algemene conclusies getrokken en aanbevelingen geformuleerd. Deze hebben betrekking op de mogelijke technologische routes, criteria die ten grondslag zouden moeten liggen aan lange termijn klimaatbeleid en concrete acties door actoren die voor het realiseren van opties van groot belang zijn. Tevoren is deze procedure met een aantal algemene uitgangspunten en spelregels voor de Nationale Dialoog aan de deelnemers voorgelegd (zie appendix 5 en 6 in dit rapport).

Voor u ligt het achtergronddocument bij de policy brief voor de sector landbouw en voeding. Er wordt beoogd een weergave te geven van de werkzaamheden binnen de groep

met inachtneming van de nuances in benadering binnen de dialooggroep. De bevindingen en conclusies van de Nationale Dialoog hebben enerzijds betrekking op het klimaatbeleid voor de periode 2012 – 2050, dat wil zeggen voor de periode aansluitend op die waarvoor het Kyoto-verdrag geldt. Anderzijds worden aanbevelingen geformuleerd die vooral betrekking hebben op hoe Nederland zich de komende 5 à 10 jaren op de lange termijn kan voorbereiden. Het rapport is bedoeld voor allen die op enigerlei wijze betrokken zijn bij het voeren van een klimaatbeleid voor de sector landbouw en voeding, in het bijzonder de Nederlandse regering en het parlement, het bedrijfsleven en de milieubeweging.

Dit rapport vormt de weerslag van de werkzaamheden van de dialooggroep Landbouw en Voeding. Onder voorzitterschap van mevrouw J.C.M. van Eijndhoven is deze groep zes keer bijeen geweest in de periode november 1999 – februari 2001. Daarnaast hebben leden van de groep deelgenomen aan twee integrale workshops voor de vier dialooggroepen van de Nationale Dialoog in combinatie met vertegenwoordigers vanuit de Europese Dialoog en de Mondiale Dialoog in het kader van het COOL project. De groep is terzijde gestaan door R.J.M. Folkert (RIVM) als secretaris en D. de Jager (Ecofys) en J. Spakman (RIVM) als wetenschappelijke ondersteuning.

Het rapport is als volgt opgebouwd. Na een beschrijving van de toekomstbeelden in hoofdstuk 2, worden in hoofdstuk 3 de opties beschreven die tot de emissiereductie kunnen bijdragen. De implementatie van kansrijke opties komt in hoofdstuk 4 aan de orde. Terugkerend naar het heden worden in hoofdstuk 5 verbanden gelegd tussen klimaatbeleid op de lange en de korte termijn. Ter afsluiting volgt in hoofdstuk 6 een aantal conclusies.

## 2. Beelden van de toekomst

### 2.1 Introductie

Om een gevoel te krijgen voor de lange termijn en om zoveel mogelijk ‘speelruimte’ te creëren voor de keuze van de te analyseren opties startte de dialoog met twee toekomstbeelden die op verschillende manieren in de 80% emissiereductie voorzien. De discussie van de dialooggroep hierover is geïnspireerd door een terugblik op de afgelopen vijftig jaar en de twee beelden van de toekomst voor de Nederlandse energievoorziening in 2050, die zijn opgesteld door de Wetenschappelijke Ondersteuning van het COOL project.<sup>59</sup>

Na een korte beschouwing over de relatie tussen landbouw en klimaatverandering (paragraaf 2.2) wordt ingegaan op de op de ontwikkelingen in de sector van de afgelopen 50 jaar (paragraaf 2.3). Daarna worden de beide toekomstbeelden gepresenteerd (paragraaf 2.4), die aan het slot van het hoofdstuk worden vergeleken (paragraaf 2.5).

### 2.2 Over de relatie tussen landbouw en klimaatverandering

De landbouw stoot broeikasgassen uit en draagt daarmee bij aan klimaatverandering. De totale broeikasgasemissie in Nederland was in 1999 235 Mton CO<sub>2</sub>-equivalenten. De landbouw is met 26 Mton CO<sub>2</sub>-equivalenten goed voor 11% van het totaal. Die emissie is bijna gelijk verdeeld over CO<sub>2</sub> (34%), CH<sub>4</sub> (34%) en N<sub>2</sub>O (31%) (zie tabel 2.1).

Tabel 2.1 Emissies landbouw in Mton CO<sub>2</sub>-equivalenten (primaire sector).

	1990	1999
<b>Totaal CO<sub>2</sub></b>	8.6	8.8
<b>Waarvan glastuinbouw</b>	7.0	7.8
<b>Totaal Methaan</b>	10.6	8.9
<b>Waarvan fermentatie</b>	8.4	7.0
<b>Waarvan mestopslag</b>	2.2	1.9
<b>Totaal N<sub>2</sub>O</b>	6.9	8.0
<b>Waarvan kunstmest</b>	2.2	2.1
<b>Waarvan mestopslag en –aanwending</b>	2.0	3.3
<b>Waarvan beweiding</b>	1.2	1.1
<b>Waarvan achtergrond &amp; vlinderbloemigen</b>	1.5	1.5
<b>Totaal broeikasgassen</b>	26	26

Bron: RIVM (<http://www.rivm.nl/milieucompendium>)

Het grootste deel van de CO<sub>2</sub> emissie (90%) is een gevolg van energiegebruik in de glastuinbouw terwijl het leeuwendeel van de methaanemissies (CH<sub>4</sub>), 77%, afkomstig is van pensvergisting uit voornamelijk runderen. Lachgas (N<sub>2</sub>O) is hoofdzakelijk afkomstig

<sup>59</sup> Faaij, A., S. Bos, J. Spakman, D.J. Treffers, C. Battjes, R. Folkert, E. Drissen, C. Hendriks en J. Oude Lohuis (november 1999). *Beelden van de Toekomst. Twee visies op de Nederlandse energievoorziening ten behoeve van de Nationale Dialoog.*

van de stikstofcyclus in de bodem door kunstmestgebruik (26%) en mestaanwending (36%). Indirecte emissies in Nederland van de voedingsketen komen voort uit de voeding- en genotmiddelenindustrie, transport, detailhandel en productie van kunstmest. Deze emissie bedraagt zo'n 15 Mton CO<sub>2</sub>-equivalenten<sup>60</sup>.

De landbouw zal direct en indirect de gevolgen ondervinden van veranderingen in het klimaat. De directe veranderingen betreffen o.a. verandering in het groeiseizoen en in de gewasopbrengst. Zo kan een vervroeging van het groeiseizoen er toe leiden dat de kans op vorstschade in het voorjaar toeneemt. Door de stijging van de temperatuur en de toename van neerslag in Nederland en hogere mondiale CO<sub>2</sub> concentraties kan de gewasopbrengst stijgen. Veel hangt er echter vanaf in hoeverre zich extreme klimaatomstandigheden gaan voordoen (langdurige regenval of juist lange relatief drogere perioden), en in hoeverre dit samenvalt met de groei van het gewas. Indirecte gevolgen zijn bijvoorbeeld de veranderingen in grondwaterstand als gevolg van hogere rivierdebiet, hogere stand van de zeespiegel en verzilting van het oppervlaktewater.

Veel moeilijker is het iets te zeggen over het effect van het veranderend klimaat op de wereldeconomie en in het bijzonder de landbouweconomie. Verondersteld wordt dat grotere schommelingen in locale en regionale gewasopbrengst mogelijk vaker optreden. Dit verstoort de balans tussen aanbod en vraag naar landbouwproducten met als gevolg grotere schommeling in wereldprijzen. Daarnaast kunnen de opbrengsten worden gereduceerd door ziektes en plagen, die veroorzaakt worden door de hogere temperatuur en/of hogere neerslag. Veel zal afhangen van de mogelijkheden om deze effecten te niet te doen. De verwachting is dat in de geïndustrialiseerde landen het vermogen om de negatieve gevolgen van klimaatverandering te reduceren het grootst is, dit in tegenstelling tot de ontwikkelingslanden.

### 2.3 Een terugblik op de afgelopen vijftig jaar

#### *Productie: Schaalvergroting en intensivering*

In 1950 is er net geen honger meer. De productie wordt sterk gestimuleerd en kwantiteit gaat boven kwaliteit. Het boerenbedrijf is nog kleinschalig en gemengd. De ruilverkaveling start in de jaren 50 en de landbouw gaat van kleinschalige naar grootschalige productie. Door de opkomst van nieuwe technieken in de jaren 60 treedt er daarna een verschuiving op van extensieve teelt naar intensieve teelt.

#### *Markt en beleid*

In 1950 is er sprake van een regionale beschermde markt. Nederland is zelfvoorzienend. In de jaren 60 komt het Europese subsidiebeleid (Mansholt). In de jaren 70 gaat Nederland sterk exporteren. In deze jaren treedt er overproductie op gevolgd door het afbouwen van de EU subsidies in de jaren 80. In 1992 komt er een algemeen Europees landbouwbeleid (CAP). De handel is mondiaal en is verschoven van beschermde naar vrije

---

<sup>60</sup> Van Zeijts H., W. van der Weiden, M. Hanegraaf, 2000. *Landbouw, voeding en broeikas-effect: systeemgrenzen, toekomstbeelden en mogelijke maatregelen – Een essay ten behoeve van het COOL-project*. Centrum voor Landbouw en Milieu (CLM), Utrecht.

markt. Nederland produceert voor de wereldmarkt. De reële voedselprijzen zijn in de afgelopen 50 jaren alleen maar gedaald.

#### *Energie en milieu*

In de jaren 60 is aardgas spotgoedkoop, lijken de energievoorraden onuitputtelijk en lijken er geen grenzen te zijn aan de economische groei. In de jaren 70 waarschuwt de Club van Rome dat bronnen uitgeput zullen raken. In deze jaren worden de milieueffecten van de landbouw een issue (fosfaten) en komt er milieuwetgeving. In de jaren 80 treedt er besef op dat er grenzen zijn aan de groei en moet de sector inkrimpen op bepaalde vlakken. In de jaren 90 is klimaat een issue geworden en wordt duurzaamheid steeds belangrijker. Eveneens belangrijke problemen in deze jaren vormen BSE, dioxine, mest/mineralen en het verdwijnen van tropisch regenwoud. De vraagstukken krijgen steeds meer mondiale dimensies en vereisen de inzet van verscheidene disciplines.

#### *Maatschappij*

In 1950 bestonden gezinnen uit 5 tot 8 personen en is Nederland sterk agrarisch en zelfvoorzienend. In de arbeidssfeer is er een hoge uitval van mensen. Er is geen privé transport en weinig bedrijfstransport. In de jaren 60 ontstaat de consumptie maatschappij en neemt de welvaart sterk toe. Aan eind van deze eeuw bestaan de gezinnen uit minder dan 4 personen, heeft bijna iedereen privé-vervoer en is bedrijfstransport enorm. De volksgezondheid is sterk verbeterd en er is een lage uitval van mensen uit het arbeidsproces. Internet, computers en hightech betekenen nieuwe ontwikkelingsmogelijkheden voor maatschappij en economie.

De bovenstaande ontwikkelingen in de afgelopen 50 jaren geven aan dat er in zo'n periode veel kan veranderen. In de jaren 50 is er nog angst voor voedseltekort; 20 jaar later is al sprake van overschotten. Veel zaken waren niet voorzien of konden gebeuren doordat ze niet voorzien werden. Tegen deze achtergrond moet het schetsen van toekomstbeelden nadrukkelijk worden opgevat als een verkenning met als voornaamste doel bij de beleidsformulering voor de korte termijn zo goed mogelijk rekening te houden met het lange termijn perspectief.

## **2.4 Twee beelden voor landbouw en voeding in 2050**

Voor de sector landbouw en voeding in het Nederland van 2050 zijn twee contrasterende beelden opgesteld, namelijk Schone Bulk en Bonte Landbouw (zie figuur 2.1)<sup>61</sup>. Het idee achter het werken met twee toekomstbeelden is dat eindsituaties worden geconstrueerd die uitersten weergeven. De twee toekomstbeelden dienen als referentiekader voor het selecteren van opties die de moeite waard zijn om verder te verkennen.

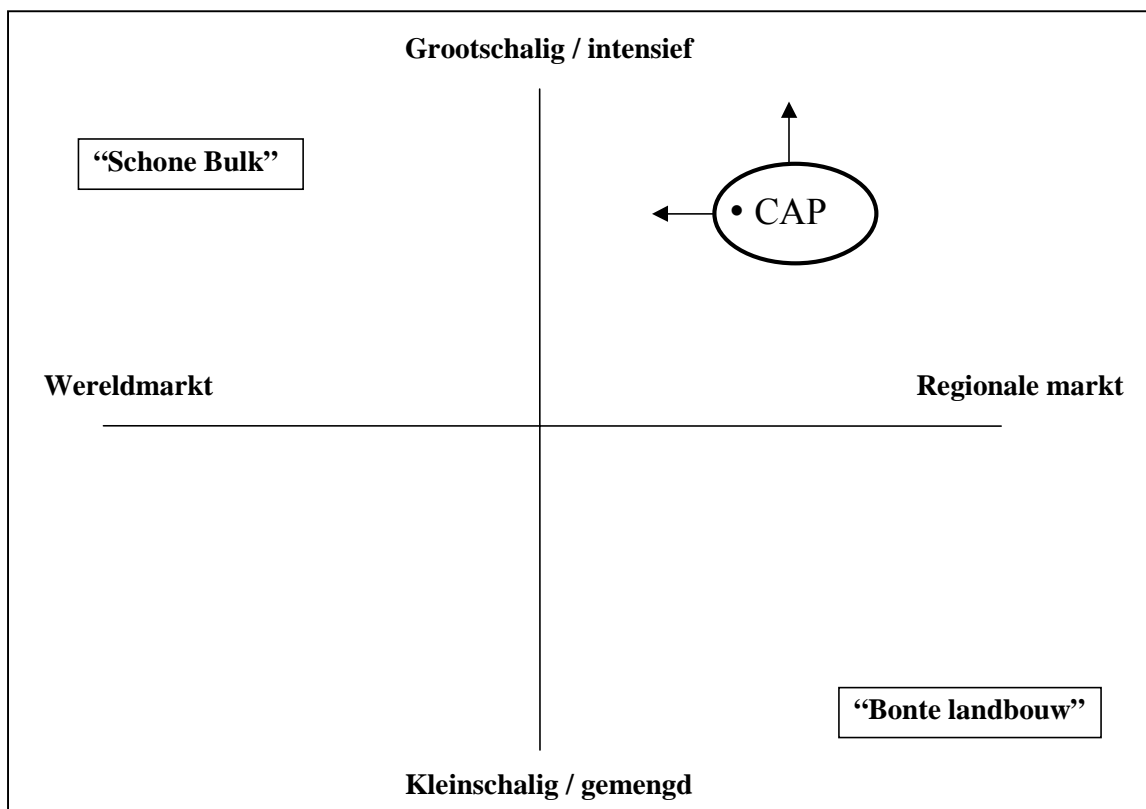
In de dialooggroep werd betwijfeld of de Nederlandse landbouw nog wel een rol speelt in 2050. Om het probleem niet over de grenzen weg te definiëren is besloten om de problemen bij de landbouwproductie op te lossen, hetzij in Nederland hetzij elders. In beide beelden is daarom aangenomen dat Nederland nog steeds een belangrijke landbouwsector heeft. Hoeveel wat en waar wordt geproduceerd is niet precies aangegeven. Voor

---

<sup>61</sup> Gebaseerd op Faaij et al. (1999) en Van Zeijts et al. (2000).

kwantificering van de productie worden de getallen gebruikt die zijn opgesteld door de Wetenschappelijke Ondersteuning van het COOL project.

De beelden beschrijven Nederland in een internationale context. Daarbij is aangenomen dat andere landen produceren in hun eigen specifieke omstandigheden (geografie, klimaat, etc.) in dezelfde context. De groep heeft ervoor gekozen zoveel mogelijk reducties in eigen land te doen. Hierdoor wordt de analyse vooral gericht op directe en indirecte effecten van opties binnen Nederland. Bij opties waarbij het buitenland direct nodig is, is de internationale context beschouwd. De beelden Schone Bulk en Bonte Landbouw worden hieronder beschreven.



*Figuur 2.1 Hoofddimensies in de beelden en de positie en ontwikkelingsrichtingen van het huidige Europese landbouwbeleid (CAP).*

#### 2.4.1 Beeld Schone Bulk

##### *Internationale verhoudingen*

Dit beeld wordt gekarakteriseerd door een dynamische mondiale economische situatie waarin veel internationale samenwerking en handel plaats vindt. Ontwikkelingslanden zijn eveneens ontwikkeld en welvarend geworden. Structurele armoede en kennisachterstand zijn verdwenen door ondermeer snelle ontwikkelingen op het terrein van de transport en communicatietechnologie.

*Sociale omgeving en demografie*

Een belangrijke drijfveer achter de hoge dynamiek is een groot vertrouwen in marktgerichte oplossingen. Problemen worden primair opgelost met technologie of marktgerichte oplossingen. Natuur en milieu worden belangrijk gevonden zolang er geen interferenties zijn met het persoonlijke consumptiegedrag. Hoge consumptie is een belangrijk streven. Individualisme en materialisme zijn kenmerkend voor dit beeld.

De wereldbevolking bedraagt 8.7 miljard mensen in 2050<sup>62</sup>. De Nederlandse bevolking bedraagt met 16,1 miljoen inwoners iets meer dan in 1990, en heeft een groot aandeel één- en tweepersoons huishoudens. Vergrijzing en gezinsverdunning (50% meer woningen dan in 1990) zijn belangrijke trends.

*Economie en Milieu*

Door de dynamiek van een vrije wereldmarkt is de omvang van de wereldeconomie (toegevoegde waarde) bijna 9 keer zo groot als in 1990. Nederlanders hebben in 2050 ruim 5 keer zoveel te besteden als in 1990. De consument wil kwalitatief goed en gemakkelijk voedsel, 24 uur per dag. De consumptie van vlees is vergelijkbaar met 1990.

Er wordt geproduceerd voor een open en concurrerende wereldmarkt waar bijna 9 miljard mensen moeten worden gevoed. Er is sterke internationale concurrentie op met name prijs. Lage prijzen en grote volumes worden bereikt door bulk productie (intensivering, schaalvergroting en specialisatie). Er wordt geproduceerd binnen randvoorwaarden voor gezondheid, dierenwelzijn, natuur, milieu en klimaat. De nadruk ligt op productie binnen deze voorwaarden (schoon) en niet op ecologische productie.

De industrie neemt het voortouw in eigen milieubeleid om aan internationale afspraken te voldoen. De overheid heeft een controlerende, maar geen regulerende rol. De niet-overheidsorganisaties (NGO's, zoals milieu- en natuurorganisaties) hebben via de publieke opinie en de steun die ze van de burgers krijgen, een grote invloed op de industrie. De burger als consument is echter nauwelijks bereid tot het aanpassen van zijn eigen consumptiepatroon. Daarom is er een voorkeur voor technologische en aanbodgerichte oplossingen van het klimaatprobleem.

*Landbouw*

Binnen Nederland vindt verdere intensivering van (glas)tuinbouw en niet-grondgebonden veehouderij (bijv. varkensflats) plaats. Door sterke schaalvergroting is het aantal bedrijven fors afgenomen. De schaalvergroting geldt niet alleen voor het oppervlak per bedrijf, maar ook voor de productiesystemen. Bedrijven specialiseren zich in één product (bulkproductie).

Door specialisering is er sprake van lange voedselketens met veel transport van bulkgoederen en halfproducten. De productiesystemen zijn gesloten en emissiearm (bijv. klimaatneutrale kas). Productiemethodes zijn specialistisch, zoals precisiebemesting met kunstmest, mestvergistings en geoptimaliseerde logistieke systemen. Bestrijdingsmiddelen zijn biologisch of chemisch. Chemische middelen worden in de gesloten systemen te-

---

<sup>62</sup> IPCC (2000). *IPCC Special report emission scenarios, summary for policymakers. A special Report of IPCC Working Group III.*

ruggewonnen en hergebruikt. In dit toekomstbeeld geldt dat men bereid is iets grotere risico's te nemen om aan de grote vraag naar goederen in een harde concurrentiestrijd te voldoen. Door het draagvlak bij de consument is er ruimte voor toepassing van gentechnologie/biotechnologie voor optimalisatie van de productie.

