



februari 2009

Een uitgave van het PCCC

# De Staat van het Klimaat 2008

Actueel onderzoek en beleid  
nader verklaard

Planbureau voor de Leefomgeving



Koninklijk Nederlands  
Meteorologisch Instituut  
Ministerie van Verkeer en Waterstaat



vrije Universiteit

amsterdam



Universiteit Utrecht

**NWO**  
Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek

**WAGENINGEN UR**  
For quality of life

**ECN**  
Energieonderzoek  
Centrum  
Nederland



An aerial photograph of a wide waterway, likely a river or canal, with a large dam structure on the right side. Several barges are visible in the water. The sky is clear and blue.

# *De Staat van het Klimaat 2008*

---

Actueel onderzoek en beleid  
nader verklaard

---

februari 2009



# Inhoudsopgave

## Verantwoording 5

## Inleiding 7

1. **Ontwikkelingen kennis klimaatstelsel 9**
  - 1.1 Wereldgemiddelde temperatuur in 2008 op de tiende plaats 9
  - 1.2 Nederland warmt sneller op dan verwacht 9
  - 1.3 Neerslagintensiteit kustgebied hangt samen met zeewatertemperatuur 11
  - 1.4 Extreme zeespiegelstijging mogelijk? 11
  - 1.5 Zwaartekrachteffecten van smeltende ijskappen 12
  - 1.6 CO<sub>2</sub>-emissies en koolstofcyclus 13
  - 1.7 Leren van het klimaat uit het verre verleden 14
2. **CO<sub>2</sub>-emissies en de haalbaarheid van doelstellingen 17**
  - 2.1 CO<sub>2</sub>-emissies en de bijdrage van China 17
  - 2.2 Is 2 graden nog haalbaar? 18
  - 2.3 De rol van ontwikkelingslanden bij de klimaatdoelstellingen 19
  - 2.4 De relatie tussen klimaatbeleid en economische ontwikkeling 20
3. **Van Bali tot Rotterdam: klimaatbeleid in 2008 23**
  - 3.1 De eerste stap: van Bali naar Poznan 23
  - 3.2 Het Europese klimaatpakket 24
  - 3.3 Schoon en zuinig: link tussen Brussel en Den Haag 26
  - 3.4 Het Rotterdam Climate Initiative 28
4. **Ontwikkelingen in klimaat- en energiebeleid 31**
  - 4.1 Mondiale ontwikkelingen 31
  - 4.2 Nederland: Energierapport 2008 33
  - 4.3 Hernieuwbare energie 36
  - 4.4 Kolencentrales 36
  - 4.5 Afvang en opslag van CO<sub>2</sub> 37
  - 4.6 Bio-energie 38
5. **Aanpassen aan een veranderend klimaat 41**
  - 5.1 Klimaatinformatie op maat voor regionale en lokale overheden 42
  - 5.2 De Deltacommissie: leven in de Nederlandse kustzone in 2200 44
  - 5.3 De Randstad in 2040: kansen benutten 47

## Referenties 49

## Wat doet het PCCC? 53

## Colofon 55



## Verantwoording

Deze brochure is geschreven door en tot stand gekomen onder verantwoordelijkheid van de Wetenschappelijke Redactie van het PCCC. Alvorens tot publicatie over te gaan is de inhoud aan een extra check onderworpen door de volgende wetenschappers van uiteenlopende disciplines:

Janette Bessembinder, KNMI	Irene Kingma, Vrije Universiteit
Kornelis Blok, Universiteit Utrecht/Ecofys	Peter Kuikman, Wageningen UR
Hans de Boois, NWO	Marc Londo, ECN
Floor Brouwer, Wageningen UR	Francine Loos, Wageningen UR
Heleen de Coninck, ECN	Leo Meyer, PBL
Bert Daniels, ECN	Joop Oude Lohuis, PBL
Peter Driessen, Universiteit Utrecht	Florrie de Pater, Vrije Universiteit
Michiel van Drunen, Vrije Universiteit	Jeroen van der Sluijs, Universiteit Utrecht
Jan Willem Erisman, ECN	Tejo Spit, Universiteit Utrecht
Arnout Feijt, KNMI	Bart Strengers, PBL
Harry Geurts, KNMI	Rob Swart, Wageningen UR
Heleen Groenenberg, ECN	Katrien Termeer, Wageningen UR
Wilco Hazeleger, KNMI	Wim Turkenburg, Universiteit Utrecht
Henry Hooghiemstra, Universiteit van Amsterdam	Pier Vellinga, Wageningen UR
Pavel Kabat, Wageningen UR	Nanne Weber, KNMI
Arie Kattenberg, KNMI	

Wij zijn hen bijzonder erkentelijk voor de gemaakte opmerkingen en suggesties, die wij zoveel mogelijk hebben overgenomen. De wijze waarop wij de commentaren hebben verwerkt, is vervolgens gecontroleerd door Tom Kram (PBL, Planbureau voor de Leefomgeving), die heeft geconcludeerd dat de eindredactie de gemaakte op- en aanmerkingen zeer gewetensvol heeft verwerkt.

Aan deze brochure kan als volgt worden gerefereerd: 'Rob van Dorland, Wieke Dubelaar-Versluis en Bert Jansen (red.), 2009, De Staat van het Klimaat 2008, uitgave PCCC, De Bilt/Wageningen.'

Rob van Dorland, Wieke Dubelaar-Versluis en Bert Jansen / februari 2009

Foto's omslag: [www.deltacommissie.com](http://www.deltacommissie.com)





## Inleiding

Op klimaatgebied was 2008 in Nederland het jaar van de Deltacommissie. In kranten en tijdschriften verschenen meer dan 900 artikelen over de bevindingen van de commissie. Die grote aandacht van de media heeft voor een belangrijk deel te maken met het unieke, eenduidige en ook enigszins dramatische karakter van de kernboodschap van de Deltacommissie: "Nederland moet 10 keer veiliger". Een soortgelijk effect als de boodschap van Al Gore in 2006. Uit onderzoek van de universiteiten van Wageningen en Leiden<sup>1</sup> blijkt dat de mate van media-aandacht sterk afhangt van het karakter van de boodschap.

Opvallend was dat de bevindingen van de Deltacommissie in de media breed zijn uitgemeten, en dat de meeste kritiek zich op slechts één enkel punt richtte: het door de commissie gehanteerde scenario voor de zeespiegelstijging van 130 cm (inclusief 10 cm bodemdaling) als alternatief voor de 85 cm in het hoogste scenario van het KNMI. Het verschil tussen de zeespiegelstijgingen van KNMI en Deltacommissie zit vooral in het door de Deltacommissie opnemen van een mogelijke temperatuurstijging van zes graden in 2100, het hoogste scenario van het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), en een extremere schatting van het smelten en afbrokkelen van de ijskappen. De Deltacommissie heeft bewust gekozen voor een dergelijk 'worst case scenario' om de veiligheidsrisico's beter in kaart te brengen. Deze kenmerken zich door een kleine kans op grote schade. De KNMI'06 scenario's zijn daarentegen ontwikkeld om de meest waarschijnlijke klimatologische ontwikkelingen in kaart te brengen. In deze brochure wordt uitgebreid aandacht besteed aan de achtergronden en aanbevelingen van de Deltacommissie.

Wereldwijd tekende zich in 2008 de financiële crisis af en kwam de discussie op gang of het klimaatbeleid hier onder zal lijden of niet. Globaal zijn er twee tegengestelde effecten: enerzijds is de bereidheid groot om te veranderen, te innoveren en te investeren in de toekomst, anderzijds wordt ook gesteld dat er juist (te) weinig financiële ruimte is om geld te steken in de bestrijding van klimaatverandering en de gevolgen daarvan. Verder leidt minder economische groei meestal tot minder emissies.

