

KLIMAATVERANDERING KLIMAATBELEID

Hoofdrapport

Inzicht in keuzes voor de Tweede Kamer

Auteurs

F.J. (Frans) Rooijers

I. (Ingeborg) de Keizer

S. (Stephan) Slingerland

J. (Jasper) Faber

R.C.N. (Ron) Wit

CE, Oplossingen voor Milieu, Economie en Technologie

J. (Koos) Verbeek

R. (Rob) van Dorland

A.P. (Aad) van Ulden

Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut

R.W.A. (Ronald) Hutjes

P. (Pavel) Kabat

Alterra, Wageningen UR

E.C. (Ekko) van Ierland

Dpt. Maatschappijwetenschappen, Wageningen UR

September 2004 (inclusief Erratum figuur 8 pag. 38)

Inhoud

Samenvatting	1
1 Onderzoek Klimaatverandering	3
1.1 Aanleiding	3
1.2 Doel van het onderzoek	4
1.3 Klankbordgroep en begeleidingscommissie	6
1.4 De strekking van het onderzoek	6
2 Aard, omvang en gevolgen van klimaatverandering	11
2.1 Inleiding	11
2.2 Veranderingen in de samenstelling van de atmosfeer	14
2.3 De invloed van het broeikaseffect op het klimaat	14
2.4 Waargenomen klimaatveranderingen en de oorzaken ervan	15
2.5 Het klimaat in de 21 ^{ste} eeuw	17
2.6 Klimaatprojecties voor het komende millennium	17
2.7 Effecten op zoetwater-management en waterkering binnenwateren	18
2.8 Effecten op kustverdediging en zoutwater-management	18
2.9 Effecten op natuur	18
2.10 Effecten op landbouw, voedselzekerheid en gezondheid	19
2.11 Hoe zeker is de verandering van het klimaat?	20
3 Huidig klimaatbeleid	25
3.1 Inleiding	25
3.2 Huidig klimaatbeleid	25
3.3 Emissies	27
3.4 Onzekerheden	28
3.5 Kosten van het huidige beleid	29
3.6 Maatregelen en instrumenten	31
3.7 Maatschappelijke effectiviteit	31
3.8 Conclusie	32
4 Toekomstig beleid	33
4.1 Inleiding	33
4.2 Vier hoofdkeuzes voor de overheid	33
4.3 Negen prangende kwesties	36
4.4 Keuze 1: welke verhouding tussen adaptatie en mitigatie is wenselijk?	37
4.5 Keuze 2: Op welke schaalniveaus dient het klimaatbeleid gevoerd te worden?	41
4.6 Keuze 3: Hoe kan de overheid optimaal sturen?	44
4.7 Keuze 4: Welke maatregelen zijn te prefereren?	52
4.8 Kosten van post-Kyoto klimaatbeleid	54
Verklarende woordenlijst	59

Samenvatting

Wetenschappelijke inzichten klimaatverandering

- 1 De menselijke invloed op het klimaat in de tweede helft van de 20^e eeuw is aangetoond. In de komende eeuw wordt een forse toename van de concentraties broeikasgassen verwacht. Hierdoor zal de aarde verder opwarmen.
- 2 Volgens de huidige inzichten leidt dat zonder mitigatiemaatregelen tot een wereldgemiddelde temperatuurstijging van 1,4 tot 5,8°C in 2100.
- 3 De effecten van de klimaatverandering worden inmiddels op grote schaal waargenomen. Weerpatronen veranderen, de zeespiegel stijgt, gletsjers en ijskappen worden kleiner en woongebieden van planten en dieren verschuiven. Deze effecten worden in de toekomst sterker. In Nederland wijzigen neerslagpatronen en temperatuur, leidend tot grotere kansen op zowel wateroverlast als aanhoudend droge perioden.
- 4 Om deze effecten beheersbaar te houden mag de wereldwijde temperatuurstijging niet meer dan 2°C bedragen in de komende eeuw. Dit vereist emissiereducties van 60-80% in 2100. Een minder strenge doelstelling brengt onherstelbare schade toe aan de menselijke leefomgeving op vele plekken op de aarde.
- 5 De maatregelen om de emissie van broeikasgassen te beperken (mitigatiebeleid) hebben niet meteen effect. Ze kunnen niet voorkomen dat de huidige trends in klimaatverandering de komende eeuw toch zullen doorzetten.

Evaluatie huidig beleid

- 6 In het Kyoto-protocol is een eerste start gemaakt met emissiereductie met als doelstelling -5,2% gemiddeld voor alle geïndustrialiseerde landen. Voor de EU en NL is dit respectievelijk -8 en -6%. Het Kyoto-protocol is nog niet van kracht, doordat een aantal belangrijke landen (nog) niet heeft geratificeerd. De onderhandelingen voor reductiedoelstellingen na 2012 zijn nog niet begonnen.
- 7 Nederland zal de doelen van het Kyoto-protocol waarschijnlijk halen. Het verwachte succes van het Nederlandse beleid is te danken aan een forse reductie van niet-CO₂-broeikasgassen en inkoop van buitenlandse emissierechten. De emissies van CO₂ zijn echter met 8% toegenomen t.o.v. 1990. Nederland is er dus nog niet in geslaagd om een structurele veranderingen in het gebruik van fossiele brandstoffen door te voeren.
- 8 De kosten van het huidige Nederlandse beleid bedragen 0,25% van het Nederlandse BBP in 2003 en zijn vergelijkbaar met kosten voor andere milieuthema's. Het Nederlandse klimaatbeleid is tot nu toe gericht op sectorspecifieke maatregelen, met grote verschillen in de kosteneffectiviteit van de genomen maatregelen. Inzicht in de huidige kosten van adaptatiebeleid is beperkt.

Toekomstig beleid

- 9 Klimaatverandering is een mondiaal probleem, en het beleid moet om effectief te zijn mondiaal worden opgezet. Mondiaal mitigatiebeleid is aanmerkelijk goedkoper dan beleid op een lager schaalniveau en schaadt de concurrentiepositie niet. Vanwege de tendens tot 'free riding' (d.w.z. dat landen

wachten tot anderen het probleem oplossen) is het noodzakelijk krachtig in te zetten op een sterke coördinatie van het internationale klimaatbeleid. Wanneer alleen de geïndustrialiseerde landen klimaatbeleid voeren, zijn de welvaartsverliezen voor Nederland zes keer zo groot als bij mondiaal beleid.

- 10 De EU heeft als beleidsdoel gesteld dat de aarde de komende eeuw niet meer dan 2°C mag opwarmen. Nederland heeft zich aan deze doelstelling gecommitteerd. Deze beperking vereist een relatief snelle en forse reductie van de emissie van broeikasgassen in de post-Kyoto periode.
- 11 Omdat een beperkte mate van klimaatverandering inmiddels onafwendbaar is, zal het belang van adaptatiemaatregelen toenemen. Deze aanpassingen liggen in Nederland vooral op het terrein van waterbeheer. De toenemende kans op droogte en wateroverlast kunnen grote gevolgen hebben voor de watervoorziening, landbouw en energievoorziening.
- 12 Om alle landen bij het klimaatbeleid te betrekken kan Nederland zich in internationaal verband richten op een sterke coalitievorming en een eventuele kopgroepvorming waarmee de (morele) druk op achterblijvers kan worden opgevoerd. Ter ondersteuning daarvan kan Nederland zich voor drie zaken sterk maken.
 - a Een billijke (redelijk en rechtvaardig) verdeling van de lasten van klimaatbeleid.
 - b Een internationale oplossing om de aanpassingskosten van laaggelegen ontwikkelingslanden te dragen.
 - c De emissies van de internationale lucht- en scheepvaart agenderen.
- 13 De macro-economische kosten van verdergaand klimaatbeleid zijn beperkt voor Nederland, mits het efficiënt wordt vormgegeven. Dat wil zeggen met gebruik van marktconforme instrumenten die op doelen sturen (emissiehandel, heffingen, concessies) voor alle geïndustrialiseerde landen. Alleen dan behoudt klimaatbeleid het noodzakelijke draagvlak.
- 14 Aanvullend op de internationale marktconforme instrumenten kan op nationaal niveau de overheid zich richten op:
 - a Het mede laten profiteren van de innovatiekracht van Nederland van klimaatbeleid zonder dat het leidt tot sturing op specifieke technieken.
 - b Het invoeren van verdergaande nationale maatregelen voor de verkeerssector en de gebouwde omgeving omdat dit niet snel leidt tot negatieve effecten op de concurrentiepositie.
 - c Beperken afhankelijkheid van olie door verschuiving naar hernieuwbare bronnen. Hiermee verlaagt de overheid economische risico's van hoge olieprijsen en versterkt klimaatbeleid de energievoorzieningszekerheid van Nederland.

Dergelijk beleid dient meer dan alleen het klimaatdoel, is daardoor efficiënter en kan op meer draagvlak rekenen.



1 Onderzoek Klimaatverandering

1.1 Aanleiding

De Commissie Van Middelkoop (Tijdelijke Commissie Klimaatvraagstuk) heeft in 1996 het kameronderzoek klimaatverandering uitgevoerd. Het rapport van de commissie gaf een beeld van de kennis op het gebied van klimaatverandering en schetste mogelijkheden voor klimaatbeleid. Nu, ruim zeven jaar later, is dat rapport niet meer op alle punten actueel: het Kyoto-protocol is opgesteld, er is meer kennis over klimaatverandering en er is meer kennis over de effecten van het beleid.

Binnenkort zal de discussie over het klimaatbeleid in de periode na 2012 beginnen (dit is de periode na afloop van het Kyoto-protocol). Naar verwachting zal de Europese Unie in 2005 met een gemeenschappelijke inzet komen. De Staatssecretaris van Milieu heeft aangegeven dat hij in 2020 een reductie van broeikasgassen van 30% ten opzichte van 1990 wil bereiken. Voor de Tweede Kamer is de opstelling van Nederland in de internationale onderhandelingen een belangrijk discussiepunt. Om als Kamer goed beslagen ten ijs te komen in het debat met de regering is het noodzakelijk dat de Kamer over voldoende kennis beschikt omtrent klimaatverandering en mogelijkheden voor verdergaand klimaatbeleid.

De doelstelling van het onderzoek is breder dan een analyse van de kennis over klimaatverandering. Wetenschappelijk onderzoek wijst erop dat de noodzakelijke reductie van emissies na 2012 een veelvoud zou moeten zijn van de huidige reductiedoelstellingen om significant effect te sorteren. Alle reden om tijdig na te denken welke doelstellingen moeten worden geformuleerd, of en hoe deze gedifferentieerd moeten worden naar binnenlandse en buitenlandse maatregelen en naar economische sectoren. Welke instrumenten worden ingezet? En wat zijn de macro-economische en maatschappelijke gevolgen voor Nederland en de Europese Unie? Het is daarbij belangrijk te leren van de huidige instrumenten: waar zijn ze effectief en waar niet?

De Tweede Kamer heeft aan CE opdracht verleend voor het uitvoeren van het onderzoek 'Klimaatverandering, klimaatbeleid; Inzicht in keuzes voor de Tweede Kamer'. CE heeft deze opdracht aanvaard en dit rapport is het resultaat van het onderzoek. CE heeft in het onderzoek samengewerkt met het KNMI en WUR.

CE is verantwoordelijk voor het totale eindresultaat. KNMI en WUR zijn verantwoordelijk voor de wetenschappelijke integriteit van de door hen aangeleverde informatie. Het KNMI is specifiek verantwoordelijk voor het onderdeel 'klimaatverandering'.

Leeswijzer

De rest van dit eerste hoofdstuk is gewijd aan een uitwerking van de onderzoeksvraag, een toelichting van de belangrijkste begrippen en een kort overzicht van de inhoud van de volgende hoofdstukken. Hoofdstuk 2 gaat in op de wetenschappelijke kennis over klimaatverandering. De nadruk ligt daarbij op de kennis die nog niet beschikbaar was toen de Commissie Van Middelkoop haar rapport

uitbracht. Ook is er aandacht voor de onzekerheden en lacunes in de kennis, en in de kritiek op de resultaten van het klimaatonderzoek. Hoofdstuk 3 analyseert het huidige klimaatbeleid. De nadruk ligt op de effectiviteit en de efficiëntie van de genomen maatregelen. Hoofdstuk 4, tenslotte, gaat in op het klimaatbeleid voor de periode na 2012, wanneer het Kyoto-protocol afloopt. Het legt vier fundamentele keuzes bloot en geeft voor elke keuze argumenten die partijen kunnen afwegen. Uit de fundamentele keuzes volgt een aantal prangende kwesties. Deze moeten opgelost worden voordat effectief en efficiënt beleid gevoerd kan worden.

Bij dit rapport hoort een achtergrondrapport waarin de argumenten en overwegingen uitgebreider zijn beschreven. Bij elk hoofdstuk van dit hoofd rapport is aangegeven welk deel van het achtergrondrapport de basis vormt. Tevens zijn hierin alle referenties weergegeven waarop het onderzoek is gebaseerd. Voor nadere toelichtingen verwijzen wij geïnteresseerde lezers dan ook graag naar deze achtergrondrapportage.

1.2 Doel van het onderzoek

Het doel van het onderzoek is de Tweede Kamer inzicht te verschaffen:

- in de stand van zaken van de klimaatwetenschap en het internationale klimaatbeleid als vervolg op het werk van de Commissie Van Middelkoop;
- in verschillende beleidsopties en het in te zetten overheidsinstrumentarium;
- in de (macro-economische, maatschappelijke en milieu-)kosten en baten van die beleidsopties;
- in de dilemma's ten aanzien van het milieu, economie en andere maatschappelijke ontwikkelingen.

Het onderzoek heeft daarmee tot doel de huidige stand van zaken inzichtelijk te maken en de (effecten van de) beleidsopties aan te geven voor de nabije toekomst om daarmee de Kamer stof te geven voor de discussie met de Regering over het beleid voor de post-Kyoto periode.

Klimaatverdrag

In 1992 is in Rio de Janeiro het klimaatverdrag van de Verenigde Naties gesloten. Dit Klimaatverdrag heeft als doel de concentraties van broeikasgassen in de atmosfeer te stabiliseren op een niveau waarbij 'een gevaarlijke menselijke beïnvloeding van het klimaat wordt vermeden'. Dit betekent dat op termijn - in 2100 - de mondiale emissies van broeikasgassen met circa 40-50% moeten dalen ten opzichte van 1990.

In 1997 is het Klimaatverdrag uitgebreid met het Kyoto-protocol. Hierin zijn afspraken gemaakt over de reductie van de emissies van broeikasgassen.

Doelstelling Nederland

Nederland mag op basis van de Kyoto afspraken in 2010 maximaal 219 Mton *broeikasgassen* uitstoten, gemeten in *CO₂-equivalenten*. Dit komt overeen met een reductie van 6% ten opzichte van het jaar 1990.



Broeikasgassen: wat en hoe?

Broeikasgassen zijn gassen die bijdragen aan de opwarming van de dampkring. Een half procent van de atmosfeer bestaat uit natuurlijke broeikasgassen. Deze zorgen ervoor dat de zon warmte die door de zon wordt ingestraald op het aardoppervlak wordt vastgehouden. Zonder dat effect zou de gemiddelde grondtemperatuur -18°C bedragen. Het natuurlijke broeikaseffect verhoogt die temperatuur naar $+15^{\circ}\text{C}$. Het belangrijkste natuurlijke broeikasgas is waterdamp. Het natuurlijke broeikaseffect wordt versterkt door de uitstoot van broeikasgassen door de mens, de zogenaamde antropogene broeikasgassen. De temperatuurstijging als gevolg van deze antropogene emissies heeft verder tot gevolg dat meer water verdampt, waardoor ook het natuurlijke broeikaseffect verder wordt versterkt.

De belangrijkste antropogene broeikasgassen zijn:

CO₂: Kooldioxide (CO₂) komt van nature in de lucht voor. Door verschillende oorzaken, o.a. menselijke activiteiten, neemt de hoeveelheid CO₂ in de lucht toe, waardoor het broeikaseffect versterkt wordt. CO₂ draagt wereldwijd voor meer dan de helft bij aan dit effect.

CH₄: Methaan (CH₄) is het tweede belangrijke broeikasgas. Dit draagt wereldwijd voor ongeveer 20% bij aan het versterkte broeikaseffect. Belangrijke bronnen van methaan zijn: de vee-teelt, vuilstortplaatsen, rijstbouw en de verliezen bij de olie- en gaswinning. Een andere bron van methaan is moerasgas.

N₂O: De emissie van N₂O, lachgas, is relatief klein, maar de stof blijft 150 jaar in de atmosfeer aanwezig. Het broeikaseffect is daardoor bijna 300 keer sterker dan dat van kooldioxide. Lachgas is voor ruim de helft van natuurlijke oorsprong. Daarnaast is lachgas vooral afkomstig van de industrie, het verkeer en de landbouw.

HFK's, PFK's en SF₆: HFK's zijn gehalogeneerde fluorkoolwaterstoffen, oftewel koolwaterstoffen met chloor, broom of jodium. PFK's zijn perfluorkoolwaterstoffen. Deze stoffen worden gebruikt in koelinstallaties, schoonmaakmiddelen, airconditioning, brandblusapparaten en bij de productie van schuimplastics. SF₆ staat voor zwavelhexafluoride. Deze fluorverbinding wordt gebruikt als isolatorgas in hoogspanningsschakelaars en komt vrij door lekkage. Ook wordt SF₆ gebruikt in de halfgeleiderindustrie als schoonmaak- en etsmiddel. Het is het broeikasgas dat per kg de grootste bijdrage levert aan de versterking van het broeikaseffect.

CO₂-equivalenten

Elk broeikasgas draagt op een eigen manier bij aan klimaatverandering. Om de verschillende bijdragen te kunnen vergelijken, worden emissies uitgedrukt in CO₂-equivalenten. In de onderstaande tabel worden de omrekeningsfactoren weergegeven zoals bepaald door het IPCC.

Broeikasgas	CO ₂ -equivalent
CO ₂	1
Methaan (CH ₄)	23
Lachgas (N ₂ O)	296
HFK's	150 - 12.000
PFK's (m.n. CF ₄ en C ₂ F ₆)	5.700 - 11.900
SF ₆	22.200

Bron: database CML

1.3 Klankbordgroep en begeleidingscommissie

Tijdens de uitvoering van het onderzoek was een klankbordgroep actief bestaande uit de woordvoerders milieu van de diverse fracties en leden van de vaste commissie voor VROM. De klankbordgroep bestond uit:

- *J.W.E. Spies* (CDA) - voorzitter;
- *B. van der Ham* (D66);
- *P. de Krom* (VVD);
- *D.M. Samsom* (PvdA);
- *K. van Velzen* (SP);
- *A.J.W. Duyvendak* (Groen Links).

De dagelijkse leiding was in handen van de ambtelijke begeleidingscommissie, bestaande uit:

- *S.J. Oostlander*, hoofd Onderzoeks- en Verificatiebureau van de Tweede Kamer der Staten-Generaal;
- *M. van der Leeden*, griffier van de Vaste commissie voor Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer;
- *N.T.L. Hogenhuis*, medewerker Onderzoeks- en Verificatiebureau van de Tweede Kamer der Staten-Generaal.

Deze begeleidingscommissie heeft in opdracht van de Tweede Kamer tijdens de uitvoering van het onderzoek de kwaliteit bewaakt.

1.4 De strekking van het onderzoek

Er is geen twijfel meer of er een klimaatbeleid moet worden gevoerd, daar is de Kamer het van links tot rechts over eens. De Commissie Van Middelkoop heeft hiervoor in 1996 ruim voldoende stof voor aangedragen. De vraag is echter met welke intensiteit dat beleid gevoerd moet worden, oftewel welke emissiereducties moeten worden bereikt.

Daarbij spelen vele dilemma's rondom dit beleidsdossier een belangrijke rol, zoals:

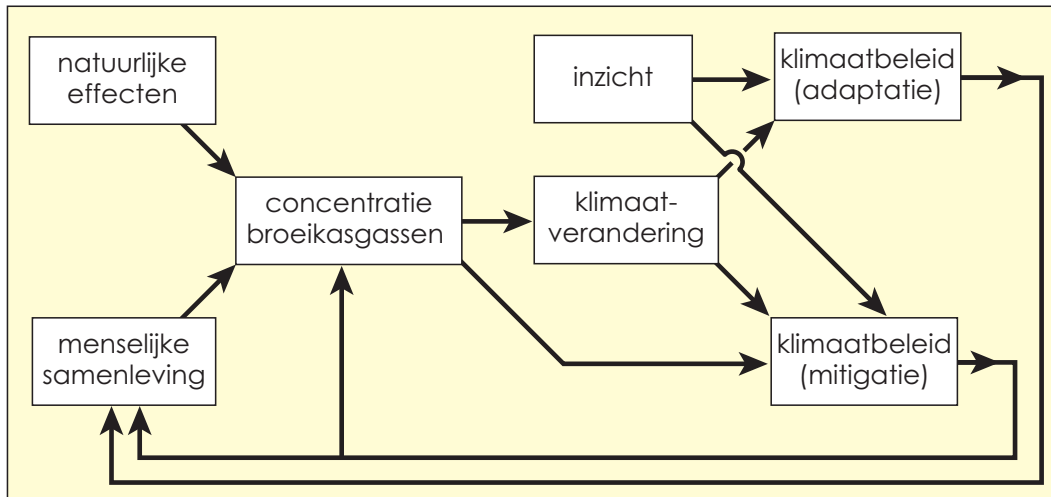
- Zijn de problemen van het veranderende klimaat groter dan de problemen die een ambitieus klimaatbeleid kan veroorzaken? Oftewel zijn de gevolgen voor de Nederlandse waterhuishouding erger dan de verzwaring van de lasten voor de intensieve energiegebruikers?
- Welke stappen moet Nederland met de Europese landen zetten als andere landen niet meedoen? Het is een echt prisoners dilemma, want slechts als er mondiaal een ambitieus beleid wordt gevoerd zal de concentratie van broeikasgassen fors omlaag kunnen gaan.

We hebben in ons onderzoek een onderscheid aangebracht tussen de wetenschappelijke kennis over klimaatverandering enerzijds en het klimaatbeleid anderzijds. Daarnaast hebben we onderscheid gemaakt tussen mitigatie en adaptatie. Bij adaptatie richten het beleid en de maatregelen zich op het draaglijk maken van de effecten van de klimaatverandering (dijkverzwaring, overloopgebieden, e.d.). Bij mitigatie richten het beleid en de maatregelen zich op het beperken van de klimaatverandering door een lagere concentratie broeikasgassen na te stre-



ven. Beide soorten beleid hebben effect op de menselijke samenleving, de leefbaarheid in Nederland en hebben gevolgen voor de economie (figuur 1).

figuur 1 Samenhang tussen mitigatie- en adaptatiebeleid



Het grootste deel van het onderzoek over beleid is besteed aan toekomstig mitigatiebeleid. De adaptatiemaatregelen maken hiervan geen hoofdbestanddeel uit, hoewel we een beknopte weergave wel van belang vinden. Daarbij is met name naar het kostenaspect gekeken. Kennis van de kosten is van belang voor een goede afweging over de intensiteit van adaptatie- en mitigatiebeleid. De meeste kostenschattingen in de economische literatuur hebben betrekking op mitigatiebeleid. Er is relatief veel minder aandacht besteed aan het inschatten van de adaptatiekosten. Daarom is over deze laatste kosten minder bekend. Desalniettemin vinden wij de kennis van adaptatiekosten van groot belang voor een goede afweging van de doelstelling van het klimaatbeleid. Daarom besteden we in dit rapport ook aandacht aan adaptatiekosten.