De binnenlandse productie van biomassa voor energie speelt geen rol vanwege hoge grondprijzen. Alleen reststromen worden gebruikt. Er vindt voornamelijk productie van biomassa voor energie en grondstoffen buiten Nederland plaats. Geïmporteerde biomassa voor energie is concurrerend t.o.v. kolen met CO<sub>2</sub>-verwijdering; ze wordt gebruikt in centrales en als basis voor CO<sub>2</sub>-neutrale transportbrandstoffen. Nederland speelt wel een grote rol in de verwerking van biomassa. In grote bioraffinaderijen wordt biomassa omgezet in 'biofuels'. Chemische fabrieken gebruiken biomassa als grondstof.

De landbouwproducten die in Nederland worden geproduceerd hebben een hoge toegevoegde waarde per hectare. Er wordt voornamelijk voedsel, biomassa (groene grondstoffen) en bloemproducten geproduceerd. De akkerbouw schakelt gedeeltelijk over op teelt van groene grondstoffen omdat die meer geld opleveren. Melkvee staat op stal. Veel omzet voor Nederland wordt tevens behaald uit het exploiteren van kennis die is opgebouwd in de duurzame land- en tuinbouw.

Grondgebonden landbouw met lage financiële opbrengsten per hectare (akkerbouw, melkveehouderij) levert areaal in ten gunste van natuurgebieden, (glas)tuinbouw en woningbouw. Het ruimtebeslag van de landbouw neemt hierdoor fors af. Door een intensivering van de landbouw wordt echter een hoger fysieke productievolume met een hogere toegevoegde waarde behaald.

CO<sub>2</sub>-emissies worden gereduceerd door energiebesparingen en het gebruik van CO<sub>2</sub>-neutrale energiedragers. Gesloten stallen, mestvergistings en efficiëntieverbeteringen (b.v. precisiebemesting) reduceren de emissies van de niet-CO<sub>2</sub>-broeikasgassen.

#### 2.4.2 Beeld Bonte Landbouw

##### *Internationale verhoudingen*

Wereldwijde handel en technologische samenwerking zijn beperkt. De wereld bestaat uit handelsblokken. De welvaartsverschillen tussen arme en rijke landen zijn niet wezenlijk anders dan in 1990. Het accent ligt op de eigen identiteit en zelfvoorziening binnen de blokken. Nederland is onderdeel van handelsblok 'groot Europa', EU-22.

##### *Sociale omgeving en demografie*

Er is een hoge waardering voor milieu en natuur. Welzijn van mens en dier en een goed milieu zijn net zo belangrijk als materiele welvaart. Kwaliteit prevaleert boven kwantiteit. Gelijkheid en rechtvaardigheid zijn belangrijke begrippen. Individualisme staat niet voorop. Vanwege de sociaal gerichte cultuur is er een ruimhartig immigratiebeleid waardoor Nederland in 2050 bijna 19 miljoen inwoners telt. De wereldbevolking telt 9.3 miljard mensen in 2050<sup>63</sup>.

---

<sup>63</sup> IPCC (2000). *IPCC Special report emission scenarios, summary for policymakers. A special Report of IPCC Working Group III.*



### *Economie en Milieu*

In dit toekomstbeeld is de wereldeconomie door economische blokvorming en handelsbarrières maar 5 keer zo groot als in 1990. Door internalisering van externe kosten (waaronder transport) is er ook minder internationale concurrentie. Nederlanders hebben in 2050 een drie keer zo groot inkomen als in 1990. De consument wil gezonde duurzame producten van hoge kwaliteit en is bereid er extra voor te betalen. In dit beeld wordt bewust minder vlees geconsumeerd dan in 1990 vanwege diervriendelijke en milieuvriendelijke overwegingen.

De productie speelt in op de voorkeuren van consumenten ten aanzien van gezondheid, milieu, natuur. Concurrentie op kwaliteit is minstens zo belangrijk als op prijs. Kwaliteit wordt een belangrijk marketing item via o.a. keurmerken (bijv. appellation controlee). De productie is vooral gericht op de Europese vraag. Productie vindt plaats op kleinere bedrijven voor een scala aan niche markten.

Er is een sterk klimaatbeleid en de overheid heeft een sterk regulerende rol. Omdat burgers bereid zijn hun consumptie aan te passen ten gunste van klimaatvriendelijke producten wordt het klimaatprobleem ook aangepakt via de vraagzijde.

### *Landbouw*

Bedrijven combineren teelt met energiewinning, natuur- en water beheer en recreatie. Ook zijn er zorgboerderijen waarin teelt gecombineerd wordt met kinderopvang of opvang van mensen met een arbeidsachterstand. Productiemethodes zijn gericht op integratie over meerdere producten en diensten om voldoende omzet te genereren en economische risico's te spreiden. Reststoffen afkomstig uit de ene teelt worden ingezet voor een andere om kringlopen te sluiten.

Door integratie van teelten zijn de voedselketens korter en beter gesloten. Akkerbouw en tuinbouwbedrijven voorzien in eigen nutriënten door vastlegging of betrekken organische mest uit de veeteelt. Bedrijven wekken hun eigen elektriciteit op (wind, zon) en er worden alleen biologische bestrijdingsmiddelen/methodes gebruikt.

De binnenlandse productie van biomassa speelt een kleine rol. Energieteelt wordt onder andere gecombineerd met recreatie en buffergebieden (bijv. wilgenteelt). Tezamen met restproducten van het agrarisch bedrijf en organisch restafval bedraagt deze post niet meer dan een paar procent van de primaire energievraag. Nederland speelt echter een belangrijke rol als proeftuin. De export van kennis wordt een belangrijk nevenproduct van de agrarische sector.

Producten en diensten die door de landbouw in Nederland worden geproduceerd hebben een hoge toegevoegde waarde. Specialistische producten brengen veel geld op in niche markten en door het combineren van recreatie, natuurbeheer en teelt wordt er voldoende omzet behaald. Door de kleinschaliger, minder intensieve bedrijven in met name de veeteelthoek (kippen, varkens) wordt er minder geproduceerd en geëxporteerd dan in 1990. Er wordt echter wel meer mee verdiend per eenheid product. Verder worden er voornamelijk (vee)voedsel, biomassa (grondstoffen en energieteelt) en bloemproducten geproduceerd.

Het ruimtebeslag van de grondgebonden landbouw neemt af ten gunste van natuur en woningbouw. Het totale productievolume van de landbouw is lager dan in 1990. De toe-

gevoegde waarde van de landbouw is vanwege de specialistische producten en niche markten wel groter.

CO<sub>2</sub> emissies worden gereduceerd door energiebesparing, efficiëntie verbetering (inzet reststromen) en de inzet van duurzame decentraal opgewekte energie (zon en wind). Niet CO<sub>2</sub>-broeikasgassen worden gereduceerd door het sluiten van nutriëntenkringlopen (stikstofkringloop). Doordat het aandeel ruwvoer in het rundveerantsoen stijgt, neemt echter ook de methaanemissie (per koe) toe.

## **2.5 De toekomstbeelden vergeleken**

De hoofdverschillen tussen de beelden zijn het landbouwproductiesysteem en de afzetmarkt (zie tabel 2.2). Het beeld Schone Bulk kenmerkt zich door grootschalige homogene productie en het beeld Bonte Landbouw door gemengde kleinschalige landbouw.

Het eerste beeld schetst een landbouw die zich richt op schaalvergroting, kostenverlaging en bulkproductie voor een wereldmarkt. Het landschap is wijds, bestaand uit grote uitgestrekte velden met één gewas (Flevoland, Picardië).

Het tweede beeld laat een heterogene landbouw zien die uit kleine bedrijven bestaat met gecombineerde functies en producten gericht op regionale markten. De ruimtelijke omgeving laat zich karakteriseren als een 'lappendeken'. Het is een afwisselend landschap met verschillende functies en gewassen (Salland, Toscane).

De fysieke productie in Schone Bulk is per hectare groter dan in Bonte Landbouw. In Schone Bulk is er daarom nationaal en wereldwijd minder landbouwgrond nodig door een intensievere productievere teelt dan in Bonte Landbouw.

Tabel 2.2 Verschillen tussen de toekomstbeelden.

	<b>Schone Bulk</b>	<b>Bonte Landbouw</b>
<b>Landbouw</b>	Homogene, grootschalige productie	Gemengde, kleinschalige bedrijven
	Gericht op wereldmarkt en bulkproductie	Gericht op regionale markten voor voedsel en diensten (natuurbeheer, zorg, recreatie)
	Concurrentie op prijs	Kwaliteit belangrijk in concurrentiestrijd
	Uitgestrekte akkers met één gewas (Flevoland, Picardië)	Landschappen als lappendekens ('Salland, Toscane')
<b>Sociaal / demografisch / economisch</b>	Internationale oriëntatie, Global Village, welvaart in ontwikkelingslanden	Regionale oriëntatie, wereldhandelsblokken, Noord-Zuid verschillen intact. Onderdeel Europees handelsblok
	Economische waardering milieu en natuur	Milieugericht
	Hoge welvaartsgroei wereldwijd	Minder groei en dynamiek, welvaart regionaal
	Marktmechanisme, weinig overheid	Regulering, sterke overheid
	Kwantiteit boven duurzaamheid	Duurzame goederen, kwaliteit
	Zorg om natuur & milieu niet ten koste van consumptie	Bereidheid aanpassen consumptiegedrag



### 3. Een waaier van opties

#### 3.1 Introductie

In dit hoofdstuk worden opties voor drastische CO<sub>2</sub>-emissiereducties beschreven die kansrijk lijken in hetzij één hetzij beide beelden van de toekomst. Hierbij ligt de nadruk op een technische beschrijving van de geanalyseerde opties. Er wordt ingegaan op potentieel, kansrijkheid en argumenten voor of tegen de optie. Reductiepotentiëlen zijn gegeven met als referentie de productiecijfers voor 2050 (zie tabel 3.1)<sup>64</sup>. Er wordt onderscheid gemaakt naar vier categorieën opties voor emissiereductie.

1. Directe emissies van de primaire sector in Nederland
2. De indirecte emissies van de voedselketen (binnen- en buitenland)
3. Emissiereductie voor andere sectoren door duurzame energiebronnen en materialen
4. Sinks: koolstofvastlegging in bodem en gewassen

Eerst zullen de opties voor de primaire sector worden besproken, gevolgd door duurzame energiebronnen en materialen, en sinks. Opties in de voedselketen konden in het tijdsbestek van de dialoog niet worden behandeld.

Tabel 3.1 Referentiecijfers voor emissies landbouw (Mton CO<sub>2</sub>-equivalenten)

	1990	2050 (referentie)
Koolstofdioxide (CO <sub>2</sub> )	9	9-14
Methaan (CH <sub>4</sub> )	10	2-5
Stikstof (N <sub>2</sub> O)	7	5-7
<b>Totaal</b>	26	20-23

#### 3.2 Emissiereductie in de primaire productie

De opties in de primaire sector betreffen opties voor CO<sub>2</sub>-emissies uit de glastuinbouw (80% van de CO<sub>2</sub>), methaanemissies bij pensfermentatie van rundvee (80% van de methaan emissies) en mest en emissie van N<sub>2</sub>O door afbraak van stikstof in de bodem ten gevolge van mest en kunstmest. De opties zijn:

##### 5. De klimaatneutrale kas (CO<sub>2</sub>).

In te vullen met a) ondergrondse opslag van zomerse warmte, b) verbeterde isolatie van de kassen, c) warmtepompen, d) verbeterd opwekkendement met o.a. micro-wkk en brandstofcellen, e) gebruik van restwarme en CO<sub>2</sub> uit de industrie. In de backcasting kwam naar voren dat de technologische barrières voor zulke kassen miniem zijn. Verwacht wordt dat de klimaatneutrale kas al snel normaal is. De optie sluit bovendien nauw aan op huidige ontwikkelingen en is eigenlijk niet meer dan een logisch eindstation. Het komt er daarom in de praktijk op neer de niet-technologische belemmeringen voortvarend aan te pakken (het vinden van locaties voor nieuwe kas-

<sup>64</sup> Deze getallen zijn ontleend aan de Beelden van de Toekomst, opgesteld door Faaij et al., 1999.

sen, afstemming energie infrastructuur en CO<sub>2</sub>-leidingen, concurrentie om gunst consument met 'zongerijpte' buitenlandse producten, nadelen liberalisatie energiemarkt). Dan kan in 2005 al worden gedemonstreerd dat 40% reductie simpel mogelijk is en dat de ruimtelijke inpasbaarheid geen probleem hoeft te zijn. Als vanaf 2015 alle 'oude' kassen worden vervangen, is de klimaatneutrale kas inmiddels de norm. Reductiepotentieel 9-14 Mton CO<sub>2</sub>.

#### **6. Gesloten loopstallen (CH<sub>4</sub>).**

Hierbij staat het vee, vooral rundvee, naast de reguliere stalperiode ook nog gemiddeld 80% van de huidige weidetijd op stal (loopstallen). 100% is voor runderen maatschappelijk niet haalbaar, voor pluimvee en varkens is dat evenwel vrijwel praktisch. Schapen, geiten en paarden spelen een ondergeschikte rol bij de methaan emissies. Door apparatuur voor luchtbehandeling wordt alle methaan in de gesloten stallen afgescheiden en nuttig gebruikt, zowel methaan uit pensfermentatie als uit mestopslag systemen. Technisch is deze optie geen probleem. Ruimtelijk zelfs voordelig: per saldo komen grote arealen vrij. Deze meer industriële productievorm past daarnaast bij de huidige trend naar schaalvergroting en de ontkoppeling van de consument met zijn voeding. De optie wordt echter bemoeilijkt door geringe maatschappelijke acceptatie vanwege dierenwelzijn en landschappelijke waarde. De recreërende burger ziet namelijk graag vee in het weiland. Voor de agrarische sector is verdere schaalvergroting een bedreiging omdat kleine bedrijven zullen verdwijnen. Daarnaast ziet de sector de levende have zelf ook graag buiten op het land. Reductiepotentieel 2-3 Mton CO<sub>2</sub>-eq.

#### **7. Emissies per koe (CH<sub>4</sub>).**

Dit betreft minder specifieke methaan uitstoot van runderen door verbeterd dieet en toedienen van additieven in het voer, in combinatie met speciale fokprogramma's gericht op geringere pensfermentatie. Deze optie is kosteneffectief en bovendien snel te implementeren. Voor de grotere reductie-effecten is additioneel onderzoek nodig. Deze optie is overigens niet aanvullend ten opzichte van de vorige optie. Reductiepotentieel: 0.5-1.5 Mton CO<sub>2</sub>-eq.

#### **8. Dierlijke mest i.p.v. kunstmest (N<sub>2</sub>O).**

De landbouw ziet af van gebruik van kunstmest en gebruikt hiervoor in de plaats dierlijke mest, al dan niet bewerkt voor specifiek toepassingen. Volgens de huidige inzichten vermindert het gebruik van dierlijke mest de lachgasemissie echter niet. Een probleem is de lage prijs van kunstmest. Op termijn mag echter verwacht worden dat dierlijke mest zodanig bewerkt kan worden dat de lachgasemissies zullen afnemen. Momenteel is niet bekend tot welke reducties dat kan leiden. Deze optie heeft als neveneffect een belangrijke reductie van CO<sub>2</sub>- en lachgasemissies bij de kunstmestindustrie.

#### **9. Precisiebemesting (N<sub>2</sub>O).**

De huidige praktijk is dat veelal wordt overbemest. Gevolg is een soms marginaal betere, maar meestal juist suboptimale opbrengst, onnodige kostenpost en hoge milieudruk (N-bodem en water, emissies lachgas). Deze optie zorgt per bedrijf en per kaveld voor een on-line instructie voor bemesting: a) op de juiste plek, b) de juiste hoeveelheid, c) op het juiste moment en d) de juiste mest. Dit gebeurt op basis van recente metingen op de kavels en meteo-informatie. De optie is zondermeer kosteneffectief. Kennis en ervaring zijn toegankelijk. Dergelijke precisiebemesting vergt een

faciliterende organisatie, zoals het monitoringsysteem dat thans al 10 jaar operationeel is bij de suikerbietenboeren. De emissies van lachgas (N<sub>2</sub>O) door de landbouw nemen hierdoor af. Reductiepotentieel: ca. 1 Mton CO<sub>2</sub>-eq.

### 3.3 Duurzame energiebronnen en materialen

Omdat er geen grote energievraag is in de sector zelf levert de opwekking van energie een reductie van CO<sub>2</sub>-emissies op bij andere sectoren. In die zin is de landbouwsector geen probleemhouder maar probleemoplosser. Centraal staat de vermijding van emissies bij anderen door *productie* van nuttige, CO<sub>2</sub>-vrije *energie* binnen de landbouwsector. Het gaat om een vijftal ‘bescheiden’ opties binnenlands en twee ‘grotere’ opties van de landbouw in het buitenland. Hierbij is vanwege kennisgebrek niet gekeken naar mogelijkheden voor de natte landbouw (algen kweek) die mogelijk een bijdrage kan leveren aan de biomassateelt.

#### 1. Gebruik agro-reststromen

De reststromen van organisch materiaal uit de landbouw worden hierbij geheel gebruikt voor energieproductie. Dit gebeurt thans al op kleine schaal. Deze optie vereist een eigen inzamelingslogistiek vanwege het discontinue aanbod in de tijd en de relatief diverse en bescheiden volumestromen. De te gebruiken technologie (verbranden, vergisten of vergassen) is afhankelijk van de eigenschappen van de betreffende reststroom. Diverse onderzoeksprogramma's en demonstratieprojecten lopen reeds. Reductiepotentieel: 0.5 - 1 Mton CO<sub>2</sub>.

#### 2. Mestvergisting

De (natte) mest van varkens en koeien wordt vergist waarbij biogas ontstaat dat nuttig wordt verbrand voor warmte- en elektriciteitsproductie. Deze optie heeft belangrijke neveneffecten: minder emissies van methaan uit mestopslag en oplossing van het mestoverschot. Reductiepotentieel: 0.5 - 1 Mton CO<sub>2</sub>.

#### 3. Mestverbranding

Voor (droge) pluimveemest is verbranding of eventueel vergassing een geschikte vorm van energie-omzetting. Verbranding wordt momenteel al toegepast en vergassing wordt experimenteel onderzocht. Reductiepotentieel: 1 Mton CO<sub>2</sub>.

#### 4. Bio-energieteelt NL.

In Nederland kan op ca. 100 –200 kha. teelt van energiedragers plaatsvinden. Een groter binnenlands areaal is onwaarschijnlijk. Deze optie is duur, en zal naar verwachting lastig kunnen concurreren met biomassa uit het buitenland, ofschoon de kosten worden beperkt door multifunctioneel grondgebruik. De prijs is de grootste drempel. Reductiepotentieel: meer dan 1 Mton CO<sub>2</sub>.

#### 5. Windenergie op land.

Dit levert 2.000 Mwe, overigens slechts 5% van het theoretisch potentieel binnen de agrarische sector. Deze beperking lijkt plausibel, gezien de moeilijkheden rond ruimtelijke inpasbaarheid en de concurrentie met windparken op zee. Doordat slechts 5% van het potentieel wordt benut verwacht de groep geen draagvlakproblemen ten gevolge van hinder. Reductiepotentieel: 1-1.5 Mton CO<sub>2</sub>.

Deze vijf binnenlandse aanbodopties zorgen samen voor reducties van circa 5-7 Mton CO<sub>2</sub> bij andere sectoren en voor 2-4 Mton CO<sub>2</sub>-eq aan methaan en lachgas binnen de ei-

gen sector. Een bescheiden resultaat. In aanvulling hierop zijn twee buitenlandse opties bij duurzame energie en materialengebruik:

#### **10. Cascadegebruik van hout.**

Bij het zorgvuldig cascaderen van houtgebruik wordt hout, vóórdat het als minst waardevolle restproduct wordt verbrand, meerdere malen functioneel gebruikt. Hierdoor wordt energie- en grondstoffengebruik in diverse industriële sectoren (productie bouwmaterialen) vermeden, vooral in de energie-intensieve. Een groot probleem is thans de zuigkracht van de duurzame-energiesector onder invloed van het klimaatbeleid. Veel materiaal dat geschikt is voor verder cascadegebruik en dat daarmee op termijn veel méér energie bespaart, verdwijnt voor omzetting in warmte of elektriciteit voor snelle eenmalige reducties. Oplossingen liggen in de CO<sub>2</sub>-certificering van bouwmaterialen en een sturend mechanisme, anders dan de Energie Prestatie Coëfficiënt (EPC) voor gebouwen. Reductiepotentieel ca. 2 Mton CO<sub>2</sub> in Nederland.