Het jaar 2008 werd afgesloten met de VN-klimaattop in Poznan en parallel hieraan de EU-top in Brussel. Het doel van de klimaattop in Poznan was om stappen te zetten richting een nieuw klimaatverdrag als opvolger van het in 2012 aflopende Kyoto Protocol. Het doel van de Brusselse EU-top was het maken van afspraken over energie- en klimaatbeleid tot 2020. Die twee onderhandelingen konden natuurlijk niet worden gescheiden. Hoewel premier Tusk van Polen in Poznan de klimaattop opende als gastheer met een duidelijke oproep om klimaatverandering serieus te nemen, streed datzelfde Polen, gesteund door diverse andere lidstaten, in Brussel voor afzwakking van de Europese afspraken, met name omdat sommige studies aangeven dat klimaatmaatregelen de vooral op kolen gebaseerde elektriciteit in Polen veel duurder zouden maken. Andere zorgen speelden rondom de concurrentiepositie van sectoren die op de wereldmarkt opereren en die vanwege de emissierechten kosten moeten maken, en rondom de effecten van de financiële crisis. Hoewel niet verwacht werd dat in Poznan concrete afspraken zouden worden gemaakt - dat wordt bewaard voor de volgende VN-klimaattop in Kopenhagen in december 2009 - is in Brussel de Europese ambitie van flinke emissiereducties, meer energiebesparing en meer duurzame energie overeind gebleven.

In de periode 2000-2007 zijn de mondiale CO<sub>2</sub>-emissies viermaal zo snel gestegen als in de jaren negentig. Deze groei van emissies komt momenteel boven het meest pessimistische scenario van het IPCC uit. De oorzaken liggen in het achterblijven van de efficiëntie van het energieverbruik ten opzichte van de verwachtingen en de sterke toename van de emissies in de landen met snel groeiende economieën, met name China en in iets mindere mate India. In 2008 is deze groei enigszins geremd, mede door de financiële crisis. De ontwikkeling van de CO<sub>2</sub>-concentratie in de atmosfeer ligt echter nog binnen de bandbreedte van de berekeningen met de IPCC-scenario's, hetgeen veroorzaakt wordt door een toename van de natuurlijke verwijdering van CO<sub>2</sub>. Op de langere termijn wordt ook in de natuurlijke vastlegging een afname verwacht, maar in welke mate is onzeker. Ook de onzekerheid over de werkelijke emissieniveaus voor de komende tijd is een factor van belang. Hoe fraai de internationale plannen voor terugdringing van de uitstoot vaak ook zijn, de sociaal-economische en politieke werkelijkheid zijn uitermate weerbarstig.

Er is een trend in de discussies over onzekerheden waar te nemen. De aandacht verschuift langzaam van kwesties als: 'is er al sprake van klimaatverandering en komt die wel door de mens?' naar 'welke gevolgen heeft klimaatverandering bij verschillende niveaus van opwarming?' De in politiek-maatschappelijk opzicht belangrijkste vraag 'moeten we klimaatverandering tegengaan, ons eraan aanpassen of gewoon maar ondergaan?' wordt echter nog steeds niet eenduidig beantwoord, ook al heeft de Deltacommissie daar, voor wat betreft waterveiligheid, een krachtige poging toe gedaan. In de praktijk wordt de noodzaak van grootschalige ingrepen in het landschap en onze leefstijl nogal eens ter discussie gesteld vanwege de hoge maatschappelijke kosten in relatie tot de onzekerheden over de vraag of het allemaal wel zin heeft. Dit omdat het effect ervan (mede) afhangt van de vraag of en in hoeverre we de broeikasgasemissie in de hand kunnen houden.

Deze PCCC-brochure 'De Staat van het Klimaat 2008' is geschreven vanuit een wetenschappelijke context. We geven een actueel overzicht van recente ontwikkelingen op het gebied van klimaatverandering, zowel in het onderzoek als in de maatschappelijke en beleidsdiscussies. Om het overzicht beknopt te houden, ontkomen we echter niet aan een selectie van onderwerpen. We hopen met onze keuze de hoofdlijnen van de ontwikkelingen te hebben gedekt. Achtereenvolgens vindt u in de brochure natuurwetenschappelijke ontwikkelingen, stand van zaken rond de broeikasgasemissies en haalbaarheid van de tweegradendoelstelling, ontwikkelingen in het klimaat- en energiebeleid en vorderingen op het gebied van adaptatie. In de brochure is een scheiding aangebracht tussen klimaat- en energiebeleid; hoewel deze thema's onlosmakelijk met elkaar zijn verbonden, hebben ze ieder een eigen dynamiek. Op alle terreinen hebben we geprobeerd om zowel nieuwe feiten als bijbehorende onzekerheden en dilemma's op een evenwichtige manier te belichten.

# 1. Ontwikkelingen kennis klimaatsysteem

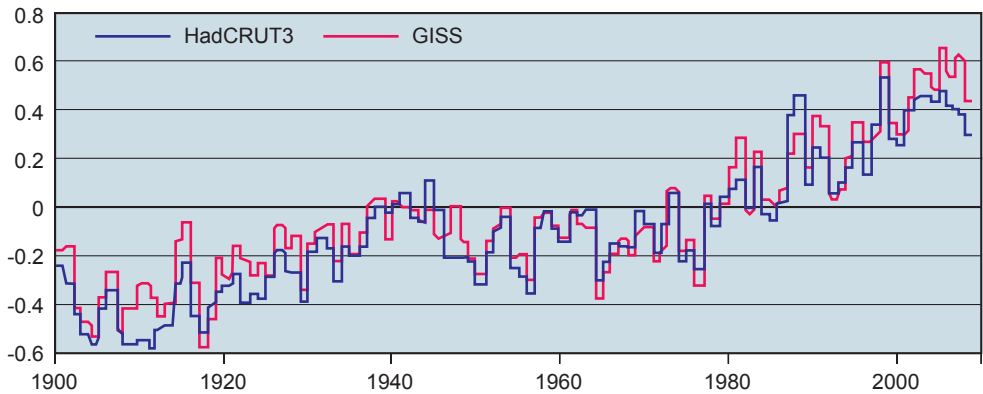
In het afgelopen jaar vonden diverse interessante wetenschappelijke ontwikkelingen plaats. Zo blijkt Noordwest-Europa sneller op te warmen dan op grond van resultaten van klimaatmodellen verwacht werd. Onderzoek is verricht naar de relatie tussen de temperatuur van het Noordzeewater en de buienintensiteit in het Nederlandse kustgebied in de zomer. De gemeten neerslaghoeveelheden in augustus 2008, net als in eerdere zomers, sluiten goed aan bij de resultaten van dit onderzoek. Veel aandacht in 2008 was er voor de plausibele bovengrenzen van de zeespiegelstijging, zoals verwoord door de Deltacommissie. In de zomer trokken de Noordpool en het smeltend zeeijs weer de nodige belangstelling vanuit de media. In september 2008 werd het laagterecord van de zeeijsbedekking van 2007 net niet geëvenaard. In deze brochure gaan we in op het zwaartekrachteffect van ijskappen. Dit heeft een grote impact op de zeespiegelstijging bij het smelten van een substantiële hoeveelheid landijs, zoals op Groenland en in West-Antarctica. Verder presenteren we de voortschrijdende inzichten op het gebied van de koolstofcyclus. Tenslotte wordt aandacht besteed aan het klimaat van 55 miljoen jaar geleden, een tijd waarin zowel de temperatuur als het CO<sub>2</sub>-gehalte van de atmosfeer hoog waren. Paleoklimaten zijn wetenschappelijk interessant voor het bepalen van langzame feedbacks, die van belang kunnen zijn voor het bepalen van de klimaatgevoeligheid.