We beantwoorden het doel van de studie in drie onderdelen:

- a Klimaatverandering
Wat is het actuele inzicht in de aard en omvang van klimaatverandering en de mate waarin dit wordt veroorzaakt door menselijk handelen? Wat zijn de effecten van klimaatverandering op de landbouw, de natuur, de waterhuishouding en het ruimtegebruik?
- b Effecten Huidig Klimaatbeleid
Wat is het actuele inzicht in de tot op heden genomen maatregelen op nationaal en internationaal terrein?
- c Toekomstig Klimaatbeleid
Wat zijn (mogelijke) toekomstige beleidsmaatregelen? Zowel nationaal als internationaal.

1.4.1 Klimaatverandering

In de wetenschap bestaat een brede consensus dat daadwerkelijk sprake is van klimaatverandering. Ook de zogenaamde klimaatsceptici erkennen dit. De discussie spitst zich vooral toe op de vraag of klimaatverandering te wijten is aan menselijk handelen, en zo ja, in welke mate. Het IPCC, de intergouvernementele organisatie die is opgericht om de wetenschappelijke kennis over klimaatbeleid te beoordelen, stelt in zijn rapport uit 2001 dat een menselijke invloed op de klimaatverandering zeer waarschijnlijk is. Dit punt wordt door klimaatsceptici echter bestreden.

De volgende vraag is of beleid noodzakelijk is? Hierop kan geen ontkennend antwoord volgen. In ieder geval is een voortzetting van het adaptatiebeleid noodzakelijk. Zeker Nederland zal zich moeten wapenen tegen de effecten van meer en heviger regenval en een stijging van de zeespiegel. Onduidelijk is wat de kosten zullen worden, maar de zomer van 2002 (extreem nat) en de zomer van 2003 (extreem heet en droog) laten zien dat dit voor de samenleving en voor specifieke sectoren forse kosten kunnen zijn bij de huidige klimaatverandering, laat staan als de veranderingen toenemen.

De beleidsdiscussie gaat vooral over de noodzaak van mitigatiebeleid. Het IPCC schat dat bij een temperatuurstijging boven de 2°C grote schade optreedt aan de leefomgeving, en dat de kans op extreme weersomstandigheden sterk toeneemt. Een beperking van de temperatuurstijging tot 2°C boven pre-industrieel niveau vereist een snelle en forse reductie van de emissie van broeikasgassen. De doelstelling van 2°C is niet alleen gebaseerd op wetenschappelijke inzichten, maar ook op een politieke afweging van factoren zoals het beperken van de effecten voor toekomstige generaties, beperken van de adaptatiekosten, zekerstellen van de leefbaarheid van de mens in die gebieden op de wereld die nu dicht bevolkt zijn en als eerste te lijden zullen hebben van stijging van de zeespiegel (alle havensteden en delta's ter wereld), ecosystemen de tijd gunnen om te kunnen reageren op veranderende condities. Dit alles bij een situatie dat 100% zekerheid niet is te geven, maar tegelijkertijd constaterend, dat als die zekerheid wel gegeven kan worden, het waarschijnlijk niet meer mogelijk is om nog te kunnen reageren met mitigatiebeleid.

Er zijn sceptici die stellen dat de kosten van de klimaatverandering (adaptatiebeleid) veel lager zullen zijn dan de kosten van mitigatiebeleid. In ons onderzoek kunnen we daar geen onderbouwing voor vinden. Wel kunnen we bij het mitigatiebeleid duidelijke randvoorwaarden vaststellen die in ogenschouw genomen moeten worden om voldoende draagvlak te krijgen voor ingrijpend beleid. Ook ziet het ernaar uit dat de kosten van mitigatiebeleid beperkt kunnen blijven wanneer het beleid goed wordt vormgegeven.

1.4.2 Huidig klimaatbeleid

Op dit moment voert de Europese Unie en dus ook Nederland al een mitigatiebeleid uit dat voor Nederland is gericht op een reductie van de emissie van broeikasgassen met 6% in de periode 2008-2012 ten opzichte van het jaar 1990. In het licht van de geconstateerde klimaatverandering is dit beleidsdoel nog verre van voldoende. Wel kunnen lessen worden getrokken uit deze beleidsinspanningen.



De Kyoto-doelen zullen mondiaal niet worden gehaald omdat de VS als grootste uitstoter van broeikasgassen niet mee doen. Ook de EU zal zijn doelen niet halen omdat veel landen nog geen adequaat beleid hebben opgesteld.

Volgens het RIVM zal Nederland zijn doelen wel halen. Tot nu toe is de emissie echter hoger dan het niveau van 1990: van een absolute afname van binnenlandse emissies is nog geen sprake. Wel heeft Nederland vrij vroeg en serieus maatregelen in het buitenland genomen (de zogenaamde Joint Implementation). Hier kunnen de komende tijd de vruchten van worden geplukt: forse reducties tegen lage kosten. Ook op het gebied van de 'overige broeikasgassen' zijn (kosten)effectieve maatregelen uitgevoerd. De verwachting van de onderzoekers is dat Nederland hierdoor in de buurt van het doel zal uitkomen.

Daarnaast kunnen nog enkele conclusies worden getrokken over het beleid en de maatregelen in de diverse sectoren.

In de gebouwde omgeving zijn goede ervaringen opgedaan met regelgeving (de zogenaamde Energie Prestatie Coëfficiënt (EPC) die leidt tot effectieve oplossingen. De CO₂-emissie ten gevolge van de energievraag voor verwarming is gestaag gedaald. Wel zijn veel maatregelen en ook veel beleidsinstrumenten duur (hoge kosten per vermeden ton CO₂). De gemiddelde stijging van de temperatuur levert een niet onbelangrijke bijdrage. Door de zachte winters is er minder verwarming nodig; (het aantal graaddagen in de afgelopen 10 jaar was beduidend lager dan het langdurig gemiddelde).

In de industrie is veel bereikt met efficiencymaatregelen. Deze waren vaak rendabel en hebben geleid tot productieprocessen die qua efficiency tot de top van de wereld behoren. Gebleken is dat de kosten van maatregelen vaak goedkoper waren dan verwacht, maar dat de transactiekosten hoger waren. Met name de transactiekosten van het benchmarkakkoord en van de emissiehandel zijn erg hoog. Hier is ruimte voor verbetering van het beleid. In de industrie is de uitstoot per eenheid product afgenomen. Een absolute daling heeft echter nog niet plaatsgevonden.

In de transportsector is vooral sprake van een constante groei van de mobiliteit en nauwelijks van verbetering van de efficiency, zodat hier bij intensivering van het mitigatiebeleid nieuwe wegen ontwikkeld zullen moeten worden.

In de elektriciteitssector is een forse verbetering van de efficiency bereikt, met name door het gebruik van WarmteKracht-installaties. Dit staat wel onder sterke druk ten gevolge van de liberalisering van de energiemarkt, omdat die niet gepaard is gegaan met een gelijktijdige internationalisering van de milieuraanvoorwaarden.

In de afgelopen periode heeft de overheid zich in detail bemoeit met de diverse sectoren en zelfs met de vele mogelijke maatregelen. Veelal zijn ad hoc beleidsinstrumenten ingezet die later weer zijn gestopt zonder een stabiele markt te creëren voor zuinige technieken (bijvoorbeeld WarmteKracht), voor hernieuwbare energie (perikelen rondom de Energiepremieregeling, EPR) en voor schoon fossiel (ondanks de kansen voor Nederland is op dit gebied slechts één proefproject in gang gezet). Hierdoor zijn innovatieve ontwikkelingen in de industrie in de kiem gesmoord en is de betrouwbaarheid van de overheid op dit beleidsterrein ter discussie komen te staan. Ook op dit punt kan het beleid verbeterd worden.

1.4.3 Toekomstig klimaatbeleid

Het steeds sterkere bewijs dat menselijk handelen een klimaatverandering veroorzaakt, leidt tot de vraag of Nederland het mitigatiebeleid moet intensiveren, en zo ja, op welke manier. Dit is een politieke keuze waarbij elke partij de argumenten moet wegen en zich moet uitspreken over de acceptatie van de risico's van niet-handelen en de effecten van ingrijpend mitigatiebeleid.

Uit het nationale en internationale publieke debat over het klimaatbeleid hebben wij een aantal punten gedistilleerd die het draagvlak voor verdergaand klimaatbeleid bepalen:

- alleen een mondiaal klimaatbeleid is effectief;
- de concurrentieverschillen tussen bedrijven in verschillende delen van de wereld zullen beperkt moeten blijven;
- het draagvlak voor mitigatiebeleid zal maximaal zijn wanneer de kosten zo laag mogelijk zijn. Daarbij zijn niet alleen de kosten van de maatregelen zelf, maar ook de kosten van het beleid van belang;
- de kosten van het mitigatie- en adaptatiebeleid moeten op een manier worden verdeeld die door zoveel mogelijk landen billijk (rechtvaardig en redelijk) wordt gevonden;
- de overheid zal het eigen bedrijfsleven de juiste prikkels moeten geven om in de nieuwe marktcontext te overleven of zelfs te floreren.

Het standpunt van de Nederlandse overheid voor het internationale en nationale klimaatbeleid is afhankelijk van een viertal fundamentele keuzes. Met die fundamentele keuzes hangt een aantal prangende kwesties samen die bepalend zijn voor het bereiken van een effectief en efficiënt klimaatbeleid.

Keuze 1: Welke verhouding tussen adaptatie en mitigatie is wenselijk?

- Welke doelstellingen zijn nodig?
- Geven wetenschappelijke onzekerheden aanleiding om af te wachten?
- Hoe kunnen de baten van klimaatbeleid goed worden ingeschat?

Keuze 2: Op welke schaalniveaus dient het klimaatbeleid gevoerd te worden?

- Welke bijdrage kan Nederland leveren in een internationale context?
- Hoe kunnen de gaten van Kyoto worden gedicht?

Keuze 3: Hoe kan de overheid optimaal sturen?

- Welke instrumenten zijn optimaal?
- Kan de transportsector ook bijdragen aan emissiereducties?
- Hoe kan de Nederlandse economie profiteren van klimaatbeleid?

Keuze 4: welke maatregelen zijn te prefereren?

- Welke technieken en energiedragers zullen bijdragen?



2 Aard, omvang en gevolgen van klimaatverandering

2.1 Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft de actuele natuurwetenschappelijke inzichten in de aard, de omvang en de gevolgen van klimaatverandering vanuit een natuurwetenschappelijk perspectief, met accenten op de menselijke invloed en wetenschappelijke onzekerheden. Het rapport-Van Middelkoop uit 1996 dient daarbij als referentiepunt: 'wat heeft er zich sindsdien klimatologisch voorgedaan en wat zijn de vorderingen geweest van het onderzoek?'

De tekst is gebaseerd op hoofdstuk 2 van het achtergrondrapport, waarin de huidige inzichten in klimaatverandering aan de hand van de wetenschappelijke literatuur worden uiteengezet. Dat overzicht is deels gebaseerd op de wetenschappelijke rapporten van het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, een intergouvernementele organisatie van de Verenigde Naties). De werkwijze van het IPCC wordt beschreven in hoofdstuk 6 van het achtergrondrapport.

De gedachtegang achter de klimaatproblematiek komt op het volgende neer. De hoeveelheid broeikasgassen in de atmosfeer neemt toe. Die toename wordt in belangrijke mate veroorzaakt door de mens. Broeikasgassen verhogen de temperatuur aan het aardoppervlak. De mens warmt de aarde dus op. Die opwarming heeft allerlei gevolgen voor mens en natuur.

In het rapport-Van Middelkoop (1996) trekt de Tijdelijke Commissie Klimaatverandering langs deze gedachtegang onder meer de volgende conclusies:

- a Geconcludeerd kan worden dat de huidige concentraties van enkele broeikasgassen in de atmosfeer uitzonderlijk zijn (p. 30).*
- b De stijging van de atmosferische concentraties van broeikasgassen gedurende de periode vanaf het preïndustriële tijdperk tot nu, is voornamelijk het gevolg van activiteiten van de mens (p.33).*
- c Geconcludeerd is, dat ... de verstoring van de energiehuishouding (N.B. van het klimaat) sinds het preïndustriële tijdperk ten gevolge van activiteiten door de mens ... niet langer verwaarloosbaar is (p.39).*
- d Waarnemingen wijzen uit dat de aarde gedurende de laatste eeuw duidelijk warmer geworden is (p.44).*
- e ... niet verwacht mag worden dat de effecten van een door de mens veroorzaakte klimaatverandering nu reeds waarneembaar zijn (p.65).*

Deze conclusies geven een beeld van de stand van de wetenschap op dat moment en laten zien dat toentertijd bovengenoemde gedachtegang op twee punten een hypothetisch karakter had: er werd geen expliciet, kwantitatief verband gelegd tussen de menselijke activiteiten en de waargenomen temperatuurstijging, en de effecten van de opwarming werden niet waargenomen. De wetenschap was niet in staat een eventuele menselijke invloed helder te onderscheiden van natuurlijke klimaatvariaties. Deze twijfel komt tot uiting in de kernconclusie van het tweede klimaatrapport van het Intergovernmental Panel on Climate Change

van de Verenigde Naties (IPCC, zie www.ipcc.ch) uit 1996: *The balance of evidence suggests a discernible human influence on global climate.*

Hoe is de stand van zaken met betrekking tot klimaatverandering op dit moment? In vogelvlucht kunnen de conclusies als volgt worden aangescherpt:

- a *De broeikasgasconcentraties blijven stijgen. Zo ligt de huidige atmosferische concentratie CO₂ 4% hoger dan in 1996. Er is meer informatie beschikbaar gekomen over de broeikasgasconcentraties in het verre verleden. De concentratie CO₂ is sinds 420.000 jaar (de periode waarover betrouwbare gegevens beschikbaar zijn) niet zo hoog geweest als nu.*
- b *Het inzicht in de kringlopen van de broeikasgassen is toegenomen. De directe relatie tussen de huidige stijging van de broeikasgasconcentraties en menselijke activiteiten is wetenschappelijk bewezen.*
- c *Er is meer inzicht in de factoren die het huidige wereldklimaat beïnvloeden. De klimaatmodellen (computermodellen) zijn verbeterd. De ontwikkeling van de wereldgemiddelde temperatuur in de loop van de 20ste eeuw kan inmiddels kwantitatief worden verklaard aan de hand van de invloeden van vulkaanuitbarstingen, zonneactiviteit en het door de mens versterkte broeikaseffect. Uit deze studies blijkt dat het grootste deel van de opwarming vanaf het midden van de 20^{ste} eeuw waarschijnlijk is veroorzaakt door de mens. Daarnaast is ook het begrip van regionale klimaatvariëaties toegenomen.*
- d *De wereldwijde opwarming heeft zich sinds 1996 onmiskenbaar voortgezet: alle jaren erna zijn beland in de toptien van warme jaren sinds 1856. Ook de Nederlandse temperatuur is verder gestegen. Er is meer informatie beschikbaar gekomen over het verleden klimaat waaruit blijkt dat de huidige opwarming waarschijnlijk uniek is in duizend jaar. De prognose voor de temperatuurstijging in de 21ste eeuw is naar boven bijgesteld van 1,0-3,5°C (IPCC, 1996) tot 1,4-5,8°C (IPCC, 2001).*
- e *De effecten van de opwarming worden inmiddels op grote schaal waargenomen en zijn niet uitsluitend negatief. De weerpatronen, waaronder de neerslag, passen zich aan. De temperatuur van het oceaanwater neemt toe waardoor de zeespiegel stijgt. De bedekking van het aardoppervlak door sneeuw en ijs neemt af. De groeiperiode van planten neemt wereldwijd toe. Ook dieren (trekvoegels, insecten etc.) reageren op de opwarming. Bij verschuivingen in de verspreiding van een aantal planten- en diersoorten en het afsterven van koraalriffen spelen veranderingen in het klimaat vermoedelijk ook een rol.*

Deze vorderingen (betere fundamentele inzichten, betere klimaatmodellen) en ontwikkelingen (aantal recordwarme jaren, waargenomen gevolgen) maken dat het overgrote deel van de klimaatwetenschappers niet langer twijfelt aan een significante menselijke invloed op het wereldwijde klimaat. In de woorden van het IPCC (2001): *There is new and stronger evidence that most of the warming observed over the last 50 years is attributable to human activities.*

Toch is er wel ruimte voor twijfel. In dit hoofdstuk worden de huidige wetenschappelijke inzichten met betrekking tot de deeltappen in bovengenoemde gedachtegang verder toegelicht, waarbij de onzekerheden steeds aan de orde zullen komen.



Die onzekerheden worden misschien wel het scherpst verwoord door de klimaat-sceptici, die onder meer de volgende vraagtekens zetten, zie bijvoorbeeld La-
bohm et al. (2003):

- a De gegevens over verleden broeikasgasconcentraties zijn onbetrouwbaar. De huidige concentraties zijn vanuit een geologisch perspectief normaal.*
- b De natuurlijke uitwisseling van broeikasgassen tussen oceaan, land en biosfeer is zeer groot. De menselijke uitstoot valt daarbij in het niet.*
- c De computermodellen deugen niet. Natuurlijke invloeden, zoals de zonneactiviteit, zijn niet goed begrepen en wellicht allesoverheersend. Geologische studies laten zien dat de CO₂-concentratie reageert op temperatuurveranderingen en er dus niet de oorzaak van is. Waterdamp heeft verreweg de sterkste broeikaswerking waarbij de invloed van CO₂ in het niet valt.*
- d De opwarming doet zich niet voor. De vermeende temperatuurstijging is het gevolg van meetfouten en verstedelijking. Satellietmetingen laten geen temperatuurstijging zien. De reconstructies van het verleden klimaat deugen niet.*
- e Voor zover zich effecten voordoen, zijn ze veelal gunstig van aard. CO₂ is goed voor de planten. Klimaatverandering is niet erg.*

In paragraaf 2.11 wordt ingegaan op wetenschappelijke onzekerheden en zullen de sceptische vragen en opmerkingen aan de orde komen.

De immense complexiteit van het klimaatstelsel maakt dat van onomstotelijke bewijsvoering geen sprake kan zijn. De onderzoekers komen tot een standpunt door een grote hoeveelheid feiten en inzichten in samenhang te beoordelen. Dat is geen eenvoudige zaak omdat de feiten en inzichten een veelheid aan wetenschappelijke disciplines beslaan. Een standpuntbepaling in de klimaatproblematiek vraagt derhalve om een multidisciplinaire, geïntegreerde beoordeling (*integrated assessment*) van de veelheid aan deels fragmentarische wetenschappelijke kennis. Dergelijke *assessments* worden op nationale (b.v. KNMI, Amerikaanse National Academy of Sciences) en internationale (Intergovernmental Panel on Climate Change van de VN, Europese Unie) schaal opgesteld. De informatie uit dit hoofdstuk is mede gebaseerd op de *assessments* van het IPCC, het KNMI en de Wageningen UR.

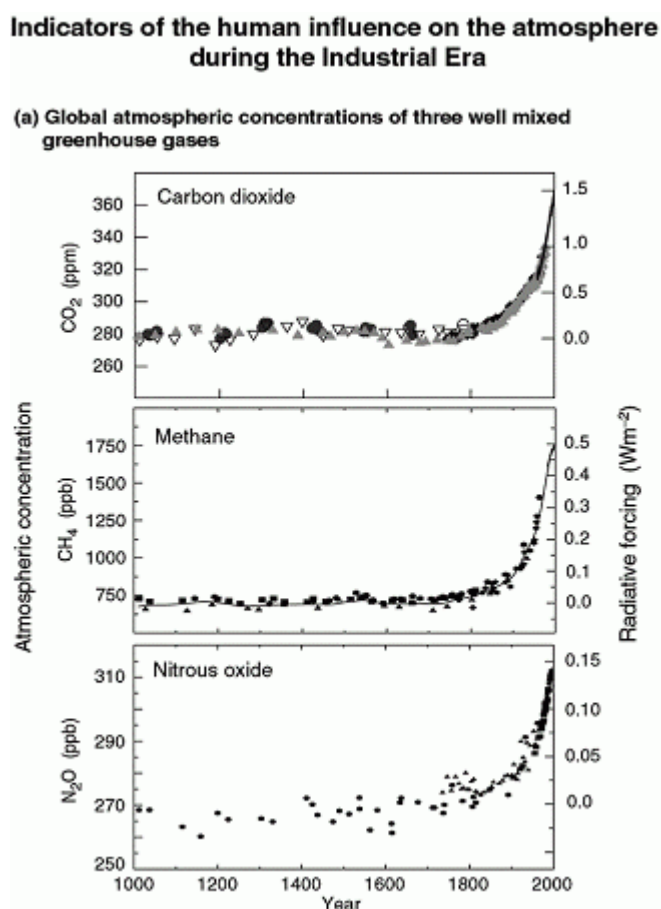
Leeswijzer

De opbouw van dit hoofdstuk volgt bovengenoemde gedachtegang. Achtereenvolgens komen aan de orde de veranderingen in de samenstelling van de atmosfeer (paragraaf 2.2), de invloed van het broeikaseffect op het klimaat (paragraaf 2.3), waargenomen klimaatveranderingen en de oorzaken ervan (paragraaf 2.4), het klimaat in de 21^{ste} eeuw (paragraaf 2.5), klimaatprojecties voor het komende millennium (paragraaf 2.6) en de gevolgen van klimaatverandering (paragraaf 2.7-2.10). In paragraaf 2.11 worden de wetenschappelijke onzekerheden op een rij gezet.