#### **11. Bio-energieteelt buitenland.**

De gehele vraag naar motorbrandstoffen in Nederland wordt voorzien door in het buitenland geteelde biomassa die hier door raffinaderijen of centrales wordt omgezet in waterstof, of via het Fischer-Tropsch proces in bio(m)ethanol en biodiesel (400-500 PJ). Daarvoor heeft Nederland een goede kennisinfrastructuur. Voordeel is dat groot-schalige biomassateelt in bijvoorbeeld Oost-Europa voor een economische opleving kan zorgen en gedegradeerde gronden weer herstelt. Het grootste probleem betreft de kosten (concurrentie met goedkope fossiele brandstof). Een C-tax op benzine en diesel lijkt hier noodzaak. Daarnaast is de logistiek van de transportstromen mogelijk lastig, net als concurrentie met landgebruik voor voedselproductie (het gaat om 3-4 miljoen ha.) en het mogelijk verlies aan biodiversiteit. Tenslotte is een cultuuromslag vereist waardoor groene benzine 'hip' wordt gevonden, alsmede een standvastige overheid die één integraal onderzoek naar biobrandstoffen trekt. Internationaal draagvlak kan een probleem zijn bij deze optie omdat zo het probleem op het buitenland wordt afgewenteld. De dialooggroep wil zo min mogelijk op het buitenland leunen en zoveel mogelijk in eigen land doen. Reductiepotentieel ca. 38 Mton CO<sub>2</sub>-eq in Nederland.

De emissiereducties door de twee 'buitenlandse' opties bedragen ca. 40 Mton CO<sub>2</sub>, waarvan de biobrandstoffen het leeuwendeel uitmaken. In totaal is de reductie van alle opties uit 'energie-aanbod' ca. 50 Mton CO<sub>2</sub>-eq. Dit is bijna het dubbele van de eigen emissies uit de sector landbouw. Per saldo zou de landbouwsector dus probleemoplosser worden. Hierbij wordt echter zwaar geleund op inspanningen van agrariërs in het buitenland.

Kernprobleem bij het energie-aanbod is de concurrentie met fossiele energie op basis van prijs. Een intern probleem is de spanning tussen de gewenste populariteit van duurzame energie en de rationeel gezien favoriete cascadebenadering van biomassa.

### **3.4 Sinks: Koolstofvastlegging**

Reducties in de eigen sector zijn in theorie nog mogelijk door sinks. De term 'sink' ('put') wordt gebruikt voor langdurige vastlegging van koolstof (CO<sub>2</sub>). Dit kan in de biosfeer, in de zee of ondergronds. De biosfeer legt koolstof vast in de vorm van organisch



materiaal. De term sinks wordt in het klimaatverdrag (Kyoto-protocol) gebruikt voor vastlegging van CO<sub>2</sub> in gewassen op het land. Planten 'eten' CO<sub>2</sub> uit de atmosfeer dat vervolgens wordt vastgelegd in de plant/boom. Dit kan bijvoorbeeld in de vorm van hout in bomen of wortels in de bodem zijn. Bij het vaststellen en monitoren van sinks zijn veel onzekerheden. Er kunnen daarom geen goede netto schattingen worden gegeven over de vastlegging.

Waar het bij deze optie vooral om gaat is de combinatie van het aantrekkelijker maken van het landschap met het vastleggen van koolstof in sinks. Hierbij wordt er van uitgegaan dat er geen strikte scheiding zal plaatsvinden van de functies natuur enerzijds en wonen, werken en recreëren anderzijds. De belangrijkste sinks in Nederland zijn:

#### **12. Verhogen grondwaterspiegel veenweidegebieden**

Er kan zo'n 4-7 Mton CO<sub>2</sub> per jaar vast worden gelegd door het verhogen van de waterspiegel in veenweidegebieden (nat maken veen). Dit heeft als effect dat de huidige oxidatie van veen stopt en dat er veenvorming plaats gaat vinden. Het stoppen van de oxidatie (3-5 Mton CO<sub>2</sub>) heeft een groter effect dan vastlegging (zo'n 1-2 Mton CO<sub>2</sub>). Dit is een maximale schatting betreffende alle veenweidegebieden in Nederland (450 000 ha). Deze gebieden bevinden zich voornamelijk in het midden van het land. Onbekend is hoeveel methaan er vrij gaat komen door het verhogen van de waterstand en in hoeverre daardoor het positieve klimaatteffect te niet wordt gedaan. Dit moet nader onderzocht worden. Om de grondwaterstand in veengebieden te kunnen verhogen en zo deze gebieden om te vormen tot natuur moet er veel landbouwgrond worden opgekocht. Dit zal tot veel weerstand leiden bij boeren. Aan de andere kant kunnen er ook kansen zijn voor boeren om natuurbeheerder te worden, wat een nieuwe (aanvullende) bestaansgrond is voor het agrarisch bedrijf. Een ander probleem is de economisch haalbaarheid vanwege de hoge grondkosten. Door het combineren van natuurvorming in veenweidegebied met wonen en niet-agrarische bedrijvigheid kan er geld vrijkomen voor realisatie van de plannen.

#### **13. Nieuw bos**

In 350 000 ha nieuw bos kan zo'n 1 Mton CO<sub>2</sub> worden vastgelegd. In met name koolstofrijke bodems komt er echter meer CO<sub>2</sub> vrij dan er bovengronds wordt vastgelegd de eerste 20 jaar. Dit is vooral het geval bij veengrond en in mindere mate bij klei en zandgrond. Beschouwen we het hele systeem zoals hierboven bij veenweide dan is nieuw bos een sink na 20 jaar. Voor het realiseren van deze grote hoeveelheid bos geldt hetzelfde als hierboven dat er veel dure landbouwgrond zal moeten worden opgekocht. Deze grond wordt omgevormd tot natuur (bos). De weerstand bij boeren zal groot zijn en de kosten hoog. Aan de andere kant kunnen er ook kansen zijn voor boeren om natuurbeheerder te worden. Door het combineren van natuurvorming met wonen en niet-agrarisch werken kan er geld vrijkomen voor realisatie van zulke plannen.

#### **14. Bos- en landmanagement en cultuurlandschap**

Andere sinks als bosmanagement, landmanagement (waaronder omschakelen van akkerland naar grasland) en cultuurlandschap met hagen en houtwallen komen in maximale gevallen niet verder dan in de orde van 1 Mton CO<sub>2</sub> in Nederland. Deze aanpak van de klimaatproblematiek, waarbij het vastleggen van CO<sub>2</sub> in de bodem belangrijk is, vormt een impuls voor de boer als natuurbeheerder. Dit ligt in het ver-

lengde van de huidige discussie over de rol van de agrariërs in het landschap. In zekere zin geeft het een nieuwe (aanvullende) bestaansgrond voor het agrarisch bedrijf in het landschap, zij het in een andere vorm dan nu.

Het maximale potentieel van sinks wordt vooral bepaald door veenweidegebieden. Totaal is het potentieel aan sinks circa 6-9 Mton CO<sub>2</sub> per jaar. Dit is echter een bruto effect waarin de methaanemissie nog moet worden verdisconteerd (afgetrokken). Er dient rekening gehouden te worden met zeer grote onzekerheden in het netto resultaat bij sinks (zie tabel 3.2).

Tabel 3.2 Overzicht van de opties

Optie	Reductiepotentieel*) (Mton CO <sub>2</sub> -eq.)
<b>Emissiereductie primaire productie</b>	
• Klimaatneutrale kas	9-14
• Gesloten loopstallen	2-3
• Emissies per koe	0.5-1.5
• Dierlijke mest i.p.v. kunstmest	?**
• Precisiebemesting	1
<b>Totaal primaire productie</b>	12-18
<b>Duurzame energiebronnen en materialen NL</b>	
• Gebruik agro-reststromen	0.5-1
• Mestvergisting	0.5-1
• Mestverbranding	1
• Bio-energieteelt NL	1
• Windenergie op land	1-1.5
<b>Totaal duurzame energiebronnen NL</b>	4-6
<b>Duurzame energiebronnen en materialen buitenland</b>	
• Cascadegebruik van hout	2
• Bio-energieteelt buitenland (400-500 PJ)	38
<b>Totaal duurzame energiebronnen buitenland</b>	40
<b>Sinks: Koolstofvastlegging</b>	
• Verhogen grondwaterstand veenweidegebieden (450 kha)	?5-7
• Nieuw bos (350 kha)	?1
• Bos- en landmanagement en cultuurlandschap	?1
<b>Totaal sinks</b>	?7-9

\*) Een aantal opties zijn niet optelbaar omdat er sprake is van overlap

\*\*)? Betekent netto effect onzeker

## 4. Implementatietrajecten voor kansrijke opties

### 4.1 Introductie

Een belangrijk onderdeel van de dialoog was de analyse van de vraag hoe kansrijke opties te implementeren zijn. Deze analyse werd in een aantal rondes uitgevoerd, waarbij elke ronde was toegespitst op een optie die in de context van hetzij één hetzij beide toekomstbeelden een rol speelt. Terugredenerend naar het heden werd nagegaan welke problemen in elk geval aangepakt zouden moeten worden om de optie te implementeren en wat hierbij kansen en mogelijke oplossingsrichtingen zijn.

De gevolgde analysemethode staat in de literatuur bekend als ‘backcasting’<sup>65</sup>. Backcasting houdt in het terugredeneren vanuit een bepaald – wenselijk of onwenselijk – toekomstbeeld naar het heden, teneinde in kaart te brengen welke inspanningen (beleidsmaatregelen, technologische ontwikkelingen, gedragsverandering et cetera) noodzakelijk zijn om de gewenste toekomst te realiseren, dan wel de ongewenste toekomst te voorkomen. Een backcasting exercitie bestaat uit de volgende zes stappen: 1) beschrijven van de optie in de context van een bepaald toekomstbeeld, 2) inventariseren van kansen en barrières, 3) kiezen van het meest uitdagende probleem, 4) ontwikkelen van oplossingsstrategieën, 5) in kaart brengen van het totale implementatietraject en 6) uitvoeren van een gevoeligheidsanalyse met een ander toekomstbeeld waarin de optie relevant is.

In de volgende paragrafen worden de analyses eerst per optie besproken, waarna het hoofdstuk wordt afgerond met een beknopte vergelijking van de resultaten. Het gaat hier om illustratieve cases die een indruk geven van de kernthema’s die van belang zijn voor het realiseren van drastische reducties van broeikasgassen in de sector. Op basis van de analyses per optie worden in het volgende hoofdstuk criteria voor lange termijn klimaatbeleid ontwikkeld en technologische oplossingsroutes voor de sector als geheel geschetst.

### 4.2 Biomassa buitenland – biobrandstoffen –

In de backcasting voor de optie biomassa is aangenomen dat biomassa gebruikt gaat worden voor de productie van brandstoffen. De transportsector gebruikt 90-100% koolstofvrije energiedragers waarvoor biomassa als grondstof is gebruikt.

De backcasting voor biobrandstoffen, is tegen de achtergrond van het beeld Schone Bulk uitgevoerd. De optie is ook kort tegen de achtergrond van het beeld Bonte Landbouw beoordeeld. De resultaten zijn weergegeven in tabel 4.1.

---

<sup>65</sup> K.H. Drehborg (1996). The essence of backcasting. *Futures*, vol. 28, no.9, pp. 813 – 828.

Tabel 4.1 Overzicht van kansen en bedreigingen bij optie biomassa.

Kansen	Bedreigingen
Technologische innovatie. Er kan een grote ontwikkeling komen in techniek (omzetting biomassa, toepassing) waar Nederland grote rol in kan spelen.	Aanvoer, transport van biomassa. Grote transportstromen naar Nederland kunnen logistiek en energetisch een probleem worden.
Tegengaan van degradatie van gronden elders. Biomassateelt kan plaats vinden op gedegradeerde gronden.	Stimuleren van zaken met energetisch effect = 0. Bij het stimuleren van biomassa als grondstof voor energie bestaat het gevaar dat er projecten worden opgestart die energetisch niks opleveren (zoals koolzaad voor energie).
Bestaande kennisinfrastructuur. In Nederland is reeds goede kennisinfrastructuur aanwezig die kan inspelen op ontwikkelingen (o.a. Pernis).	Rivaliteit, oneerlijke concurrentie met cascade. Het kweken van biomassa voor energie kan ten koste gaan van langduriger gebruik (cascade) van biomassa als grondstof.
Benutting reststromen. Reststromen uit de voedselindustrie kunnen nuttig worden ingezet (b.v. Palmolie).	Biodiversiteitsverlies. Grootschalige teelt van biomassa kan ontbossing en biodiversiteitsverlies veroorzaken.
Economische opleving Oost-Europa. In Oost-Europa is ruimte voor biomassateelt. Dit kan deze regio een economische impuls geven.	Concurrentie landgebruik. Andere landgebruiksfunctie, met name voedsel, concurreren met biomassateelt.
Imago landbouwsector kan opleven door als probleemoplosser te werken aan een duurzame maatschappij.	Externe kosten kunnen niet worden verrekend in de brandstof. Als bij fossiele brandstoffen niet de externe kosten worden verrekend, kan biomassa niet concurreren.
	Noodzakelijke cultuuromslag. Om op grote schaal over te stappen op deze biomassaroute moet er veel veranderen bij consumenten, overheden, industrieën, landbouw. Dit vergt een cultuuromslag.
	Geloofwaardigheid overheid. De overheid moet bij haar beleid voor biobrandstoffen de steun en het begrip van het publiek niet verliezen.
	Het slechte imago van de landbouwsector kan doorwerken in het imago van biobrandstoffen.

### Het meest uitdagende probleem

De (hogere) kosten van biobrandstoffen zijn het meest uitdagende probleem bij de implementatie van brandstoffen uit biomassa. Worden de groene biobrandstoffen concurrerend met fossiele brandstoffen? Is de prijs, en het imago dusdanig dat biobrandstoffen van fossiele brandstoffen winnen? De hele productie en consumptie moet overgaan op biobrandstof zodat er een grootschalig penetratie van biobrandstoffen optreedt. Zolang CO<sub>2</sub> niet doorberekend wordt in de prijs van energie en biobrandstoffen daardoor duurder zijn, ontbreekt de belangrijkste drijfveer voor realisatie van deze optie in een marktconforme omgeving.

### Gewenste oplossingsrichting

Voor het oplossen van het meest uitdagende probleem – kosten van biobrandstoffen in de concurrentiestrijd met fossiele brandstoffen – zijn de volgende oplossingen genoemd:

*Instelling van een C-tax op benzine.* In eerste instantie komt de C-tax i.p.v. van de huidige accijnzen. Verhoging van de benzineprijs geeft meer ruimte voor alternatieven als biobrandstoffen. De overheid verzorgt het speelveld, de markt doet de rest.

*Overheid stelt één integraal onderzoek op naar biobrandstoffen.* Er komt één integraal onderzoek met speerpunten waarin het onderzoek wordt gebundeld. Dit onderzoek wordt opgezet vanwege algemeen (economisch) belang (strategisch voor Rijnmond).

*Efficiency verbetering auto.* Er vindt een continue efficiency verbetering van de auto plaats zodat de brandstofvraag niet meegroeit met de consumptiegroei.

*Groen wordt trend.* Consumenten worden bewuster en zijn zo rijk dat ze gedrag niet hoeven aan te passen om met een groene trend mee te doen.

*Certificering.* Er wordt een orgaan opgericht dat biobrandstof gaat certificeren en controleren op duurzame productie.

*Bedrijven verzetten bakens.* Bedrijven spelen in op groene brandstoffen en de groene trend, die ze gedeeltelijk zelf in gang hebben gezet. Bio wordt ‘core’.

In het beeld Bonte Landbouw zullen andere verwerkingsprocessen nodig zijn omdat er meer diversiteit in de aangeboden biomassa is. Zowel het beleid als het onderzoek gericht op biomassa zal meer versnipperd zijn. Ook zal er meer weerstand zijn door verlies aan landschappelijk beeld door biomassa plantages. Hierdoor zal implementatie van biomassa voor biobrandstoffen in het beeld Bonte Landbouw langzamer verlopen.

### 4.3 Sinks: Koolstofvastlegging

Bij de optie sinks gaat het om vastlegging van koolstof in bodem en gewas in combinatie met het aantrekkelijk(er) maken van het landschap. Hierbij wordt er van uitgegaan dat er geen strikte scheiding zal plaatsvinden van de functies natuur enerzijds en wonen, werken en recreëren anderzijds. Functies van landgebruik worden zoveel mogelijk gecombineerd. Als beeld voor de backcasting is gekozen voor Bonte Landbouw. De optie is niet beoordeeld tegen de achtergrond van het beeld Schone Bulk, omdat het landschap in dit beeld veel meer gekarakteriseerd wordt door monocultuur en niet-gecombineerde functies. De resultaten zijn weergegeven in tabel 4.2.

Tabel 4.2 Overzicht van kansen en bedreigingen bij optie sinks.

Kansen	Bedreigingen
De boer als natuurbeheerder. Een nieuwe (aanvullende) bestaansgrond voor het agrarisch bedrijf	Conservatisme. Er zal veel tegenstand zijn, in het bijzonder van boeren
Combineren van wonen, werken, recreëren en natuurontwikkeling	Economische haalbaarheid. Waar moet het geld vandaan komen?
Prettige bedrijfsomgeving voor niet-agrarische bedrijven	CO <sub>2</sub> is nog niet verhandelbaar
Er hoeft minder gereisd te worden, de natuur is dicht bij huis	Stuurbaarheid van de realisatie
Er komt een CO <sub>2</sub> label/keur voor landbouwproducten	
De esthetische en belevingswaarde van het landschap neemt toe	

### Het meest uitdagende probleem

Als het grootste probleem wordt gezien het verwerven van een financieel en maatschappelijk draagvlak voor het realiseren van het type landschap dat duurzaam CO<sub>2</sub> vastlegt. Voor het realiseren van een substantiële vastlegging moet een grote hoeveelheid (40%) dure landbouwgrond worden opgekocht. Hiertoe zullen vele boeren moeten worden uitgekocht en dit zal op verzet stuiten. Landschapsontwikkeling waarbinnen wonen en werken mogelijk is, kan geld opleveren voor de realisatie van de plannen. Echter van zulke ontwikkelingen zullen alleen de rijken profiteren. Dit zal het draagvlak niet ten goede komen. Een andere bedreiging voor deze dure optie is dat CO<sub>2</sub> is nog niet verhandelbaar is en dat het aanleggen van sinks om die reden financieel niks oplevert.

### Gewenste oplossingsrichting

De aanpak van het geschetste probleem vereist een voortzetting en intensivering van het huidige landbouw- en natuurbeleid. Het huidige beleid ten aanzien van boeren m.b.t. natuurbeheer moeten worden geïntensiveerd en maatregelen op de boerderij om sinks vast te leggen (maaïen, ploegen, etc.) kunnen nu al genomen worden.

In de komende jaren moet worden gewerkt aan een lange termijn perspectief voor de veenweidegebieden. Dit zal leiden tot een geleidelijke omvorming van het landschap in (een groot deel van) deze gebieden. Hierbij wordt betrokken dat inkomsten uit de verkoop van kavels voor wonen, recreëren en bedrijvigheid worden aangewend om de natuurdoelstellingen te realiseren. Een geleidelijke omvorming en kleinschalig begin kunnen helpen om emotionele weerstanden te overwinnen.

Rond 2005 moeten twee maatregelen van kracht worden die van grote invloed zullen zijn op de mogelijkheden van de sector om klimaatvriendelijk te produceren. Ten eerste komt er een regulerende heffing op kunstmest; dit is met name ook van belang voor de reductie van niet-CO<sub>2</sub>-broeikas gassen. Ten tweede komt er verhandelbaarheid van CO<sub>2</sub>, wat een stimulans zal zijn voor de boeren om de baten van klimaatbeleid te incasseren.

#### 4.4 Gesloten stallen

In 2050 is er een reductie van 80% van methaanemissies uit de melkveehouderij te behalen door het vee 80% van de tijd op gesloten stallen te zetten en 20% buiten te laten lopen. De bedrijfsvorm is groot (grote stallen, veel vee per bedrijf) en is te typeren als agro-industrie. De optie is beoordeeld voor het beeld Schone Bulk; een korte analyse is gemaakt voor het andere beeld. De resultaten zijn weergegeven in tabel 4.3.

Tabel 4.3 Overzicht van kansen en bedreigingen bij optie gesloten stallen.