## 1.1 Wereldgemiddelde temperatuur in 2008 op de tiende plaats

De jaargemiddelde temperatuur was in 2008 wereldwijd bijna 0,1 graad lager dan in 2007. Hiermee staat 2008 op de 10e plaats in de lijst van warmste jaren sinds het begin van de metingen in 1856. Dat betekent niet dat hiermee een dalende trend is ingezet. De gemiddelde mondiale temperatuur over de periode 2000-2008 ligt 0,17 tot 0,23 graden boven het gemiddelde van de jaren negentig. De hoge waarde van 0,23 graden is afkomstig van de NASA-meetreeks, waarin ook een schatting van de temperatuurontwikkeling in gebieden zonder thermometers, met name de poolgebieden, verdisconteerd is. De lage zeeijsbedekking in het Arctische gebied suggereert dat deze regio behoorlijk aan het opwarmen is. Klimaatverandering is een proces dat over langere periodes moet worden bekeken. Temperatuurvariaties van jaar tot jaar worden veroorzaakt door natuurlijke factoren, waaronder toevallige fluctuaties. Zo is 1998 nog steeds het warmste jaar door de zeer sterke El Niño van dat jaar, leidend tot een extra zetje van ongeveer 0,25 graden. 2008 was wereldwijd relatief koel door de effecten van La Niña in de Stille Oceaan. Dit effect wordt geschat op 0,15 graden. La Niña en El Niño zijn natuurlijke klimaatfluctuaties en elkaars tegenpolen.

## 1.2 Nederland warmt sneller op dan verwacht

Nederland heeft een uitzonderlijke reeks warme seizoenen achter elkaar meegemaakt. De vraag rijst of de opwarming van Nederland tot nu toe in het beeld van de mondiale klimaatverandering past, rekening houdend met de grillige weer- en klimaatschommelingen die van nature ons klimaat bepalen. Het is bekend uit waarnemingen dat temperatuurveranderingen als gevolg van diverse klimaatfactoren niet overall even snel verlopen. Bij een wereldwijde temperatuurstijging warmen de grote landmassa's duidelijk sneller op dan de oceanen. Het Noordpoolgebied warmt nog sterker op. Dit is vooral een gevolg van het smelten van sneeuw en ijs, waardoor zonnestraling die eerst teruggekaatst werd door het witte oppervlak, nu het land en de oceaan kan opwarmen. Mogelijk speelt ook verandering in transport van energie naar de polen een rol<sup>2</sup>. Uitdroging van continentale gebieden in de zomer zorgt ook voor snellere opwarming, omdat minder verdamping van water voor minder koeling zorgt. Deze



*Schattingen van het verloop van de wereldgemiddelde temperatuur van het Hadley Centre en de Climate Research Unit (HadCRUT3) exclusief de poolgebieden en de meetreeks van NASA (GISS) inclusief de poolgebieden*

ongelijke opwarming in verschillende gebieden wordt niet alleen door de klimaatmodellen voorzien, maar wordt ook in de werkelijkheid duidelijk waargenomen.

Volgens een recente studie van het KNMI<sup>3</sup> is er in Nederland sprake van een snellere opwarming dan verwacht op basis van de wereldgemiddelde temperatuurstijging. In Nederland is de temperatuur sinds 1900 ruim twee keer zo snel gestegen als de wereldgemiddelde temperatuur. Het is nu in Nederland zo'n 1,7 graden warmer dan aan het begin van de twintigste eeuw. Deze opwarming is opmerkelijk, omdat door de ligging van Nederland op gematigde breedte met een oceaan ten westen en een continent ten oosten, verwacht werd dat de temperatuur ongeveer even snel zou stijgen als het wereldgemiddelde. De snellere opwarming in Nederland in de late winter en het vroege voorjaar hangt samen met meer (zuid)westenwind. In de lente en zomer komt het verschil tot uiting in een toename van de hoeveelheid zonneschijn aan de grond, mogelijk veroorzaakt door afname van luchtvervuiling met stofdeeltjes, maar waarschijnlijk ook door afname van bewolking. De vermindering van stofdeeltjes hangt samen met de verbeterde luchtkwaliteit. Minder bewolking hangt samen met meer (zuid)oostenwind in de lente en zomer.

Ook in de ons omringende landen, van Noord-Frankrijk tot aan West-Polen, is sprake van een sterkere opwarming dan wereldgemiddeld. Volgens de studie past de snellere opwarming van West-Europa niet in de huidige statistiek, ook niet wanneer rekening gehouden wordt met de temperatuurstijging door het versterkte broeikaseffect zoals bepaald met klimaatmodellen. Weliswaar neemt in de modellen de westenwind in de winter en de oostenwind in het zomerseizoen toe, maar deze toename is beduidend kleiner dan waargenomen. Dit betekent ofwel dat er sprake is van een nog onbegrepen langjarige fluctuatie, ofwel dat de huidige klimaatmodellen onvoldoende in staat zijn om op regionale schaal de veranderingen in circulatiepatronen door het versterkte broeikaseffect te reproduceren, of een combinatie van beide. Vanwege de relatief korte tijdreeksen van waargenomen klimaatvariabelen is dit niet eenduidig te bepalen<sup>4</sup>.

### 1.3 Neerslagintensiteit kustgebied hangt samen met zeewatertemperatuur

In de afgelopen zomers is een paar keer sprake geweest van overvloedige regenval en wateroverlast in de kustprovincies. Verder is de laatste jaren veelvuldig sprake van hoge zeewatertemperaturen in de Noordzee. De vraag rijst in hoeverre de zeewatertemperatuur de buienintensiteit beïnvloedt.

Het is bekend dat de maximale hoeveelheid waterdamp die lucht kan bevatten met circa 7% per graad temperatuurstijging toeneemt. In het Nederlandse kustgebied wordt echter een tweemaal zo grote toename van buienintensiteit gevonden, namelijk 14% per graad. Deze sterke neerslagtoename blijkt zowel uit waarnemingen in De Bilt als uit modelberekeningen met het regionale klimaatmodel van het KNMI. De grotere temperatuursgevoeligheid komt omdat niet alleen de hoeveelheid waterdamp van belang is, maar ook de snelheid waarmee waterdamp wordt omgezet in regen. Deze hangt af van de opwaartse beweging in de buienwolk, en neemt toe met de temperatuur.

Uit onderzoek<sup>5</sup> naar de invloed van de Noordzee op neerslag in de nazomer en vroege herfst blijkt er voor de neerslag aan de kust een toename van 10-15% neerslag per graad temperatuurstijging van de Noordzee te zijn. In de extreem natte maand augustus 2006 is langs de kust ongeveer 30% meer neerslag gevallen dan normaal. Dit viel voor een groot deel in buien met een hoge neerslagintensiteit en kan waarschijnlijk toegeschreven worden aan het ruim twee graden warmere Noordzeewater<sup>6</sup>. Hoewel de neerslag in augustus 2008 minder extreem was, sluiten de neerslaghoeveelheden van deze maand ook goed aan bij de verhoogde zeewatertemperatuur.