2.2 Veranderingen in de samenstelling van de atmosfeer

De samenstelling van de atmosfeer is aanmerkelijk veranderd sinds het begin van de industriële revolutie (1750). De atmosferische concentraties van de meeste broeikasgassen hebben in de afgelopen tien jaar de hoogste waarde sinds het begin van de metingen bereikt. Voor de meeste broeikasgassen is er sprake van een steeds sneller verlopende toename sinds het begin van het industriële tijdperk (zie figuur 2). Zowel de huidige concentraties als de snelheid van toename van de meeste broeikasgassen zijn zeer uitzonderlijk, ook in het geologische perspectief van 420.000 jaar. Het staat wetenschappelijk vast dat de toename van de hoeveelheid broeikasgassen vrijwel geheel is veroorzaakt door menselijke activiteiten.

figuur 2 De atmosferische concentraties CO₂, methaan en lachgas in de laatste duizend jaar



Bron: IPCC Third Assessment Report

2.3 De invloed van het broeikaseffect op het klimaat

De werking van het klimaatsysteem voor wat betreft de fysische, chemische en biologische processen, inclusief hun wisselwerking, is in grote lijnen bekend. De theorie van het broeikaseffect is fysisch goed begrepen. De grootte van de menselijke invloed op het broeikaseffect wordt *grosso modo* bepaald door enerzijds het opwarmende effect (positieve stralingsforcering) van de broeikasgassen en



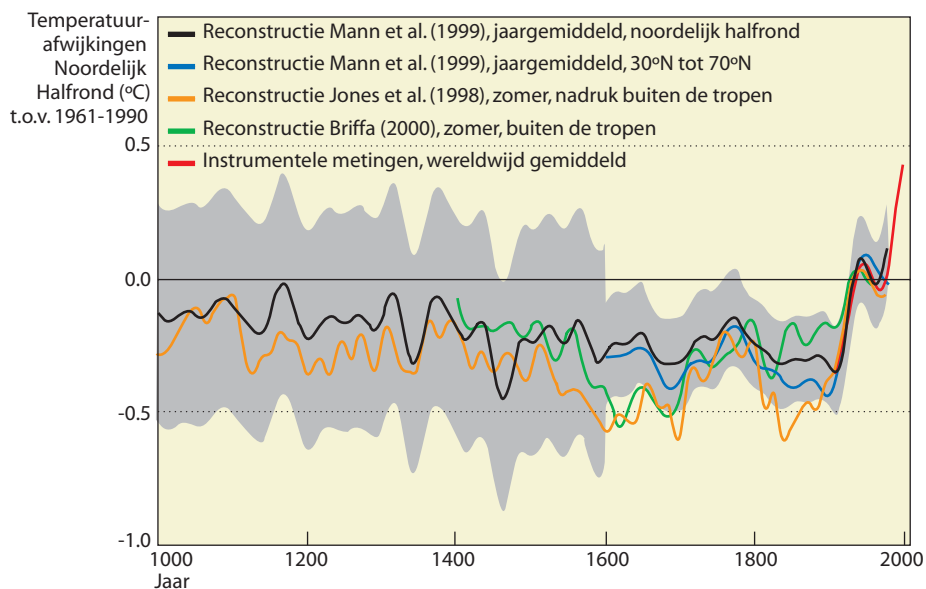
anderzijds het koelende effect (negatieve stralingsforcering) van niet-gasvormige bestanddelen van de lucht (aërosolen). De stralingsforcering van langlevende broeikasgassen, zoals CO₂, is met een nauwkeurigheid van 10% bekend. De totale stralingsforcering van aërosolen is slechts in beperkte mate bekend, met name vanwege de complexe wisselwerking met bewolking.

De uiteindelijke temperatuurrepons van het klimaat op het opwarmende effect van de broeikasgassen wordt bepaald door ingewikkelde processen (terugkoppelingen) in het klimaatsysteem. Zowel waarnemingen als modelexperimenten geven een indicatie voor een additioneel, versterkend effect van de terugkoppelingen op het broeikaseffect (op tijdschalen van 10 tot 100 jaar). De precieze grootte van dat effect is onbekend waardoor uitspraken over de toekomstige menselijke invloed op het klimaat in hoge mate onzeker zijn (zoals bijvoorbeeld tot uiting komt in de grote marge in de temperatuurprognose voor het eind van de 21^{ste} eeuw van 1,4 tot 5,8°C, zie paragraaf 2.5).

2.4 Waargenomen klimaatveranderingen en de oorzaken ervan

De wereldgemiddelde temperatuur is in de loop van de 20ste eeuw met 0,6°C toegenomen. Een dergelijke opwarming heeft zich in de laatste 1.000 jaar waarschijnlijk niet eerder voorgedaan (zie figuur 3).

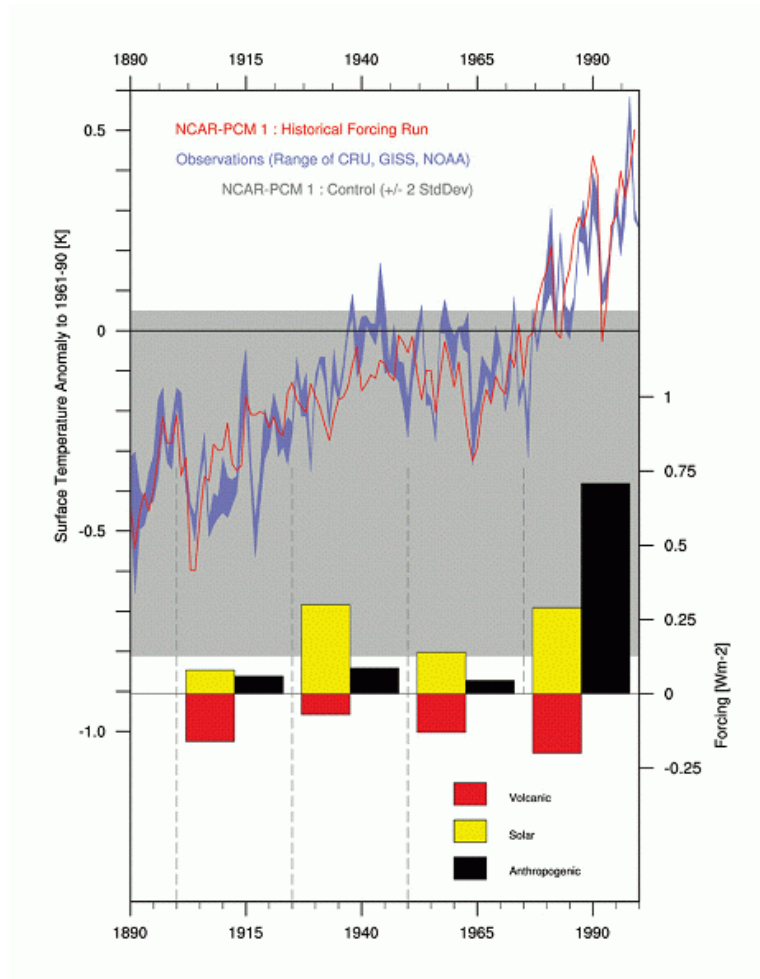
figuur 3 Vier reconstructies van de gemiddelde temperatuur op het Noordelijk Halfrond in de afgelopen 1.000 jaar. Het grijze gebied geeft de onzekerheid aan in de meest geavanceerde reeks (zwarte lijn van Mann et al.). De spreiding van de verschillende lijnen geeft een indruk van de nauwkeurigheid van de reconstructies



Bron: IPCC Third Assessment Report

De opwarming blijkt ook uit allerlei effecten die ermee samenhangen. De bedekking van de aarde met sneeuw en ijs is op grote schaal afgenomen. De zeespiegel is met 10 tot 20 cm gestegen. De hoeveelheid neerslag op de gematigde en hogere breedtegraden is toegenomen, terwijl in de subtropen een afname is geconstateerd. Op gematigde en hogere breedtegraden is de lengte van het groeiseizoen toegenomen. Al deze feiten wijzen op een significante opwarming van het wereldwijde klimaat.

figuur 4 Het verloop van de wereldgemiddelde temperatuur in de 20ste eeuw. De waarnemingen zijn weergegeven met de blauwe lijn, waarvan de breedte de onzekerheid aangeeft. De rode lijn geeft de gesimuleerde temperatuur aan. De gekleurde balken geven voor vier tijdvakken de relatieve klimaatinvloed weer van vulkaanuitbarstingen, variaties in zonneactiviteit en de mens. Het parallelle verloop van de waarnemingen en de simulatie is een maat voor de kwaliteit van de simulatie. De sterke menselijke (antropogene) invloed vanaf het midden van de 20ste eeuw blijkt uit de hoogte van de zwarte balk



Bron: Amman et al., 2003

Klimaatmodellen kunnen het klimaat van de 20e eeuw in grote lijnen simuleren (zie figuur 4). Het betreft hier niet alleen het wereldgemiddelde klimaat, maar ook de ruimtelijke patronen van klimaatverandering. Hierdoor is het vertrouwen in klimaatmodellen sinds 1996 toegenomen. Het blijkt dat variaties in de wereldge-



middelste temperatuur voornamelijk worden bepaald door grote vulkaanuitbarstingen, variaties in de zonneactiviteit en de menselijke invloed op het broeikas-effect. Ofschoon studies met deze modellen in details verschillen blijkt het grootste deel van de waargenomen opwarming vanaf het midden van de 20^{ste} eeuw in de meeste modellen te zijn veroorzaakt door de menselijke uitstoot van broeikasgassen. Deze conclusie wordt bevestigd door statistische analyses van meetgegevens.

2.5 Het klimaat in de 21^{ste} eeuw

De aarde is een complex systeem dat door de mens verstoord wordt. Een complex systeem is nooit helemaal te begrijpen en te voorspellen. Een aanzienlijke verdere toename van de broeikasgasconcentraties in de loop van de 21ste eeuw lijkt evenwel zeer aannemelijk.

Volgens de huidige inzichten zal dat aanleiding geven tot een verdere temperatuurstijging met 1,4°C tot 5,8°C. De grote onzekerheidsmarge hangt enerzijds samen met onvolledige kennis van met name de terugkoppelingen in het klimaatstelsel en anderzijds met de inherente onzekerheid in voorspellingen van de toekomstige menselijke uitstoot van broeikasgassen en aerosolen (beide onzekerheden zijn van vergelijkbare grootte). Deze temperatuurstijging heeft grote gevolgen voor de waterkringloop. De bedekking van de aarde met sneeuw en ijs zal verder afnemen. Het niveau van de zeespiegel zal naar verwachting stijgen met 9 tot 88 cm.

De huidige klimaatmodellen geven aan dat de te verwachten temperatuurstijging in Nederland nagenoeg in de pas loopt met die van het wereldgemiddelde. Voor Nederland zijn met name de gevolgen voor het waterbeheer van belang: zo wordt gemiddeld meer en extremere neerslag verwacht en zal zomerdroogte waarschijnlijk vaker gaan optreden, met onder andere gevolgen voor de waterstanden in de grote rivieren.

2.6 Klimaatprojecties voor het komende millennium

Het is moeilijk om voorspellingen te maken voor de verdere toekomst, in het bijzonder als het aardsysteem ver uit het evenwicht komt, waardoor er processen kunnen gaan optreden die we nu nog niet kennen. Toch zijn er pogingen gedaan om duizend jaar vooruit te kijken op basis van de kennis die we nu hebben. Dat leidt dan tot het volgende beeld:

Ook na de 21ste eeuw zal de opwarming, ook bij gelijkblijvende concentraties broeikasgassen, nog vele eeuwen doorwerken, met uiteindelijk op termijn van duizend jaar een zeespiegelstijging van enkele meters tot gevolg. Een onzekere factor hierin is het afsmelten van de ijskappen van Groenland en Antarctica. Samenhangend met deze onzekerheden kan momenteel de mate van temperatuurstijging door het versterkte broeikaseffect, waarbij sprake is van een gevaarlijke antropogene klimaatverandering, niet met precisie worden vastgesteld. Stabilisatie van de CO₂-concentratie op 450 ppm kan worden bereikt door een CO₂-emissiereductie van 60 tot 80% aan het eind van de 21e eeuw. Hierbij is natuurwetenschappelijk gesproken de mate van reductie belangrijker dan de exacte fasering in de komende vijftig jaar.

2.7 Effecten op zoetwater-management en waterkering binnenwateren

Door de toenemende kans op droge perioden in de zomer, en op wateroverlast in de winter, neemt de complexiteit van het waterbeheer - om aan beide problemen het hoofd te bieden - toe. De verdrogingsproblematiek neemt toe. Watertekorten in de bodem nemen sneller toe dan oppervlaktewatertekorten. Daardoor zijn de gevolgen voor de landbouw en de natuur ernstiger dan voor de scheepvaart, de recreatie en de elektriciteitsvoorziening, althans in de komende decennia. Om wateroverlast in de winter tegen te gaan, moet de ontwerpaivoer voor waterkeringen verhoogd worden, voor de Maas meer dan voor de Rijn (respectievelijk 10% en 5% per graad temperatuurstijging). Ook de ontwerpaivoer voor rioleringsstelsels moet omhoog.

Wereldwijd neemt de ernst van de waterproblematiek door klimaatverandering extra toe. Watertekorten worden vooral groter in mediterrane en semi-aride gebieden.

2.8 Effecten op kustverdediging en zoutwater-management

De zeespiegelstijging bedraagt momenteel ongeveer 2 cm per tien jaar en zal waarschijnlijk in de toekomst versnellen. Bovendien zal zeespiegelstijging nog lang doorgaan na een eventuele klimaatstabilisatie. Zeespiegelstijging zal vragen om een sterkere kustverdediging en een toenemende behoefte aan zandsuppletie. Effecten van zeespiegelstijging op de wadden hangen af van de snelheid van zeespiegelstijging. Het gemiddelde scenario zit dicht tegen de drempelwaarde aan waarboven effecten negatief worden. Zeespiegelstijging plus zomerdroogte leidt tot meer zoutwaterintrusie in laag Nederland. De beheersmogelijkheden (doorspoeling) zijn beperkt. Verzilting zal effecten hebben op landbouw, natuur en drinkwatervoorziening van laag Nederland.

Mondiaal gezien heeft zeespiegelstijging ernstige effecten op vrijwel alle kustgebieden en rivierdelta's, gebieden waar ook de grootste bevolkingsconcentraties zijn. Vooral laaggelegen ontwikkelingslanden (bijvoorbeeld Bangladesh) en kleine eilandstaten zullen daaronder te leiden hebben, omdat zij minder mogelijkheden hebben om adequaat adaptatiebeleid te voeren.

2.9 Effecten op natuur

Klimaatverandering heeft reeds effect op de natuur in ons land: het groeiseizoen is langer geworden en soorten uit zuidelijker streken lijken zich permanent in ons land te vestigen.

Bij verdergaande klimaatverandering verschuift het optimale areaal voor dier en plantensoorten, en treden veranderingen op in de levensritmiek (bloeitijd) van soorten. Daardoor heeft de klimaatverandering invloed op de natuur. Over die invloed en over de omvang van het effect bestaat veel onzekerheid, mede omdat ook andere menselijke en natuurlijke factoren van invloed zijn.



Of soorten zich kunnen aanpassen hangt af van de snelheid van klimaatverandering en van beperkingen opgelegd door andere factoren. In ons land is de belangrijkste beperkende factor daarbij wellicht habitatversnippering. Algemene soorten passen zich makkelijker aan, specialistische en endemische soorten moeilijker. Klimaatverandering leidt tot verlenging van het groeiseizoen en tot verschuivingen in levensritmiek van planten en dieren. Dit kan verstoringen werken op de onderlinge afhankelijkheid in een voedselweb. Vooral trekkende soorten ondervinden daarvan de hinder. Tegenover deze negatieve effecten staan positieve veranderingen. Flora- en faunasoorten vinden nieuwe habitats buiten hun traditionele leefgebieden. En in gematigde streken neemt het groeiseizoen toe waardoor er meer voedsel beschikbaar komt.

Het netto effect is moeilijk vooraf te bepalen. Bij beperkte, langzame opwarming (2°C in 2100) is het effect wellicht neutraal tot licht negatief. Er is een reëel risico op het versneld uitsterven van soorten, leidend tot een afname van biodiversiteit. Bij verdergaande of snellere opwarming gaan negatieve effecten overheersen.

Klimaatverandering grijpt in op de koolstofcyclus. Het groeiseizoen neemt toe waardoor planten en bomen meer kooldioxide uit de atmosfeer vastleggen. Bij een beperkte klimaatverandering (<3°C) zal deze koolstofopslag waarschijnlijk toenemen en werkt dus remmend op klimaatverandering. Bij grotere opwarming kan er een afname van de in planten vastgelegde kooldioxide plaatsvinden, waardoor de klimaatverandering verder versterkt wordt.

2.10 Effecten op landbouw, voedselzekerheid en gezondheid

Klimaatverandering leidt in Nederland enerzijds waarschijnlijk tot een productiviteitstoename: het biedt kansen voor nieuwe gewassen. Anderzijds zal de water- en vooral droogteschade toenemen. Het risico van plagen en ziektes wordt groter in vooral de biologische landbouw. De toenemende verzilting in laag Nederland leidt zowel tot beperkingen, maar biedt ook nieuwe kansen. De druk op de visserijsector neemt toe. Het netto effect op de Nederlandse economie is waarschijnlijk relatief klein omdat het belang van de landbouw voor de Nederlandse economie beperkt is.

Op mondiale schaal leidt klimaatverandering tot een toename van landbouw mogelijkheden op het noordelijk halfrond en een geringe afname in de tropen. Daarbij kunnen voedselgebieden verschuiven. Bepaalde gebieden zullen te maken krijgen met voedseloverschotten, terwijl in andere gebieden tekorten kunnen ontstaan. De sociaal-economische impact zal sterk afhankelijk zijn van de lokale aanpassingsmogelijkheden. Het aantal mensen dat risico loopt geconfronteerd te worden met hongersnoden neemt met enkele tientallen miljoenen toe.

Klimaatverandering heeft effecten op de volksgezondheid. Deze hangen samen met toenemende veiligheidsrisico's, temperatuur gecorreleerde mortaliteit, veranderingen in soort en verspreiding van infectieziekten, en een door opwarming versterkte verslechtering van de luchtkwaliteit.

De precieze uitwerking en omvang van de hier geschetste factoren is nog onduidelijk. Net als bij de effecten op de natuur zijn er verschillende andere factoren die ook een grote invloed op de gezondheid hebben. Het netto effect voor Nederland is naar verwachting gering, en door geleidelijke aanpassingen in de gezondheidszorg goed op te vangen. Het belangrijkste effect in Nederland zal gerelateerd zijn aan de luchtkwaliteitsfactoren (toename smogvoorkomen en langer hooikoortsseizoen).

Minder rijke landen hebben echter minder mogelijkheden om de effecten op te vangen in hun gezondheidszorg.

2.11 Hoe zeker is de verandering van het klimaat?

In de voorgaande paragrafen zijn de nieuwe natuurwetenschappelijke inzichten in klimaatverandering uiteengezet. In deze paragraaf vatten we de belangrijkste onzekerheden nogmaals samen. Vervolgens komen een aantal sceptische opmerkingen ten aanzien van de in de introductie genoemde natuurwetenschappelijke gedachtegang achter de klimaatproblematiek aan bod.

De hoeveelheid broeikasgassen in de atmosfeer neemt toe. Die toename wordt in belangrijke mate veroorzaakt door de mens

Gegevens over huidige en verleden broeikasgasconcentraties zijn wetenschappelijk betrouwbaar. Het aandeel van de mens in de sterke toename van die concentraties sinds het begin van de industriële revolutie staat wetenschappelijk vast. De ontwikkeling van de hoeveelheden niet-gasvormige atmosferische componenten (aërosolen, met zowel een koelend als een opwarmend effect, de koeling overheerst) en de menselijke invloed hierop zijn veel minder goed bekend.

Broeikasgassen verhogen de temperatuur aan het aardoppervlak

Het opwarmend effect van broeikasgassen is wetenschappelijk goed begrepen en is geen punt van discussie. Hoe het klimaatstelsel als geheel op dat opwarmend effect reageert is een veel moeilijker vraag vanwege de terugkoppelingen (processen die in gang worden gezet door de opwarming en op hun beurt een koelend of een opwarmend effect hebben). Een belangrijk voorbeeld is de invloed van de opwarming op wolkenvorming. Op dit gebied is de onzekerheid relatief groot. Volgens de huidige inzichten versterken de terugkoppelingen tezamen genomen het opwarmend effect van de broeikasgassen, maar de mate van de versterking is onderwerp van wetenschappelijk debat.

De mens warmt de aarde dus op

Er bestaat een behoorlijk, kwantitatief inzicht in de belangrijke klimaatinvloeden (vulkaanuitbarstingen, zonneactiviteit, de mens) op tijdschalen tot honderden jaren. Aan de hand van modelstudies en analyses van meetgegevens is men inmiddels in staat het verloop van de wereldgemiddelde temperatuur in de loop van de 20^{ste} eeuw te verklaren. Er is sprake van een spreiding in de verschillende analyses, met wetenschappelijke onzekerheid tot gevolg. Als deze onzekerheid wordt meegewogen stelt het merendeel van de klimaatonderzoekers dat de invloed van de mens op het klimaat vanaf het midden van de 20^{ste} eeuw overheersend is geworden.



De opwarming heeft allerlei gevolgen voor mens en natuur

De belangrijkste onzekerheden met betrekking tot de effecten van toekomstige klimaatverandering hangen samen enerzijds met de vertaling van mondiale naar regionale en lokale klimaatveranderingen, en anderzijds met de inschatting van het vermogen tot aanpassing van natuur, landbouw en economie.

Hieronder worden een aantal sceptische opmerkingen met betrekking tot de gedachtegang achter de klimaatproblematiek van commentaar voorzien.

De gegevens over verleden broeikasgasconcentraties zijn onbetrouwbaar.

De gegevens over verleden broeikasgasconcentraties worden afgeleid uit ijsboringen. Er zijn verschillende boringen beschikbaar die onderling consistent zijn en overeenstemmen met directe atmosferische metingen, voor zover beschikbaar. Het parallelle verloop van de concentraties CO₂ en methaan, zowel onderling als ten opzichte van de temperatuur (zie figuur 3 in hoofdstuk 2 van het achtergrondrapport), gecombineerd met het achterliggende wetenschappelijke inzicht, bevestigen de deugdelijkheid van de metingen.

De huidige concentratie CO₂ is geologisch gezien normaal

Op een tijdschaal van 420.000 jaar (de periode waarover betrouwbare gegevens beschikbaar zijn) is de huidige atmosferische concentratie CO₂ (375 ppm) extreem. In een verder verleden, bijvoorbeeld voordat de fossiele brandstoffen gevormd waren, zijn de CO₂-concentraties wel veel hoger geweest. Hoewel wetenschappelijk interessant kan men zich afvragen of dergelijke informatie van nut is bij het inschatten van maatschappelijke risico's. Zo is de zeespiegel in het geologische verleden vele tientallen meters hoger geweest dan nu, waarmee niet gezegd is dat die toestand vanuit een maatschappelijk perspectief als normaal (acceptabel) beschouwd kan worden.

De menselijke uitstoot van CO₂ valt in het niet bij de natuurlijke uitwisseling

De menselijke uitstoot van CO₂ bedraagt ongeveer 3% van de hoeveelheid die de oceaan, de atmosfeer, het land en de biosfeer van nature uitwisselen en lijkt daarmee onbetekenend. Het blijkt evenwel dat de natuurlijke uitwisseling in evenwicht is: het netto effect op de atmosferische concentratie is vrijwel nihil. De natuur is in staat ongeveer de helft van de menselijke CO₂-uitstoot te absorberen. Het resterende deel geeft aanleiding tot de waargenomen toename.