Kansen	Bedreigingen
Marktpotentie voor agro-industrie. Er is een groot economisch potentieel in de voedselproductie	Maatschappelijke acceptatie. De maatschappij heeft problemen met de bedrijfsvorm i.v.m. dierenwelzijn
Scherp kostprijs neerzetten. Als er sprake is van een marktsituatie zullen de echte kosten worden doorberekend aan de consument. Bedrijven zullen geen verlies willen draaien	Acceptatie sector. De sector ziet zijn eigen bestaan bedreigd omdat boeren zullen verdwijnen
Sector kan blijven concurreren met buitenland en behoudt daarnaast de mogelijkheid voor nichemarkten	

#### Het meest uitdagende probleem

De maatschappelijke acceptatie wordt als het grootste probleem gezien. De maatschappij heeft weerstand tegen de massaliteit en het opgesloten karakter van de grootschalige 'vee-fabrieken'. Vanuit een oogpunt van dierenwelzijn en vanuit een oogpunt van landenschappelijke waarde (men wil koeien in de wei zien).

#### Gewenste oplossingsrichting

Elk jaar verdwijnen er nu al 3% van het aantal bedrijven. Deze trend zet zich de komende 20 jaar autonoom door en resulteert in minder maar wel steeds grotere bedrijven. Om onrendabele bedrijven op een sociale manier op te heffen komt er een saneringsregeling voor onrendabele veetelers om hun bedrijf te beëindigen.

Om de weg vrij te maken voor een marktconforme situatie worden de quota voor melk opgeheven in 2010. Zo kan er een echte marktsituatie ontstaan waarin werkelijke kosten worden doorberekend.

Na het verdwijnen van kleine veehouders ontstaan er een aantal grote spelers die de markt gaan bepalen. Deze spelers zijn meer te karakteriseren als industrie dan als landbouw.

Na het opheffen van de melk quota in 2010 en het ontstaan van melkindustrie in 2020 ontstaat er een concurrerende melkmarkt, waarin een reële prijsvorming van de melk plaatsvindt.

De huidige trend dat mensen niet meer weten waar hun voedsel vandaan komt, zet zich verder voort. Hierdoor maakt men zich minder druk over de productieomstandigheden.

Er gaan na 2020 grote bedrijven ontstaan die hun vee houden in grote loopstallen (niet in flats). Deze loopstallen bieden de mogelijkheid voor het vee om een paar uur per dag buiten te grazen. Zo wordt zowel tegemoet gekomen aan het dierenwelzijnsaspect als aan het landschappelijk aspect. Uiteindelijk zijn er in 2050 nog slechts drie grote zuivelbedrijven over in Europa. Deze bedrijven voeren een goede PR via reclame en voorlichting. Ze zorgen goed voor het welzijn van hun dieren, laten de dieren buiten lopen en hebben de publieke opinie aan hun zijde d.m.v. argumenten.

In het beeld Bonte Landbouw is men bereid meer te betalen voor voedsel. Men is bereid de reële prijs te betalen. De consument is ook bereid zijn etenspatroon aan te passen. Dit resulteert in een lagere consumptie van dierlijke producten. Doordat de consument bereid is meer te betalen (reële prijs) voor minder producten blijft het bestaansrecht van de boer in tact. Er ontstaan geen grote agro-industrieën. De gesloten stallen zijn kleiner dan in het andere beeld en hebben een lager rendement. Het vee loopt langer in de wei. Er is meer emissie per koe, maar dit wordt gecompenseerd in de totale emissie door een kleinere veestapel. De overheid schrijft meer voor (richtlijnen) en zorgt dat de maatschappelijke kosten van melk en vlees in rekening worden gebracht (heffing). Hierdoor wordt er een kader geschapen voor reële prijsvorming.

#### **4.5 Klimaatneutrale kas**

De klimaatneutrale kas bestaat uit een combinatie van technieken (zie vorig hoofdstuk). De optie is alleen gebackcast tegen de achtergrond van het beeld Schone Bulk. De resultaten zijn weergegeven in tabel 4.4.



Tabel 4.3 Overzicht van kansen en bedreigingen bij optie klimaatneutrale kas.

Kansen	Bedreigingen
Verweving wonen, kas en recreatie	Monofunctioneel gebruik van de grond (verharding van de grond)
Klimaatneutraal voedsel	Maatschappelijke acceptatie van fabrieksmatige voedselproducten (vooroordelen dat zongerijpte Spaanse tomaten natuurlijker zijn, terwijl daar veel meer bestrijdingsmiddelen worden gebruikt)
Voedselveiligheid (dit punt staat tegenover de tweede bedreiging)	Moeilijk om aanpak bestrijdingsmiddelen internationaal te regelen
'Level playing field' maakt positie van sector sterker (glastuinbouw 'part of the solution')	Verschillende wet- en regelgeving in Spanje en Marokko
Draagvlak in de sector	Als de sector niet blijft doorlopen, dan kans op maatschappelijke verwijdering van de sector
Eventueel varkens erbij (ipv gebruik kunstmest)	Voldoende R&D in Nederland
Transparantie in de voedselketen	Beschikbaarheid warmtepomp, technologie, brandstofcellen
	Liberalisering van de energiemarkt is een risico.
	Waar zet je de kassen neer? Mikken op overgangsgebieden industrie-platteland. Lokatievragen verschillen: welke typen, afwatering (gezien de kans dat extreme buien toenemen).
	Verantwoordelijke overheden op elkaar aansluiten (planologie en R&D, geen facilitatievisie vanuit de sector)

### Het meest uitdagende probleem

Het grootste probleem is het overheidsbeleid. De glastuinbouw is er wel klaar voor, maar de overheid speelt nog niet op de kans in. Rijk, provincie en gemeenten hebben geen integrale visie ontwikkeld over de ruimtelijke inpasbaarheid van de kassen. De departementen werken sectoraal en er is nog geen generiek beleid voor de glastuinbouw ontwikkeld (ministerie VROM, LNV etc.). Initiatieven zoals het kopen van CO<sub>2</sub> van de industrie worden belemmerd door de verplichting hierbij het energiebedrijf in te schakelen. Tevens voldoet de huidige subsidieregeling niet. Deze dient flexibeler te worden toegepast zodat de vernieuwingsimpulsen innovatief door de glastuinbouw kunnen worden doorgevoerd.

### Gewenste oplossingsrichting

In 2005 worden er via demonstratie projecten kassen gebouwd die 40% reductie bewerkstelligen. Nieuwe kassen worden ingepast in het landschap en verweven met andere functies. In 2010 is de klimaatneutrale kas technisch mogelijk. Rekening houdend met de vervangingscyclus van de kas kan de sector, mits men blijft investeren in R&D, de emissieneutrale kassen in gebruik hebben in 2035. Randvoorwaarde daarbij is wel dat de overheid flexibele en stimulerende subsidies inzet. Tevens dient de sector zelf te blijven werken aan een positief imago bij de consument voor de afname van kasproducten in plaats van lokaal geproduceerde producten (zoals de pomodori-tomaat).

#### 4.6 Precisiebemesting en eigen mest in plaats van kunstmest

Er zijn twee opties gebackcast die aanvullend zijn om de N<sub>2</sub>O emissies tegen te gaan. De opties zijn gebackcast tegen de achtergrond van het beeld Bonte Landbouw. Ook is een beknopte verkenning gemaakt tegen de achtergrond van het andere beeld. De resultaten zijn weergegeven in tabel 4.5.

Tabel 4.4 Overzicht van kansen en bedreigingen bij de opties precisiebemesting en eigen mest in plaats van kunstmest.

Kansen	Bedreigingen
Centrale kennis ondersteuning voor boeren (bemesting, bestrijding)	Conflict optimale bemesting en bedrijfsvoering (koeien die in de wei lopen op moment dat er bemesting plaats moet vinden).
Organische mest verwerken tot, of gebruiken als hoogwaardige mest	Enorme hoeveelheid kennis nodig voor optimale bemesting
	Organische mest kan niet worden ingezet als mest
	Groei grasland gaat achteruit bij gebruik van alleen organische mest
	Maatschappelijke acceptatie, weerstand tegen stankoverlast giertank
	Kunstmest is te goedkoop

Het meest uitdagende probleem

Als grootste probleem zijn twee punten aangemerkt:

De kennis die nodig is voor optimale bemesting. Er is enorm veel kennis nodig om aan te geven, wanneer, waar, hoe, hoeveel en wat optimaal moet worden bemest.

Kunstmest is te goedkoop. De prijs van kunstmest omvat niet de maatschappelijke kosten die ontstaan bij productie en toepassing. Hierdoor is er een oneerlijke concurrentie met organische mest.

Gewenste oplossingsrichting

De komende 10 jaar moeten onderzoeksinstituten onderzoek doen naar precisiebemesting. Organische mest moet worden ingezet als of worden omgewerkt tot hoogwaardig meststof. Via onderwijs en voorlichting moet boeren de benodigde kennis worden bijgebracht om ermee te kunnen werken.

De overheid moet een nationale mineralenbalans opstellen waarin de link met N<sub>2</sub>O expliciet wordt meegenomen. Zo ontstaat een economische prikkeling om N<sub>2</sub>O emissies tegen te gaan.

Via economische prikkels moet het gebruik van dierlijke mest gestimuleerd worden en het gebruik van kunstmest afgeremd.

In Schone Bulk zal het wat lastiger zijn om heffingen in te voeren vanwege de machtige industrie. Hier zullen verordeningen er voor moeten zorgen dat de bulk schoon wordt.

## 4.7 Cascadering

Voor het klimaat is de inzet van biomassa in een cascaderingsroute het beste. Eerst als bouw materiaal, daarna als pallets, dan papier, vervolgens als chips in spaanplaat. Deze route dreigt te worden afgesneden door de zuigkracht van de energiesector. De resultaten zijn weergegeven in tabel 4.6.

Tabel 4.5 Overzicht van kansen en bedreigingen bij optie cascadering.

Kansen	Bedreigingen
Duurzaam vastleggen van CO <sub>2</sub> (sink)	Klimaatbeleid negeert cascaderingsverhaal. Alles de centrale in. Zweden heeft CO <sub>2</sub> heffing → export naar Zweden in plaats van hergebruik
Vermijden van CO <sub>2</sub> door de fossiele brandstof die niet wordt verbruikt	Weerstand in woningbouwsector. Tegen houtskeletbouw. Imago.
Thermische restcapaciteit	Ingewikkelde accountancy
Vervangt zeer intensieve materialen	Bossen laten staan
Bevorderen duurzame bosbouw, zodat CO <sub>2</sub> in de bodem toeneemt	Zuigkracht van de energiesector door het klimaatbeleid, inclusief internationale afspraken. Uiteindelijk zal hout worden gebruikt in de thermische restverwerking of als restverwerking in de Gebouwde Omgeving wanneer de kosten van hergebruik hoger zijn dan de opbrengsten.
Eventueel in combinatie met biomassabos (grassen)	Structuur van de sector :kleine bedrijven. Zij is in het nadeel t.o.v. beton, bijv. met betrekking tot input R&D
Inspelen op DuBo	Ontbreken van een goed inzamelsysteem, ook voor vervuild hout
Verbetering van de regelgeving. Klimaatbeleid heeft baat bij cascadering	De bouw is een sterk nationale sector met een specifieke nationale regelgeving. Moeilijk voor buitenlandse bedrijven om binnen te komen
Certificering a.d.h.v. CO <sub>2</sub> intensiteit van de bouwmaterialen	
CO <sub>2</sub> heffing voor de cementsector	
Bewezen techniek (houtskeletbouw van huizen). In tal van landen grote bedrijven. Maar, zie bedreiging hiernaast.	.
Stimuleren van technieken om hergebruik van hout te stimuleren	

### Het meest uitdagende probleem

Het klimaatverdrag is het grootste probleem voor de cascadering. Het klimaatverdrag zet cascadering buiten spel, terwijl er een behoorlijk CO<sub>2</sub>-winst mee te behalen valt.

### Gewenste oplossingsrichting

Binnen het klimaatverdrag wordt bovenstaand probleem wel onderkend en loopt een 'furniture'-discussie. Er is een noodzaak tot het ontwikkelen van een redelijk betrouw-

baar accountancy systeem. Uitgangspunt hierbij is dat het CO<sub>2</sub>-verlies niet wordt geteld wanneer de boom wordt omgehakt, maar wanneer de CO<sub>2</sub> de lucht in gaat.

Er is onderzoek en ontwikkeling nodig met voorbeeldprojecten.

Er moet een certificering komen voor CO<sub>2</sub> op de intensiteit van bouwmaterialen. Het sturend mechanisme begint bij stimuleren hout inzet in de gebouwde omgeving. Welk instrumentarium nodig is, valt moeilijk te zeggen. Het huidige normenstelsel is waarschijnlijk niet toereikend. Een heffing op cement kan uitkomst bieden, maar daarmee wordt niet het hele probleem (keten) aangepakt.

De dialooggroep benadrukt dat het vinden van een mechanisme om cascadering te stimuleren en het vinden van supporters hiervoor centraal staat in de discussie.

#### **4.8 De problemen, kansen en oplossingen vergeleken**

De opties in de landbouw die betrekking hebben op de primaire productie zoals de klimaat neutrale kas, gesloten stallen, precisiebemesting en gebruik van dierlijk mest i.p.v. kunstmest lijken zowel technisch, economisch als maatschappelijk niet veel problemen op te leveren (zie tabel 4.7). Er is nog wel wat onderzoek nodig en ontwikkeling van de techniek. Maar met het juiste beleid en in aansluiting op autonome trends in de landbouw zijn de opties ruim voor 2050 te implementeren.

De netto resultaten in termen van CO<sub>2</sub> vastlegging van sinks zijn erg onzeker. Daarnaast is de optie duur en maatschappelijk ingrijpend. Veel boeren zullen verdwijnen bij groot-schalige invoering, een enkele boer zal nieuwe broodwinning weten te vinden als natuurbeheerder. Grootschalige vorming van veenweide natuurgebieden lijkt zowel economisch als sociaal moeilijk te zijn. Door de functies wonen, werken, recreëren commercieel met natuurbeheer te combineren kan er geld vrijkomen om de plannen gedeeltelijk te bekostigen. Kleinschalige invoering is mogelijk en kan aanzet geven tot grootschaliger inpassing.

Cascadering en biomassa/biobrandstoffen hebben allebei een sterk internationaal karakter. Het grootste probleem bij biomassa is de concurrerende prijs met fossiel en de concurrentie van biomassa om grond met andere landfuncties, zoals natuur (bos, biodiversiteit) en voedsel. De concurrentie met fossiel kan gewonnen worden door heffingen. De concurrentie met andere landfuncties moet voorkomen worden door duurzaamheideisen te stellen aan de productie. Stimulering van biobrandstoffen kan een bedreiging vormen voor cascadering.

Cascadering kan worden gestimuleerd door een goed boekhoudsysteem op te stellen en het klimaatverdrag aan te passen. Probleem blijft de stimulering van hout als bouw materiaal in een gesloten nationale bouwsector. Heffingen kunnen economische prikkels geven, maar zijn niet voldoende. Aanvullende stimulerende maatregelen zullen nodig zijn.

Tabel 4.6 Overzicht van opties, problemen, kansen en oplossingen.

<b>Optie</b>	<b>Problemen</b>	<b>Kansen</b>	<b>Oplossingen</b>
<b>Biomassa buitenland</b>	Hoge kosten bio-brandstoffen t.o.v. fossiel Rivaliteit met cascade Concurrentie landgebruik (voedsel, natuur) Stimuleren zaken die niks opleveren	Tegengaan degradatie gronden elders Technologisch innovatie Kennisinfrastructuur NL (groen Pernis) Economisch kansen Oost Europa Imago sector	C-tax op benzine Één integraal onderzoek door overheid naar biobrandstoffen Efficiency verbetering auto Groen wordt trend Certificering
<b>Sinks</b>	Gebrek aan maatschappelijk draagvlak Economische haalbaarheid	De boer als natuurbeheerder Combineren werk, wonen, recreatie en natuurontwikkeling Belevingswaarde van het landschap neemt toe	Intensivering huidig landbouw- en natuurbeleid Lange termijn perspectief veenweide gebieden Omvormen landschap veenweide gebieden Opbrengsten genereren uit combinatie wonen, werken, recreëren Heffing op kunstmest CO <sub>2</sub> wordt verhandelbaar
<b>Gesloten stallen</b>	Maatschappelijke acceptatie bedrijfstvorm i.v.m. dierenwelzijn en landschap	Marktkansen agro-industrie Reële prijs berekenen vlees/melk	Saneringsregeling onrendabele bedrijven Opheffen melkquota Stallen met uitloop
<b>Klimaatneutrale kas</b>	Versnipperd overheidsbeleid nationaal en internationaal Maatschappelijke acceptatie voedsel productie Beschikbaarheid technologieën Liberalisering energiemarkt	Verweving kas met wonen en recreatie Voedselveiligheid Draagvlak sector Gebruik dierlijke mest Transparantie in de voedselketen	Verweven kassen in landschap Subsidies overheid R&D
<b>Precisiebemesting en eigen mest eerst</b>	Veel kennis nodig Conflict bedrijfsvoering bemesting Organische mest voldoet niet Maatschappelijke acceptatie gebruik mest Kunstmest is te goedkoop	Centrale kennisondersteuning Organische mest gebruiken als of verwerken tot hoogwaardige mest	Onderzoek naar precisiebemesting Voorlichting en onderwijs Mineralenbalans met klimaatlink Heffing op kunstmest

*Vervolg op volgende pagina*

<b>Optie</b>	<b>Problemen</b>	<b>Kansen</b>	<b>Oplossingen</b>
<b>Cascadering</b>	Klimaatbeleid negeert cascadering Ingewikkelde boekhouding Bossen laten staan Zuigkracht energiesector Machtige betonsector Geen inzamelsysteem oud hout Bouw is een nationale sector	Vervanging energie intensieve materialen Duurzaam vastleggen CO <sub>2</sub> Inspelen op DuBo Verbetering regelgeving openstelling bouw voor buitenland Thermische restcapaciteit	Ontwikkelingen boekhoudsysteem voor cascade Onderzoek en ontwikkeling met voorbeeldprojecten Certificering CO <sub>2</sub> intensiteit bouwmaterialen Stimuleren houtinzet in de bouw Heffing op cement

## 5. Verbinding lange en korte termijn klimaatbeleid

### 5.1 Introductie

Dit hoofdstuk gaat in op criteria voor het lange termijn klimaatbeleid (paragraaf 5.2), technologische oplossingsroutes voor de sector landbouw en voeding (paragraaf 5.3) en de rollen van actoren en bestuurlijke aspecten (paragraaf 5.4). De resultaten van de backcasting exercities hebben hiervoor als input gediend. De werkwijze van backcasten per optie heeft illustratieve cases opgeleverd die een indruk geven van de belangrijke thema's bij het realiseren van drastische reducties van broeikasgassen in de sector. Door de cases aan elkaar te relateren zijn ze op het niveau van een meervoudige case studie gebracht, waaruit meer algemene bevindingen en conclusies kunnen worden afgeleid.

### 5.2 Criteria voor lange termijn klimaatbeleid

De resultaten van de backcasting exercities zijn gekoppeld aan de discussie over criteria voor lange termijn klimaatbeleid. Voor het formuleren van criteria is de 'Repertory Grid' methode gebruikt. De deelnemers kregen drie verschillende trio's van opties voorgelegd met daarbij voor elk trio van opties de vraag: 'In welk opzicht zijn twee van deze opties aan elkaar gelijk en verschillen ze van de derde?' Dit resulteerde in een lijst met kenmerken waarop opties onderscheiden, dan wel geclusterd kunnen worden (bijvoorbeeld kosteneffectiviteit, maatschappelijk draagvlak et cetera), die vervolgens werden vertaald in criteria.

Het lange termijn klimaatbeleid in de sector landbouw en voeding moet volgens de dialooggroep aan de volgende criteria voldoen (in volgorde van belangrijkheid):

1. **Draagvlak** Breed draagvlak in de gehele maatschappij. Belangrijk hierbij zijn:  
Mondiaal draagvlak en mondiale erkenning van het probleem (bewustwording)  
Keuze vrijheid burger  
Het meeliften met autonome ontwikkelingen in de sector zodat uitdagende doelen kunnen worden gesteld.
2. **Duurzaamheid** Een integrale duurzaamheid: economisch, ecologisch en sociaal. Er moeten geen verstoringen op andere terreinen ontstaan door het invoeren van een maatregel. Een ex ante evaluatie is nodig om compleet beeld te verkrijgen.
3. **Kosteneffectiviteit** Verwacht moet worden dat de maatregel op langere termijn kosteneffectief is.
4. **Volume** De maatregel moet qua volume iets voorstellen.
5. Technologische robuustheid
6. **Bedrijfszekerheid** De gebruikte techniek moet bedrijfszeker zijn.