Overigens treedt de sterkere temperatuursgevoeligheid van neerslagintensiteit alleen maar op bij hogere temperaturen en daarmee voornamelijk in het zomerhalfjaar. De grootste intensiteiten worden dan bereikt in buienwolken met sterke opwaartse luchtbewegingen. In het winterhalfjaar treedt neerslag hoofdzakelijk op in grootschalige lagedruksystemen en dan volgen de maximale intensiteiten wel de relatie tussen waterdamp en temperatuur van 7% per graad. Verder komen de intensieve buien vooral voor bij aanvoer vanaf de Noordzee in combinatie met een koude bovenlucht. Dit verhoogt de onstabiele. Bij oostenwind is het effect van de zeewatertemperatuur op de neerslagintensiteit veel kleiner. Aangezien men verwacht dat de zeewatertemperatuur van de Noordzee zal stijgen door het versterkte broeikaseffect, zal hiermee ook de buienintensiteit in de kustgebieden 's zomers toenemen.

### 1.4 Extreme zeespiegelstijging mogelijk?

De Deltacommissie heeft onderzoek<sup>7</sup> laten uitvoeren naar toekomstige klimaatverandering in Nederland. In dit onderzoek is vooral veel aandacht besteed aan 'plausibele bovengrenzen' voor toekomstige zeespiegelstijging, gekoppeld aan de primaire opdracht van de commissie: "Hoe kan Nederland zo worden ingericht dat ons land ook op de zeer lange termijn, na 2100, veilig is tegen overstromingen?" Voor langetermijninvesteringen in de kustverdediging zijn gebeurtenissen met een kleine kans en grote gevolgen relevant. Vanuit die optiek zijn scenario's opgesteld van de mondiale zeespiegelstijging en de zeespiegelstijging langs de Nederlandse kust voor de jaren 2100 en 2200 en is opnieuw gekeken naar het toekomstige wind- en neerslagklimaat. Deze scenario's vullen de KNMI'06 scenario's<sup>8</sup> aan, omdat extreme uitgangspunten zijn gekozen. De KNMI'06 scenario's geven een beeld van meest waarschijnlijke klimaatveranderingen.

Voor de zeespiegelstijging heeft de Deltacommissie een scenario ontwikkeld uitgaande van snelle veranderingen in ijskapdynamica en een wereldgemiddelde temperatuurstijging tot 6 graden in 2100. Dat komt overeen met de bovengrens van de waarschijnlijke ('likely') range van mogelijke temperatuurstijgingen (2 tot 6 graden in 2100) en hoort bij de projectie van het hoogste broeikasgasemissiescenario (Fossil Intens) van het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)<sup>9</sup>, gecombineerd met de bovengrens van de klimaatgevoeligheid. Dit scenario gaat uit van een hoge economische groei en een snelgroeiend wereldwijd hoog gebruik van fossiele brandstoffen, in het bijzonder steenkool.

De zeespiegelstijging tot 2050 wordt volgens de eerdere KNMI'06 scenario's sterk beperkt door het huidige tempo van stijging. Pas daarna neemt de onzekerheid en dus de mogelijkheid van extreme zeespiegelstijging toe. De uitkomsten van het scenario van de Deltacommissie voor de zeespiegelstijging in 2100 wijken fors af van de KNMI'06 scenario's, die uitgaan van de wereldgemiddelde temperatuurstijging van 2 tot 4 graden in 2100. De Deltacommissie spreekt over een plausibele bovengrens van zeespiegelstijging in 2100 (ten opzichte van 1990-2000) van 120 cm (exclusief 10 cm bodemdaling), terwijl het hoogste KNMI'06 scenario (Warm) uitgaat van 85 cm (exclusief bodemdaling).

Het verschil van 35 cm is verklaarbaar uit de keuze voor meer extreme uitgangspunten. Rekenen met een temperatuurstijging van 6 graden in plaats van 4 graden leidt tot een extra zeespiegelstijging door extra uitzetting van zeewater van ongeveer 15 cm. Het overige deel van het verschil (20 cm) wordt verklaard door een extremere extrapolatie van de waargenomen veranderingen in de ijskappen die is toegepast door de Deltacommissie. Hierdoor gaan de afsmelting en afkalving van de Groenlandse en Antarctische ijskappen sneller dan in de KNMI'06 scenario's. Deze versnelling is verdedigbaar omdat er nog steeds veel onzekerheden zijn in de wijze waarop ijskappen zullen reageren op een hogere temperatuur. Zo is het onder andere op basis van de huidige studies nog steeds erg onzeker in welke mate de toename van het naar beneden sijpelende smeltwater van de kilometersdikke ijslaag van Groenland zal leiden tot een afname van de wrijving tussen ijslaag en aardoppervlak, waardoor het ijs potentieel (veel) sneller de zee in zal schuiven.

Ook na 2100 zal de zeespiegel blijven stijgen. Vanwege de onzekerheden zijn robuuste schattingen echter niet mogelijk. Een ruwe schatting van de plausibele bovengrens voor de zeespiegelstijging in 2200 (ten opzichte van 1990) inclusief bodemdaling, behorend bij een wereldgemiddelde temperatuurstijging van 2,5 tot 8 graden, komt uit op 1,5 tot 4 meter. Hierbij is rekening gehouden met zwaartekrachteffecten van smeltende ijskappen.

### 1.5 Zwaartekrachteffecten van smeltende ijskappen

Eén van de effecten van klimaatverandering is de stijging van de zeespiegel. De thermische expansie van zeewater, het afsmelten van landijs en het afbrokkelen van ijskappen vormen de hoofdcomponenten van de stijging. Daarnaast zijn er regionale verschillen in de zeespiegelstijging, veroorzaakt door verandering in oceaanstromingen en verschillen in opname van warmte. Ook spelen zwaartekrachteffecten een rol, maar die worden pas relevant wanneer ijskappen substantieel geslonken zijn. Voor de komende eeuw gaat het om een effect van enkele centimeters. Dit is klein ten opzichte van de onzekerheidsmarges. Daarom is bij het scenario van de Deltacommissie voor 2100 (zie 1.4) geen rekening gehouden met effecten van zwaartekracht door slinkende ijskappen.

Als ijskappen smelten, leidt dit niet tot een wereldwijd gelijkmatige stijging van de zeespiegel. Grote ijsmassa's oefenen via zwaartekracht een aantrekking uit op het water in de omringende oceaan. Hierdoor staat het zeeniveau relatief hoog in de buurt van een grote ijskap. Bij het smelten van de ijskap vermindert de massa ervan en daarmee de zwaartekracht op het omringende water, zodat het zeeniveau ter plaatse minder omhoog wordt getrokken. Op grote afstand stijgt het zeeniveau door dit effect juist meer. Bovendien zal de onderliggende aardkorst iets vervormen bij het verdwijnen van de ijskap. Dit heeft eveneens invloed op het zwaartekrachtveld en dus op de verdeling van oceaanwater en de verticale positie van land. Zo veert Scandinavië nog steeds op als gevolg van het verdwijnen van de ijskap na de laatste ijstijd en als gevolg daarvan heeft Nederland te maken met een autonome daling in de orde van enkele centimeters per eeuw.

Op grond van een recente studie<sup>10</sup> kan gesteld worden dat in Nederland de lokale zeespiegelstijging, bij afsmelten van de Groenlandse ijskap, substantieel wordt afgeremd door het afnemen van de zwaartekracht die deze ijskap uitoefent, in de orde van 80% ten opzichte van de wereldgemiddelde zeespiegelstijging. De lokale stijging ter plaatse van Nederland wordt daarentegen juist versterkt met circa 10% ten opzichte van het wereldgemiddelde door het afnemen van de zwaartekracht van de veel verder weggelegen Antarctische ijskap die massa verliest.