De klimaatmodellen deugen niet

Klimaatmodellen (computermodellen) zijn gebaseerd op natuurwetenschappelijke wetmatigheden en worden getest (gevalideerd) aan de hand van hun vermogen het huidige en verleden klimaat te simuleren. Het blijkt dat de *state of the art* modellen daartoe in staat zijn. Simulaties van het toekomstige klimaat kunnen uit de aard der zaak niet worden gevalideerd aan de hand van waarnemingen. In die gevallen worden modellen getest door ze onderling te vergelijken. Het blijkt dat er een behoorlijke spreiding (en daarmee onzekerheid) optreedt die wordt verdisconteerd in de wetenschappelijke uitspraken over het toekomstige klimaat. Zo zijn modelonzekerheden verantwoordelijk voor de helft van de spreiding in de uitspraak dat de wereldgemiddelde temperatuur zal toenemen met 1,4 tot 5,8°C.

De andere helft van de onzekerheid hangt samen met onzekerheden in de toekomstige emissies van broeikasgassen.

Natuurlijke invloeden zijn niet goed begrepen en wellicht allesoverheersend

De belangrijkste natuurlijke klimaatinvloeden zijn inmiddels geïdentificeerd. Het blijkt dat op een termijn van honderden jaren variaties in de zonneactiviteit, grote vulkaanuitbarstingen en natuurlijke ('interne') variaties zoals El Niño de klimaat-schommelingen kunnen verklaren. Vanaf 1950 is de menselijke invloed via het broeikaseffect waarschijnlijk overheersend geworden. De huidige klimaatmodellen kunnen de ontwikkeling van de wereldgemiddelde temperatuur kwantitatief verklaren aan de hand van deze klimaatinvloeden.

Geologische studies laten zien dat de CO₂-concentratie de temperatuur volgt i.p.v. andersom

Het blijkt dat in bepaalde perioden de broeikasgasconcentraties zich aanpassen aan veranderingen in de temperatuur, terwijl op andere momenten veranderingen in de broeikasgasconcentraties voorafgaan aan temperatuurswijzigingen (zie figuur 3 in hoofdstuk 2 van het achtergrondrapport). Er is dus niet sprake van een eenduidige oorzaak-gevolg-relatie. Dit wordt toegeschreven aan terugkoppelingen in het klimaatsysteem. Een voorbeeld van zo'n terugkoppeling is het verschijnsel dat er bij een temperatuurstijging broeikasgassen uit de oceaan vrijkomen, omdat de oplosbaarheid van gassen in oceaanwater afneemt met toenemende temperatuur. Die extra broeikasgassen leiden dan weer tot verdere temperatuurstijging, enzovoort. Aan de andere kant veroorzaken wisselende concentraties broeikasgassen temperatuurveranderingen. Zonder externe invloed evolueren temperatuur en broeikasgasconcentraties in samenhang. Wordt één van de twee door een externe oorzaak veranderd dan volgt de ander en is het zinvol om in termen van oorzaak en gevolg te spreken.

Waterdamp heeft verreweg de sterkste broeikaswerking waarbij de invloed van CO₂ in het niet valt.

Waterdamp is het belangrijkste broeikasgas en neemt een bijzondere positie in omdat water in overvloed aanwezig is op aarde. De concentratie waterdamp in de lucht wordt in hoofdzaak bepaald door de temperatuur. Bovendien is de verblijftijd van waterdamp in de atmosfeer kort – in de orde van een week (de verblijftijd van CO₂ bedraagt vele tientallen jaren tot eeuwen). Daardoor hebben door de mens veroorzaakte emissies of onttrekking van waterdamp geen invloed op het broeikaseffect. Stijgt de temperatuur, bijvoorbeeld door een toename van de hoeveelheid CO₂, dan stijgt de hoeveelheid waterdamp mee, waardoor, vanwege het broeikaseffect van die extra waterdamp de temperatuur nog eens extra toeneemt. Zo wordt het broeikaseffect van CO₂ met ongeveer een factor twee versterkt. Waterdamp speelt dus een sleutelrol, maar verzwakt de invloed van de andere broeikasgassen niet.



De vermeende opwarming is het gevolg van meetfouten en de kunstmatige invloed van verstedelijking

De toevallige variaties in de temperatuur op een locatie zijn veel groter dan de variaties in het wereldgemiddelde. De berekening van dat gemiddelde moet dan ook zorgvuldig gebeuren. Het blijkt dat 100 gelijkmatig over de aarde verdeelde meetstations volstaan om een betrouwbare wereldtemperatuur vast te stellen. Er zijn 5.000 stations beschikbaar. De wereldgemiddelde oppervlaktetemperatuur kan dan ook zonder problemen worden bepaald met een precisie van ongeveer 0,2°C.

De aanwezigheid van een stad heeft een plaatselijk verhogend effect op de temperatuur. Het is denkbaar dat de toenemende verstedelijking een kunstmatige verhoging van de gemeten wereldgemiddelde temperatuur tot gevolg heeft, omdat in de loop der tijd een toenemend aantal meetstations in stedelijk gebied is komen te liggen. Onderzoek heeft duidelijk gemaakt dat dat effect maximaal 0,1°C bedraagt. De waargenomen opwarming van ongeveer 0,6°C is dus niet te wijten aan het stadseffect.

De oude temperatuurgegevens deugen niet

De temperaturen van voor 1861 worden indirect vastgesteld en zijn onnauwkeurig in vergelijking met de instrumentele metingen. De meest geavanceerde reconstructies maken gebruik van gegevens met een zo groot mogelijke geografische spreiding en houden rekening met de ruimtelijke patronen in klimaatfluctuaties. De verschillen tussen de reconstructies betreffen met name de sterkte, niet zozeer het moment van de fluctuaties. Klimaatreconstructie is een actief onderzoeksgebied. De komende jaren zullen meer details bekend worden over het wereldklimaat in het verre verleden, maar het is onwaarschijnlijk dat het beeld van een opvallende opwarming in de 20ste eeuw zal moeten worden bijgesteld. De recente kritiek van McIntyre en McKittrick op de tijdreeks van Mann et al. (de 'hockeystick', zie figuur 3) heeft uiteindelijk niet geleid tot herziening van Mann's resultaten (voor verdere details zie de paragraaf 'Temperatuurreconstructies van het laatste millennium' in hoofdstuk 2 van het achtergrondrapport).

Satellietmetingen ontkennen de opwarming

Satellieten kijken door de atmosfeer en meten de temperatuur van dikke luchtlagen. Zo kan de gemiddelde atmosferische temperatuur in de onderste 8 kilometer worden bepaald. Het blijkt dat deze temperatuur in bepaalde perioden afwijkt van de grondtemperatuur. Die verschillen worden bevestigd door ballonoplatingen en duiden op een reëel, fysisch effect, niet op meetfouten. De verklaring wordt gezocht in het effect van wolken, stofdeeltjes, El Niño en ozon op de temperatuur in de bovenlucht. De computermodellen waarmee het klimaat gesimuleerd wordt zijn nog niet goed in staat dat effect goed weer te geven. De satellietmetingen ontkennen de opwarming dus niet, maar geven aan dat de klimaatmodellen verbeterd moeten worden met betrekking tot de beschrijving van de bovenlucht.



3 Huidig klimaatbeleid

3.1 Inleiding

Op dit moment voert Nederland een mitigatiebeleid dat is gericht op een reductie van de emissie van broeikasgassen met 6% in de periode 2008-2012 ten opzichte van het jaar 1990. In het licht van de geconstateerde klimaatverandering is dit beleidsdoel niet meer dan een begin van de noodzakelijk geachte inspanning. Na 2012 zal dus nog steeds mitigatiebeleid nodig zijn. Een analyse van het huidige beleid kan helpen om het toekomstige beleid effectief en efficiënt in te richten. Dit hoofdstuk geeft die analyse.

Verbinding met het achtergrondrapport

Dit hoofdstuk is gebaseerd op hoofdstuk 3 van het achtergrondrapport. Die bijlage analyseert het huidige mitigatiebeleid in Nederland en gaat gedetailleerd in op de maatregelen die in verschillende sectoren zijn genomen. De kosteneffectiviteit van de beleidsinstrumenten krijgt veel aandacht. Referenties naar de relevante wetenschappelijke en beleidsmatige literatuur zijn ook opgenomen in deze bijlage.

3.2 Huidig klimaatbeleid

In 1992 is in Rio de Janeiro het klimaatverdrag van de Verenigde Naties gesloten. Dit Klimaatverdrag heeft als doel de concentraties van broeikasgassen in de atmosfeer te stabiliseren op een niveau waarbij een gevaarlijke menselijke beïnvloeding van het klimaat wordt vermeden. Dit betekent dat op termijn - in 2100 - de mondiale emissies van broeikasgassen met circa 40-50% moeten dalen ten opzichte van 1990.

In 1997 is het Klimaatverdrag uitgebreid met het Kyoto-protocol. In dit protocol zijn afspraken gemaakt over de reductie van de emissies van broeikasgassen. In de periode 2008-2012 moeten landen en groepen landen een emissie realiseren die in het algemeen lager is dan de emissie in 1990. Het reductiepercentage verschilt van land tot land. Enkele landen mogen op grond van bijzondere omstandigheden hun emissies laten toenemen, zij het minder dan wanneer ze geen mitigatiebeleid zouden voeren.

Het protocol wordt van kracht wanneer tenminste 55 landen het hebben geratificeerd en de CO₂-emissie van de ratificerende industrielanden in 1990 tenminste 55% is van de totale CO₂-emissie van alle industrielanden (de zogenoemde Annex-I landen). In augustus 2003 was dit percentage 44%. De Europese ministers van milieu hebben in maart 2002 besloten het Kyoto-protocol te ratificeren, waarna Nederland ook heeft ingestemd.

Om het protocol in werking te laten treden komt het er in de praktijk op neer dat ofwel de Verenigde Staten of Rusland moet ratificeren. Aangezien de Verenigde Staten, net als Australië, heeft aangegeven het protocol niet te ratificeren, waren alle ogen op Rusland gericht. En hoewel het er lang naar uitzag dat Rusland het verdrag niet wilde ratificeren en verschillende adviseurs van Poetin verdeeld zijn,

heeft de president recent, op 24 mei 2004, aangegeven dat Rusland toch stappen zal zetten om tot ratificatie over te kunnen gaan. Daarmee zou het Kyoto-protocol formeel in werking treden.

Het doel van het Kyoto-protocol is het bereiken van een gemiddelde emissiereductie van broeikasgassen van de geïndustrialiseerde landen met 5,2% over de periode 2008-2012 ten opzichte van 1990¹. Dit is inclusief de landen in Oost-Europa en de voormalige Sovjet-Unie. Voor de EU als geheel is de reductiedoelstelling 8%, en voor Nederland 6%. De overeenkomstige absolute plafonds zijn weergegeven in tabel 1.

Hierbij moet opgemerkt worden dat niet alle sectoren in Kyoto zijn opgenomen: luchtvaart en internationale scheepvaart vallen bijvoorbeeld niet onder het verdrag. De Annex-I landen moeten wel de emissies van deze sectoren rapporteren op basis van de hoeveelheid bunkerbrandstoffen die per land worden afgenomen. Deze emissies worden echter niet bij de nationale totalen opgeteld. Wel staat in het Kyoto-protocol dat de partijen streven naar beperking of reductie van deze emissies.

tabel 1 Relatieve en absolute doelstellingen Kyoto-protocol

	Relatieve doelstelling: verandering in 2008-2012 t.o.v. 1990 of 1995	Absoluut plafond (Mton CO ₂ eq.)
Wereld (Annex I landen Kyoto-protocol: 'de industrielanden')	- 5,2%	18.091
Europese Unie	- 8,0%	3.868
Nederland	- 6,0%	219

Het absolute plafond voor Nederland is een uitstoot van 219 Mton CO₂-equivalenten in het jaar 2010.

Deze waarde is tot stand gekomen door het verschil te nemen van de referentiewaarde bij business-as-usual (239 Mton CO₂-eq in 2010 als er geen klimaatbeleidsmaatregelen zouden zijn genomen) en de totale hoeveelheid emissierechten van Nederland op grond van de afspraken in het Kyoto-protocol (199 Mton CO₂-eq). Dit levert een emissiereductiedoelstelling van 40 Mton CO₂-eq. voor het jaar 2010 op. De helft hiervan (20 Mton CO₂-eq) mag, volgens de afspraken uit de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid, uitgevoerd worden met buitenlandse maatregelen via de aankoop van emissierechten via de Kyoto-mechanismen. Op grond hiervan kan de totale binnenlandse uitstoot worden vermeerderd met dezelfde 20 Mton CO₂-eq., waaruit het plafond van 219 Mton volgt.

Vaak wordt een onderscheid gemaakt tussen maatregelen gericht op CO₂ of overige broeikasgassen, tussen maatregelen gericht op individuele sectoren of tussen technische opties, dan wel beleidsinstrumenten om deze opties te implementeren. In dit rapport wordt de sectorindeling industrie, elektriciteit, gebouwde omgeving, verkeer en vervoer en landbouw gebruikt. Bij technische maatregelen

¹ Feitelijk gaat het hier om een emissiereductiedoelstelling voor de periode 2008/2012 ten opzichte van het basisjaar 1990 voor de broeikasgassen CO₂, N₂O en CH₄, en ten opzichte van het basisjaar 1995 voor de overige broeikasgassen (F-gassen).



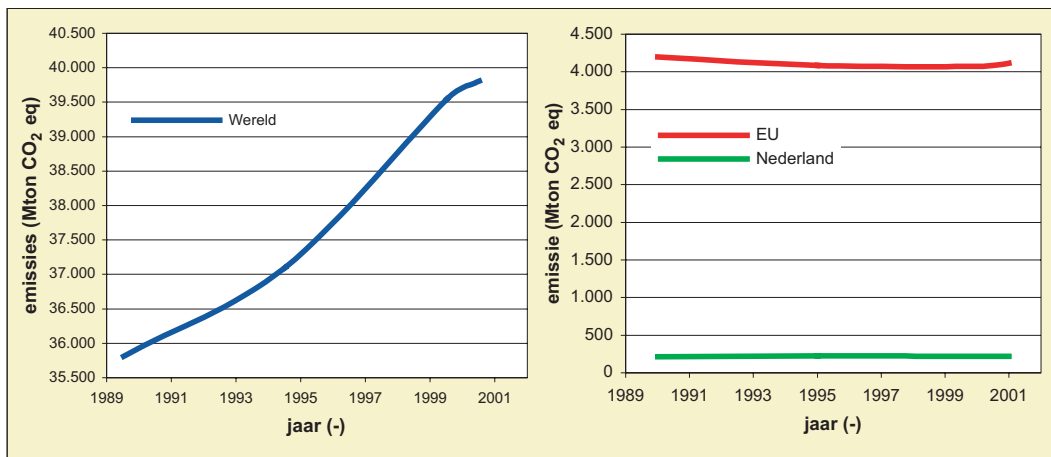
kunnen globaal de routes zuinig (energie-efficiency), hernieuwbaar en CO₂-opslag worden onderscheiden.

In de praktijk wordt in alle landen waar klimaatbeleid gevoerd wordt een mix van beleidsinstrumenten toegepast. De meeste hiervan (directe regulering, vrijwillige overeenkomsten, communicatie, financiële instrumenten) worden ook in andere beleidsvelden gebruikt. Specifiek voor klimaatbeleid zijn interessant om te noemen: internationale emissiehandel en internationale samenwerking gericht op emissiereductie in Oost-Europa ('Joint Implementation') en in ontwikkelingslanden ('Clean Development Mechanism').

3.3 Emissies

Een totaaloverzicht van de ontwikkeling in broeikasgasemissies tot dusver is weergegeven in figuur 5.

figuur 5 Ontwikkeling van broeikasgasemissies mondiaal, in de EU en in Nederland



Uit figuur 5 blijkt dat de totale emissies van broeikasgassen over de periode 1990-2001:

- mondiaal zijn gestegen met 11%;
- in de EU met 2% zijn gedaald. De meest opvallende dalingen vonden plaats in respectievelijk Duitsland en Engeland (-18%) en in Luxemburg (-44%). In de overige EU-landen bleven de emissies gelijk of stegen ze;
- en in Nederland zijn gestegen met 1,5%.

In de Annex-I landen vond een daling van broeikasgasemissies plaats met 3%. De groep Annex-I landen bestaat uit Annex-II landen (OECD) en EIT landen (Oost-Europa). In de Annex-II landen stegen de broeikasgasemissies over 1990-2001 met 8%, in de EIT landen daalden ze met 37%. Dit was vooral een gevolg van de ineenstorting van de economie in deze landen in de jaren 1990 en de slechte concurrentiepositie van hun industrie.

De meeste prognoses geven momenteel aan dat de doelstellingen van Kyoto voor emissiereducties niet gehaald zullen worden, noch mondiaal, noch in Europa. In de Annex-I landen wordt een stijging verwacht van de emissies in 2010 met 10% ten opzichte van 1990 (doel -5,2%). Dit komt vooral door het afhaken van de VS. In Europa wordt een afname verwacht van 5% tot 7% (doel -8%). In Nederland geeft de prognose tot dusver aan dat het doel van -6% emissie van broeikasgassen in 2010 ten opzichte van 1990 precies gehaald zal worden.

In landen die deelnemen aan het Kyoto-protocol dalen de emissies van de niet-CO₂-broeikasgassen en blijft de uitstoot van CO₂ stijgen. Ook in de Annex-I landen, Europese Unie en in Nederland dalen de emissies van niet-CO₂-broeikasgassen. In Nederland is sinds 1990 een afname te zien van 21,6%, terwijl de uitstoot van CO₂ met 8,5% is gestegen. Het aandeel CO₂ in het totaal van broeikasgassen is ongeveer 80%. De resterende 20% bestaat dus uit niet-CO₂-broeikasgassen.

De emissies van de transportsector stijgen mondiaal, Europees en in Nederland harder dan van andere sectoren. Deze stijging bedraagt tot dusver 21% in de EU (1990-2001) en 26% in Nederland (1990-2000). In andere sectoren stijgen de broeikasgasemissies veel minder snel, of dalen zelfs. Ook voor de toekomst wordt een grote emissiegroei in de transportsector verwacht: + 34% in de periode 1990-2010.

CO₂-emissies en economische groei hangen sterk samen. Daar waar mondiaal en Europees een grote CO₂-emissiereductie is bereikt gaat dat samen met een economische terugval en een grootschalige (en eenmalige) overschakeling van kolen naar gas (Oost-Europa, Oost-Duitsland).

3.4 Onzekerheden

Emissieregistraties zijn tot dusver nog steeds zeer onvolledig, zeker mondiaal. In Nederland geven recente bijstellingen aan dat ook hier nog geen optimaal niveau van zekerheid is bereikt.

Emissieprognoses hangen af van moeilijk in te schatten variabelen zoals economische groei, ontwikkeling van de olieprijs, demografische ontwikkelingen en consumentenvoorkeuren. Ook kan al gepland beleid worden beïnvloed door ontwikkelingen in de maatschappij en gevestigde belangen.

Bij de Nederlandse prognose wordt een onzekerheidsmarge gehanteerd van $\pm 5\%$ van de absolute hoeveelheden in CO₂-equivalenten. In andere Europese landen worden vergelijkbare onzekerheidsmarges gehanteerd.

Causale samenhangen tussen gevoerd beleid en gerealiseerde emissiereducties zijn lastig hard te maken, onder meer omdat bij emissieontwikkelingen ook 'autonome ontwikkelingen' als economische groei, en effecten van ander, 'niet-klimaat', beleid een rol spelen. Beschikbare gegevens zijn vooral inschattingen van effecten van individuele beleidsmaatregelen in termen van emissiereducties vooraf.



Op mondiaal en Europees niveau zijn tot dusver weinig gedetailleerde evaluaties beschikbaar van effecten van klimaatbeleid uitgedrukt in termen van 'gerealiseerde emissiereducties door individuele klimaatbeleidsmaatregelen'. In Nederland zijn wel evaluaties gepubliceerd, maar ook hier wordt slechts in een klein aantal gevallen een verband gelegd tussen individuele geïmplementeerde beleidsmaatregelen en gerealiseerde emissiereducties achteraf.

3.5 Kosten van het huidige beleid

Macro-economische kosten

Er bestaan verschillende rekenmodellen om de kosten van klimaatbeleid in te schatten. De schattingen van de kosten die nodig zijn om te voldoen aan de Kyoto-doelstellingen variëren per land en per sector. Het mitigatiebeleid vertraagt de economische groei. Hoe veel minder de economie groeit, hangt af van de vormgeving van het beleid en de prognoses van de groei in afwezigheid van klimaatbeleid. De schattingen van de macro-economische kosten van Kyoto-beleid lopen uiteen van 0,2% tot 2% van het Bruto Binnenlands Product (BBP) in 2010 zonder emissiehandel. Wanneer er wel emissiehandel plaatsvindt, dalen de kosten tot ongeveer de helft.

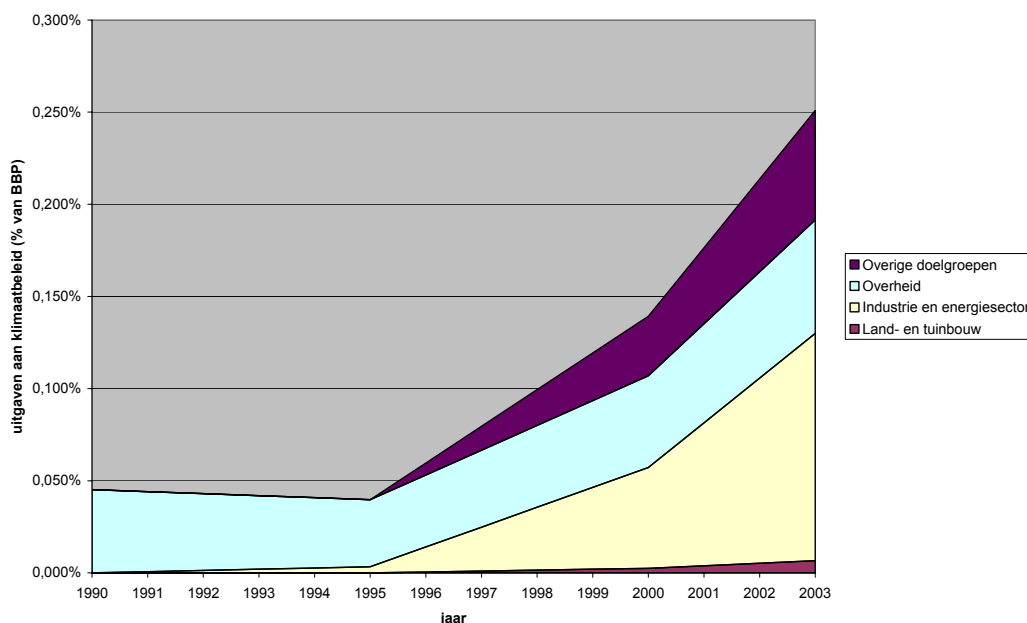
Kosten van Nederlands klimaatbeleid tot nu toe

De kosten van het klimaatbeleid in Nederland zijn weergegeven in figuur 6. De afgelopen jaren zijn de kosten opgelopen van minder dan 0,05% van het BBP in 1990 tot iets meer dan 0,25% van het BBP in 2003. In dat laatste jaar bedroegen de kosten in het totaal € 1.150 miljoen. De kosten die de overheid draagt zijn licht toegenomen, maar vooral de kosten van de industrie en energiesector stijgen snel.