De dialooggroep onderschrijft eensluidend het belang van mondiaal draagvlak en mondiale bewustwording van het probleem. Het probleem moet inzichtelijk worden gemaakt en mensen moeten worden gemotiveerd er aan te gaan werken. Op de lange termijn is het mogelijk maatschappelijke acceptatie te beïnvloeden en te veranderen. Dit in tegenstelling tot de korte termijn.

Met het oog op het draagvlak is het van groot belang dat maatregelen aansluiten bij de richting die de landbouw op gaat. Als wordt aangesloten bij autonome ontwikkelingen, kunnen er uitdagende doelen worden gesteld en wordt in feite een draagvlak geoperationaliseerd (vliegwieleffect). In de landbouw zullen maatregelen niet louter om klimaatredenen als zodanig worden genomen. Er dient dan ook gestreefd te worden naar synergie.

### 5.3 Technologische routes

De dialooggroep heeft drie complementaire technologische routes (pakketten van opties) samengesteld voor het realiseren van drastische reducties van CO<sub>2</sub> in de sector landbouw en voeding.

1. Route **'Binnen'**: maximale beperking van de emissies binnen de primaire sector.
2. Route **'Aanbod'**: emissiebeperking buiten de primaire sector door productie van duurzame energie en cascadering van gebruik van geteelde biomassa.
3. Route **'Voedingsketen'**: reducties in de 'voedingsketen'.

De eerste twee routes worden in de volgende paragrafen uitgewerkt. De derde route, betreffende reducties in de voedingsketen, is niet verder behandeld, al wordt onderkend dat er mogelijk substantiële reducties te behalen zijn.

De dialooggroep heeft een sterke voorkeur voor het reduceren van de eigen (in Nederland/Europa) emissies vanwege het draagvlak criterium. Naast het reduceren van emissies in Nederland/Europa is het reduceren in het buitenland aanvullend indien dit op een duurzame (economisch, ecologisch en sociaal) manier gebeurt.

#### 5.3.1 Route binnen

De route 'binnen' richt zich op maximale beperking van de emissies binnen de primaire sector en bij de huidige productiestructuur. De gebruikte technologieën zijn: klimaatneutrale kas, gesloten loopstallen, dierlijke mest in plaats van kunstmest en precisiebestemming.

Door deze opties reduceert de primaire landbouw in 2050 in totaal 12-18 Mton CO<sub>2</sub>-eq. bij de primaire productie. Daarmee bedraagt de rest-emissie aan broeikasgassen zo'n 5-10 Mton CO<sub>2</sub>-eq<sup>66</sup>. Deze reductie is exclusief sinks, en de indirecte effecten op de emissies van lachgas in de kunstmestindustrie. De sector boekt zo 60-80% reductie ten opzichte van 1990. Hiermee lijkt voor landbouw het reductiedoel van 80% haalbaar.

Aanvullende 'reducties' binnen de eigen sector zijn in theorie nog mogelijk door de sinks te vergroten. Dit betreft het tegengaan van oxidatie van koolstof in de bodem door minder diep ploegen, omvormen van akkerland in grasland, nieuw bos en door verhoging van de grondwaterstand in de veenweide gebieden. Daarbij dient evenwel rekening gehouden te worden met zeer grote onzekerheden in het netto resultaat.

---

<sup>66</sup> 0-3 Mton CO<sub>2</sub>, 1-3 Mton CO<sub>2</sub>-eq CH<sub>4</sub> en 3-6 Mton CO<sub>2</sub>-eq. N<sub>2</sub>O



### 5.3.2 Route aanbod

De route ‘aanbod’ richt zich vooral op reductie van CO<sub>2</sub>-emissies bij andere sectoren. In die zin is de landbouwsector in deze route geen probleemhouder maar probleemoplosser. Centraal staat de vermijding van emissies bij anderen door *productie* van nuttige, CO<sub>2</sub>-vrije *energie* binnen de landbouwsector. Het gaat om een vijftal ‘bescheiden’ opties binnenlands en twee ‘grotere’ opties van de landbouw in het buitenland.

In Nederland gaat het om: Gebruik agro-reststromen, mestvergisting, mestverbranding of vergassing, Bio-energie teelt NL en windenergie op land.

In het buitenland zijn de twee opties: cascadegebruik van hout en bio-energie teelt.

Door productie van duurzame energie kan de landbouw 4-6 Mton CO<sub>2</sub> reduceren bij andere sectoren. Het stoppen met kunstmestgebruik, in een internationale context, levert een reductie van 8-11 Mton CO<sub>2</sub>-eq. aan N<sub>2</sub>O en CO<sub>2</sub> op doordat de kunstmestindustrie zal sluiten. In totaal reduceert de landbouw 12-17 Mton CO<sub>2</sub>-eq. bij andere sectoren.

De emissiereducties door de twee ‘buitenlandse’ opties cascadering en biomassa bedragen ca. 40 Mton CO<sub>2</sub>, waarvan de biobrandstoffen het leeuwendeel uitmaken. Cascadering van biomassagebruik kan ca. 2 Mton CO<sub>2</sub> besparing opleveren, vooral bij de productie van bouwmaterialen.

De dialooggroep heeft ervoor gekozen zoveel mogelijk de eigen emissies te reduceren, met het oog op het internationaal draagvlak. Aanvullende biomassa importen uit het buitenland moeten ecologisch, sociaal en economisch duurzaam zijn en worden gekoppeld aan cascadegebruik.

In totaal is de reductie van de route ‘aanbod’ ca. 50 Mton CO<sub>2</sub>-eq. Dit is bijna het dubbele van de eigen emissies uit de sector landbouw. Per saldo is de landbouwsector dus probleemoplosser geworden. Hierbij wordt echter zwaar geleund op inspanningen van agrariërs in het buitenland.

### 5.3.3 De routes vergeleken

Het verschil tussen de technologische routes is de plaats waar de emissiereductie optreedt. In ‘binnen’ wordt primair de *eigen* emissie aan banden gelegd, terwijl ‘aanbod’ vooral mikt op reductie van emissies buiten de eigen sector, dus van anderen.

In tabel 5.1 zijn de oplossingsroutes afgezet tegen de in paragraaf 5.2 genoemde criteria. Met het oog op het draagvlakcriterium dienen allereerst de eigen emissiereducties te worden gerealiseerd, zowel in de sector als in andere sectoren in Nederland. Leunen op het buitenland (buiten Europa) is ongewenst. Aanvullende reducties uit het buitenland kunnen plaats vinden als dat op een sociale, economische en ecologische verantwoorde manier gebeurt.

Tabel 5.1 De oplossingsroutes afgezet tegen de criteria.

criterium	Route 'Binnen'	Route 'Aanbod', (incl. buitenland)
<b>Draagvlak</b>	Goed. Ook goed te koppelen aan ontwikkeling van de sector Minpunt is dat het dierenwelzijn minder is.	Slecht voor het buitenlandse deel. 'Biofuels' leunt op het buitenland. De optie cascadering is positief, maakt de 'footprint' kleiner.
<b>Duurzaamheid</b>	Goed. Sociale omstandigheden liften met ontwikkelingen mee in stallen en kassen. Ook biodiversiteit moet worden meegenomen, anders negatief punt. Sinks inpassen met biodiversiteit.	+ Wind zoals neergezet (5%) heeft goed draagvlak. Negatief scoren 'biofuels' i.v.m. ecologie en NOx emissie. Indien NOx verwijderd wordt is het niet kosteneffectief
<b>Kosteneffectiviteit</b>	+	Afhankelijk van de ontwikkeling van de liberalisering energiemarkt (toegang tot net etc.)
<b>Technische robuustheid</b>	Aanwendbaarheid organische mest is slecht. Moet technisch worden opgelost. Sinks zijn niet robuust.	- Technieken voor wind en zon zijn nog lang niet robuust.

#### 5.4 De rollen van actoren en bestuurlijke aspecten

De volgende actoren spelen een rol bij het realiseren van drastische emissiereducties in de landbouw:

- Overheid
- Kennisinstellingen (met vraagteken)
- Consument (met vraagteken)

De dialooggroep vindt de overheid de belangrijkste actor bij een lange en korte termijn klimaatbeleid voor de landbouw. De overheid zorgt voor:

- **Normstelling.** Prestatienormen: CO<sub>2</sub>-eq. per Energie eenheid of kg product.
- **'Level playing field'** (eerlijke concurrentie)
- **Kennis.** Transparante markt voor kennis (instituten aanwijzen voor onderzoek) en kennisbundeling.

De overheid moet beducht zijn voor halve regulering/liberalisering en tegengestelde belangen. Er moeten bijvoorbeeld door een bepaald systeem geen prikkels tegen duurzame energie ontstaan. Verder beschermt de overheid het zwakke (b.v. natuur, zwakkeren in de samenleving), en zorgt zij voor eerlijke concurrentie en een goede kennisinfrastructuur.

## 6. Conclusie

De Nederlandse landbouw staat in een internationale/Europese context. De landbouw zal zich kunnen ontwikkelen tussen de dimensies ‘grootschalig homogene productie voor een wereldmarkt’ en ‘gemengde kleinschalige landbouw voor een lokale markt’.

In de groep was discensus over het bestaan van Nederlandse landbouw in 2050. Aangenomen dat Nederland nog een belangrijke landbouwsector heeft, is het evenwel mogelijk om met behulp van bestaande technologieën 60-80% reductie te bereiken in de primaire sector. De maatregelen kunnen ruim voor 2050 worden geïmplementeerd en technisch hoeven er geen problemen te zijn.

De dialooggroep geeft vanuit het oogpunt van draagvlak de voorkeur aan het reduceren van de eigen emissies en daarna aan de emissies van andere sectoren in Nederland/Europa. Aanvullende maatregelen met behulp van land buiten Europa moeten ter plekke ecologisch, sociaal en economisch duurzaam zijn. De importdiscussie over biomassa moet zorgvuldig worden gevoerd.

Naast het reduceren van de eigen emissies kan de landbouw een rol spelen bij het reduceren van emissies van anderen door het produceren van duurzame materialen en energie. De sector kan zo in totaal een reductie bewerkstelligen die groter is dan de eigen emissies in 1990. De landbouw kan zo veranderen van een probleemeigenaar in een probleemoplosser.

Klimaat is geen kernthema in de landbouw. Door aan te sluiten bij autonome trends in de landbouw kunnen de maatregelen echter met voldoende draagvlak worden gerealiseerd. Verder dient het landbouwbeleid in synergie met het klimaatbeleid te worden vorm gegeven.

Van belang voor een succesvol klimaatbeleid is een breed draagvlak in de gehele maatschappij (nationaal en internationaal). Maatregelen dienen integraal duurzaam (geen verstoringen elders veroorzaken), kosteneffectief op langere termijn, technologische robuust en bedrijfszeker te zijn.

De overheid heeft als actor de belangrijkste rol in het realiseren van de doelstellingen. De overheid moet zorgen voor normstellingen, eerlijke concurrentie en kennis. Het beleid van de overheid moet consistent en transparant zijn.



## Appendix IV.

### **Naar een lange termijn klimaatbeleid voor de sector ver- keer en vervoer**

**Strategische visie van de groep Verkeer en Vervoer van de Natio-nale Dialoog  
uit het COOL project**



*De Nationale Dialoog*



## De dialooggroep Verkeer en Vervoer van de Nationale Dialoog van het COOL project

P. Bouw (Voorzitter)	Raad voor Verkeer en Waterstaat
P. Clausing	ANWB
J.M Dekkers	Nationale Havenraad
A. Douma	Holland Rail Consult
H. Leemreize	FNV
H. van Manen	van Gend en Loos
G.H.J. Peters	DCMR
A.B.M. van der Plas	Nederland Distributieland
P. Sierat	Verachtert B.V.
E.M. Storm	Ondernemersvereniging SIVN
L. Tegelberg	Lacis Nederland B.V.
B.B.W. Thorborg	Ministerie van Verkeer en Waterstaat
T. Wams	Vereniging Milieudefensie

Projectteam groep Verkeer en Vervoer:

Secretaris: M.T.J. Kok (RIVM).

Wetenschappelijke Ondersteuning: P. Kroon (ECN), J.A. Annema (RIVM) en mw. S. Bos (ECN).

Voorzitter en leden namen op persoonlijke titel deel aan de Nationale Dialoog.





## 1. Inleiding

Het COOL project (Climate OptiOns for the Long term) heeft tot doel inzichten en aanbevelingen te ontwikkelen voor het lange termijn klimaatbeleid. De Nationale Dialoog is gevoerd in vier dialooggroepen voor de sectoren Gebouwde Omgeving, Industrie & Energie, Landbouw & Voeding en Verkeer & Vervoer. Daarnaast kent het project een internationale component in de vorm van een Europese en mondiale dialoog. In de Europese dialoog was ook een groep gericht op Verkeer en Vervoer. De dialoog is gehouden in de periode oktober 1999 tot en met mei 2001.

Het project is uitgevoerd door de deelnemers aan de dialoog, personen met een staat van dienst resp. een grote kennis van wat er speelt in deze sectoren. Zij zijn ondersteund door een projectteam dat tot taak had het structureren van de discussie en het ondersteunen van de dialooggroepen, en een team wetenschappelijke ondersteuning dat tot taak had de groepen van state of the art wetenschappelijke informatie te voorzien over opties om broeikasgasemissies in Nederland te reduceren.

### Noodzaak voor broeikasgas-emissiereductie van 80% in 2050

De afgelopen 100 jaar is het wereldwijde klimaat veranderd. De wereldgemiddelde temperatuur bij het aardoppervlak is in de twintigste eeuw met 0,6 graden toegenomen. De concentratie CO<sub>2</sub> in de atmosfeer is de laatste decennia blijven toenemen met gemiddeld 0,4% per jaar en heeft in de loop van de twintigste eeuw een niveau bereikt dat in ieder geval niet in 420.000 jaar, maar waarschijnlijk zelfs niet in twintig miljoen jaar, is voorgekomen. Het staat vast dat die toename door de mens veroorzaakt is. Ook de concentraties van andere broeikasgassen zijn als gevolg van menselijk handelen verder toegenomen. Op basis van nieuwe analyses vindt het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2001) het waarschijnlijk dat de waargenomen klimaatverandering sinds het midden van de twintigste eeuw grotendeels door de mens is veroorzaakt. Computersimulaties op basis van nieuwe broeikasgas-scenario's laten zien dat het door mensen veroorzaakte broeikaseffect, indien er geen klimaatbeleid wordt gevoerd in de 21e eeuw zal leiden tot een verdere toename van de wereldgemiddelde temperatuur met 1,4 tot 5,8 graden. Voor Nederland en West-Europa wordt een toename van de hoeveelheid neerslag verwacht. Ook elders zullen de neerslagpatronen veranderen. Dit zal ook gevolgen hebben voor het transport over water. De zeespiegel zal gedurende de 21e eeuw stijgen met 9 tot 88 centimeter. Op een termijn van enkele eeuwen wordt een verdere toename met enkele meters verwacht. Om de CO<sub>2</sub>-concentraties in de atmosfeer aan het eind van de 21ste eeuw op de een veilig niveau te stabiliseren (de ultieme doelstelling van het internationale Klimaatverdrag dat ook door Nederland is ondertekend), is een tussen-doelstelling voor 2050 geformuleerd. Mondiaal zouden in 2050 de emissies t.o.v. 1990 met 15-25% moeten zijn teruggebracht. Om een dergelijke wereld-doelstelling te halen en binnen een traject te blijven waarbij de negatieve gevolgen van klimaatverandering binnen de perken gehouden kunnen worden, zouden de emissies in de geïndustrialiseerde landen (waaronder Nederland) in 2050 met 80% omlaag moeten. Dit uitgangspunt laat dan het Zuiden de 'emissieruimte' voor de daar gewenste economische ontwikkeling.

### Bijdrage van de sector momenteel aan het klimaatprobleem

Wereldwijd is transport volgens de huidige inzichten verantwoordelijk voor circa 14% van de uitstoot aan broeikasgassen. In Nederland is de bijdrage met 15% iets hoger. Personenauto's nemen de helft van de uitstoot van de sector voor hun rekening. Goederenwegvervoer zit op 20% en bestelauto's op ongeveer 12%. Een belangrijk aspect is dat de economische groei en de vraag naar transport al tientallen jaren vrijwel gelijk op gaan. De relatieve en absolute bijdrage van de sector in het aandeel broeikasgasemissies zal dan ook toenemen bij voortdurende economische groei.

### De opdracht van de groep Verkeer en Vervoer

De dialoog is voor elk van bovengenoemde sectoren en dus ook voor Verkeer en Vervoer ingegaan op de volgende vraag: wat is er voor nodig om in Nederland in 2050 een emissiereductie van 80% broeikasgassen ten opzichte van 1990 te realiseren? De deelnemers aan het project hebben zich dus niet gebogen over de vraag of een emissiereductie van 80% wenselijk is als doelstelling van het klimaatbeleid. De dialooggroepen is evenmin gevraagd om met een eenduidige strategische visie te komen. Verschil van inzicht over de vraag welke route naar een ontkoppeling van broeikasgasemissies en economische groei als meest wenselijk dan wel haalbaar wordt gezien is dan ook zichtbaar in de resultaten.

De bevindingen en conclusies van de Nationale Dialoog hebben hoofdzakelijk betrekking op het klimaatbeleid voor de periode 2012 – 2050. Dat wil zeggen voor de periode aansluitend op die waarover Nederland in het Kyoto-verdrag internationale afspraken heeft gemaakt voor emissie-reducties. Een deel van de aanbevelingen heeft echter wel betrekking op hoe Nederland zich moet voorbereiden op die lange termijn. Hiervoor is de periode van pakweg de komende 10 jaar beschikbaar.

Deze notitie is bedoeld voor allen die op enigerlei wijze betrokken zijn bij de sector Verkeer en Vervoer en het daar te voeren klimaatbeleid: bedrijven, branche- en andere belangen-organisaties, de overheid en politiek.

In het vervolg van deze strategische visie zal worden ingegaan op de rationale achter de -80% doelstelling in 2050, de bijdrage die de sector Verkeer en Vervoer momenteel levert aan het klimaatprobleem, (het potentieel van) de opties en oplossingsroutes om tot emissiereducties te komen, de problemen en kansen bij de implementatie van opties en op de mogelijke acties om de 80% emissiereductie daadwerkelijk te realiseren.

## 2. Beelden van de toekomst

### 2.1 De sector Verkeer en Vervoer in 2050

Om uiting te geven aan de inherente onzekerheden over de niet te kennen (verre) toekomst en om uiteindelijk de robuustheid van opties tegen te kunnen beoordelen, zijn twee beelden ontwikkeld over hoe de sector Verkeer en Vervoer er in 2050 uit zou kunnen zien en waarin -80% emissiereductie is gerealiseerd. Dat zijn de beelden 'Vrij baan' en 'Vervoer op maat'. Uitgaande van deze beelden is in het project teruggeredeneerd naar het heden, een methode die backcasten wordt genoemd.

Een belangrijke trend die in beide beelden zichtbaar wordt is de ontwikkeling richting het in elkaar schuiven van verschillende vervoersmodaliteiten in zowel personen- als goederenvervoer: ketenmobiliteit. Om de hiervan te verwachten efficiency-winsten (in economische en milieu-termen) te realiseren is aandacht nodig voor modal merges en inter-modaliteit van vervoer.

Op de volgende pagina worden de beelden beschreven. De volgende tussenconclusie is te trekken:

*de trendcijfers die aan beide beelden ten grondslag liggen, komen erop neer dat in beide beelden de vervoersvraag blijft groeien en dat ook de energievraag zal toenemen. Dit zijn cijfers op basis van veronderstellingen, de toekomstbeelden zijn geen prognoses. De belangrijkste verklarende factor hiervoor is de verwachte economische groei in de periode tot 2050. Tegelijkertijd zullen andere sectoren in die periode minder energieverbruikgroei kennen, waardoor ook het relatieve aandeel van de sector Verkeer en Vervoer fors toeneemt in de energiegebruikcijfers en de daarmee samenhangende emissies van broeikasgassen. Dit zal tot gevolg hebben dat de sector Verkeer en Vervoer zich in een toenemende belangstelling van het klimaat- en energiebeleid zal mogen verheugen.*

**Het beeld 'Vrij baan'***Maatschappelijke omgeving*

Het accent ligt op materiële welvaart. Er is sprake van sterke concurrentie. De internationale economische ontwikkelingen zijn erg belangrijk. De maatschappij is sterk geïndividualiseerd en de 24-uurs economie viert hoogtij. De dienstensector neemt toe: arbeidsinzet voor productie van materiële zaken neemt af, maar minder sterk dan in beeld 'Vervoer op maat'. Er bestaat een groot geloof in technologie en technologische ontwikkelingen bepalen het gedrag. Er is sprake van een hoge mate van marktwerking. De overheid is reactief, er heerst een grote afstand tussen centrale overheid en de burgers. Er is weinig milieubesef; duurzaamheid is een afgeleide. Dat wil zeggen milieumaatregelen worden afgedwongen als gevolg van samenhangende omstandigheden en problemen (bijv. beperkingen in beschikbare ruimte, congestie, gezondheidsproblemen als gevolg van transport).