## 1.6 CO<sub>2</sub>-emissies en koolstofcyclus

De hoeveelheid kooldioxide (CO<sub>2</sub>) in de atmosfeer stijgt steeds sneller. In de periode 2000-2007 was de CO<sub>2</sub>-toename gemiddeld 2,0 ppm (deeltjes per miljoen) per jaar. Dit is 33% sneller dan gemiddeld over de periode 1980-2000. De huidige concentratie van CO<sub>2</sub> is 385 ppm. Dit is inmiddels ruim 100 ppm hoger dan de pre-industriële concentratie. Sinds 2000 is het aandeel van CO<sub>2</sub> aan het versterkte broeikaseffect toegenomen tot circa 90% ten opzichte van de broeikasgassen methaan, lachgas en CFK's.

De omvang van de stijgende CO<sub>2</sub>-concentratie is een gevolg van menselijke invloeden, zoals CO<sub>2</sub>-emissies en landgebruik, en natuurlijke processen. Zo varieert de opname van CO<sub>2</sub> door oceanen en land jaarlijks. Het goed begrijpen van de oorzaken van de huidige stijging is een voorwaarde voor het begrijpen van toekomstige ontwikkelingen in de wisselwerking tussen broeikasgassen en klimaat. Uit recent onderzoek<sup>11</sup> blijkt dat de stijging van emissies nog hoger is dan de meest pessimistische scenario's van het IPCC die eind jaren negentig zijn gemaakt, terwijl de ontwikkeling van de CO<sub>2</sub>-concentratie zich nog steeds binnen de bandbreedte van de IPCC-scenario's bevindt. Volgens het Global Carbon Project<sup>12</sup> bedroegen de emissies in 2007 zo'n 10 miljard ton koolstof. Dat is een toename van ruim 30% ten opzichte van 1990. De oorzaken liggen in een sterke toename van emissies in landen met snelgroeiende economieën, met name China en India, en in de verdergaande ontbossing in met name tropische gebieden.

Van iedere kg CO<sub>2</sub> die wordt uitgestoten blijft gemiddeld 450 gram in de atmosfeer. De rest wordt opgenomen door de oceanen en de vegetatie op het land. Slechts een zeer klein deel hiervan wordt jaarlijks definitief uit het oceaan-atmosfeersysteem verwijderd. Bij de oceanen is de CO<sub>2</sub>-opname een chemisch en biologisch gedreven proces: CO<sub>2</sub> lost op in zeewater en vormt (bi)carbonaat, wat leidt tot verzuring van de oceanen. Hoe warmer het water, des te minder CO<sub>2</sub> kan worden opgenomen. Verder zijn er organismen in de oceaan die CO<sub>2</sub> opnemen, zoals plankton. Op het land zijn groene planten verantwoordelijk voor de opname van CO<sub>2</sub> via fotosynthese, waarbij het wordt vastgelegd en onder andere suikers en zuurstof worden

gevormd. Deze opname wordt versneld door het zogeheten fertilizer effect: versnelde groei bij hogere CO<sub>2</sub>-concentraties. CO<sub>2</sub> wordt deels weer afgegeven door afbraak van organisch materiaal.

Het is te verwachten dat er veranderingen op gaan treden in deze twee 'gratis CO<sub>2</sub>-verwijderaars'. De oceanen worden langzaamaan niet alleen warmer maar ook zuurder, wat invloed heeft op organismen in de oceaan. Zuur tast de CO<sub>2</sub>-vastleggende organismen aan, waardoor minder koolstof uit de oceaan wordt verwijderd. Het land kan het oude tempo van opname niet vasthouden door de mogelijke uitdroging van continentale landmassa's.

Daarnaast is gesuggereerd dat de opnamecapaciteit van de oceanen rond Antarctica is afgenomen door een toename van winden die de uitstoot van CO<sub>2</sub> uit de koude wateren bevorderen. Of deze winden in de toekomst verder zullen veranderen is de vraag. Dit is onder andere afhankelijk van de ontwikkeling van het ozongat. De opnamecapaciteit van de noordelijke Atlantische Oceaan neemt mogelijk af als gevolg van afname van het transport van koolstofrijk oppervlaktewater naar de diepere oceaan. Het laatste komt doordat de opwarming van de aardse atmosfeer er toe leidt dat zich een warmere bovenlaag in het water vormt die steeds moeilijker mengt met het koudere water daaronder.

Ook op het land neemt de verwijdering van CO<sub>2</sub> netto af, maar de jaarlijkse variatie lijkt groter te worden. Tijdens de hittegolf en droogte in de zomer van 2003 bijvoorbeeld verloor de Europese biosfeer in één keer 500 miljoen ton koolstof. Dit is net zo veel als er door de EU-15 in een half jaar werd uitgestoten door verbranding van fossiele brandstoffen, terwijl doorgaans 's zomers CO<sub>2</sub> wordt opgenomen. Droogte remt de groei van vegetatie, waardoor minder kooldioxide wordt opgenomen. Bovendien zal een deel van de vegetatie langdurige perioden van droogte niet overleven. Dode plantenresten geven CO<sub>2</sub> aan de atmosfeer af. De interactie tussen de koolstofcyclus en de waterkringloop is dus van belang. De onzekerheid in de frequentie van toekomstige droogteperioden werkt door in die van de koolstofuitwisseling. Deze processen in de oceaan en op het land kunnen mogelijk voor een meekoppeling op het klimaat zorgen: als er minder CO<sub>2</sub> wordt opgenomen, stijgt de temperatuur en vervolgens wordt er nog minder CO<sub>2</sub> opgenomen.

### 1.7 Leren van het klimaat uit het verre verleden

Onderzoek naar klimaatverandering in het verleden is van belang om de gevoeligheid van het klimaatsysteem voor verstoringen te begrijpen en verrassingen zoveel mogelijk uit te sluiten. Zo laat onderzoek<sup>13</sup> naar klimaatschommelingen over de laatste miljoenen jaren zien dat het klimaatsysteem mogelijk twee keer zo gevoelig is als de beste schatting van het IPCC (6 in plaats van 3 graden temperatuurstijging bij een verdubbeling van de concentratie CO<sub>2</sub>), vanwege een aantal meekoppelingen die van belang zijn op een termijn van tientallen tot honderden jaren, zoals de landijs-albedo feedback. Deze zijn nog onvoldoende in de klimaatmodellen meegenomen. Daar staat tegenover dat uit een recente analyse<sup>14</sup> van satellietdata en waarnemingen van het stofgehalte van de atmosfeer over de periode 1985 tot 2005 geconcludeerd kan worden dat de klimaatgevoeligheid juist een factor twee kleiner is dan de raming van het IPCC. Er zijn dus nog grote onzekerheden in onze kennis over de klimaatgevoeligheid.

Interessant met betrekking tot veranderingen in de atmosferische concentraties van broeikasgassen zijn het late Paleoceen en vroege Eoceen, 60 tot 50 miljoen jaar geleden. Deze periode



wordt gekenmerkt door een langzame toename van de CO<sub>2</sub>-concentratie in de atmosfeer tot meer dan 1000 ppm (vergelijk: de huidige concentratie is 385 ppm) en graduele opwarming van de aarde<sup>15</sup>. Bovenop deze langetermijntrend vond er rond 55.5 miljoen jaar geleden een plotselinge en sterke toename van CO<sub>2</sub> plaats. In minder dan 1000 jaar werd een hoeveelheid van 1000 tot 7000 miljard ton koolstof aan de atmosfeer toegevoegd. Dit is veel meer dan de totale hoeveelheid koolstof die bij de verbranding van fossiele brandstoffen is uitgestoten sinds de industriële revolutie, zo'n 300 miljard ton koolstof, maar vergelijkbaar met de totale hoeveelheid nog aanwezig in fossiele brandstoffen (5000 miljard ton). Hierdoor steeg de temperatuur mondiaal in enkele duizenden jaren met 5 tot 9 graden<sup>16</sup>. Dit wordt wel het Paleoceen-Eoceen Thermisch Maximum (PETM) genoemd.