Het Nederlandse klimaatbeleid wordt tot nu toe gekenmerkt door een sectorale aanpak, vaak gericht op specifieke maatregelen. Hierdoor bestaan grote verschillen in de kosteneffectiviteit van de genomen beleidsmaatregelen. Per vermeden ton CO₂ uitstoot variëren de kosten van - € 57 (een opbrengst van € 57) tot € 226 (prijzen van 2000). De kosten van maatregelen bij huishoudens blijken daarbij hoog te zijn in vergelijking met maatregelen bij diensten, energie, industrie en land- en tuinbouw.

In de kosten van het klimaatbeleid zijn de kosten van adaptatiebeleid niet opgenomen. Jaarlijks wordt nu ongeveer 1% van het BBP uitgegeven aan waterbeheer. Een deel hiervan betreft aanpassing aan klimaatverandering. Hetzelfde geldt voor de kosten die de agrarische sector maakt om verdroging tegen te gaan, 0,1% van het BBP per jaar.

figuur 6 Kosten van Nederlands klimaatbeleid nemen snel toe. De gegevens voor 1990, 1995, 2000 en 2003 komen uit het milieucompendium. Gegevens voor andere jaren zijn interpolaties



Bron: RIVM, CBS, 2004: Milieucompendium

Kosten mitigatiebeleid in het kader van het Kyoto-protocol

Nederland

Nederland wil de helft van de uitstootvermindering van broeikasgassen in eigen land behalen en de helft in andere landen. De kosten van de uitstootvermindering in het binnenland zijn het hoogst. Ze bedragen ongeveer 0,17% van het BBP. Een gedeelte van deze kosten is al gedragen en verwerkt in de cijfers van figuur 6. Het is niet bekend hoe groot dit gedeelte is. Buitenlandse uitstootvermindering is veel goedkoper. Het bedrag dat hiermee gemoeid is bedraagt naar schatting slechts 0,02% van het BBP als de economie snel groeit nog minder. De totale kosten voor het Kyoto-protocol komen daarmee op iets minder dan 0,2% van het BBP.

EU

Volgens een studie van de Europese Commissie bedragen de kosten om te voldoen aan de Kyoto-doelstellingen tenminste 0,06% van het BBP van de EU per jaar in de periode 2008-2012. Daarbij wordt uitgegaan van sectorale doelstellingen en volledig vrije emissiehandel binnen de EU. De maatregelen worden in dat geval genomen op de plaats binnen de EU waar de kosten in een bepaalde sector het laagst zijn. Zonder handel in emissierechten verdubbelen de uitvoeringskosten voor de hele EU en lopen de kosten per lidstaat uiteen.



3.6 Maatregelen en instrumenten

In de lopende periode zijn vele, en zeer verschillende maatregelen gestimuleerd door de Nederlandse overheid, maar ook door de nationale overheden van andere landen. Hieronder zijn ook veel specifieke en dure regelingen die vaak abrupt weer werden ingetrokken bij een wisseling van de regering. Dit is de dynamiek in het toeleverende bedrijfsleven niet ten goede gekomen. Burgers en bedrijven die maatregelen willen treffen, klagen dan ook veelvuldig over de 'onbetrouwbare overheid'. Tegelijkertijd laten initiatieven van groepen bedrijven en maatschappelijke organisaties zien dat een grote bereidheid bestaat tot het zetten van stappen om de emissies van broeikasgassen terug te dringen. Daarvoor is echter een stabiele marktcontext nodig is die investeringen mogelijk maakt. Zonder aanpassingen van de marktcontext door de overheid zal slechts 5% van de burgers en bedrijven bereid zijn een stapje extra te doen.

De les die uit deze ervaringen getrokken kan worden, is dat de overheid regelingen moet opzetten die goedkoop zijn, lage transactiekosten hebben en waarvan de lasten voor de overheid zelf beperkt blijven. Dergelijke regelingen sneuvelen niet snel bij bezuinigingen. Meer doelgerichte instrumenten (zoals emissiehandel, Regulerende EnergieBelasting (REB), en Wet Milieukwaliteit Elektriciteitsproductie, MEP) en regulering op doelen (Energie Prestatie Coëfficiënt, EPC) voldoen aan deze eis. Hierbij kan de overheid met zeer beperkte eigen kosten de marktcontext aanscherpen.

3.7 Maatschappelijke effectiviteit

Klimaatbeleid raakt aan een groot aantal andere beleidsterreinen. Daardoor kan er synergie ontstaan, maar ook een negatieve wederzijdse beïnvloeding. Het terugdringen van emissies kan zowel voor het klimaatbeleid als voor de volksgezondheid goed zijn. En klimaatbeleid kan innovaties uitlokken die de productiviteit van de industrie verbeteren, en daardoor bijdragen aan de doelstellingen van het innovatiebeleid.

Tijdens de afgelopen periode zijn diverse maatregelen in de energiehuishouding gestimuleerd die zowel bijdragen aan verlaging van de CO₂-emissie als aan de reductie van verzurende emissies. Het gaat dan om maatregelen die de efficiëntie bevorderen en om benutting van hernieuwbare energiebronnen. Maatregelen op basis van JI en CDM hebben dit voordeel voor de Nederlandse samenleving niet. Door sommige partijen wordt gepleit voor het integraal afwegen door de overheid van de voordelen op de verschillende beleidsterreinen (voorzieningszekerheid, klimaatbeleid, verzuringsbeleid, bereikbaarheid, e.d.). Daar staan weer anderen tegenover die juist pleiten voor sturing op doelen vanuit elk beleidsterrein, waarmee burgers en bedrijven hun optimale keuzes kunnen maken. Het gaat hierbij om een keuze voor de wijze van sturen door de overheid.

Het Nederlandse klimaatbeleid lijkt tot op heden de aantrekkelijkheid van Nederland als vestigingsland niet te hebben aangetast. Studies suggereren dat concurrentienadelen en verplaatsingseffecten in de eerste Kyoto-periode beperkt zijn. Maar hoe strenger het beleid, des te groter de invloed op de concurrentiepositie. Als de balans negatief uitslaat, zou het klimaatbeleid gecompenseerd moeten worden door andere factoren. De concurrentiepositie van een land is immers niet

alleen afhankelijk van de prijs van emissies, maar ook van bijvoorbeeld de infrastructuur, belastingdruk, opleidingsniveau van de bevolking, nabijheid van afzetmarkten en grondstoffenvoorziening. Wanneer Nederland een eigenstandig klimaatbeleid zou willen voeren, dan zou de verslechtering van de concurrentiepositie die dit teweegbrengt gecompenseerd kunnen worden door een verbetering van andere factoren. Dit zal echter niet mogelijk zijn zonder welvaartsverlies.

3.8 Conclusie

Het huidige mitigatiebeleid kenmerkt zich door een groot aantal min of meer losstaande maatregelen. De kosteneffectiviteit van de maatregelen loopt sterk uiteen. Terwijl veel maatregelen in de industrie per saldo geld opleveren, lopen de kosten in de gebouwde omgeving sterk op. Er is in de toekomst veel ruimte om de kosteneffectiviteit van het mitigatiebeleid te verbeteren.

De introductie, verandering en afschaffing van beleidsmaatregelen heeft de investeringsbereidheid van de particuliere sector ondermijnd. Mitigatiebeleid kan meer steun ondervinden vanuit de particuliere sector wanneer het beleid stabiel is, zodat kosten en baten vooraf goed ingeschat kunnen worden.

Het binnenlandse mitigatiebeleid is tot nu toe voornamelijk gebaseerd op het terugbrengen van de uitstoot van niet-CO₂-broeikasgassen. Die blijkt goedkoper en makkelijker te zijn dan de reductie van de CO₂-emissie. De grenzen van dit beleid komen echter in zich. Maatregelen om de uitstoot van niet-CO₂-broeikasgassen verder terug te brengen worden steeds duurder. Het toekomstige klimaatbeleid zal zich daarom meer moeten richten op het terugdringen van de CO₂-uitstoot. Dit kan ingrijpende gevolgen hebben voor de energiehuishouding. Het betekent echter niet dat vanuit klimaatoverwegingen bepaalde technieken verboden zouden moeten worden, de investeerders zullen alleen moeten beseffen dat klimaatemissies een toenemende prijs zullen krijgen.



4 Toekomstig beleid

4.1 Inleiding

Het klimaatbeleid is nog lang niet af. Zelfs wanneer het Kyoto-protocol in werking zou treden, is een enorme stijging van de temperatuur haast onafwendbaar. Het Protocol brengt daarvoor onvoldoende reducties teweeg en bovendien heeft het alleen betrekking op de periode tot 2012. Ook daarna zal de uitstoot van broeikasgassen en andere factoren moeten worden beperkt om de klimaatverandering in toom te houden. Het Kyoto-protocol schrijft voor dat in 2005 de onderhandelingen over klimaatbeleid na 2012 moeten beginnen. Ook het feit dat de VS en ontwikkelingslanden momenteel buiten het klimaatbeleid staan, terwijl mitigatiebeleid noodzakelijk is, maakt een spoedige ronde van internationale onderhandelingen over klimaatbeleid noodzakelijk. Nederland dient zijn standpunt daarover nu reeds te bepalen.

Het standpunt van de Nederlandse overheid voor het internationale en nationale klimaatbeleid is afhankelijk van een **viertal fundamentele keuzes**. Wij hebben hier voor elke keuze de overwegingen aangegeven die een rol spelen bij de beslissing (paragraaf 4.2). Met die fundamentele keuzes hangt een aantal prangende kwesties samen die bepalend zijn voor het bereiken van een effectief en efficiënt klimaatbeleid. Wij hebben **negen prangende kwesties** geïdentificeerd (paragraaf 4.3). Wij bespreken voor elke kwestie de beleidsopties en belangrijke factoren die van invloed zijn voor de keuze van deze oplossingsrichtingen. Voor ieder van de beleidsopties is helder gemaakt wanneer het om nationale beleid gaat en wanneer inzet vereist is in EU of mondiaal verband, bijvoorbeeld via diplomatie.

Tenslotte wordt in paragraaf 4.8 inzicht gegeven in **kosten van post-Kyoto beleid**.

Verbinding met het achtergrondrapport

In dit hoofdstuk is ten behoeve van de leesbaarheid bewust veel informatie weggelaten. Zo gaan we niet uitvoerig in op alle mogelijke technieken die kunnen bijdragen aan het verlagen van de emissies binnen de verschillende sectoren. Dat geldt bijvoorbeeld ook voor een meer gedetailleerde bespreking van de belangen van de Verenigde Staten en ontwikkelingslanden die een grote rol spelen bij coalitievorming ten behoeve van het sluiten van klimaatovereenkomsten met zoveel mogelijk landen. Hoofdstuk 4 van het achtergrondrapport, waarop dit hoofdstuk is gebaseerd, gaat wel in op deze aspecten. Daar worden ook de hoofdkeuzes en de prangende kwesties uitgebreider geanalyseerd, met alle relevante literatuurverwijzingen.

4.2 Vier hoofdkeuzes voor de overheid

We zien vier hoofdkeuzes voor de overheid om tot aanpak van de klimaatverandering (van zowel de effecten als beperking van de verandering) te komen.

4.2.1 De eerste keuze: Welke verhouding tussen adaptatie en mitigatie?

De eerste keuze die gemaakt moet worden, is of uitsluitend de negatieve gevolgen van klimaatverandering bestreden worden of dat een poging gedaan wordt om de klimaatverandering te beperken. Het eerste is adaptatiebeleid, het tweede mitigatiebeleid. Adaptatiebeleid kan pas worden gevoerd op het moment dat de effecten van klimaatverandering optreden, zoals zichtbaar is gemaakt in figuur 7.

figuur 7 De Rhône gletsjer in 1930 (links) en 2001 (rechts). De verschillen zijn een gevolg van opwarming



Bron: Sammlung Gesellschaft für ökologische Forschung e.V

De klimaatverandering is reeds zichtbaar en dwingt Nederland en andere landen tot het nemen van maatregelen om extremere weersomstandigheden op te vangen. Adaptatiebeleid is dus onafwendbaar. Mitigatiebeleid is niet zonder problemen, maar heeft minder nadelen dan een klimaatbeleid dat uitsluitend gebaseerd is op adaptatie. Het inzetten op een mondiale aanpak is daarbij voor de effectiviteit een voorwaarde.

4.2.2 De tweede keuze: Op welke schaalniveaus moet het klimaatbeleid gevoerd worden?

Het draagvlak voor klimaatbeleid hangt in hoge mate af van de mate waarin het level playing field gehandhaafd blijft. Dat kan alleen bij een mondiaal beleidskader, of tenminste een beleidskader waarin alle geïndustrialiseerde landen deelnemen, ook de geïndustrialiseerde ontwikkelingslanden zoals Zuid-Korea en



Mexico. Een mondiaal beleidskader is ook veel minder kostbaar dan klimaatbeleid op een lager niveau, al kunnen er wel grote verschillen zijn in de verdeling van kosten en baten. Een mondiaal beleidskader vereist instemming van alle, of tenminste een zeer groot aantal landen. In de praktijk leidt dat vaak tot enige verwatering van de doelstellingen. Alternatieven voor een mondiaal klimaatbeleid, bijvoorbeeld een regionaal of nationaal beleid, zijn echter te kostbaar en verstoren de concurrentieverhoudingen te veel. Dus hoewel een mondiaal beleidskader waarschijnlijk leidt tot verwatering van de doelstellingen en moeilijke onderhandelingen, is het alternatief niet haalbaar.

4.2.3 Derde keuze: Hoe kan de overheid optimaal sturen?

Een belangrijke vraag is hoe Nederland en de EU op optimale wijze kunnen sturen op het realiseren van de gestelde klimaatdoelstellingen? Optimaal betekent in dit opzicht dat het instrumentarium zodanig wordt vormgegeven dat een optimale afweging wordt gemaakt tussen criteria als kosteneffectiviteit, rechtvaardigheid en het principe 'de vervuiler betaalt', transactiekosten, handhaafbaarheid, etc. Daarnaast speelt ook de vraag in hoeverre andere milieudoelen kunnen 'meeliften' en of belangen op andere beleidsterreinen, zoals energievoorzieningszekerheid en economische zaken, een rol spelen.

Bij de beantwoording van de vraag hoe de overheid optimaal het mitigatiebeleid kan vormgeven, ontstaat vaak de verwarring met de vraag hoe de overheid optimaal de energiehuishouding kan verduurzamen. Dat zijn verschillende vragen waarvan wij hier alleen de optiek van het klimaatbeleid beschouwen. Daarbij is het zeer goed mogelijk om ook voor andere kwesties in de energiehuishouding (betrouwbaarheid, voorzieningszekerheid, betaalbaarheid) beleid te formuleren, dat gezamenlijk tot incentives leidt voor de marktpartijen, die op basis daarvan en op basis van hun eigen overwegingen hun keuzes maken. De ervaring van de afgelopen jaren heeft geleerd dat bij elke maatregel vele dimensies bepalen of een maatregel optimaal is: kosten, comfort, kwaliteit, betrouwbaarheid, status, en milieueffect.

In het algemeen is het kosteneffectiever als de overheid kiest voor sturing op doelen (minder CO₂-uitstoot) in plaats van sturen op specifieke technieken. De overheid moet bijvoorbeeld niet de elektrische auto of biobrandstoffen fiscaal stimuleren, maar ze moet alle auto's die aan bepaalde milieurandvoorwaarden voldoen ondersteunen. Dit geeft fabrikanten en automobilisten de maximale vrijheid om de geschiktste technische oplossing te vinden en voorkomt dat de overheid op het verkeerde paard wedt.

Daarnaast dient de overheid bij voorkeur marktconforme instrumenten zoals heffingen, concessies en verhandelbare rechten in te zetten voor het bereiken van klimaatdoelstellingen. In het algemeen zijn de voordelen daarvan het grootst zijn: doelen worden gehaald tegen de laagst mogelijke kosten en het geeft optimale prikkels aan technologische vernieuwing.

De overheid beperkt zich in onze visie dus tot het stellen van stringente randvoorwaarden en kiest de instrumenten die daarbij passen. Hiermee wordt aan de

creativiteit van de markt overgelaten welke concrete middelen/maatregelen worden gekozen om de doelen te bereiken. Op deze manier worden zowel innovatie als kosteneffectiviteit gestimuleerd. Er zijn echter een aantal redenen waarom kan worden afgeweken van sturing op doelen met marktconforme instrumenten. Het gaat dan om aanvullend beleid, naast het beleid dat ervoor zorgt dat emissie van broeikasgassen een prijs krijgt:

- oplossen van marktimperfecties;
- stimuleren van het Nederlandse bedrijfsleven.

4.2.4 De vierde keuze: welke maatregelen zijn te prefereren?

Als de doelen en systemen zijn bepaald kan de inzet van energiedragers en technieken in principe aan de markt worden overgelaten. De internationale prijs voor CO₂ zal dan fungeren als richtsnoer voor welke maatregelen wel en niet rendabel zijn en zullen worden toegepast. De overheid heeft een wezenlijke rol bij de aanpassingen van de energie-infrastructuur (als de doelen dermate scherp zijn dat dit onvermijdelijk is) en het verlenen van vergunningen voor energieproductielocaties (o.a. kernenergie, hernieuwbare energie) en CO₂-opslag.

In de lokale situaties van burgers en bedrijven is er steeds een keuze tussen 6 soorten maatregelen: beperken van de functionele energievraag, efficiënte technieken, hernieuwbare energiebronnen, schoon fossiel (CO₂-opslag), sinks, internationale maatregelen en reductie van de overige broeikasgassen. De overheid bepaalt door de opzet van het beleidsinstrumentarium of die keuze er daadwerkelijk is. Zo is CO₂-opslag alleen mogelijk als hiervoor vergunningen worden verleend door de overheid, hernieuwbare energie is voorlopig meestal duurder dan de andere soorten maatregelen, maar kunnen door andere overwegingen (meerdere positieve milieueffecten, versterking Nederlandse industrie) zodanig worden bevoordeeld dat burgers en bedrijven hiervoor kiezen.

4.3 Prangende kwesties

Met de hoofdkeuzes hangt een aantal prangende kwesties samen.

De eerste hoofdkeuze bepaalt de doelstelling van het klimaatbeleid. We gaan daarom in de eerste twee prangende kwesties in op de vraag of ondanks wetenschappelijke onzekerheden toch klimaatbeleid moet worden gevoerd en zo ja, welke emissiereducties dan gewenst zijn? Bij de vraag hoe ambitieus klimaatdoelstellingen dienen te zijn, moet ook een afweging tussen kosten en baten met andere welvaartsaspecten zoals inkomensgroei worden gemaakt. De derde prangende kwestie gaat daar op in: Hoe kunnen de baten van klimaatbeleid goed worden ingeschat?

Omdat klimaatbeleid niet door Nederland alleen kan worden gevoerd, roept dat direct de vraag op hoe Nederland internationaal draagvlak kan creëren voor internationale deelname. De vierde kwestie analyseert daarom de mogelijkheden die Nederland in internationaal verband heeft om het draagvlak voor mitigatiebeleid te verbreden: 'Welke bijdrage kan Nederland leveren in een internationale context?' Voor een effectief, mondiaal klimaatbeleid is het ook nodig dat internationale sectoren die broeikasgassen uitstoten op de een of andere manier in het



klimaatbeleid worden ondergebracht. Momenteel is er een impasse bij het inpassen van de internationale lucht- en zeevaart in het klimaatbeleid. De vijfde prangende kwestie luidt daarom: 'Hoe kunnen de gaten van Kyoto worden gedicht?'

Op Europees en nationaal niveau spelen kwesties die samenhangen met de derde hoofdkeuze: welke typen instrumenten helpen bij het bereiken van klimaatdoelstellingen tegen lage kosten? De keuze wordt verder gepreciseerd in de zesde prangende kwestie: 'Welke instrumenten zijn optimaal? Een probleem bij het huidige klimaatbeleid is de snelle groei van emissies vanuit het transport. De zevende prangende kwestie gaat daar op in: 'Kan de transportsector ook bijdragen aan emissiereducties en hoe kan de overheid daarop sturen?' De achtste prangende kwestie kijkt ook naar bredere economische belangen en analyseert de samenhang tussen klimaatbeleid en de innovatieve vermogens van het Nederlandse bedrijfsleven: 'Hoe kan de Nederlandse economie profiteren van klimaatbeleid?'

De laatste prangende kwesties hangt samen met de vierde hoofdkeuze: welke concrete maatregelen zijn te prefereren? We gaan in op specifieke technieken en energiedragers die kunnen bijdragen aan een vermindering van de CO₂-uitstoot als gevolg van ingezet beleid.

Samengevat, zien we in het licht van de vier hoofdkeuzes de volgende negen prangende kwesties:

Keuze 1: Welke verhouding tussen adaptatie en mitigatie is wenselijk?

- Welke doelstellingen zijn nodig?
- Geven wetenschappelijke onzekerheden aanleiding om af te wachten?
- Hoe kunnen de baten van klimaatbeleid goed worden ingeschat?

Keuze 2: Op welke schaalniveaus dient het klimaatbeleid gevoerd te worden?

- Welke bijdrage kan Nederland leveren in een internationale context?
- Hoe kunnen de gaten van Kyoto worden gedicht?

Keuze 3: Hoe kan de overheid optimaal sturen?

- Welke instrumenten zijn optimaal?
- Kan de transportsector ook bijdragen aan emissiereducties?
- Hoe kan de Nederlandse economie profiteren van klimaatbeleid?

Keuze 4: welke soort maatregelen zijn te prefereren?

- Welke technieken en energiedragers zullen bijdragen?

4.4 Keuze 1: welke verhouding tussen adaptatie en mitigatie is wenselijk?

4.4.1 Welke doelstellingen zijn nodig?

Een eerste prangende kwestie is de ambitie van het klimaatbeleid: welk doel streven we na? Maar ook hoe gaan we om met de wetenschappelijke onzekerheden en ecologische en economische risico's van beleidskeuzes?

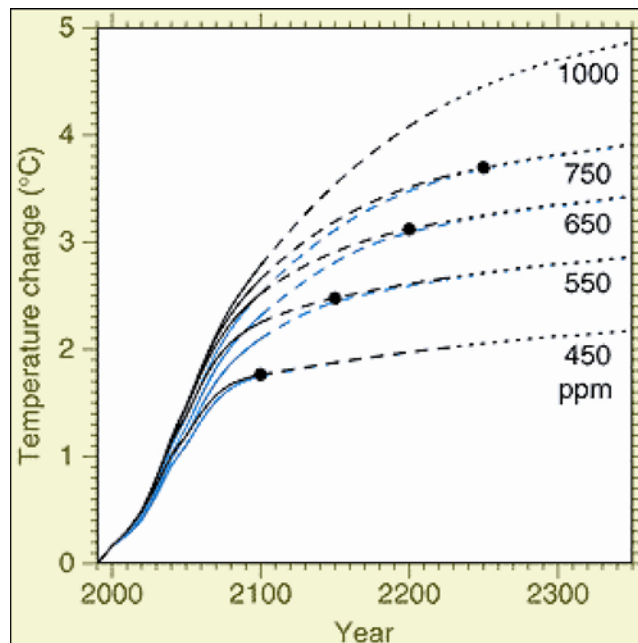
Welke doelstelling?