*Verkeer en vervoer*

Er heerst een grote behoefte aan reizen en er is sprake van intensief transport. Een groei van de economie gaat gepaard met een groei in het transport, de 'Nieuwe economie' zal dit niet veranderen. Op termijn wordt hier wellicht wel enige afvlakking in verwacht als gevolg van dematerialisatie trends. Het vervoer is grotendeels individueel georganiseerd, in tegenstelling tot in beeld 'Vervoer op maat'. Er is daardoor sprake van een hoge, disperse mobiliteit, meer infrastructuur en snellere en duurdere vervoerswijzen. Er vindt vanuit marktoverwegingen een verschuiving plaats van 'Nederland distributieland' naar 'Nederland regieland'. De vervoersbehoefte wordt gefaciliteerd en nieuwe infrastructuur aangelegd als daar behoefte aan is. In dit beeld kampt men met het probleem van schaarse ruimte, waardoor bijvoorbeeld ondertunneling in dit beeld tot stand kan komen. Prijzen voor infrastructuur worden verrekend (schaarste aan ruimte maakt grond duur en een tweede nationaal vliegveld komt er wellicht niet omdat grond onbetaalbaar wordt). Verkeer en vervoer is een aanzienlijke sector. CO<sub>2</sub>-reducties verhandelen tussen sectoren past bij uitstek in dit beeld.

**Het beeld 'Vervoer op maat'***Maatschappelijke omgeving*

In dit beeld ligt het accent op welzijn en immateriële welvaart. De wereld bestaat uit regionale systemen. Wat productie betreft is sprake van specialisatie in de regio. De dienstensector neemt in dit beeld nog sterker toe dan in het beeld 'Vrij baan'. Er heerst een cultuur van collectieve besluitvorming en mensen zijn aanspreekbaar op hun maatschappelijke verantwoordelijkheid. Er is sprake van onthaasting. De overheid is gedecentraliseerd, intervenueert in het maatschappelijk proces en stelt randvoorwaarden. Er is sprake van een hoge mate van maatschappelijke verantwoordelijkheid en milieubewustzijn; duurzaamheid staat voorop en stuurt beleid in belangrijke mate. De fysieke mobiliteit wordt zoveel mogelijk vervangen door informatie- en communicatietechnologie (ICT).

*Verkeer en vervoer*

Er is in dit beeld sprake van een minder hoge mobiliteit dan in beeld 'Vrij baan' en de individuele behoefte aan mobiliteit is lager. Het vervoersysteem is gericht op collectief vervoer en gebundelde vervoerstromen. ICT heeft een groot deel van de fysieke mobiliteit vervangen. In dit beeld wordt de mobiliteit niet gefaciliteerd, eerder wordt de transportweerstand verhoogd. De overheid stuurt verder bij hoe in vervoersbehoeften wordt voorzien. Er wordt zo min mogelijk extra infrastructuur aangelegd. De overheid bepaalt de infrastructuur, nadat vraag gesteld is of extra mobiliteit echt nodig is (dan kan eventueel wel veel nieuwe infrastructuur nodig zijn). De verschuiving van 'Nederland Distributieland' naar 'Nederland regieland' vindt plaats om milieuredenen. Dit heeft ook consequenties voor de mate waarin mainports in Nederland ondersteund worden. Bij de keuze van oplossingen, alsmede bij de verbinding van problemen en oplossingen met andere sectoren, speelt de maatschappelijke motivatie en milieu een belangrijke rol.

## 3. Een waaier van opties

### 3.1 Inleiding

Er zijn een groot aantal technologische en gedragsmatige opties om tot reductie van broeikasgasemissies in het personen- en goederenvervoer te komen. In dit project zijn er een zestal nader onderzocht. Te weten:

- De brandstofcelvoertuigen, waarbij de brandstofcel gevoed kan worden met aardgas of biomassa;
- Gedragsveranderingen om de vervoersvraag terug te dringen;
- De shift van individueel naar collectief vervoer in de vorm van de koppelkar;
- De modal shift van vliegtuig naar trein;
- De modal shift van vrachtwagen naar binnenvaart;
- Het ondergrondstransport.

ICT-toepassingen spelen in verschillende van deze opties een belangrijke rol en worden daarom niet apart behandeld.

De hier behandelde opties zijn zeker niet alle opties die momenteel bekend zijn of in ontwikkeling (denk bijvoorbeeld aan people movers, hybride voertuigen en aan de hernieuwde interesse in Zeppelins). De selectie vormt echter wel een brede afspiegeling van relevante opties met een aanzienlijk potentieel om tot emissiereductie van broeikasgasen te komen, vanuit duurzaamheidsperspectief tevens rekening houdend met ruimtebeslag en congestie problemen.

### 3.2 De opties op een rijtje

*1) Het brandstofcelvoertuig.* In een brandstofcel wordt met een hoog rendement de gasvormige brandstof waterstof ( $H_2$ ) omgezet in elektriciteit. Met deze elektriciteit kan een voertuig aangedreven worden. Een belangrijk onderscheid is de herkomst van de waterstof. Deze waterstof kan als gas getankt worden, en bijvoorbeeld onder hoge druk in cilinders worden opgeslagen. Of de waterstof kan in het voertuig gemaakt worden uit een vloeibare brandstof als benzine, methanol of ethanol. Of zelfs eventueel uit aardgas, dat makkelijker is mee te nemen als waterstof.

In dit project zijn twee routes verkend:

De aardgas-route, waarbij waterstof getankt wordt. Het waterstof kan dan  $CO_2$ -vrij geproduceerd worden uit aardgas, waarbij de vrijkomende  $CO_2$ -ondergronds wordt opgeslagen. De waterstof kan in deze route ook met duurzame elektriciteit of uit biomassa worden geproduceerd.

De biomassa-route. Hierbij wordt het vloeibare ethanol of methanol, dat gemaakt kan worden uit biomassa, in het voertuig omgezet in de benodigde waterstof.

2) *Terugdringen vervoersvraag door gedragsverandering.* Hierbij is een onderscheid gemaakt in het terugdringen van woon-werk verkeer en het sociaal-recreatief verkeer (met een aandeel van 50% heel belangrijk geworden). Concrete manieren waarop woon-werk verkeer gereduceerd kan worden is via telewerken, video-conferencing, wonen dicht bij het werken brengen. Oplossingen voor beperking van het recreatief verkeer zijn versterking van de lokale woonomgeving (winkel en recreatieve voorzieningen dicht bij huis), teleshopping et cetera. Daarnaast is ook denkbaar dat door keuzes van consumenten voor regionale producten de vraag naar goederenvervoer wordt teruggedrongen.

3) *De modal shift van individueel naar collectief vervoer in de vorm van de koppelkar:* het systeem waaraan gedacht wordt is semi-collectief: geleide individuele collectiviteit ofwel de 'koppelkar'. Voor- en natransport zijn hierbij geïntegreerd in het systeem. Er zijn dus geen problemen met 'opslag' van voertuigen bij 'overstappen', omdat er geen sprake is van werkelijk overstappen. De koppeling hoeft niet fysiek plaats te vinden, maar gebeurt via geavanceerde ICT-systemen. De infrastructuur zou kunnen bestaan uit 'passieve' en 'actieve' wegdekstroken. Op het passieve gedeelte zijn de modulen zelf actief, op het actieve gedeelte worden de modulen magnetisch geleid, via een verbinding met metalen strippen in het wegdek die zich gedragen als een spoel. De CO<sub>2</sub>-winst van zo'n systeem moet gezocht worden in het feit dat de energie centraal zodanig wordt opgewekt dat daarbij geen CO<sub>2</sub> vrijkomt en in beperkte efficiency verbeteringen (lagere luchtweerstand).

4) *De modal shift van vliegtuig naar rail (HSL, Maglev treinen):* als gebied voor de optie is West-Europa gedefinieerd voor afstanden tot 1500-2000 kilometer. In dit gebied moet de 'trein', of een vergelijkbaar systeem zoals de magneetzweefbaan een alternatief zijn voor het vliegtuig door het gehele kern-net op Hogesnelheid niveau te brengen. Bij gelijke snelheid gebruikt de Transrapid Maglev 30% minder energie dan een hoge snelheidstrein. Maar met een snelheid van 500 km/u gebruikt de Maglev acht keer zoveel energie als bij een snelheid van 250 km/u. Bij lage snelheden bespaart de Maglev dus energie, maar bij hoge snelheden wordt meer energie gebruikt.

5) *De modal shift van vrachtwagen naar binnenvaart:* er zijn twee stromen van transport die ieder verschillende voorzieningen veronderstellen:

1. Vanuit buitenland naar Nederland: de goederen gaan van het zeeschip direct naar ontvanger (vermijden vrachtvervoer over de weg) of andersom,
2. Binnen Nederland: de goederen gaan van of naar een locatie in Nederland per boot in plaats van per vrachtwagen.

Het eerste punt vergt goede overslagfaciliteiten in de havens en goede achterlandverbindingen over het water. Verder zijn betrouwbaarheid, een goede beschikbaarheid, regelmatig en clustering van containerstromen van belang.

Het tweede punt vergt aanpassingen van bedrijventerreinen (kade faciliteiten), overslaglocaties, en een goede logistiek.

6) *Ondergronds transport:* een belangrijk onderscheid is of het gaat om transport over grote afstanden of over kleine afstanden, in bijvoorbeeld steden.

Voor het transport over grote afstanden worden als functionele eisen gesteld: systematiek om op grote schaal alle goederen denkbaar, door elkaar (eventueel geclusterd) te vervoer-

ren tussen overall en nergens. Onderscheid hoofdstromen en voor- en natransport nodig. Over *stadsdistributie* wordt opgemerkt dat het efficiënt is, geen ruimtebeslag kent en op korte termijn is aan te leggen. Indien een dergelijk systeem elektrisch kan worden aangedreven, zijn er veel mogelijkheden voor milieuwinst. Mogelijkheden zijn er met name in de steden met meer dan 100.000 inwoners.

### **Box 3.1 ICT: de grote onbekende**

Het effect van de ontwikkelingen op het gebied van ICT op de uiteindelijke verkeer- en vervoerstromen is nog verre van duidelijk. De groep Verkeer en Vervoer waarschuwt voor te hoge verwachtingen ten aanzien van het positieve milieueffect van ICT-toepassingen op het gebied van verkeer en vervoer. Rekening dient te worden gehouden met een toename van het verkeer.

Het gebruik van ICT is op twee manieren van invloed op de mobiliteit. Ten eerste zullen ontwikkelingen op het gebied van ICT van invloed zijn op de economische structuren, er vindt een ontwikkeling plaats in de richting van de 'Nieuwe economie'. Hoe deze economische herstructurering als gevolg van de 'doorbraaktechnologie' ICT eruit zal gaan zien is nog heel moeilijk in te schatten.

Ten tweede is er een meer directe relatie tussen ICT en Verkeer en Vervoer, waarbij gedacht moet worden aan:

- Het optimaliseren van de benutting van de infrastructuur (inclusief bevordering modal shifts);
- Het optimaliseren van de logistieke keten (bijv. verminderen leegrijden);
- Het verminderen van de mobiliteit door alternatieven (telewerken, -shoppen, -leren);
- Intelligente voertuigen en monitoren lading.

Een goederenstroomregisseur kan door aanpassingen in de ketenregie energiebesparing verwezenlijken. Een dergelijke efficiency vergroting is met name aanwezig wanneer verschillende ketenregisseurs tot samenwerking besluiten of indien de ketenregie in één hand komt. Een effect van toepassing van ICT is een toename van de benutting van het laadvermogen en vermindering van het percentage leegrijden. Er zijn echter ook een aantal tegengestelde ontwikkelingen te verwachten, die het veronderstelde positieve effect van ICT-ontwikkelingen teniet doen. De optimalisering van de infrastructuur zal tot een grotere doorstroom leiden, wat kan leiden tot meer verkeer en daarmee samenhangende emissies. Met name het wegvervoer zal profiteren van de door ICT en internet nog verder versterkte trend van just-in-time management en e-commerce. Transport en Logistiek Nederland verwacht bijvoorbeeld een aanzienlijke toename van het aantal ritten met (kleine) bestelauto's indien e-commerce werkelijk doorbreekt. Over het geheel genomen wordt echter wel een reductie van de CO<sub>2</sub>-emissies voor transport verwacht als gevolg van ICT toepassingen (van Lieshout en Slob, 2000; Nederland digitaal, 2000).

### 3.3 Het effect van de opties op het energieverbruik van de sector

Onderstaande tabel 3.1 laat het effect van de inzet van deze opties zien op het energieverbruik voor de beide beelden.

Tabel 3.1 Effect van de opties op het energieverbruik

Beeld	Vrij baan (2050)		Vervoer op maat (2050)	
	PJ brandstof	PJ elektriciteit	PJ brandstof	PJ elektriciteit
<b>Bevolkingsomvang (mln)</b>	16,1		18,9	
<b>idem (index 1995=100)</b>	104		121	
<b>Economische productie (1995=100)</b>	510		410	
<b>Goederenvervoer tonkm (1995=100)</b>	430		330	
<b>Personenauto's km (1995=100)</b>	156		144	
<b>Verbruik in 1995</b>	421	5	421	5
<b>Verbruik in trend in 2050</b>	978	9	785	13
<b>Bijdrage oplossingsroutes</b>				
<b>Brandstofcelvoertuigen op waterstof</b>	-218		-171	
<b>Koppelcar: individueel naar collectief</b>	0		-35	
<b>Totaal technologische oplossingen</b>	<b>-218</b>	<b>0</b>	<b>-206</b>	<b>0</b>
<b>Terugdringen personen vervoersvraag</b>	-14		-45	
<b>ICT-oplossingen vrachtverkeer</b>	-78		-44	
<b>Totaal terugdringen vervoersvraag</b>	<b>-92</b>	<b>0</b>	<b>-89</b>	<b>0</b>
<b>Modelshift vrachtwagen naar trein en binnenvaart</b>	-65	6	-80	7
<b>Modelshift vliegtuig naar trein</b>	-2	5	-3	7
<b>Totaal modalshifts</b>	<b>-67</b>	<b>11</b>	<b>-83</b>	<b>14</b>
<b>Totaal oplossingsroutes</b>	<b>-377</b>	<b>11</b>	<b>-378</b>	<b>14</b>
<b>Totaal in toekomstbeelden (2050)</b>	601	20	407	27



In Tabel 3.2 zijn de energieverbruikcijfers omgerekend naar CO<sub>2</sub>-uitstoot. Het grootste deel van het energieverbruik door vliegtuigen (dat fors stijgt) en de zeescheepvaart zit niet in de hier gepresenteerd energie en CO<sub>2</sub> cijfers.

Tabel 3.2 Energieverbruik cijfers transportsector omgerekend naar CO<sub>2</sub> emissies

CO <sub>2</sub> -uitstoot in Mton	Vrij baan (2050)	Vervoer op maat (2050)
<b>Situatie 1990</b>	28	28
<b>Trend beeld 2050</b>	72	59
<b>Totaal Effect opties 1-3 t.o.v. trend</b>	-26	-25
<i>Technische oplossingen</i>	-15	-14
<i>Terugdringen vervoersvraag</i>	-7	-6
<i>Modal shifts</i>	-5	-6
<b>Resultaat 2050 zonder CO<sub>2</sub> vrije brandstoffen</b>	46	34

De beide tabellen laten zien dat zonder de inzet van CO<sub>2</sub>-neutrale brandstoffen het energieverbruik met bijbehorende CO<sub>2</sub>-emissies van de sector ondanks het substantiële effect van de diverse opties met 20% tot 50% zal toenemen. De inzet van CO<sub>2</sub>-neutrale brandstoffen is daarom altijd nodig om 80% CO<sub>2</sub>-emissiereducties te realiseren. De mate van inzet van CO<sub>2</sub> neutrale brandstoffen bepaalt uiteindelijk de gerealiseerde emissiereducties, maar in theorie is dan een 100% emissiereductie mogelijk. Omdat over de beschikbaarheid van deze brandstoffen mogelijk ook op de lange termijn onzekerheid bestaat, sluit de keuze voor deze laatste optie de andere opties (die het energiegebruik van de sector omlaag brengen) zeker niet uit.

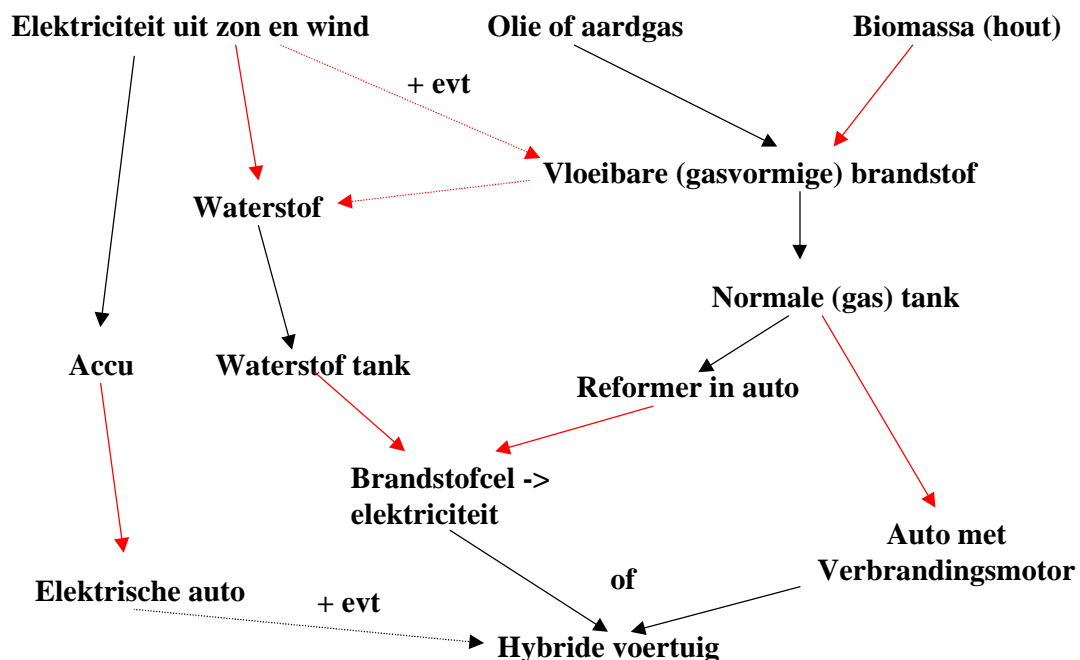
*Tussenconclusie : inzet van CO<sub>2</sub> neutrale brandstoffen is nodig voor het realiseren van vergaande emissiereducties, naast de ook noodzakelijke toepassing van andere opties om het energiegebruik van de sector te beperken. Valt de beschikbaarheid van CO<sub>2</sub> neutrale brandstoffen tegen, hebben we dus ook een steviger inzet van de andere opties of nieuwe opties nodig.*

### Box 3.2: Het belang van CO<sub>2</sub>-neutrale brandstoffen

Bovenstaande analyse toont aan dat naast het terugdringen van energieverbruik van de sector, ook de inzet van CO<sub>2</sub>-neutrale brandstoffen nodig is om een 80% emissiereductie te realiseren. CO<sub>2</sub>-neutrale brandstoffen zijn biobrandstoffen, waterstof uit- en elektriciteit op basis van zon en wind, en fossiele brandstoffen gecombineerd met CO<sub>2</sub>-verwijdering en opslag. Met name op het gebied van CO<sub>2</sub>-neutrale brandstoffen zo concludeert de groep Verkeer en Vervoer is binnen de sector een aanzienlijke inspanning nodig om het klimaatprobleem aan te pakken.