Tijdens het PETM waren vooral de polaire gebieden zeer warm, terwijl tropische temperaturen iets hoger waren dan nu<sup>17</sup>. Dit verschijnsel, een vlak temperatuurverloop van de evenaar naar de polen, zien we ook tijdens andere, minder extreme broeikasklimaten uit het verleden. De polaire versterking van de opwarming wordt door klimaatmodellen tot nu toe sterk onderschat.

Het begin van het PETM hing waarschijnlijk samen met het overschrijden van een drempelwaarde in het klimaatsysteem, die een kettingreactie van positieve terugkoppelingen veroorzaakte, waardoor 'extra' koolstof werd geëmitteerd, afkomstig uit nog onbekende reservoirs<sup>18</sup>. Mogelijk zou het gaan om methaanhydraten in de zeebodem<sup>19</sup>. Dit is een mineraal van water en methaan; recente studies schatten dat er zo'n 2000 miljard ton koolstof in hydraten in de zeebodem ligt. Het duurde ongeveer 170.000 jaar voordat deze extra CO<sub>2</sub> weer uit het atmosfeer-oceaanstelsel was verdwenen door natuurlijke koolstofvastlegging via sedimentatie van kalkskeletten en organisch materiaal op de oceaانبodem<sup>20</sup>. Een vergelijkbare termijn wordt verwacht voor de uiteindelijke (natuurlijke) verwijdering van het huidige antropogene koolstof<sup>21</sup>.

Tijdens het PETM was sprake van grote biologische en ecologische verschuivingen, uitsterven en migraties van soorten, zowel op land als in zee<sup>22</sup>. Het zeewater werd zuurder waardoor grote hoeveelheden calciumcarbonaat oplossen in de diepzee<sup>23</sup>. De gemiddelde temperatuur in het Noordpoolgebied tijdens het PETM steeg van 18 tot 24 graden<sup>24</sup>. Ondanks de geringe hoeveelheid continentaal ijs vlak voor het PETM - onbekend is hoeveel kleine Antarctische ijskapjes nog aanwezig waren - steeg de zeespiegel met minimaal 5, wellicht zelfs met 20 meter<sup>25</sup>. De onzekerheid hierover is groot vanwege tektonische processen van de zeebodem, die het volume van het oceaانبassin kunnen veranderen.

Bij een grote injectie van CO<sub>2</sub> in de atmosfeer, zoals in het verleden tijdens het PETM, kunnen dus sterke meekoppelingen optreden, zoals de polaire versterking van de opwarming. Deze verrassend grote klimaatsprongen zijn dus niet alleen gekoppeld aan ijstijden, maar blijken ook mogelijk te zijn in een relatief warme wereld.

## Onzekerheid

De communicatie over wetenschappelijke onzekerheden is voor buitenstaanders vaak moeilijk te begrijpen. Ten eerste is onzekerheid een moeilijk begrip. Ten tweede is de rapportage van onzekerheden vaak weinig transparant. Om te kunnen bepalen wat er schuil gaat achter onzekerheden, zoals die in de conclusies van het IPCC, is in veel gevallen heel wat speurwerk nodig. Vervolgens verdwijnen die onzekerheden vaak uit beeld in de vertaalslag naar eenvoudiger boodschappen - doorgaans niet gedaan door wetenschappers zelf.

Het klimaatsysteem is zeer complex door vele processen en interacties. De belangrijkste onzekerheden in onze kennis over het klimaatsysteem zijn onder te verdelen in vier categorieën<sup>26</sup>:

- onzekerheden in menselijke en natuurlijke factoren die een rol spelen bij veranderingen
- onzekerheden in de mate van veranderingen
- onzekerheden in de oorzaken van veranderingen
- onzekerheden in de betekenis van veranderingen voor de toekomst

Daarnaast zijn er ook talloze onzekerheden in het klimaatbeleid zelf. Zo kan geen overheid met zekerheid stellen dat de genomen mitigatie- en adaptatiemaatregelen het beoogde effect zullen hebben. Ook is vaak niet duidelijk wat de neveneffecten van beleid zullen zijn, bijvoorbeeld de effecten op economische en ruimtelijke ontwikkelingen. Dat beïnvloedt direct de onderhandelingen, zoals we hebben kunnen zien in Brussel, waar werd getwist over de door Polen geclaimde toename in elektriciteitsprijzen. Ten slotte is men in het nationale en internationale klimaatbeleid niet zeker vanuit welke sectoren en groepen in de samenleving steun kan worden verwacht voor de te nemen maatregelen en wie er in oppositie zal komen.

## 2. CO<sub>2</sub>-emissies en de haalbaarheid van doelstellingen

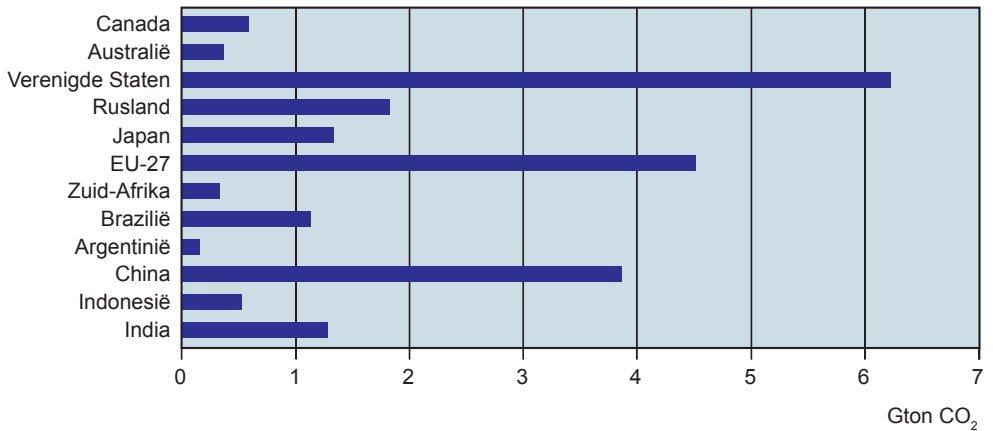
In 2007 is de mondiale uitstoot van CO<sub>2</sub> met 3,1% toegenomen ten opzichte van 2006. In totaal is sinds 1990 de mondiale uitstoot van kooldioxide met 34% toegenomen. Binnen de EU is afgesproken er alles aan te doen om de temperatuur met niet meer dan 2 graden te laten stijgen ten opzichte van het niveau van voor de industriële revolutie. Om deze temperatuurdoelstelling te halen moeten de wereldwijde emissies van broeikasgassen sterk afnemen. Het is de bedoeling dat eind 2009 een mondiaal vervolg op het Kyoto Protocol wordt overeengekomen in Kopenhagen. De Verenigde Staten vonden dat er geen vervolg op Kyoto kan zijn zonder emissiebeperking van de snelgroeiende ontwikkelingslanden, met name China. De ontwikkelingslanden vinden dat de Verenigde Staten nog steeds geen goed klimaatbeleid voert en stellen dat zij niets zullen doen zolang de Verenigde Staten niet een klimaatverplichting op zich neemt. Zo houden de landen elkaar in een houdgreep en blijft het moeilijk om overeenstemming te bereiken. Het is bij het schrijven van deze Staat onduidelijk of deze situatie zal veranderen onder de nieuwe president Barack Obama. Zijn standpunten in zijn verkiezingscampagne maken het waarschijnlijker dat de Verenigde Staten in eigen land emissies gaan beperken, maar voor het meedoen aan een internationaal verdrag moet de Senaat van de Verenigde Staten in grote meerderheid akkoord gaan.