Zowel de Nederlandse overheid en ook de EU hebben besloten een temperatuurstijging van maximaal 2°C ten opzichte van het preïndustriële niveau te kiezen als uitgangspunt voor het klimaatbeleid. Deze bovengrens voor de absolute temperatuurstijging is gebaseerd op het zoveel mogelijk beperken van het risico van destabilisatie van het wereldklimaat. Wel zullen al reeds eerder, bij een maximale temperatuurstijging van 1°C bepaalde ecosystemen zoals alpine ecosystemen, eiken- en mangrovebossen en kustwetlands schade oplopen.

Bij een temperatuurstijging die groter is dan 2°C neemt ook de kans op grote, wellicht zelfs dramatische, gevolgen toe. Voorbeelden hiervan zijn: het stilvallen van de warme golfstroom en een geleidelijk afsmelten van de ijskap op Groenland met vele meters zeespiegelstijging als gevolg.

De doelstelling van 2°C komt overeen met een concentratie *broeikasgassen* in de atmosfeer van gemiddeld 550 ppm², uitgaande van een gemiddelde klimaatgevoeligheid³. Deze concentratie komt overeen met 450 ppm CO₂. In figuur 8 is dit gevisualiseerd.

figuur 8 Effect van de stijging van concentratie CO₂ op de temperatuur in de komende eeuwen



Bron: IPCC, 2001

Het gestelde doel van 2°C betekent concreet dat de stijgende trend in de wereldwijde CO₂-uitstoot al in het volgende decennium moet worden omgebogen in een dalende. En zelfs als het doel gehaald zou worden dan nog zullen effecten optreden op grote schaal.

² PPM staat voor 'parts per million', oftewel 1 liter CO₂ op een miljoen liter lucht.

³ De klimaatgevoeligheid wordt omschreven als de wereldgemiddelde temperatuurstijging als gevolg van verdubbeling van de CO₂-concentraties [IPCC, 2003].



Opvallend is dat er in de Nederlandse en EU stabilisatiedoelstellingen geen marges zijn ingebouwd voor resterende onzekerheden. Dat lijkt niet in overeenstemming met het voorzorgsprincipe dat door Nederland en Europa als uitgangspunt voor beleid wordt gehanteerd. Hieruit en uit de schade die reeds optreedt onder de grens van 2°C kan worden geconcludeerd dat de huidige stabilisatiedoelstellingen als uiterste grenzen kunnen worden gezien.

Visie Verenigde Staten op de doelstelling

De Verenigde Staten zien meer in een doelstelling gebaseerd op 'broeikasgasintensiteit'. Deze intensiteit wordt uitgedrukt als de emissies van broeikasgassen gedeeld door de economische output, het Gross Domestic Product (GDP) (ofte wel BBP in Nederlandse termen). In lijn hiermee heeft President Bush in 2002 een klimaatplan gelanceerd dat als doel heeft de broeikasgasintensiteit van de VS-economie met 18% te reduceren tussen 2002 en 2012⁴. Onderzoekers hebben berekend dat dit doel leidt tot een absolute toename van de broeikasgasemissies van de Verenigde Staten in 2012 met 32% boven het niveau van 1990. Dit ligt ver boven het oorspronkelijke Kyoto-doel van -7% voor de VS in 2010.

Uit het bovenstaande blijkt het grote nadeel van het relatieve karakter van de VS-doelstelling: hoe sneller de economische groei, hoe groter ook de uitstoot van broeikasgassen mag zijn. De kans bestaat dat de uiteindelijke emissies dusdanig hoog zijn dat ingrijpende, onomkeerbare klimaateffecten optreden. In deze benadering bestaat geen plafond voor broeikasgasemissies.

Overigens is het goed mogelijk om bij de uitwerking van beleidsinstrumenten zoals emissiehandel met relatieve parameters zoals koolstofintensiteit te werken zolang deze maar gekoppeld zijn aan absolute einddoelen in termen van klimaateffecten.

4.4.2 Geven wetenschappelijke onzekerheden aanleiding om af te wachten?

Een beperkte groep wetenschappers geeft de aanbeveling om met klimaatbeleid te wachten tot er 'overtuigend' wetenschappelijk bewijs is voor het versterkte broeikaseffect. Deze critici gaan hierbij echter voorbij aan het inzicht dat klimaatverandering niet enkel een wetenschappelijk onderzoeksobject is, maar ook een maatschappelijk risico ten opzichte waarvan de maatschappij een handelingskeuze moet maken. De wereld blijft tijdens het onderzoek immers niet dezelfde. Zonder ingrijpen nemen de concentraties aan broeikasgassen toe en neemt de resterende reactietijd af.

Al in 1994 haalde de Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid (WRR) de opvatting onderuit dat een duurzame ontwikkeling op een objectief-wetenschappelijke wijze kan worden vormgegeven. De WRR stelt het omgaan met risico's centraal bij het vormgeven van een duurzame ontwikkeling en wijst op de normatieve veronderstellingen die ten grondslag liggen aan elke wijze van omgaan met risico's.

De vraag waar de internationale gemeenschap en dus ook de Nederlandse overheid voor staat is hoe een afweging kan worden gemaakt tussen enerzijds de

⁴ Dit is in absolute termen een verlaging van 183 ton per miljoen dollar GDP in 2002 naar 153 ton per miljoen dollar GDP in 2012, terwijl de economie blijft groeien.

risico's van klimaatverandering en anderzijds de economische risico's als gevolg van kosten van klimaatbeleid en de onzekerheden daaromtrent. Deze afweging bepaald of en met welke intensiteit klimaatbeleid gevoerd moet worden. De vraag is waarop deze afweging kan worden gebaseerd?

Voorzorgsprincipe

Het voorzorgsprincipe in zijn huidige vorm blijkt niet voldoende houvast te bieden zonder aanvullende normen. Het voorzorgsprincipe lijdt aan dezelfde zwakten als de objectief te bepalen ecologische draagkrachtgrenzen. Ten eerste geeft het voorzorgsprincipe geen handvat of algemene regels welke (wetenschappelijke) informatie voldoende is om het principe in werking te stellen. Ten tweede kan elk beleid dat ecologische risico's reduceert, economische of andere maatschappelijke risico's met zich meebrengen. Er is echter vanuit het streven naar duurzaamheid geen principiële reden waarom het voorzorgsprincipe niet evenzeer van toepassing zou zijn op economische risico's voor toekomstige generaties als op ecologische risico's.

Actuele maatschappelijke normen

Er bestaan actuele maatschappelijke normen en wetten ten aanzien van de wijze waarop men met onzekerheid omgaat en afwegingen van belangen en risico's worden gemaakt. Bijvoorbeeld op het gebied van gezondheid- en veiligheidsrisico's. Met behulp van deze bestaande wetten en normen kan ook worden bepaald welke klimaatdoelen nagestreefd dienen te worden bij de aanwezige wetenschappelijke onzekerheden en ingeschatte economische en ecologische risico's. Op basis van de huidige maatschappelijke normen, zoals bijvoorbeeld gehanteerd met betrekking tot huidige gezondheidsrisico's, is moeilijk in te zien hoe het toestaan van de opwarming van de aarde boven de 2°C en daarmee volgens het IPCC over een periode van 50 jaar minder dan twee jaar vertraging in de mondiale BNP-groei oplevert, nog een goede balans kan opleveren tussen ecologische risico's en de inspanningen om die risico's te verminderen.

Conclusie

Op basis van huidige wetenschappelijke inzichten moet de huidige door Nederland en de EU gehanteerde stabilisatiedoelstellingen van 2°C als uiterste grenzen worden gezien. De relatieve doelstelling, in termen van broeikasgasemissies per eenheid Bruto Binnenlands Product, zoals geïntroduceerd door de VS geven geen enkele garantie op beheersing van klimaatemissies.

4.4.3 Hoe kunnen de baten van klimaatbeleid beter worden ingeschat?

De Europese Raad heeft onlangs vastgesteld dat ook uitstootvermindering in het kader van klimaatbeleid op zijn merites moet worden beoordeeld met een kosten-baten analyse. Het gevaar bestaat daarmee dat de onderbouwing van het Nederlandse klimaatbeleid onderuit wordt gehaald. Immers in kosten-baten analyses lijkt klimaatbeleid vaak nauwelijks rendabel. Dergelijke analyses zijn echter zeer problematisch voor termijnen waarop de baten van klimaatbeleid zich zullen gaan voordoen. Er zijn problemen met de inschatting van baten die zich pas over honderden jaren zullen voordoen. Bovendien is de discontovoet, die de politiek



heeft vastgesteld, niet geschikt voor kosten-baten analyses met een lange tijdshorizon.

De Nederlandse overheid gebruikt een discontovoet die gebaseerd is op de marktrente. Voor risicovrije investeringen is de discontovoet gelijk gesteld aan het rendement op de internationale kapitaalmarkt, dat op 4% is gesteld. Voor andere investeringen geldt een risico-opslag, waardoor de discontovoet hoger uitkomt dan 4%. De discontovoet is niet afhankelijk van de termijn waarop de kosten en baten zich voordoen.

Recent wetenschappelijk onderzoek stelt een vaste discontovoet ter discussie. Er zijn twee redenen waarom discontovoeten voor investeringen met een zeer lange tijdshorizon lager behoren te zijn dan gebruikelijk. De eerste redenering is gebaseerd op ethische principes. De tweede redenering is gebaseerd op de onzekerheid over de groeivoet van de economie op de zeer lange termijn. In het achtergrondrapport zijn beide argumentaties toegelicht. Op basis van de tweede economische redenering heeft de Britse regering onlangs haar discontovoet gedifferentieerd naar de tijdshorizon om de waarde van schade aan toekomstige generaties te berekenen. Een lagere discontovoet op de lange termijn geeft volgens de Britse overheid een betere inschatting van de maatschappelijke kosten en baten van klimaatbeleid.

Gegeven het besluit van de Europese Raad en de ethische en wetenschappelijke gronden, is het aan te bevelen dat de Nederlandse overheid, in navolging van de Britse overheid, overweegt om discontovoet te differentiëren naar de tijdshorizon of een lagere discontovoet toe te passen om de waarde van klimaatschade voor toekomstige generaties te berekenen. Een verlaging van de discontovoet voor waardering van klimaatschade ondersteunt het actuele beleid en voorkomt dat nieuwe KBA-richtlijnen vanuit Brussel het Nederlandse beleid ondermijnen. Aangezien deze richtlijnen nog moeten worden uitgewerkt kan Nederland nu ook nog bijtijds invloed uitoefenen op fundamentele keuzes.

4.5 Keuze 2: Op welke schaalniveaus dient het klimaatbeleid gevoerd te worden?

Om deze vraag te kunnen beantwoorden hebben we twee prangende kwesties geformuleerd die te maken hebben met de rol van Nederland in het klimaatbeleid. Velen die het klimaatprobleem serieus nemen willen gelijk zelf aan de slag, terwijl het klimaatprobleem alleen door mondiale inspanningen kan worden opgelost. Samenwerking en een strategische opstelling van de Nederland en de EU is daarom belangrijker dan in eigen land alles op orde te brengen. Maar de geloofwaardigheid van een internationale opstelling hangt wel weer samen met beleid in eigen land.

4.5.1 Welke bijdrage kan Nederland leveren in een internationale context?

Een belangrijke vraag is welke rol Nederland kan spelen in de internationale beleidscontext. Moet Nederland afwachten of juist voorop lopen? Ten eerste kan geconcludeerd kan worden dat een effectieve aanpak van het klimaatprobleem verdergaande internationale afspraken zijn vereist. Nederland kan niet alleen be-

leid voeren omdat we mede afhankelijk zijn van technologische ontwikkelingen op de internationale markt. Een 'alleingang' zou ook zeer weinig effect hebben gezien de schaal van het probleem.

Nederland kan een goede bijdrage leveren, bij voorkeur in EU-verband, door in te zetten op de volgende punten:

- Actief en ondubbelzinnig inzetten op internationale afspraken op een zo hoog mogelijk schaalniveau. Dit betekent dat niet alleen klimaatonderhandelaars van het Ministerie van VROM actief zijn, maar ook andere ministeries zoals Financiën (vergroening belastingstelsel, afschaffen klimaatschadelijke subsidies) en Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Dit laatste ministerie heeft bijvoorbeeld nog steeds niet zorggedragen voor ratificatie van Annex-VI van het MARPOL verdrag voor de internationale zeescheepvaart. Nederland loopt hiermee achterop en ondermijnt op deze manier de mogelijkheden voor eigen klimaatonderhandelaars om tot initiatieven van klimaatbeleid te komen voor deze sector.
- Inzetten op een billijke verdeling van emissierechten in de toekomst, en een goede route naar een billijke eindsituatie. Bovendien kan Nederland aandacht vragen voor een billijke verdeling van adaptatiekosten en de kosten van de bestrijding van milieurampen.
- Inzetten op marktmechanismen, zoals emissiehandel of concessiesysteem, op een zo hoog mogelijk schaalniveau en zo veel mogelijk sectoren. Immers draagvlak voor verdergaande internationale reductiedoelstellingen zoals -30% kan alleen worden verkregen als de macro-economische kosten relatief laag en de negatieve effecten op de Nederlandse concurrentiepositie beperkt blijven.
- Uitdragen van een voorbeeldfunctie door het naleven van gemaakte afspraken en het ontwikkelen van nieuwe instrumenten en technieken.
- Inzetten op het dichtens van de gaten van Kyoto door middel van het agenderen van de vraag wie de verantwoordelijkheid krijgt voor de broeikasgassen van de internationale lucht- en scheepvaart.
- Creëren van draagvlak voor verdergaande doelstellingen en uitvoering daarvan. Dit vereist een heldere communicatie over de risico's van klimaatverandering en de adaptatiekosten enerzijds en de kosten van mitigatiebeleid anderzijds.

Op de lange termijn zijn er drie verdelingen, die elk door een groep landen als billijk wordt ervaren. Ten eerste gelijke rechten voor ieder mens. Ten tweede een handhaving van de status quo. Ten derde gelijke historische rechten voor elk land. Dit is het voorstel dat Brazilië heeft gedaan en dat voor Europa zou betekenen dat het de komende eeuw geen emissierechten meer krijgt, omdat het met de CO₂-uitstoot sinds de industriële revolutie zijn rechten heeft verbruikt. Deze verdeling is niet acceptabel voor de geïndustrialiseerde landen. De tweede verdeling is niet acceptabel voor ontwikkelingslanden, omdat het hun in essentie de mogelijkheid zou ontzeggen om zich verder te ontwikkelen, tenzij hun ontwikkeling geheel gebaseerd zou zijn op principes van duurzaamheid. Maar dit laatste is met de huidige stand van de techniek een onrealistische veronderstelling. De



enige eindsituatie waar een groot aantal landen mee zou kunnen instemmen is dus de egalitaire verdeling van emissierechten.

Een billijke verdeling van de kosten voor adaptatie moet ook ruimte bieden om de kosten voor klimaatrampen te verdelen. Het gaat daarbij zowel om noodhulp als om hulp op de iets langere termijn om de gevolgen van de rampen te overwinnen. Als de geïndustrialiseerde landen ernst maken met het verdelen van de kosten voor adaptatie en klimaatrampen, zou dat veel ontwikkelingslanden kunnen overhalen om deel te nemen aan een klimaatverdrag waarin zij ook verplichte doelstellingen op zich nemen, direct of op termijn.

4.5.2 Hoe kunnen de gaten van Kyoto worden gedicht?

Bijdrage lucht- en scheepvaart aan versterkte broeikaseffect

Zowel de luchtvaart als de scheepvaart leveren een significante bijdrage aan het klimaatprobleem en deze groeit snel. Op basis van de nieuwste wetenschappelijke inzichten kan worden geconcludeerd dat de bijdrage van de luchtvaart aan het broeikaseffect meer dan verdubbeld is sinds 1992. Luchtvaart heeft op dit moment een vergelijkbaar aandeel in het versterkte broeikaseffect als het wereldwijde verkeer van passagiers over de grond.

Van groot belang is ook dat aandacht wordt besteed aan niet-CO₂-broeikasgassen van de luchtvaart. Met name is duidelijk geworden dat naast kooldioxide (CO₂) de condensatiestrepen van vliegtuigen en in mindere mate de uitstoot van stikstofoxiden (NO_x) een belangrijke bijdrage kunnen leveren aan het versterkte broeikaseffect. De totale bijdrage van de luchtvaart aan het broeikaseffect is volgens het IPCC rapport uit 1999 een factor 2 tot 4 groter dan het effect als gevolg van de uitstoot van CO₂ alleen.

Toewijzing verantwoording internationale emissies

Internationale luchtvaart en scheepvaart vallen als enige sectoren niet onder de reductiedoelstellingen van het Kyoto-protocol. De kans is groot dat ook in een toekomstig klimaatregime de klimaat gerelateerde emissies van deze sectoren niet beheerst zullen worden. Immers het is nog steeds niet duidelijk welk land of welke Partij verantwoordelijk is voor deze emissies. De oplossing van dit vraagstuk staat zelfs nog niet geagendeerd voor de komende post-kyoto onderhandelingen in UNFCCC verband. Indien Nederland streeft naar een internationale oplossing, dan is het aan te bevelen dat Nederland (via de EU) aandacht vraagt voor deze 'verantwoordelijkheidsvraag' in één van de komende Klimaatonderhandelingen. Het gegeven dat de wereldwijde bijdrage van de luchtvaart aan het broeikaseffect inmiddels even groot is als dat van het passagierverkeer over de grond toont de urgentie van dit probleem aan.

Beleidsinstrumenten

In 1997 is in het Kyoto-protocol in artikel 2.2 opgenomen dat de geïndustrialiseerde landen via de International Civil Aviation Organisation (ICAO) en de International Maritime Organisation (IMO) beleid zullen ontwikkelen waarmee de emissie van broeikasgassen door de internationale luchtvaart en scheepvaart kunnen worden beheerst. Nu, zeven jaar later zijn beide organisaties er nog niet

in geslaagd om concrete beleidsvoorstellen te formuleren ten aanzien van klimaatbeleid. De verwachting is dat dit ook de komende jaren niet zal gebeuren.

Hiervoor zijn twee belangrijke oorzaken te noemen:

- 1 Ten eerste voelen de betrokken landen en sectoren geen enkele druk om spoedig beleid te ontwikkelen omdat er geen emissiereductieverplichtingen voor de lucht- en scheepvaart bestaan.
- 2 Een tweede belangrijke oorzaak voor de gebrekkige voortgang binnen IMO en ICAO zijn enerzijds de terughoudendheid van de Verenigde Staten en anderzijds het feit dat veel niet-Annex 1 landen deel uitmaken van zowel ICAO en IMO en er telkens op wijzen geen reductieverplichtingen te hebben en daarom veel nieuwe beleidsplannen blokkeren.

Wat betreft de invoering van instrumenten is het dus inmiddels duidelijk geworden dat zowel ICAO als IMO de komende jaren niet zullen komen met duidelijke voorstellen. Nederland zal zich daarom sterk moet richten op een oplossing op EU-niveau samen met andere voorlopers zoals met name het Verenigd Koninkrijk, de Scandinavische landen en Duitsland. Een interessante optie waarbij de medewerking van de VS niet nodig is en toch een maximaal effect kan worden geboekt is te starten met emissiehandel voor zowel intra-EU luchtverkeer als voor alle verkeer tussen de EU en derde landen (zoals Noorwegen, Japan en Canada) die ook Kyoto hebben geratificeerd en ook emissiehandel gaan opstarten voor nationale emissies. De overeenstemming met derde landen kan plaatsvinden op basis van bilaterale overeenkomsten en lijkt zowel juridisch als economisch geen problemen op te leveren.

4.6 Keuze 3: Hoe kan de overheid optimaal sturen?

Bij deze hoofdkeuze hebben we drie prangende kwesties benoemd die een belangrijke rol spelen bij de uiteindelijke manier van sturen door de overheid:

- Welke instrumenten zijn optimaal?
- Kan de transportsector ook bijdragen aan emissiereducties?
- Hoe kan de Nederlandse economie profiteren van klimaatbeleid?

4.6.1 Welke instrumenten zijn optimaal?

In deze paragraaf worden concrete beleidsopties voorgesteld waarbij de overheid zich beperkt tot het stellen van randvoorwaarden. De voorgestelde instrumenten hebben daardoor als kenmerk dat ze aan de creativiteit van de markt overlaten welke concrete maatregelen worden gekozen om de doelen te bereiken. Sommige van de voorgestelde opties bouwen voort op bestaand beleid, andere zijn volledig nieuw. Nieuwe opties zijn bijvoorbeeld aan de orde als blijkt dat bestaande instrumenten niet de verdergaande reducties kunnen realiseren tegen aanvaardbare kosten.



Flexibele instrumenten (ET, JI en CDM)

De verwachting is dat in de post-Kyoto verder wordt gebouwd op het gebruik van de zogenaamde flexibele instrumenten:

- Emissiehandel (ET): Handelen in emissiereducties met andere geïndustrialiseerde landen;
- Joint Implementation (JI); uitvoeren van emissiereducerende projecten in andere geïndustrialiseerde landen;
- Clean Development Mechanism (CDM): uitvoeren van emissiereducerende projecten in niet-geïndustrialiseerde landen.

Nederland kan bijdragen aan verbetering van deze instrumenten. In de EU gaat per 1 januari 2005 het Europese Emissiehandel Systeem (ETS) van start voor 'grootverbruikers' van een beperkt aantal doelgroepen. In principe is het vanuit economisch oogpunt gunstig als zoveel mogelijk sectoren onder dit systeem worden gebracht. Hiervoor dienen de betreffende Directive 2003/87/EC en Linking Directives te worden geamendeerd. Sectoren die eronder kunnen worden gebracht zijn onder meer de transportsectoren (weg-, lucht en scheepvaart) en industriële sectoren die minder dan 20 MW verbruiken. Daarnaast kan Nederland zich via de EU ook inspannen voor het koppelen van het Europese emissiehandelsysteem aan dat van landen buiten de EU die het Kyoto-protocol hebben geratificeerd, zoals Noorwegen, Canada en Japan. Hiermee ontstaat een handelsstelsel op hoger schaalniveau met de bijbehorende kostenvoordelen.

Belangrijke redenen voor het nog niet opnemen van de bovengenoemde sectoren ligt mede in de hoogte van de geschatte transactiekosten en de complexiteit van grensoverschrijdend verkeer en vervoer. Nader onderzoek naar oplossingen hiervoor zijn nodig om de effectiviteit en efficiency van het klimaatbeleid te vergroten. Indien blijkt dat het uitbreiden van ETS met de genoemde sectoren stuit op te hoge transactiekosten, zouden alternatieve generieke instrumenten zoals koolstofheffingen en concessiesystemen kunnen worden overwogen. Deze systemen kennen naar verwachting veel lagere transactiekosten indien ze 'upstream' in de keten worden ingevoerd. Beide instrumenten worden hieronder nader toegelicht.