De brandstofcel op waterstof staat daarbij momenteel sterk in de belangstelling. Belangrijkste reden hiervoor is het hogere rendement van een brandstofcel in vergelijking met een gewone verbrandingsmotor. Er zijn meer opties dan wel eens gedacht wordt. Ook elektrische auto's en hybride voertuigen worden als nieuwe aandrijfopties onderzocht. In het onderstaande schema is de samenhang tussen de diverse technieken en brandstoffen opgenomen. Een brandstofcel kan bijvoorbeeld ook werken op olie, aardgas of een brandstof gemaakt uit biomassa. Ook is de elektrische accu-auto energetisch gezien gunstiger dan de brandstofcel auto op waterstof. Door een elektrische auto uit te rusten met een verbrandingsmotor (hybride voertuig) wordt het probleem van de beperkte actieradius opgelost, en kan ook het rendement van de verbrandingsmotor geoptimaliseerd worden.

## Brandstofketen (rood= stap met energieverlies)



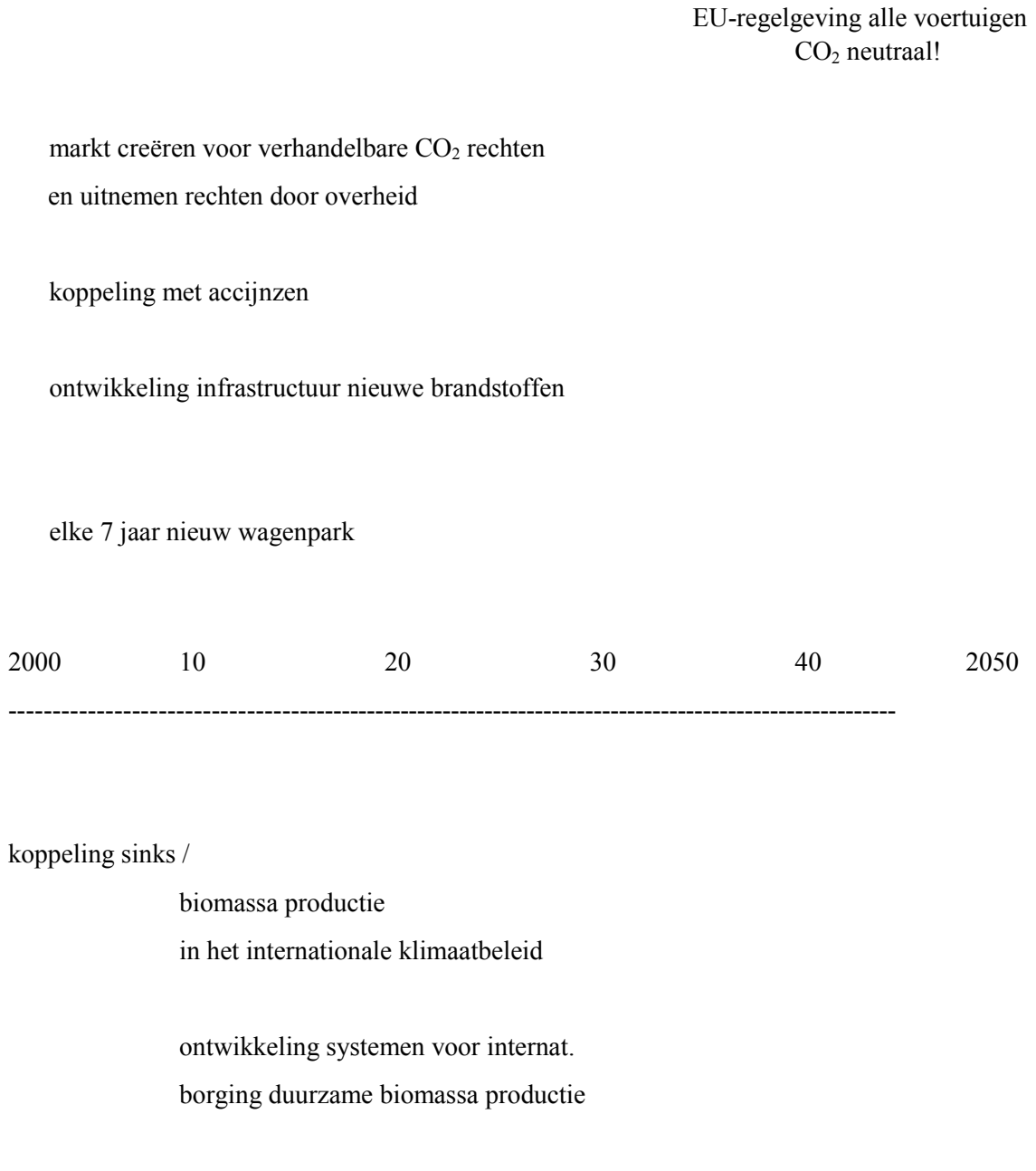
## 4. Implementatietrajecten voor kansrijke opties

### 4.1 Inleiding

Op basis van de gebackcaste opties is een analyse gemaakt van problemen, kansen en oplossingen bij de implementatie van opties. Samengevat staan deze in tabel 4.1, onderstaand tekstblok laat de resultaten van één backcasting in één figuur samengevat zien.

Er zijn om te beginnen een aantal *technologische uitdagingen* rondom de ontwikkeling van opties (ontwikkelen brandstofceltechnologie, koppelkar etc.). Rondom de *infrastructuur* spelen vervolgens twee soorten problemen. Ten eerste moet wanneer er nieuwe energiedragers (biomassa, waterstof) worden ingezet, de distributie, logistiek en aanpassing van voertuigen gerealiseerd worden. Ten tweede vragen een aantal opties nieuwe vervoers-infrastructuur (koppelkar, ondergronds transport, maglev treinen). Bij de ontwikkeling van nieuwe infrastructuur geldt met name de vraag wie hiervoor het initiatief gaat nemen en wie er belang bij heeft deze te ontwikkelen. Hiervoor is een krachtig initiatief van de overheid noodzakelijk, waarvan niet te verwachten is dat dit altijd zal gebeuren. *Samenwerking tussen overheid en bedrijfsleven* is noodzakelijk, vaak in *internationaal verband*. Het realiseren van een dergelijke samenwerking wordt door de groep ook als een grote uitdaging gezien. Het ontbreken van Europees beleid is een groot probleem. Tot slot worden als belangrijke randvoorwaarde die vervuld moet worden, het *maatschappelijk draagvlak* voor een *stringenter ruimtelijke ordenings- en prijsbeleid* (internalisering externe kosten) voor Verkeer en Vervoer gezien. Daarvan is momenteel nog onvoldoende sprake.

**Box 4.1: Mogelijk implementatietraject voor brandstofcel-voertuigen op biomassa,  
backcasting uitgevoerd voor het Beeld 'Vervoer op maat'**



Tabel 4.1 De problemen, kansen en oplossingen bij de implementatie samengevat

<b>Optie</b>	<b>Problemen</b>	<b>Kansen</b>	<b>Oplossingen</b>
<b>Brandstofcel, aardgas route</b>	ontwikkeling infrastructuur waterstof  tank van de auto geschikt maken voor waterstof	gebruikswaarde auto neemt toe  aansluiting bij waterstofstructuur gebouwde omgeving	technologisch onderzoek
<b>Brandstofcel, biomassa route</b>	garanderen duurzame biomassa productie  ontwikkeling infrastructuur	nieuwe markt voor landbouw  geleidelijke invoer mogelijk (bijmengen)	lange termijn doelstellingen  creëren CO <sub>2</sub> markten  CO <sub>2</sub> -neutrale brandstoffen altijd goedkoper  systemen voor borging duurzaamheid biomassa
<b>Terugdringen vervoersvraag door gedragsverandering</b>	maatschappelijk draagvlak voor stringent RO-en prijsbeleid  beleidscoördinatie tussen regio's ontbreekt  ontbreken alternatieven	voorkeur burgers voor lokale netwerken en schaalverkleining  bij toenemende welvaart meer eisen aan directe leefomgeving	hoogwaardig transport in local loop, prettige woonomgeving  vervoer over grote afstanden duur  mobiliteitspunten (-rechten)  cultuurbeïnvloeding
<b>Koppelkar (modal shift ind→collectief)</b>	wie neemt initiatief tot realiseren van deze optie  internationale besluitvorming en samenwerking	betere bereikbaarheid en opschoning infrastructuur (ruimewinst)	technologie-ontwikkeling  PPS  Europees 'deltaplan' voor vervoer

*Vervolg op volgende pagina*

<b>Modals shift</b> <b>vliegtuig → trein</b>	realiseren Europese samenwerking  realiseren infrastructuur	kwaliteit snelle treinen enorm verbeterd  trein past beter in vervoer van deur tot deur dan vliegtuig  capaciteitsproblemen in luchtvaart	technologie-ontwikkeling  samenwerking tussen Europese railbedrijven verbeteren  verrekenen externe kosten en daarbij ook CO <sub>2</sub> prijs geven
<b>Modal shift</b> <b>vracht-</b> <b>wagen → binnen-</b> <b>vaart</b>	kwaliteit infrastructuur en betrouwbaarheid systeem  bundelen stromen  beschikbaarheid bruikbaar vaarwater	goedkoop vervoer	verbeteren infrastructuur en fijnmaziger maken  internaliseren kosten
<b>Ondergronds</b> <b>transport</b>	kosten nieuwe infra en internationale samenwerking voor groot-schalig ondergronds transport  organisatie markt stadsdistributie  weinig flexibel	technologie beschikbaar  ook oplossing voor ruimteprobleem	organisatie markt  PPS

## 5. Verbinding lange en korte termijn klimaatbeleid

### 5.1 Inleiding

Tot slot van deze strategische visie komen criteria en randvoorwaarden voor lange termijn klimaatbeleid en sleutelacties voor de sector, overheid, andere sectoren en consument aan bod. Partijen in de samenleving hebben lijkt het momenteel onvoldoende belang bij het oplossen van het klimaatprobleem. De vraag is hoe dit veranderd kan worden? Met de hier onder uitgewerkte sleutelacties wordt een perspectief geboden op met welk type maatregelen en acties de 80% emissiereductie in beeld kan komen door implementatie van de vier onderscheiden oplossingsroutes. Elementen uit beide beelden komen hierin terug.

### 5.2 Criteria en randvoorwaarden lange termijn klimaatbeleid

Als belangrijkste criteria voor lange termijn klimaatbeleid zijn gedefinieerd:

- *Bijdrage aan oplossing van het klimaatprobleem-klimaat-effectiviteit*: dit betreft het aantal tonnen CO<sub>2</sub> dat met deze optie vermeden kan worden
- *De kosten-effectiviteit* van een optie: dit betreft de kosten per ton vermeden CO<sub>2</sub>. Bij een keuze tussen opties zal dat alternatief de voorkeur krijgen dat de meeste emissiereducties tegen de laagste kosten realiseert. Als kantekening kan worden gesteld dat dit criterium zich vooral leent voor een vergelijking van opties die uitontwikkeld zijn. Het is evenwel de vraag in hoeverre dit verondersteld mag worden bij het beoordelen van lange termijn ontwikkelingen, want over kostenontwikkelingen bestaan grote onzekerheden.

Belangrijke randvoorwaarden zijn:

- *Afhankelijkheid van het buitenland*: kan Nederland deze optie zelfstandig invoeren of moet dit in internationaal verband gebeuren.
- *Technologische mogelijkheden*: zijn de technologieën nu beschikbaar om deze optie in te voeren
- *Maatschappelijk draagvlak*: kan de optie op steun bij de burger rekenen.
- *Negatieve neven-effecten*: kent de optie negatieve gevolgen wat betreft ruimtegebruik en veiligheid
- *Bestuurlijke mogelijkheden*: is de optie bestuurlijk makkelijk te implementeren (resultante andere aspecten).

### 5.3 Sleutelacties voor de Sector verkeer en vervoer

Om de eigen 'klimaatperformance' te verbeteren en marktkansen te realiseren, zijn de volgende acties voor de sector wenselijk:

- Ontwikkelen van een pro-actieve houding ten aanzien van het klimaatprobleem

- Verdere oriëntatie op CO<sub>2</sub>-neutrale brandstoffen is nodig (verdienen bijvoorbeeld bepaalde routes vanuit transport-oogpunt de voorkeur?) en ga experimenten aan.
- Stimuleer technologie-ontwikkeling in de richting van schone brandstoffen en zuinige voertuigtechnologieën en verbeter de efficiëntie (in termen van het verminderen van energiegebruik en CO<sub>2</sub>-emissies) van huidige transportsystemen.
- Maak het prijsmechanisme op korte termijn bespreekbaar in de sector en verken de voor- en nadelen van verhandelbare emissierechten voor de sector Verkeer en Vervoer.
- Ga de samenwerking aan met verladers, overheid en consumenten aan om vervoersbewegingen waar mogelijk terug te brengen en ontwikkel vormen van ketenregie. ICT-oplossingen (in logistieke systemen) kunnen hierbij een belangrijke rol spelen.
- Zorg voor informatieverstrekking over de reistijden, kosten, energiegebruik en klimaataspecten van vervoer aan klanten ('labelling').
- Ontwikkel logistieke systemen met goede interfaces tussen verschillende vervoersmodaliteiten en zorg voor betere benutting van de capaciteit. Dit is een voorwaarde voor het realiseren van modal shifts in een vanuit klimaat oogpunt wenselijke richting.

#### 5.4 Sleutelacties overheid

Een lange termijn overheidsstrategie moet zich richten op emissiereductie aan de bron. Het Nederlandse beleid zal echter alleen succesvol zijn wanneer dit in Europees verband plaats vindt. Om de 80% emissiereducties te realiseren is een verbetering van de Europese besluitvorming en de ontwikkeling van een Europese aanpak noodzakelijk. In of via Brussel moet daarom een aanzienlijk deel van de Nederlandse beleidsinspanning geleverd worden. Daarnaast moeten de Nederlandse doelen, voor hun legitimiteit, gegrondvest moeten zijn in een internationaal klimaatverdrag.

Rekening houdend met de bovengenoemde criteria en randvoorwaarden hoeft de overheid zich niet overal mee bezig te houden, maar kan zich met name richten op de volgende nauw samenhangende elementen:

*Lange termijn (aanscherpende) normstelling voor de CO<sub>2</sub>-emissies van vervoer.* Met lange termijn normen (op Europese schaal) worden technologische en maatschappelijke ontwikkelingen de gewenste richting opgestuurd en is er duidelijkheid naar marktpartijen.

*Internalisatie van de prijs* (bijvoorbeeld via verhandelbare rechten). De externe kosten die de CO<sub>2</sub> uitstoot met zich meebrengt, moeten in de transportprijs worden doorberekend. Dit zal een incentive zijn om efficiënter te werken, de transportvraag te beperken, over te stappen op CO<sub>2</sub> neutrale brandstoffen en zo ook de modal split beïnvloeden.

Een belangrijke vraag die verdere opheldering behoeft is of in een systeem van verhandelbare emissierechten de CO<sub>2</sub>-neutrale brandstoffen verder ontwikkeld zullen worden. De verwachting is dat indringende externe factoren (prijsprikkels, wetgeving, klimaatrampen) nodig zijn om nieuwe brandstoffen ingevoerd te krijgen.



De internalisering van externe kosten moet uit concurrentie-overwegingen zoveel mogelijk op Europese schaal plaatsvinden voor weg, rail en water en voor luchtvaart en zeescheepvaart op mondiale schaal.

*Creëren maatschappelijk draagvlak en zorgen voor het vergroten van de rol van de consument* onder andere door het bewerkstelligen van transparantie van informatie. Transparante informatie kan helpen om als gebruiker keuze te kunnen maken tussen verschillende vervoerstypen op basis van prijs/kwaliteitverhoudingen en inzicht te verkrijgen in de CO<sub>2</sub>-effecten van verschillende modaliteiten.

Daarnaast is aanvullend/flankerend beleid nodig, gericht op:

- Technologie- en marktontwikkeling gericht op CO<sub>2</sub>-neutrale brandstoffen en zuiniger voertuigen (brandstofcellen)
- Borgingsystemen voor duurzame biomassa productie
- Belemmeringen voor implementatie wegnemen in bestaande regelgeving
- Ondersteunen van de ontwikkeling van een seamless interface tussen verschillende modaliteiten (modal merge, intermodaliteit)
- Invoeren van een klimaattoets voor nieuwe infrastructuur
- PPS gebruiken voor de ontwikkeling van nieuwe infrastructuur voor nieuwe energiedragers
- Stimuleer dat transport deel gaat uitmaken van milieuzorgsystemen en bijbehorende certificering
- Het inventariseren en wegnemen van mobiliteitstimulerende elementen uit overheidsbeleid (culturele beïnvloeding), zoals lease-auto's en belasting op verhuizen

Het overheidsbeleid moet zo uiteindelijk resulteren in een toekenning van verantwoordelijkheden aan actoren, aansluitend bij hun eigen doelstellingen.

### **5.5 Sleutelacties andere sectoren en consumenten**

De rol van de consument is erg belangrijk: deze kunnen en zullen de fabrikanten dwingen om milieuvriendelijke producten (inclusief schoon vervoer) te produceren.

Ontwikkel als bedrijf vervoersmanagement-systemen.

Maak transport onderdeel van milieuzorgsystemen van bedrijven en ga samenwerking aan met vervoerders.

Voor het efficiënter organiseren van vervoer ligt een belangrijke taak bij sectoren die gebruik maken van de diensten van de transportsector. De interne logistiek zowel tussen als binnen bedrijven zou daartoe aangepast moeten worden.

Geschikter en prettiger maken van woon-leefomgeving met het oog op verminderen mobiliteitsbehoeften.



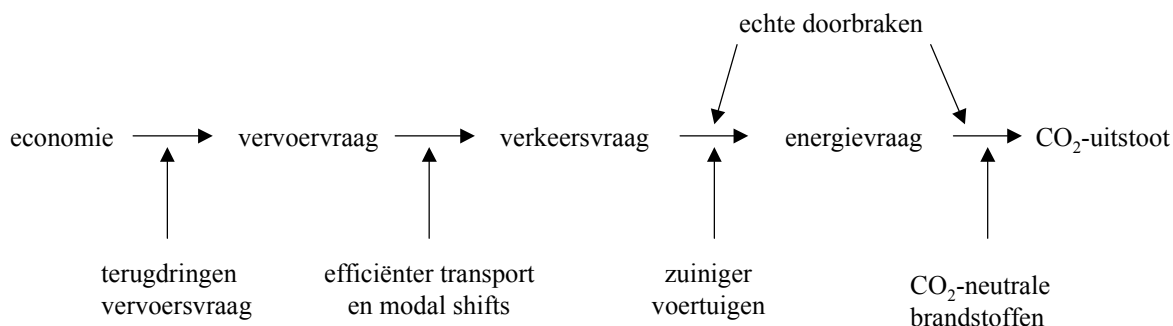
## 6. Conclusie: oplossingsroutes voor de sector

De deelnemers in de groep Verkeer en Vervoer komen tot de volgende conclusies:

De sector Verkeer en Vervoer als onderdeel van de globaliserende economie kan zich niet onttrekken aan de internationale context. Er is een duidelijke samenhang tussen vervoersvraag en economische ontwikkelingen. De groep heeft op grond van een analyse van twee verschillende toekomstbeelden als uitgangspunt genomen dat de economische ontwikkelingen die leiden tot een vraag naar vervoer, vanuit de verkeer en vervoerssector niet zodanig te beïnvloeden zijn dat dit leidt tot een lagere vervoersvraag. De vervoersvraag zal mogelijk wel beïnvloed worden door een internalisering van de externe kosten in de prijs van transport.

Gezien de te verwachten groei op het gebied van personen- en goederenvervoer, de daarmee samenhangende broeikasgasemissies en de daardoor veroorzaakte klimaatveranderingen, is een brede oriëntatie van de sector op vergaande emissiereducties noodzakelijk. Deze strategische visie biedt een basis om hierover verder na te denken in de sector.

Onderstaande figuur laat de keten van economie, verkeer en vervoer en CO<sub>2</sub>-uitstoot zien, waarin vier voor de sector verkeer en vervoer onderscheiden oplossingsroutes zijn geplaatst.



De vier voor de sector verkeer en vervoer geformuleerde oplossingsroutes zien er als volgt uit:

- Onder de route **CO<sub>2</sub> neutrale brandstoffen** valt de inzet van biobrandstoffen en fossiele brandstoffen in combinatie met CO<sub>2</sub>-verwijdering en -vastlegging.
- De route **Technologische oplossingen voor het terugdringen van de energievraag op voertuigniveau** zet in op zuiniger en efficiëntere voertuigen, waardoor het voorzien in de verkeersvraag minder energie kost.
- De route **Terugdringen vervoersvraag** behelst gedragsveranderingen bij de burger en efficiënter goederenvervoer met name door ICT-oplossingen, waardoor minder 'lege' kilometers gereden worden.