### 2.1 CO<sub>2</sub>-emissies en de bijdrage van China

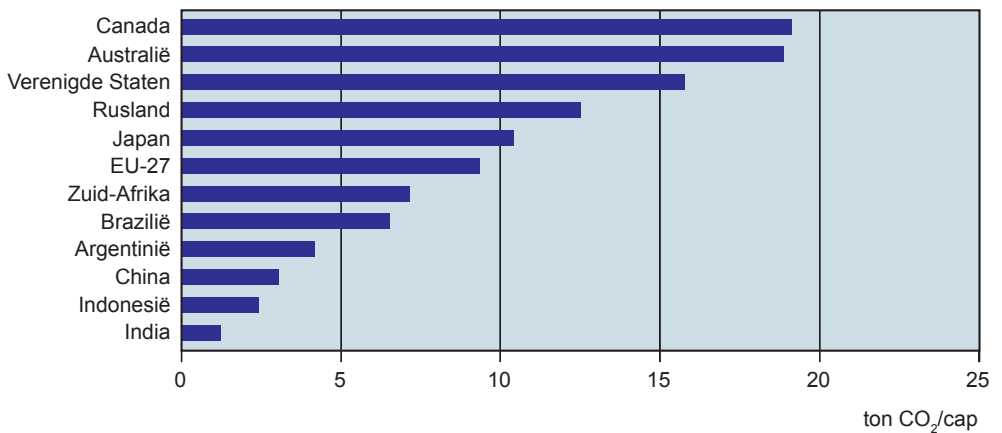
De uitstoot van China, dat sinds 2006 op de eerste plaats van de CO<sub>2</sub>-ranglijst staat, was in 2007 naar schatting 14% hoger dan die van de Verenigde Staten. Dat China in 2006 de Verenigde Staten qua emissies al passeerde, kwam mede door een daling van de emissies in de Verenigde Staten als gevolg van stijgende olieprijsen en warmer weer<sup>27</sup>. Bovendien is ongeveer een kwart van de broeikasgasemissies in China toe te rekenen aan goederen die voor het westen worden geproduceerd. De uitstoot van CO<sub>2</sub> per hoofd van de bevolking is in China echter aanmerkelijk lager dan in de Verenigde Staten. De emissies van China in 2007 bedragen ongeveer een kwart van de mondiale CO<sub>2</sub>-emissies<sup>28</sup>.

De wereldwijde stijging van CO<sub>2</sub>-emissies wordt vooral veroorzaakt door het toegenomen gebruik van kolen. Het totale steenkoolgebruik in de wereld nam in 2006 met 2,2% toe. In China vond in diezelfde periode een stijging van 12% plaats. Economische activiteiten die bijdragen aan de sterke groei van de CO<sub>2</sub>-emissies van China zijn cementproductie, elektriciteitsproductie en staalproductie, waarvoor grotendeels steenkool gebruikt wordt. Hoewel het autoverkeer in China ook sterk toeneemt, is de CO<sub>2</sub>-uitstoot van centrales nu nog ongeveer tien maal hoger dan die van wegverkeer. Er is nog een forse groei vanuit de transportsector in China te verwachten. Daar staat tegenover dat China in 2007 een nationaal klimaatbeleidsplan heeft aangenomen. Als de doelstellingen daaruit gehaald worden, betekent dat een forse reductie in de CO<sub>2</sub>-emissies.

Voor een toekomstig klimaatbeleid wordt de rol van China dus steeds belangrijker. Een knelpunt hierbij is de kwaliteit van de emissiedata van China. Voor de fossiele CO<sub>2</sub>-emissies van China wordt zelfs over een onzekerheidsfactor van 15% tot 20% gesproken. Dit vertaalt zich naar een onzekerheid in de mondiale emissies van maximaal 5% en bemoeilijkt daarmee de toetsing van het halen van toekomstige internationale emissiereductiedoelstellingen.



*Totale emissies per land in miljard ton CO<sub>2</sub> per jaar (2000)*



*Emissies per capita in ton CO<sub>2</sub> per jaar (2000)*

## 2.2 Is 2 graden nog haalbaar?

Door bovenstaande ontwikkelingen is discussie ontstaan over de vraag of de twee graden-doelstelling van de EU en Nederland nog haalbaar is. Voor een 50% kans dat de twee graden-doelstelling wordt gehaald is stabilisatie op een niveau van 450 ppm (deeltjes per miljoen) CO<sub>2</sub>-equivalenten nodig en dat vraagt om een forse reductie op korte termijn (zie ook 'De Staat van het Klimaat 2007'). Deze CO<sub>2</sub>-equivalente concentratie is een maat waarbij de werking van andere broeikasgassen wordt omgerekend naar het equivalent van de werking van CO<sub>2</sub>. Zo concludeert het Tyndall Centre in het Verenigd Koninkrijk dat het onwaarschijnlijk is dat welke mondiale overeenkomst dan ook de emissies voldoende kan verminderen om op het gewenste stabilisatieniveau van 450 ppm aan broeikasgasconcentraties uit te komen. Deze conclusie is gebaseerd op de werkelijke emissies tussen 2000 en 2008<sup>29</sup>.

Er zijn wetenschappelijke studies<sup>30</sup> die pleiten voor een stabilisatieniveau van 350 ppm. Uit onderzoek naar klimaatverandering in het verre verleden (zie ook 1.7) blijkt het klimaat-systeem wel eens gevoeliger te kunnen zijn dan volgens de beste schatting van het IPCC.

Een uiteindelijke opwarming van 6 in plaats van 3 graden is bij een verdubbeling van de CO<sub>2</sub>-concentratie wellicht mogelijk. Reden voor die hogere gevoeligheid is dat de opwarming autonome natuurlijke processen in gang kan zetten, waardoor de opwarming van de aarde wordt versterkt. Voorbeelden hiervan zijn het volledig wegsmelten van het zeeijs op de Noordpool, destabilisatie van het landijs op Groenland en (West-)Antarctica en het op grote schaal uitsterven van dier- en plantensoorten met aanzienlijke effecten op de koolstofcyclus. In geval van een hogere gevoeligheid van het klimaatsysteem wordt een uiteindelijke opwarming van 2 graden eerder bereikt bij een stabilisatieniveau van 350 ppm CO<sub>2</sub>-equivalenten dan van 450 ppm<sup>31</sup>.

Ook in het wetenschappelijke tijdschrift Nature werd in 2008 de vraag opgeworpen of het IPCC de technologische mogelijkheden om de emissies te reduceren niet overschat. Er werd op gewezen dat het IPCC in haar scenario's een aanzienlijke technologische verbetering in het energiesysteem veronderstelt en dat zonder die technologische verbeteringen de uitstoot van broeikasgassen fors hoger zou komen te liggen. Met name de veranderingen in het energiegebruik per economische activiteit (energie-intensiteit), lopen tussen 2000 en 2005 ruimschoots achter op veronderstellingen in de IPCC-baselines. De IPCC-baselines zijn in 2000 opgesteld om de mogelijke gevolgen van vier verschillende visies op de ontwikkeling van de wereld in kaart te brengen. Deze vier baselines zijn nadrukkelijk niet bedoeld als voorspellingen, zo is er bijvoorbeeld in geen enkele baseline expliciet klimaatbeleid aangenomen. Het gevolg hiervan is dat de uitstoot van broeikasgassen hoger ligt dan in de scenario's van het IPCC. De conclusie kan dan ook worden getrokken dat de uitdagingen voor een stabilisatie van broeikasgasemissies groter zijn dan door het IPCC is aangenomen<sup>32</sup>.