Concessiesysteem

Een optie die tot nu toe weinig aandacht krijgt voor het sturen op het doel is de invoering van een concessiesysteem voor CO₂-emissie.

In een dergelijk systeem moeten alle bedrijven die fossiele brandstoffen toevoegen aan de Europese economie (via winning en via import) beschikken over CO₂-emissieconcessies die overeenkomen met de CO₂-inhoud van de fossiele brandstoffen die zij toevoegen aan de economie, oftewel voor een ton steenkool zijn meer rechten vereist dan voor een ton olie. Op Europees niveau wordt jaarlijks bepaald hoeveel CO₂ maximaal kan worden geëmitteerd. Deze hoeveelheid kan elk jaar worden verminderd. De overheid veilt elk jaar de beschikbare rechten aan de beperkte groep van bedrijven die fossiele energie toevoegen aan de economie. Verder bemoeit de overheid zich niet met het nemen van reductiemaatregelen, het economisch proces zorgt ervoor dat de schaarste in de prijs tot uitdrukking komt en dat burgers en bedrijven gegeven de prijs voor energie ofwel

hernieuwbare energie gaan aanwenden als dat goedkoper is, of zuiniger met fossiele energie omgaan. CO₂-opslag past ook binnen dit systeem en leidt tot extra concessieruimte.

Dit systeem onderscheidt zich van het huidige Europese Emissiehandelsstelsel doordat het een hoger aangrijpingspunt in de productieketen heeft, namelijk bij de producenten en importeurs van fossiele energie. Dit betekent dat het stelsel veel eenvoudiger is en de omvang van het aantal deelnemers veel geringer is. Dit stelsel kent daardoor zeer lage transactiekosten, zowel voor de overheid als voor de bedrijven en is zeer effectief. Een overweging om het niet toe te passen is dat het moeilijker voor de overheid is om bepaalde sectoren te ontzien.

Koolstofheffingen

Koolstofheffingen kunnen een alternatief of een aanvulling vormen op het huidige Europese Handels Stelsel (ETS). In dit stelsel wordt een heffing ingevoerd op de koolstofinhoud van energie. Een stelsel van heffingen op fossiele koolstof is aanzienlijk minder fraudegevoelig dan een stelsel van verhandelbare CO₂-rechten waarbij de onzichtbare CO₂-emissies gemonitord moeten worden. Zo is de productie omvang van fossiele brandstoffen veel eenvoudiger te controleren dan de omvang van CO₂-emissies. Met name de uitvoering en de handhaving wordt hierdoor een stuk eenvoudiger.

Een heffing op CO₂ leidt tot een prijsverhoging van fossiele brandstoffen. Hiermee wordt een stimulans gecreëerd om de energie-efficiëntie te verbeteren en de koolstofintensiteit te verlagen. Indien de heffingshoogte op het juiste niveau wordt gekozen, is de effectiviteit en efficiëntie hiervan theoretisch vergelijkbaar met die van verhandelbare emissierechten. Een belangrijk verschil is dat bij emissierechten het milieueffect zeker is en de economische consequenties onzeker zijn, terwijl dit bij een heffing omgekeerd is. De vraag is wat de voorkeur heeft.

Het verdelingsvraagstuk van beide instrumenten is vergelijkbaar. Bij verhandelbare emissierechten speelt de initiële uitgifte van rechten, terwijl bij heffingen de opbrengst dient te worden verdeeld. Het is duidelijk dat hetzelfde verdelingsprincipe zou kunnen worden gebruikt bij de initiële verdeling of terugsluizing van respectievelijk de emissierechtenrechten of de opbrengsten van de heffing.

Voortschrijdende normstelling voor producten

Het instrument normstelling is een geschikt instrument in situaties waarin sprake is van lage prijsgevoeligheid, hoge transactiekosten en een latente vraag naar milieuvriendelijke producten die niet automatisch tot het bijpassende aanbod leidt. Denk hierbij aan productnormen ter verhoging van de energie- of koolstofefficiëntie en aan normen voor energiedragers. Door de normen voor bijvoorbeeld woningen (Energie Prestatie Norm), apparaten en auto's periodiek aan te scherpen kan de industrie hierop anticiperen. Hieronder in het kader wordt ingegaan op de mogelijkheid van het instellen van een verplichte norm voor het aandeel hernieuwbare energie in de elektriciteitsproductie. Dit zou met name zeer geschikt zijn voor het aansturen van de gebouwde omgeving omdat kostendoorberekening ervan niet leidt tot concurrentievervalsingen. Bovendien valt deze doelgroep buiten het Europese emissiehandelsstelsel.



Doelstelling hernieuwbare energie in Nederland

Voor hernieuwbare energie in Nederland is de doelstelling 10% van het totale energieverbruik in 2020. In de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid is voor 2010 een tussendoel van 5% geformuleerd. De bijdrage in van in Nederland geproduceerde duurzame energie bedroeg in 2000 1,2% (exclusief import). Daarnaast gelden Europese doelstellingen voor duurzaam elektriciteitsverbruik: 6% in 2005 en 9% in 2010. (Momenteel is ongeveer een vijfde van het totale Nederlandse energieverbruik elektriciteit; 9% duurzame elektriciteit is bij die verhouding dus ongeveer 2% duurzame energie.)

Subsidieregeling MEP (Milieukwaliteit Elektriciteitsproductie)

Op dit moment is de MEP-regeling, naast verschillende andere fiscale instrumenten het belangrijkste financiële instrument om deze doelstelling te realiseren. De MEP is een subsidiestelsel waarmee beoogd wordt de milieukwaliteit van de Nederlandse elektriciteitsproductie te verbeteren. De MEP-subsidie is bedoeld voor producenten van hernieuwbare/duurzame elektriciteit en elektriciteit uit warmtekrachtkoppeling (WKK). Producenten van duurzame elektriciteit of exploitanten van een WKK-installatie kunnen een subsidie krijgen die bedoeld is om de meerkosten ten opzichte van gewone 'grijze' stroom te overbruggen. De subsidiëring via de MEP verhoogt de investeringszekerheid en verbetert het investeringsklimaat voor deze vormen van duurzame elektriciteitsopwekking. Op deze manier wordt bijgedragen aan het halen van de doelstellingen op het gebied van DE.

Aanvullende maatregelen

De MEP geeft echter geen garantie dat de doelen op het gebied van duurzame energie ook daadwerkelijk worden gehaald. De MEP regeling in zijn huidige vorm geeft nog steeds de ruime aanleiding tot onzekerheid. Investeerders hebben twijfels geuit over de politieke houdbaarheid van een systeem met projectvergoedingen. De vergoedingen kunnen in het begrotingsbeleid worden aangepast en er is voldoende ruimte voor budgettaire aftopping van de regeling. Met de uitbreiding van duurzame productiecapaciteit in het verschiet, zal de MEP regeling in de toekomst met een aanzienlijk tekort kampen. Hierdoor speelt de vraag of er een plafond moet komen op de MEP regeling. Een dergelijk plafond heeft een zeer negatieve impact op het investeringsklimaat voor duurzame energie, omdat veel projecten een lange(ere) ontwikkeltraject vergen. Zonder zekerheid op financiële ondersteuning zullen dergelijke trajecten niet worden gestart.

Verplicht aandeel duurzaam

De ontwikkeling van de DE-markt is gebaat bij een consistent stimuleringskader dat ook voor langere termijn vastligt. De sleutel hiervoor ligt in maatregelen die hun aangrijpingspunt vinden in de hoeveelheid in plaats van in de prijs. Financiële of fiscale instrumenten zullen immers in het kader van de begroting elk jaar opnieuw worden vastgesteld. Regelgeving kent een langere politieke houdbaarheid en is relatief fiscaal onafhankelijk.

Een afname verplichting voor duurzame energie voor afnemers / energieleveranciers in combinatie met handelbaarheid is een instrument waarmee in diverse Europese landen goede ervaring mee is opgedaan. Met de huidige '*certificaten van oorsprong*' (voorheen groencertificaten) heeft Nederland daar reeds een geschikt systeem voor in handen. Voordeel van de maatregel is dat het een 100%-garantie voor het realiseren van de doelstellingen geeft, terwijl hier momenteel grote onzekerheid bestaat over het realiseren van deze doelen. Het verplichte aandeel duurzaam kan gekoppeld worden aan de Europese richtlijn van 9% van het totale elektriciteitsgebruik in 2010.

Verplichte afname van groene stroom kan verder uitstekend samengaan met de bestaande MEP-vergoeding die aan producenten wordt gegeven. De kracht van deze combinatie is dat aanbod en vraag sturing juist erg goed instaat moeten zijn om de nadelen van zowel aanbod en vraagsturing te ondervangen. De vraag wordt vanuit het verplicht aandeel duurzaam voor de energiebedrijven kosteneffectief gestimuleerd. De MEP geldt voor de producenten van DE en kan dan een deel de onrendabele top overbruggen.

Ervaringen buitenland

Verder is het van groot belang dat het DE-beleid in Nederland niet in een isolement tot stand komt. Stabiliteit hangt ook af van Europese richtlijnen en wat er in het buitenland gebeurt. Europees is er een tendens zichtbaar naar het sturen op hoeveelheden met een verplichte afname (%) voor afnemers of leveranciers. Een verplicht aandeel duurzame energie, gekoppeld aan groene energiecertificaten blijkt reeds een effectief instrument is te zijn in het Verenigd Koninkrijk, Zweden, België, Italië en Oostenrijk.

Overigens zal bij handhaving van de MEP-regeling dit ook kunnen voor de industrie omdat immers de meerkosten van de productie van hernieuwbare energie wordt gesubsidieerd.

Een instrument gebaseerd op normstelling (CO₂ per voertuig/km) voor fabrikanten van personenauto's - een verhandelbare CO₂-credits systeem - wordt besproken in het achtergrondrapport.

Herstructurering belastingen

Op nationaal niveau kan Nederland ook veel bijdragen aan de klimaatdoelstellingen tegen relatief lage kosten door bestaande belastingen te vergroenen. Zo kunnen volgens het Centraal Planbureau inefficiënties in het huidige systeem van energiebelastingen worden opgeheven. Bij een efficiënt systeem zullen koolstofbelastingen voor kolen hoger zijn dan voor olie en voor olie hoger dan voor aardgas (vanwege verschillen in koolstofintensiteit). Bestaande belastingen kennen deze structuur niet en drukken relatief zwaar op olieproducten. Herstructureringen van bestaande belastingen kunnen de kosten van klimaatbeleid terugdringen maar beperken tevens de werkgelegenheidsveranderingen in energie-intensieve sectoren.

Inzetten voor Europese (groene) belastingen

Thans heeft de Europese Commissie geen recht om Europese belastingen te heffen. In plaats daarvan verkrijgt de Commissie haar budget via een systeem van jaarlijkse contributies van de lidstaten. Zoals bekend is dit systeem niet zonder politieke problemen vanwege kritiek op een rechtvaardige verdeling van lusten en lasten. Nederland kent de laatste jaren per hoofd van de bevolking verreweg de hoogste afdracht aan de EU. Recentelijk heeft de Commissie in een werkdocument aangegeven te onderzoeken of het mogelijk is over te stappen op een systeem van rechtvaardige Europese belastingen. Daarbij werd expliciet de mogelijkheid van milieubelastingen genoemd.

Er zijn een aantal redenen waarom Nederland deze ontwikkeling zou kunnen ondersteunen of in ieder geval de kosten en baten ervan te onderzoeken:

- Europese belastingen verminderen de beleidsconcurrentie tussen EU-landen en verhogen daardoor de economische kracht van de afzonderlijke lidstaten en de EU. Dit draagt bij aan de Lissabondoelstellingen. Het biedt bijvoorbeeld de mogelijkheid om uniforme Europese vennootschapsbelastingen te heffen waardoor de allocatieve efficiency wordt verhoogd.
- Het biedt daarnaast de mogelijkheid om generieke milieubelastingen in te voeren waardoor het klimaatbeleid effectiever en efficiënter kan worden. Bijvoorbeeld door invoering van uniforme belastingen zoals BTW en accijnzen op internationaal verkeer (wegtransport, scheepvaart, luchtvaart).
- Europese belastingen zijn rechtvaardiger dan het huidige systeem van afdrachten omdat het rust op economische activiteiten en handel. Het principe waarop de bijdrage van ieder land rust is dan gelijk voor iedere lidstaat.



Voorkomen en afschaffen klimaatschadelijke subsidies

Het invoeren van nieuwe instrumenten is veelal moeilijker dan het optimaliseren van bestaand beleid. Het kan daarom zeer effectief zijn om na te gaan welke subsidies in Nederland bijdragen aan uitstoot van broeikasgassen en vervolgens te onderzoeken of deze subsidies kunnen worden hervormd. Dit geldt zowel voor directe subsidies als indirecte subsidies (zoals belastingvrijstellingen, minimumprijzen, financiële garanties van de overheid, etc.). Zowel op EU als op OECD niveau bestaat er veel aandacht voor dit onderwerp. Ook Nederland heeft reeds een aantal subsidies onderzocht op milieuschadelijkheid.

Deze studies kennen tot dusver echter een aantal belangrijke nadelen:

- subsidies gebaseerd op Europese richtlijnen zijn niet onderzocht. Dit betreft een substantieel budgetbeslag dat naar schatting loopt in de orde van miljarden euro's. Denk hierbij aan landbouwsubsidies die met name relevant zijn in relatie tot overige broeikasgassen;
- de studies beperken zich tot subsidies, terwijl ook andere beleidsinstrumenten milieuschadelijke effecten kunnen hebben;
- de studies tot dusver richten zich met name op de effecten van directe subsidies en niet op indirecte subsidies zoals belastingvrijstellingen. Bijvoorbeeld, de vrijstelling van BTW op vliegtickets en de klimaatschadelijke effecten daarvan vielen tot dusver buiten de afbakening van de studies;
- screening van bestaande subsidies geven geen garanties dat er nieuwe subsidies met milieuschadelijke effecten worden ingevoerd. Een standaard klimaattoets op invoering van nieuwe subsidies is daarom van groot belang voor toekomstig klimaat beleid.

4.6.2 Kan de transportsector ook bijdragen aan emissiereducties en hoe kan de overheid daarop sturen?

De CO₂-uitstoot van de transportsector zal blijven toenemen zonder aanvullend beleid en vormt daarmee een steeds grotere belemmering voor het bereiken van verdergaande nationale reductiedoelstellingen.

Het feit dat benzineauto's in de afgelopen twintig jaar nauwelijks zuiniger zijn geworden kan als een grote gemiste kans worden beschouwd. Fabrikanten hebben hun innovaties veel meer gericht op het verhogen van comfort en veiligheid dan op het terugdringen van het brandstofverbruik. Op basis van dit gegeven zou Nederland zich mede in EU-verband kunnen sterk maken voor de invoering van een systeem van verhandelbare CO₂-credits voor de fabrikanten van personenauto's.

In dit systeem krijgen autofabrikanten een doelstelling opgelegd voor het gemiddelde brandstofverbruik van nieuw verkochte personenauto's. De fabrikanten mogen daarbij onderling handelen in CO₂-credits: als fabrikanten een gemiddeld lager verbruik halen dan de doelstelling kunnen ze credits verkopen aan fabrikanten van auto's met een hoog verbruik. In onderstaand kader is deze maatregel verder uitgewerkt. Een dergelijk systeem is voor vrachtauto's de komende jaren (nog) niet mogelijk omdat het lastig is om een realistische meting van de CO₂-uitstoot van deze voertuigen in te voeren.

Verhandelbare CO₂-rechten bij aankoop van nieuwe personenauto's

In 1999 is in EU-verband een convenant gesloten met de Europese autofabrikanten (ACEA) dat is gericht op vermindering van de uitstoot van CO₂ per voertuigkilometer. In 2000 zijn vergelijkbare overeenkomsten met de Japanse en Koreaanse autofabrikanten gesloten. Jaarlijks wordt de voortgang van deze convenanten gemonitord. Gegeven de volumegroei van de automobieliteit en de voortgang tot op heden kan echter al worden geconcludeerd dat dit convenant de huidige trend van een toename van het aandeel van de sector verkeer niet voldoende zal ombuigen. Daarvoor is een aanzienlijke aanscherping van de doelstelling na afloop van het convenant (2008/2010) nodig. Ook de andere nationale maatregelen sorteren geen substantieel effect (zie paragraaf 3.3 van het achtergrondrapport). In onze ogen is het daarom zinvol om nieuwe instrumenten in te voeren, bij voorkeur op Europees niveau.

Eén optie zou kunnen zijn om de CO₂-uitstoot van nieuwe auto's te normeren, zoals ook gebeurt met de luchtvervuilende emissies, in de EURO-normen. Deze normen worden periodiek aangescherpt en zijn zeer effectief gebleken bij het schoner maken van het Europese wagenpark. Voor de aanpak van CO₂-uitstoot wordt dit instrument in de huidige vorm echter niet geschikt geacht omdat normering tot gevolg zou hebben dat grotere en zwaardere auto's verboden zouden worden. Dit wordt gezien als maatschappelijk ongewenst.

Een alternatieve maatregel met een vergelijkbaar milieueffect maar minder ingrijpende maatschappelijke gevolgen is een systeem van verhandelbare CO₂-credits voor de auto-industrie. Dit systeem, dat deels uitgaat van het CAFE-systeem dat al sinds 1974 in de Verenigde Staten van kracht is, kan als volgt worden samengevat. Eerst wordt een gemiddelde norm voor de uitstoot van CO₂ per auto vastgesteld. Als uitgangspunt kan de door de Europese Commissie aangegeven doelstelling voor 2010 van 120 gram CO₂/km worden genomen. Vervolgens wordt voor iedere autofabrikant vastgesteld wat de gemiddelde CO₂-uitstoot is van alle auto's die deze verkocht heeft in één jaar (bijvoorbeeld te beginnen in 2009, na afloop van het ACEA-convenant). Indien de gemiddelde uitstoot van de in een bepaald jaar verkochte auto's van een fabrikant hoger liggen dan de norm, dan moet deze credits bijkopen op de markt. Indien de uitstoot lager ligt dan de norm, dan kan de fabrikant CO₂-credits verkopen. Als er onvoldoende credits zijn volgen boetes. Dit systeem heeft onder meer de volgende voordelen:

- het geeft fabrikanten flexibiliteit en een positieve prikkel;
- het systeem sluit aan bij de bestaande convenanten;
- het systeem laat nog steeds de verkoop van 'energieslurpers' toe zolang maar credits worden gekocht. Hierdoor blijft de markt open voor fabrikanten die alleen maar auto's in het dure segment verkopen.

4.6.3 Hoe kan de Nederlandse economie profiteren van klimaatbeleid?

Een belangrijke vraag is hoe economische belangen kunnen samengaan met het voeren van klimaatbeleid. Zowel de Sociaal Economische Raad als de Algemeen Economische Raad wijzen op de noodzaak hiervan. Ook de Lissabon-doelstellingen gericht op de concurrentiekracht van de EU wijzen op dit belang. Naast het creëren van een markt voor reducties van broeikasgassen wordt door veel partijen gepleit voor stimuleringsbeleid om het bedrijfsleven zo goed mogelijk te kunnen laten reageren op die nieuwe marktcontext, enerzijds door nieuwe producten te ontwikkelen, anderzijds door hun productieprocessen minder energie-intensief te maken. In het kader van het innovatiebeleid is het zeer goed mogelijk om het klimaatbeleid een drager te laten zijn van industriële vernieuwing. Met name adaptatiemaatregelen over de hele wereld zullen extra kansen opleveren voor de Nederlandse bedrijven die kennis hebben van watermanagement. In het kader van het mitigatiebeleid zijn er vooral kansen voor opslag van CO₂ in aquifers en gasvelden.



Andere Europese landen (Duitsland, tot voor kort Denemarken) stimuleren hun industrie door gunstige condities te scheppen voor hernieuwbare energie. De kosten hiervan zijn voor de samenleving hoger dan die van andere maatregelen.

Nederland kan zijn nationale klimaatbeleid zo inrichten dat het innovaties maximaal bevordert. Dit betekent een zo groot mogelijke toepassing van marktmechanismen die de prijs van uitstoot van broeikasgassen verhogen, of regulering op een voldoende hoog niveau en met een voortschrijdende doelstelling. Wat betreft de stimulering van diffusie lijkt Nederland al voldoende te doen met een voorlichtingsdienst (SenterNovem) en twee vormen van investeringsaftrek (Energie Investeringsaftrek en Milieu Investeringsaftrek). Echter een betere aansluiting van generieke sturing ('market pull') op stimuleringsbeleid ('market push') kan ervoor zorgen dat sterke punten (comparatieve voordelen) van Nederland beter benut worden.

Meer specifiek heeft de AER (2002) een aantal technologietrajecten geïdentificeerd die speciale aandacht verdienen. Dit zijn naast technieken die in Nederland toepasbaar zijn, ook export kansen:

- *Nederland aardgasland*
 - *zorg ervoor dat in de Europese elektriciteitsmarkt zo snel mogelijk een waardering tot stand komt voor milieuprestaties van de verschillende opwekkingsmethoden, waardoor WKK een flinke stimulans krijgt. De Nederlandse gasproductie en gashandel kunnen daarvan profiteren;*
 - *houdt het Groninger veld op peil en blijf aardgaswinning in de kleine velden bevorderen (binnen natuur- en milieueisen);*
 - *ga na of het gasnet en gaskennis een voordeel is voor een toekomstige inzet van biogas en waterstof. Groene gas alternatieven bevorderen;*
 - *bevorder R&D naar kleinschalige energie-efficiënte gas technologieën.*
- *Nederland aan Zee (biomassa)*
 - *werk met marktpartijen de mogelijkheid uit om de Rotterdamse haven te ontwikkelen tot een overslag en bewerkingshaven voor biomassa;*
 - *combineer pilotprojecten op het terrein van geavanceerde omzetting van biomassa naar elektriciteit, gasvormige of vloeibare brandstoffen.*
- *Nederland CO₂-opslagland*
 - *initieer proeven voor CO₂-opslag en overweeg het opzetten van infrastructuur. De aanwezigheid van aardgasvelden en de ontwikkelde kennis bij aardgaswinning biedt goede mogelijkheden;*
 - *benut de geconcentreerde stromen in de procesindustrie en de elektriciteitsproductie voor de afvang van CO₂ als opmaat voor een 'schoon fossiel' route respectievelijk waterstof inzet.*
- *Nederland kennisland*
 - *benut de Nederlandse koploper positie op het gebied van de ontwikkeling van zonnecellen (Philips, Shell, Akzo Nobel, ECN, Universiteiten). Zonnecellen zijn mondiaal een belangrijke optie voor de lange termijn en een goed export artikel.;*
 - *bevorder implementatie van zonne-energie in ontwikkelingslanden;*
 - *stimuleer fundamenteel onderzoek en proefprojecten gericht op biomassatoepassingen, CO₂-opslag en waterstof.*

4.7 **Keuze 4: Welke maatregelen zijn te prefereren?**

In deze paragraaf worden de mogelijke effecten van de inzet van beleidsinstrumenten geïllustreerd. Hierbij is verondersteld dat het Klimaatbeleid na Kyoto (2010) door zal zetten. Dit betekent dat Nederland verdere emissiereducties moet realiseren. Uitgaande van emissiehandel op minimaal EU niveau, verondersteld de Algemene Energieraad dat in ontwikkelde landen een absolute emissiereductie van 1% per jaar vanaf 2010 nodig zal zijn om op koers te blijven van een concentratieniveau van 550 ppm CO₂.