- De vierde route betreft **Modal shifts** richting vanuit klimaattoegunpunt gunstige modaliteiten. Hieronder valt de overgang van vrachtvervoer over de weg naar vervoer over water en rail en de overgang van personenvervoer van vliegtuig naar trein.

De groep stelt dat met name via de CO<sub>2</sub> neutrale brandstoffen en zuiniger voertuigen de echte doorbraken gemaakt moeten worden om binnen verkeer en vervoer het klimaatprobleem op lange termijn op te lossen. Maar ook modal shifts richting energie-zuiniger/CO<sub>2</sub>-gunstiger modaliteiten en het terugdringen van de vervoersvraag zijn nodig. Dit vanwege de verwachting dat er grenzen zijn aan de beschikbaarheid van CO<sub>2</sub>-neutrale brandstoffen (met name uit biomassa en duurzame energie). Indien CO<sub>2</sub>-neutrale brandstoffen niet of niet in voldoende mate beschikbaar komen, zal dat betekenen dat op de andere routes extra moet worden ingezet. De modal shifts komen ook in beeld onder druk van andere vraagstukken dan het klimaatvraagstuk alleen, in het bijzonder het probleem van schaarse ruimte en congestie.

De groep Verkeer en Vervoer is optimistisch over de beschikbare en te voorziene technologische mogelijkheden voor de inzet van schone energiedragers in de sector Verkeer en Vervoer. Tegelijkertijd is de kanttekening op z'n plaats, dat gewaakt moet worden voor het idee dat de technologieën vanzelf zullen worden toegepast in de sector bij ongewijzigd beleid. Besluitvorming op nationale, Europese en mondiale schaal en maatschappelijke implementatie zullen niet eenvoudig zijn.

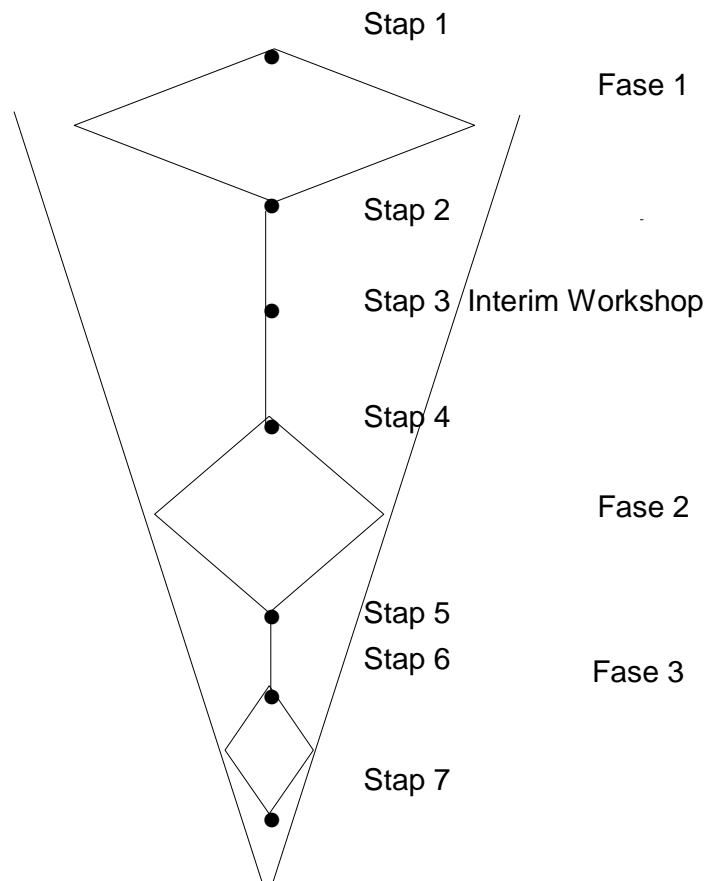
## Appendix V.

### Notitie Fasering en Tijdpad Nationale Dialoog

De voorliggende notitie beschrijft op welke wijze de dialooggroepen in het kader van COOL Nationaal de ontwikkeling van strategische visies voor lange termijn klimaatbeleid kunnen realiseren. Het schema is gebaseerd op de volgende vier overwegingen:

- 1) Om van de uitgangssituatie (twee toekomstbeelden die voorzien in een reductie van de uitstoot van broeikasgassen met 50% á 80% in 2050, het ene georiënteerd op verandering in gedrag, het andere op technologie) te komen tot strategische visies voor een sector (industrie, gebouwde omgeving, verkeer en vervoer, landbouw en voeding) zijn drie fasen nodig:
  - Uitwerken toekomstbeeld en beleidscontext per sector;
  - Backcasting: opties en implementatietrajecten;
  - Formuleren van strategische visies.
- 2) Elke fase bestaat idealiter uit twee stappen, die worden aangeduid als *divergeren* en *convergeren*. Met *divergeren* wordt bedoeld dat de verscheidenheid aan opvattingen binnen een dialooggroep en de onzekerheden en informatiebehoefte (binnen de beperkte mogelijkheden die het project biedt) optimaal voor het voetlicht worden gebracht. Met *convergeren* wordt bedoeld dat de dialooggroep komt tot een selectie van kernpunten en nagaat in hoeverre en onder welke voorwaarden hierover consensus bestaat dan wel zou kunnen worden bereikt (zie in dit verband ook de Notitie *Algemene Uitgangspunten en Spelregels* onder 2.2). Het proces van fasegewijs divergeren en convergeren noemen wij *wyberen*. Het ligt in de verwachting dat de divergentie in de eerste twee fasen van de dialoog groter zal zijn dan in de derde fase waarin de strategische visies op papier worden gezet. Vandaar dat het dialoogproces zich behalve als *wyberen* ook laat aanduiden als *trechteren* (zie FIGUUR 1). Een en ander betekent dat er in beginsel zes of, wanneer het vaststellen van de strategische visies schriftelijk afgedaan kan worden, in ieder geval vijf bijeenkomsten van de dialooggroepen nodig zijn. Elke bijeenkomst zal naar onze verwachting circa vijf werkzame uren in beslag moeten nemen, maar zie *Notitie Algemene Uitgangspunten en Spelregels* onder 2.9 en 2.13 over de handelingsvrijheid van de dialooggroepen. Een aparte notitie over de opzet van dialoog bijeenkomsten zal aan de groepen worden voorgelegd.
- 3) In elke fase van de dialoog moet er voldoende gelegenheid zijn voor het mede op verzoek van de dialoogdeelnemers verzamelen van (wetenschappelijke en andere) informatie. Dit betekent dat er binnen de drie fasen voldoende ruimte moet zijn tussen de twee bijeenkomsten.

- 4) Er moet in de dialoog voldoende gelegenheid zijn voor het uitwisselen van informatie tussen de sectoren alsmede tussen de Nationale Dialoog en de Europese en Mondiale Dialogen in COOL. Dit wordt gerealiseerd in de vorm van de zogenaamde Interim Workshop (na fase 1) en, middels het (kwantitatief en kwalitatief) vergelijken van de afzonderlijke strategische visies door het projectteam gedurende fase 3.



*Figuur 1 De Nationale Dialoog schematisch weergegeven.*

**Fasering en tijdpad van de Nationale Dialoog (fase 1)****Fase 1****Bepalen toekomstbeeld en beleidscontext per sector**

11/99	stap 1	<p><b>Proces:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Toelichting op de procesarchitectuur</li> <li>• groepen stellen hun eigen regels vast</li> </ul> <p><b>Verkennen van context en vragen (divergeren):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• toelichting op de toekomstbeelden</li> <li>• groepen maken de toekomstbeelden bruikbaar voor de eigen dialoog</li> <li>• inventariseren van vragen aan de wetenschap</li> </ul>
2/2000	stap 2	<p><b>Informatie ontvangen en selecteren (convergeren):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beantwoording van vragen door de wetenschap (paper en auteurspresentatie voor een of twee ‘grote’ vragen, ‘kleine’ vragen op andere wijze)</li> <li>• besluitvorming over de informatie / assumpties die de groep betreft in de verdere dialoog</li> <li>• initiële keuze voor opties die voor nadere verkenning in aanmerking komen</li> </ul>
3/2000	stap 3	<p><b>Voorwerk door projectteam:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• opstellen van het interim-rapport (gebundelde notulen van de groepen plus een rode draad, ‘eerste analyse’ o.i.d.)</li> </ul> <p><b>Interim Workshop:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• informatie-uitwisseling tussen de verschillende schaalniveaus en de verschillende dialooggroepen</li> <li>• dialooggroepen vergelijken onderling de aannames en voorlopig geselecteerde opties</li> <li>• identificeren van gemeenschappelijke informatiebehoefte dialooggroepen met het oog op fase 2</li> </ul>

**Fasering en tijdpad van de Nationale Dialoog (2)****Fase 2****Backcasting: opties en implementatietrajecten verkennen**

4/2000	stap 4	<p><b><i>Verkennen van implementatietrajecten (divergeren)</i></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• opties vaststellen (naar aanleiding van Interim Workshop)</li> <li>• implementatietrajecten in kaart brengen: <ul style="list-style-type: none"> <li>* wat is er voor nodig om de opties te realiseren?</li> <li>* wie kunnen trekkers worden van de meest kansrijke opties;</li> <li>* welke barrières zijn er en wie kan een rol spelen bij het slechten van die barrières?</li> </ul> </li> <li>• Vragen aan de wetenschap identificeren</li> </ul>
9/2000	stap 5	<p><b><i>Informatie ontvangen en selecteren (convergeren):</i></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beantwoording van vragen door de wetenschap (paper en auteurspresentatie voor een of twee ‘grote’ vragen, ‘kleine’ vragen op andere wijze)</li> <li>• Besluitvorming over de informatie / assumpties die de groep betreft in de verdere dialoog</li> </ul>



**Fasering en tijdpad van de Nationale Dialoog (3)****Fase 3****Formuleren van strategische visies**

11/2000	stap 6	<p><b><i>Voorwerk door projectteam:</i></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• op basis van notulen opstellen van aanzet tot strategische visie</li> </ul> <p><b><i>Opstellen 1e concept strategische visie:</i></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschrijving van de meest kansrijke opties, hun reductiepotentieel, de bijbehorende randvoorwaarden, de stappen die gezet moeten worden om deze opties te realiseren en de potentiële trekkers van deze realisatiestappen De groepen stellen concept strategische visie voor de sector vast</li> </ul>
1/2001	stap 7	<p><b><i>Vergelijking concept strategische visies van dialooggroepen:</i></b></p> <p><b><i>Voorwerk door wetenschappelijke ondersteuning</i></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beeld van reductiepotentieel van geselecteerde opties van alle groepen afzonderlijk en voor de groepen gezamenlijk</li> <li>• identificeren van knelpunten, waaronder mogelijke afwentelingrelaties tussen sectoren</li> </ul> <p><b><i>Reactie van groepen op input van wetenschappelijke ondersteuning</i></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ‘haardvuurafsluiting’ door de groepen (of, indien er consensus is, schriftelijke afhandeling)</li> </ul>
3/2001	stap 8	<p><b><i>Nationale COOL Conferentie:</i></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• formuleren van conclusies uit de gevoerde dialogen</li> <li>• doorwerking van de resultaten bevorderen richting politiek, wetenschap en sectoren</li> </ul>



## Appendix VI.

### Notitie Deelname aan de Nationale Dialoog

#### Algemene uitgangspunten en spelregels

Dit stuk geeft een beeld van gemeenschappelijke uitgangspunten van projectteam en deelnemers met betrekking tot (1) doel en werkwijze, (2) de dialooggroepen en (3) het projectteam. Door het schetsen van uitgangspunten en verantwoordelijkheden hoopt het projectteam bij te dragen aan de kwaliteit van de dialoog en de doorzichtigheid en efficiëntie van het proces.

#### 1. Doel en werkwijze

- 1.1 De dialooggroepen formuleren strategische visies voor het lange termijn klimaatbeleid (2012 - 2050) van Nederland, waarbij zij zich in het bijzonder richten op het identificeren van randvoorwaarden, kansen en bedreigingen in een bepaalde sector van de Nederlandse economie. De vier sectoren zijn Gebouwde Omgeving, Industrie, Landbouw en Voeding, en Verkeer en Vervoer. De strategische visies vormen het eindproduct van de dialooggroepen (zie ook 3.15).
- 1.2 De aanpak van de dialoog, in het bijzonder de stappen die uiteindelijk resulteren in een strategische visie en de onderwerpen van de afzonderlijke bijeenkomsten, is beschreven in de notitie (zie *Fasering en tijdpad van de Nationale Dialoog*). De punten 1.3 t/m 1.5 geven de werkwijze van de dialooggroepen op hoofdlijnen weer.
- 1.3 De werkwijze is backcasten. De hypothetische uitgangssituatie is de Nederlandse samenleving in 2050 waar ten opzichte van 1990 de uitstoot van broeikasgassen (inclusief CO<sub>2</sub>) met 50% à 80% is gereduceerd. De groepen gaan na wat dit voor de sector in de tijd betekent en schetsen in concrete bewoordingen de route die zij om hun moverende redenen het meest wenselijk achten.
- 1.4 De dialooggroepen geven hierbij aan in hoeverre zij gebruik maken van wetenschappelijke informatie die hun wordt aangeboden. Zij identificeren relevante onzekerheden in kennis en richten zich, wanneer zij dit nodig achten, met specifieke kennisvragen tot het projectteam.
- 1.5 De dialooggroepen betrekken waar nodig de visievorming in andere dialooggroepen in hun beraadslaging. Waar mogelijk geldt dit ook voor tussentijdse uitkomsten van de mondiale en Europese dialogen in het kader van COOL.
- 1.6 De dialooggroepen worden in hun werk bijgestaan door ‘resource persons’. Onder ‘resource persons’ worden verstaan beleidsmakers werkzaam bij de departementen VROM, EZ, LNV en V&W.

- 1.7 De dialooggroepen hebben de mogelijkheid om bij het project betrokken ‘informanten’ te raadplegen. Onder ‘informanten’ worden verstaan personen uit het bedrijfsleven en de maatschappij, die betrokken zijn bij het klimaatvraagstuk.

## 2. De dialooggroepen

### *Inhoud en proces*

- 2.1 De dialooggroepen zijn verantwoordelijk voor het produceren van strategische visies.
- 2.2 De dialooggroepen streven er naar de verschillende argumenten en inzichten van hun deelnemers zo goed mogelijk voor het voetlicht te brengen. Consensus wordt nagestreefd met betrekking tot het verhelderen van kernthema’s. Consensus ten aanzien van afzonderlijke opties en implementatie trajecten is geen vereiste en kan zelfs onwenselijk zijn wanneer de concreetheid van bepaalde voorstellen er door wordt verlaagd.
- 2.3 Deelname aan de dialooggroepen vindt plaats op persoonlijke titel. Dit laat onverlet dat deelnemers de kennis, inzichten en opvattingen van maatschappelijke verbanden waar zij deel van uitmaken kunnen inbrengen in de dialoog.
- 2.4 Deelnemers aan de dialoog kunnen zich niet laten vervangen.
- 2.5 Iedere dialooggroep heeft een voorzitter. De taken en verantwoordelijkheden van de voorzitter zijn, naast het voorzitten van de vergaderingen van de groep, het inhoudelijk en procesmatig voorbereiden van de vergaderingen in overleg met de projectleider en projectsecretaris (zie in het bijzonder 3.3 en 3.7).
- 2.6 De dialoog wordt gevoerd op de bijeenkomsten van de dialooggroepen.
- 2.7 Iedere dialooggroep komt tenminste vijf en bij voorkeur zes maal bijeen (zie notitie *Fasering en tijdpad van de Nationale Dialoog*). Alle deelnemers worden geacht hierbij aanwezig te zijn.
- 2.8 Naast de bijeenkomsten van de afzonderlijke dialooggroepen vindt halverwege de dialoog een zogenaamde Interim Workshop plaats. De dialoog wordt afgesloten met een Nationale COOL-conferentie (zie notitie *Fasering en tijdpad van de Nationale Dialoog*). De dialooggroepen of hun vertegenwoordigers nemen hieraan deel.
- 2.9 De dialooggroepen bepalen hun eigen agenda binnen het kader beschreven in de notitie *Fasering en tijdpad van de Nationale Dialoog*.
- 2.10 De dialooggroepen stellen, binnen het kader van de opzet van de dialoog, hun eigen besluitvormingsregels vast (zie ook 3.9), en maken andere afspraken betreffende vertrouwelijkheid, wijze van rapportage en externe communicatie.
- 2.11 De dialooggroepen bepalen zelf in hoeverre zij behoefte hebben aan informatie door derden (zie ook 3.8).
- 2.12 De dialooggroepen hebben de mogelijkheid gebruik te maken van door het projectteam aangeboden ‘tools’ om onderdelen van de dialoog te faciliteren (zie ook 3.9).

*Logistiek*

- 2.13 De dialooggroepen bepalen plaats en tijdstip van hun bijeenkomsten. Bij voorkeur worden de kosten door de deelnemers gedragen.
- 2.14 Deelnemers aan de dialoog dragen hun eigen reis- en verblijfskosten met uitzondering van de Interim Workshop (zie onder 3.13).

**3. Het projectteam***Wie en wat is het projectteam*

- Projectleider: dr. M. Hisschemöller met ondersteuning van de directeur van het IVM, prof.dr.ir. P. Vellinga;
- Vice-projectleider: ir. O.J. Kuik (IVM);
- Projectmedewerker: drs. M. Berk (RIVM),
- Secretaris van het projectteam en secretaris van de dialooggroepen Industrie en Gebouwde Omgeving: drs. M. van de Kerkhof (IVM);
- Projectmedewerker en secretaris van de dialooggroep Verkeer en Vervoer: drs. M.T.J. Kok (NOP);
- Projectmedewerker en secretaris van de dialooggroep Landbouw en Voeding: ir. R. Folkert (RIVM);
  
- Wetenschappelijke Ondersteuning:
  - technisch wetenschappelijk:
    - drs. J. Oude Lohuis (RIVM);
    - dr. A.P.C. Faaij (RUU);
    - dr. S. Bos (ECN);
    - ir. J. Spakman (RIVM);
    - ir. D.J. Teffers (RUU);
  - economie en sociale wetenschappen: ir. O.J. Kuik (IVM).
- Procesbegeleider: dr. M. Spanjersberg (Spanjersberg & Pe).

*De projectleider*

- 3.1 De projectleider bepaalt de samenstelling van de dialooggroepen in overleg met hun voorzitters. De samenstelling van de groepen blijft gedurende de dialoog ongewijzigd.
- 3.2 Een uitzondering op 3.1. Persoonlijke omstandigheden kunnen leiden tot uittreding van een deelnemer uit een dialooggroep, in overleg met de projectleider.
- 3.3 De projectleider bespreekt de voortgang in de dialooggroepen met de voorzitters.

- 3.4 De projectleider neemt beslissingen over het aanwenden van externe (wetenschappelijke) expertise ten behoeve van het werk in de dialooggroepen op advies van de voorzitter.
- 3.5 De projectleider is verantwoordelijk voor en aanspreekbaar op de taakvervulling door het projectteam.

#### *Inhoud en proces*

- 3.6 Het projectteam biedt de deelnemers aan de dialoog een heldere opzet voor het realiseren van strategische visies in de dialooggroepen (zie notitie *Fasering en tijdpad van de Nationale Dialoog*).
- 3.7 Het projectteam biedt de dialooggroepen ondersteuning in de vorm van een secretaris. Deze
  - organiseert de bijeenkomsten in overleg met de voorzitter,
    - bereidt bijeenkomsten van de dialooggroep inhoudelijk en procesmatig voor in overleg met de deelnemers,
    - doet verslag van de bijeenkomsten,
  - zet de strategische visies van de dialooggroep op schrift.
- 3.8 Het projectteam biedt wetenschappelijke informatie aan in een beknopte en leesbare vorm en zoekt desgevraagd wetenschappelijke experts om de dialoog in de groepen inhoudelijk te ondersteunen.
- 3.9 Het projectteam biedt een aantal mogelijke besluitvormingsregels en een aantal 'proces tools' aan om de dialoog te faciliteren.

Het projectteam organiseert halverwege de dialoog de zogenaamde *Interim Workshop* en de *Nationale COOL Conferentie* ter afsluiting van de dialoog (zie notitie *Fasering en tijdpad van de Nationale Dialoog*).