4.7.1 **Welke technieken en energiedragers zullen bijdragen?**

Algemeen wordt onderkend dat deze verdergaande emissiereducties in samenhang met een groeiend inkomensniveau, alleen mogelijk zijn als de nationale en internationale energievoorziening danig wordt aangepast. Uit verschillende scenariostudies blijkt dat er veel technologieroutes mogelijk zijn om een absolute CO₂-reductie van de energievoorziening te bewerkstelligen. Het is echter onmogelijk om vooraf aan te geven welke technieken in de toekomst dominant zullen zijn en steun verdienen. Niet alleen de kosten van bepaalde technieken nu, maar ook de nog te verwachten kostenontwikkelingen zijn uitermate belangrijk. Echter ook andere factoren zijn bepalend voor de techniekkeuze zoals comfort, status en gemak. Ook (Europees) beleid gericht op andere doelen zoals lokaal milieubeleid en energievoorzieningzekerheid zijn bepalend. In lijn met de AER (2002) concluderen wij daarom dat (internationaal) klimaatbeleid moet ingericht worden op een breed werkend instrumentarium waarin alle verschillende technologieroutes benut worden. De basis daarvoor is een internationaal CO₂-handelssysteem in combinatie met normering en plafonnering. Dit betekent dat de keuze van technieken aan de markt wordt overgelaten en vooraf geen techniek wordt uitgesloten of benadeeld. Dit is belangrijk omdat de verwachting is dat een scala aan technologieroutes zullen bijdragen.

Een belangrijke vraag voor huidige beleidsafwegingen is wat de potenties voor emissiereductie en kosten van de verschillende technieken zijn? Allereerst zijn de volgende technologische routes te onderscheiden:

- 1 **Beperking van de functionele energievraag** door beperking van economische activiteiten die niet of in geringe mate bijdragen aan onze welvaart.
- 2 **Energiebesparing** door verhoging van de energie en materiaal efficiëntie.
- 3 **Inzet van minder koolstofhoudende fossiele energiedragers** zoals vervanging van kolen door aardgas en kernenergie.
- 4 **Inzet van hernieuwbare energiebronnen** zoals wind, zon en biomassa.
- 5 **Opslag van CO₂ uit fossiele energiedragers**, eventueel gecombineerd met inzet van waterstof als schone drager.
- 6 **Opslag van CO₂ in bossen en andere sinks**.

Het potentieel van energiebesparing door verhoging van de materiaal- en energie-efficiëntie is groot, maar voor de vereiste structurele reducties biedt dit onvoldoende soelaas. Uit onderzoek blijkt dat in de OECD minimaal een efficiëntieverbetering van 3% per jaar vereist is om tot een stabilisatie van de CO₂-emissies te



komen, terwijl de afgelopen jaren een efficiëntieverbetering van 1% is gerealiseerd.

Oplossingen voor een koolstofarme energievoorziening zullen daarom naast zuinige apparaten en installaties moeten komen van de inzet van schone energiedragers (elektriciteit, warmte en waterstofgas), schonere energiebronnen (wind, zon en biomassa), koolstofarme bronnen en CO₂-opslag. In tabel 2 en in het achtergrondrapport wordt een overzicht gegeven van de potentiëlen van de verschillende technologieroutes.

tabel 2 Potentiëlen van technieken en energiedragers voor een CO₂-arme energievoorziening

Beperking energievraag	Door procesvernieuwing en door het achterwege laten van bepaalde activiteiten (koelen woningen, mobiliteit) kan de energievraag fors worden verlaagd. De ervaring leert dat het direct aansturen van deze beperking van de energievraag zeer moeilijk is.
Efficiency	Meest aantrekkelijk, veel potentieel, maar met prijs is niet alles te sturen. Bovendien ontstaan reboundeffecten.
Verlaging koolstoffactor	Aardgas kan op Europees niveau een belangrijke bijdrage leveren door substitutie van kolen; kernenergie kan op wereldschaal een bijdrage leveren. In Nederland ontbreekt draagvlak daarvoor.
Hernieuwbare energiebronnen	Op termijn kunnen zonne-energie, biomassa, windenergie, waterkracht een belangrijke bijdrage leveren.
Ondergrondse CO ₂ -opslag	Is aantrekkelijk doordat deze techniek relatief goedkoop is en een overgang mogelijk maakt naar de periode dat hernieuwbare bronnen tegen redelijke kosten kunnen worden gebruikt.
CO ₂ -opslag in bossen	Aantrekkelijk, niet duur, maar tijdelijk / eenmalig.

De dynamische mix van oplossingen zal uiteindelijk bepaald worden door de prijs en acceptatiegraad van bepaalde technieken, door voor- en nadelen voor andere doelen (risico's, andere milieueffecten, comfort, voorzieningzekerheid, bedrijvigheid).

Indien Internationale emissiehandel op EU schaal niveau blijft bestaan dan zullen in eerste instantie vooral technieken rendabel blijken te zijn onder een CO₂-prijs van ca. € 50 / ton CO₂. Overigens lijkt het dan vanuit het oogpunt van kosteneffectiviteit en draagvlak voor verdergaande doelstellingen van belang om de 50/50 verdeling van binnenlandse en buitenlandse maatregelen los te laten in de post-kyoto periode. Hiervoor dient nog wel te worden onderzocht wat de kosten en baten zijn voor de Nederlandse industrie. Immers naast de aankoop van emissierechten zullen de investeringen (via CDM en JI) in het buitenland toenemen ten koste van die in Nederland.

In hoofdstuk 4 van het achtergrondrapport is meer in detail ingegaan op de potentiële en kosten van de volgende, veelal spraakmakende of verwachtingsvolle, technologieroutes: biomassa, waterstof, kernenergie, warmte/kracht en CO₂-opslag.

4.8 Kosten van post-Kyoto klimaatbeleid

Zowel het adaptatiebeleid als het mitigatiebeleid vergt forse inspanningen die geld en welvaart zullen kosten. De kosten hangen af van de doelstelling van het beleid, van de landen die deelnemen en van de manier waarop de Nederlandse overheid de reductiedoelstelling wil behalen. Om een effectief systeem te krijgen dat tegen de laagste kosten de concentratie van broeikasgassen beperkt, kan de overheid zich het best beperken tot het inzetten van marktinstrumenten en sturing op doelen. Een effectief CO₂-beleid betekent dus niet dat de overheid zijn apparaat fors hoeft uit te breiden en hoge kosten moet maken.

Een belangrijke factor voor de kosten van het mitigatiebeleid is het geografische schaalniveau waarop het beleid wordt gevoerd. In z'n algemeenheid geldt dat hoe hoger het schaalniveau is waarop wordt gestuurd, hoe minder kosten het vergt. Een mondiaal systeem van verhandelbare rechten levert de laagste kosten op, een systeem van sturing op sectoren zoals de gebouwde omgeving of zelfs sturing op technieken is vele malen duurder.

Voor de acceptatie van strenge doelen zal het noodzakelijk zijn om de kosten van de maatregelen, maar ook de transactiekosten laag te houden. Het systeem van emissiehandel dat nu wordt opgezet in Europa kan evolueren naar een systeem waar ook andere sectoren aan deelnemen (transportsector en/of gebouwde omgeving via de energieleveranciers). Ook kan het gekoppeld worden aan landen buiten de Europese Unie die een systeem van verhandelbare rechten opzetten naar landen. Bijvoorbeeld met landen die reeds het Kyoto-protocol hebben geratificeerd, zoals Noorwegen, Japan en Canada.

Macro-economische kosten

Studies naar de kosten van post-Kyoto mitigatiebeleid spitsen zich toe op de kosten van een vermindering van de CO₂-uitstoot. Dit levert naar verwachting een hoge schatting van de kosten, omdat veel andere broeikasgassen tegen lagere kosten kunnen worden gereduceerd.

Volgens schattingen van het CPB en het RIVM zal een reductie van 30% van de CO₂-uitstoot Nederland in 2020 tussen 0,2% en 4,8% van het Nationaal Inkomen (NI)⁵ kosten. Met andere woorden, als gevolg van de emissiereductie zal het NI in 2020 tussen 0,2% en 4,8% lager zijn dan zonder mitigatiebeleid. De kosten hangen af van het aantal deelnemende landen, de verwachte economische groei en de verdeling van emissierechten. De reden hiervoor is dat de kosten van emissierechten lager worden naarmate er meer landen deelnemen, omdat in veel ontwikkelingslanden relatief goedkope manieren bestaan om emissies terug te

⁵ Het Nationaal Inkomen (NI) is de som van het Bruto Binnenlands Product (BBP) en de per saldo uit het buitenland ontvangen lonen, rente en dividenden.



dringen. De economische groei is van invloed omdat een hogere groei resulteert in een hogere vraag naar energie, en daarom ook in een hogere vraag naar emissierechten. Als het nationaal inkomen de komende jaren niet met gemiddeld 3%, maar met gemiddeld 1,9% groeit, zijn de kosten van het klimaatbeleid 75% lager (0,2% in plaats van 0,8% van het NI in 2020). De verdeling van de emissierechten, gelijke rechten per persoon of een systeem van verworven rechten, heeft veel kleinere effecten op de kosten.

Schattingen van het IPCC geven aan dat de kosten van post-Kyoto klimaatbeleid afhangen van de uiteindelijke doelstelling van het beleid, de snelheid waarmee het doel bereikt moet worden en van de economische ontwikkeling. De strengst doorgerekende variant (stabilisatie van de CO₂-concentratie op 450 ppm) resulteert in mitigatiebeleid in 2050 in een wereldeconomie die 1,1% tot 4,1% kleiner is dan in afwezigheid van mitigatiebeleid. In een iets minder strenge variant (550 ppm) liggen de kosten beduidend lager: tussen 0,1% en 1,8% van de wereldeconomie. In tabel 3 staan de schattingen van de kosten van klimaatbeleid weergegeven.

tabel 3 Kosten van klimaatbeleid: schattingen

Jaar	2020		2050	
Doel	Reductie van 30%		Stabilisatie op 450 ppm CO ₂	Stabilisatie op 550 ppm CO ₂
Aannames	Mondiaal beleid	Alleen Annex-1 landen	Zes verschillende IPCC scenario's	
	Lage economische groei	Hoge economische groei		
Kosten	0,2% NI Nederland	0,8% NI Nederland	4,8% NI Nederland	1,1% - 4,1% wereld-BBP
				0,1% - 1,8% wereld-BBP

Bij een hoge economische groei betekent een 0,8% lager NI in 2020 een gemiddelde jaarlijkse groei van 2,96% in plaats van 3,0%. Het NI is dan in 2020 niet 80,6% hoger dan in 2000, maar 79,1%. Een 4,8% lager NI komt neer op een gemiddelde jaarlijkse groei van 2,7% in plaats van 3,0%. Het NI is dan in 2020 71,9% hoger dan in 2000.

Om een indruk te geven van de omvang van deze kosten, vergelijken we ze hier met de kosten van een andere beleidsmaatregel en externe factoren waarvan de macro-economische kosten door het CPB zijn berekend. Een verlenging van de duur van arbeidscontracten met 6% (een 40-urige werkweek in plaats van een 38-urige) levert een 0,2% hoger BBP op. Wanneer de Amerikaanse dollar gedurende twee jaar 8% in waarde stijgt, neemt het BBP met 0,5% af. En wanneer de lange en korte rente een half procentpunt stijgen, kost dat 0,3% van het BBP.

In het gunstigste geval zijn de kosten van klimaatbeleid dus klein, ook wanneer ze vergeleken worden met andere beleidsmaatregelen of met externe invloeden op de Nederlandse economie.

Transactiekosten en administratieve lasten voor de overheid

Bijna in alle kostenstudies van het klimaatbeleid beperkt het begrip 'kosten' zich tot de uitvoeringskosten die direct samenhangen met de implementatie van maatregelen in de verschillende sectoren. Dit betreft bijvoorbeeld de meerkosten van het investeren in een windmolen.

Naast deze uitvoeringskosten bestaan er echter ook transactiekosten zoals bijvoorbeeld het verzamelen van informatie en het bijhouden van de administratie van emissiehandel voor een bedrijf. Daarnaast heeft ook de overheid aanzienlijke kosten in de vorm van handhaving- en monitoringkosten of kosten die samenhangen met bijvoorbeeld het uitonderhandelen van een internationaal handelsstelsel en het creëren van de markt daarvoor. Hoewel deze kosten veel geringer lijken te zijn dan de uitvoeringskosten, is het opvallend hoe weinig nog bekend is over de hoogte van deze transactiekosten voor de doelgroepen en administratieve lasten van de overheid. Bovendien blijken deze kosten niet of nauwelijks een rol te spelen bij de keuze voor een bepaald instrument.

Toekomstige adaptatiekosten

Adaptatiekosten maken een belangrijk onderdeel uit van de totale kosten van klimaatbeleid. De eerder genoemde cijfers hebben echter alleen betrekking op mitigatiebeleid. De reden hiervoor is dat de schatting van adaptatiekosten is erg onzeker, wat weer zijn oorzaak vindt in de onzekerheid van de klimaatmodellen.

Uitgaande van een mondiale temperatuurstijging van 2°C en een zeespiegelstijging van 60 cm in 2100 zijn de belangrijkste kostenposten van het adaptatiebeleid voor Nederland waterbeheer en landbouw. De kostenposten voor waterbeheer bestaan uit aanpassing van regionale watersystemen, aanpassingen in rivieren, IJsselmeer en dijken, en kustverdediging. De kostenposten voor de landbouw bestaan voornamelijk uit kosten voor verdroging.

Regionale watersystemen moeten worden aangepast om de grotere seizoensvariaties en extremen op te kunnen vangen. De zeespiegelstijging maakt zandsuppletie en dijkverhogingen noodzakelijk.

De komende vijftig jaar zullen de extra kosten voor waterbeheer maximaal 0,13% van het BBP bedragen. Na 2050 zal de zeespiegel verder stijgen en kunnen de kosten nog verder oplopen. Deze kosten komen boven de huidige uitgaven aan waterbeheer. Bij deze schatting is geen rekening gehouden met rampen zoals overstromingen en dijkdoorbraken. Die kunnen aanleiding geven tot enorme kosten. De geschatte vervangingswaarde van investeringen in Nederland beschermd door waterkeringen bedraagt meer dan € 4.000 miljard, bijna negen maal het BBP van 2004.

De landbouw maakt nu al enorme kosten om de gevolgen van verdroging tegen te gaan. Die zullen de komende jaren verder oplopen. Omdat de economische betekenis van de agrarische sector echter afneemt, blijven de kosten voor de Nederlandse economie beperkt tot ongeveer 0,1% van het BBP.



Voor andere aanpassingen aan klimaatverandering is nog geen uitgewerkt beleid (centraal, noch decentraal) geformuleerd en zijn nog geen acties in gang gezet. Een deel van de benodigde investeringen vallen onder normale sectorale investeringsontwikkelingen. Welke *additionele* kosten nodig zijn om het hoofd te bieden aan klimaatverandering is diensengevolge niet bekend.



Verklarende woordenlijst

Adaptatiebeleid	Beleid en instrumenten gericht op maatschappelijke aanpassingen aan de effecten van klimaatverandering. Voorbeelden zijn dijkverzwaring en het creëren van overloopgebieden.
Biomassa	Organisch materiaal: plantaardige of dierlijke resten. Door verbranding, vergassing of vergisting kan uit biomassa elektriciteit, warmte of gas gewonnen worden. De CO₂ die bij die processen vrij komt, is eerder door planten uit de lucht opgenomen en vastgelegd. Op deze manier wordt bij de winning van energie uit biomassa geen extra CO₂ uitgestoten. Fossiele brandstoffen zoals kolen, olie en aardgas zijn ook organisch van oorsprong, maar worden gedurende miljoenen jaren uit plantenresten gevormd. EU-definitie: De biologisch afbreekbare fractie van producten, afvalstoffen en residuen van de landbouw (met inbegrip van plantaardige en dierlijke stoffen), de bosbouw en aanverwante bedrijfstakken, alsmede de biologisch afbreekbare fractie van industrieel en huishoudelijk afval'.
Biobrandstof	Vloeibare of gasvormige transportbrandstof die gewonnen is uit biomassa (EU-definitie).
Biodiesel	Voor gebruik als biobrandstof bestemd methylester van plantaardige of dierlijke olie van dieselkwaliteit (EU-definitie).
Plantenolie	Door persing, extractie of soortgelijke procédés uit oliehoudende planten gewonnen olie, natuurlijk of geraffineerd, maar in ieder geval chemisch ongewijzigd, die beantwoordt aan de motortypen en de emissievoorschriften (EU-definitie van 'Onvermengde plantaardige olie'). Ook wel Pure Plant Oil (PPO) genoemd.
Bruto-kosteneffectiviteit	De kosten die nodig zijn om een bepaald effect te bereiken. Is gelijk aan de verleende subsidie gedeeld door het totale besparingseffect in termen van energiebesparing of CO₂. De bruto-kosteneffectiviteit wordt niet gecorrigeerd voor terugkoppelingseffecten. Ook wel <i>pseudo-kosteneffectiviteit</i> genoemd.
Conversie	De productie van energiedragers uit andere energiedragers. Voorbeeld: in een raffinaderij worden aardolieproducten geproduceerd uit ruwe aardolie. Bij deze conversiestappen treden omzettingverliezen om (alook transportverliezen).
Discontovoet	Percentage waarmee toekomstige geldstromen worden verdisconteerd. Deze geeft aan hoe de beslisser toekomstige kosten en opbrengsten vooraf waardeert.
Doeltreffendheid	Mate waarin doelen zijn bereikt, <i>dankzij</i> een bepaald instrument. Dit zijn dus de effecten die specifiek aan het instrument kunnen worden toegeschreven.
Duurzame energie	Energie bronnen waarbij weinig tot geen schadelijke milieueffecten optreden bij winning en omzetting en die in onuitputtelijke hoeveelheden beschikbaar zijn, zoals zon, wind, water, biomassa, aard- en omgevingswarmte.

Emissies	De vrachten verontreiniging die uit een bron vrijkomen. Synoniem: uitstoot.
Emissiefactor	Kengetal dat de emissies van CO ₂ en andere stoffen per eenheid primaire brandstof aangeeft.
Energiedrager	Brandstof als aardolie, aardgas, steenkool etc., elektriciteit, stoom en duurzame vormen van energie. Aardolie, aardgas en steenkool zijn fossiele energiedragers. Het zijn ook primaire energiedragers omdat ze uit de natuur gewonnen worden. Secundaire energiedragers zijn energiedragers die ontstaan door omzetting (conversie). Belangrijk voorbeeld van een secundaire energiedrager is de elektriciteit die in een elektriciteitscentrale wordt opgewekt. De zonne-energie en de windenergie zijn primaire energiedragers. Na conversie ontstaat elektriciteit.
Ex-ante	Vooraf.
Ex-post	Achteraf.
Free-riders	Actoren die profiteren van een maatregel, beleid of actie zonder er kosten voor te maken of er anderszins aan bij te dragen.
Graaddagen	De betekenis van de temperatuurstijging voor de samenleving blijkt onder meer uit de verandering in de behoefte aan huisverwarming. De invloed van het weer op die behoefte kan tot uitdrukking worden gebracht aan de hand van het begrip graaddagen. Om het aantal graaddagen per jaar vast te stellen wordt voor alle dagen waarop de gemiddelde temperatuur lager was dan 17°C bekeken hoeveel graden de temperatuur lager was. Die afwijkingen bij elkaar opgeteld geeft het aantal graaddagen (voorbeeld: een dagtemperatuur van 14°C draagt 3 bij, een dagtemperatuur van -3°C draagt 20 bij, enzovoorts). Het achterliggende idee is dat de verwarming pas wordt aangezet bij een buitentemperatuur beneden de 17°C en dat er meer moet worden gestookt naarmate het kouder is.
Hernieuwbare bron	Zie duurzame energie
Joules	De hoeveelheid energie die vrijkomt bij de verbranding van energiedragers wordt uitgedrukt in joule (J). Hoeveelheden van alle energiedragers kunnen in joules worden omgerekend, waardoor ze optelbaar worden. In de tabellen komen vaak de volgende veelvouden van de joule voor: GJ (gigajoule) 10 ⁹ joule. TJ (terajoule) 10 ¹² joule. PJ (petajoule) 10 ¹⁵ joule.
Kosteneffectiviteitanalyse	Vergelijkt de kosten van verschillende manieren om een bepaald effect te bewerkstelligen.
Marktinstrumenten	Maatregelen die invloed hebben op de vraag, het aanbod of rechtstreeks op de prijs van een bepaald goed.
Mitigatiebeleid	Beleid en instrumenten gericht op het verminderen van klimaatveranderingen door de uitstoot van broeikasgassen te beperken.
Monitoring	Het systematisch verzamelen van gegevens ten behoeve van beleidsverantwoording.



Netto-kosteneffectiviteit	De kosten die nodig zijn om een bepaald effect te bereiken. Is gelijk aan de verleende subsidie inclusief uitvoeringskosten gedeeld door het <i>gecorrigeerde</i> besparingseffect in termen van energiebesparing en CO₂. De correctie vindt plaats voor terugkoppelingseffecten als free-riders en reboundeffect. Ook wel <i>feitelijke kosteneffectiviteit</i> genoemd.
Ontkoppeling	Het verlagen van de groeivoet van de emissies ten opzichte van de groeivoet van de economie.
Rebound-effect	Het correctie-effect op micro niveau voor de gedaalde energiekosten. De gedaalde energiekosten kunnen betekenen dat bedrijven en huishoudens wat meer energie gaan gebruiken. Een rebound effect kan optreden bij het geven van subsidies op energiezuinige consumptieartikelen. Doordat deze artikelen goedkoper worden, kunnen consumenten eerder overgaan tot aanschaf/vervanging die dat anders niet hadden gedaan.
Referentie	<i>De referentiesituatie</i> is de situatie in een vast jaar die zich zou voor hebben gedaan zonder inzet van een bepaald beleidsinstrument.
Referentietechnologie	Technologie die voor de investeerder/beslisser als alternatief geldt voor de gestimuleerde maatregel of techniek. Voor de referentietechnologie wordt de moderne versie van de standaardtechniek (best beschikbare techniek) in de markt gekozen.
Regulering	Beleid dat is gebaseerd op voorschriften en toezicht.
Terugkoppelingseffecten	Effecten die via terugkoppelingsmechanismen inwerken op de het totale besparingseffect, zoals free riders en reboundeffect. Voorbeeld: een besparing per auto wordt (gedeeltelijk) teniet gedaan doordat steeds meer auto's worden afgezet in de markt.