Er zijn enkele factoren die het voorgaande wat relativeren. Ten eerste is het de vraag of de veranderingen in energie-intensiteit achter blijven lopen ten opzichte van scenario's. Ook hier speelt China een centrale rol. Sinds de jaren zeventig laat China, voornamelijk door de sterke economische groei, een toename in CO<sub>2</sub>-emissies zien. Het is zeker niet gezegd dat deze tendens aanhoudt. Het is denkbaar dat in China het aandeel steenkool op termijn zal dalen, mede door de luchtverontreinigingproblematiek, maar ook omdat de regering steeds meer doet aan energiebesparing en hernieuwbare energie. Verder is er belangstelling voor afvang en opslag van CO<sub>2</sub>.

Kortom, vanwege de onzekerheid in de wereldwijde emissies van CO<sub>2</sub> in de nabije toekomst is het nu nog veel te vroeg om te stellen dat een deel van de IPCC-scenario's de prullenbak in kan of dat de twee gradendoelstelling niet haalbaar is. Wel blijft overeind dat stabilisatie op 2 graden een uiterst ambitieus scenario is (zie ook hoofdstuk 3). Om die doelstelling te halen, moet het emissieniveau in 2040 wereldwijd zo'n 25-60% beneden het niveau van 1990 liggen. De grote range in emissiereducties is te wijten aan onzekerheid in de klimaatgevoeligheid.

### 2.3 De rol van ontwikkelingslanden bij de klimaatdoelstellingen

Om het stabilisatieniveau van 450 ppm te halen, is de inzet nodig van alle grote geïndustrialiseerde landen en opkomende economieën. Het is geen nieuws dat de geïndustrialiseerde landen hun uitstoot sterk moeten verminderen - de Verenigde Staten voorop. Echter, emissiereducties van opkomende economieën zoals China, India, Brazilië, Zuid-Korea en Zuid-Afrika, worden steeds belangrijker. De emissies van alle ontwikkelingslanden bij elkaar zijn in een baseline scenario in 2030 al hoger dan de mondiale emissies in 1990, terwijl emissies dus significant moeten dalen onder dat niveau.

De internationale voorstellen om post-Kyoto afspraken te maken zijn divers en kunnen vanuit een groot aantal criteria worden beoordeeld: milieu-effectiviteit, kosteneffectiviteit, acceptatie en redelijkheid, implementeerbaarheid en flexibiliteit. Eén van de voorstellen voor een internationale taakverdeling is de 'multi-stadia-benadering'. Daarbij neemt een toenemend aantal landen verplichtingen op zich, die steeds ambitieuzer worden naarmate landen zich verder ontwikkelen. De economische ruimte om emissiereducerende maatregelen te nemen stijgt immers met de welvaart. Alternatieve benaderingen gaan niet uit van afspraken over emissiereducties, maar bijvoorbeeld van (vrijwillige of harde) afspraken over de ontwikkeling en toepassing van technologieën en afspraken over doelstellingen per sector. Dergelijke afspraken bieden over het algemeen minder kosteneffectiviteit, maar kunnen wel bijdragen aan politieke haalbaarheid. Mogelijk kan het combineren van elementen uit diverse voorstellen helpen impasses in klimaatonderhandelingen te doorbreken.

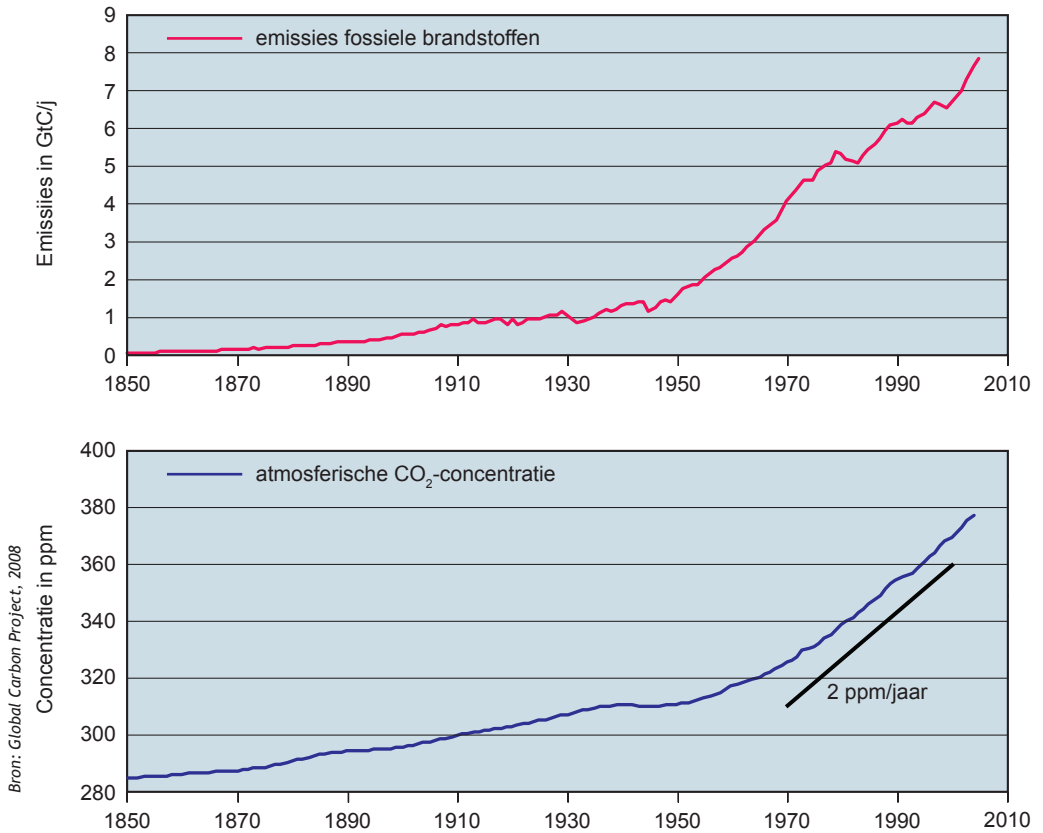
Bij de multi-stadia-benadering doen na 2012 ook diverse ontwikkelingslanden mee, al hoeft het bij hen nog niet te gaan om reducties ten opzichte van 1990, maar om beperking van de groei van de emissies. Als de voornaamste opkomende economieën niet meedoen in wat voor vorm dan ook, raken de doelstellingen voor stabilisatie van concentraties buiten zicht. Deze landen zullen al voor 2020 de groei van hun uitstoot moeten beperken, in elk geval tot flink onder hun baseline. Ontwikkelingslanden met relatief lage inkomens (Zuid-Azië, West- en Oost-Afrika) zouden tot 2050 nog kunnen doorgaan met een emissiegroei iets onder hun baseline. Zonder deelname van de Verenigde Staten en de ontwikkelingslanden zou een stabilisatieniveau van 450 ppm slechts haalbaar zijn als de EU in 2020 reducties van 60 tot 80% zou realiseren ten opzichte van 1990. Ook met een zeer beperkte deelname van de Verenigde Staten (en wél deelname door ontwikkelingslanden) zijn de daaruit voortvloeiende emissiereductietaakstellingen voor de EU (30 tot 50%) niet realistisch. Als de nieuwe mondiale klimaatafspraken niet direct aansluiten op het Kyoto Protocol, kan de tweegradendoelstelling (gekoppeld aan het stabilisatieniveau van 450 ppm) alleen gehaald worden met onrealistisch scherpe emissiereducties in een later stadium<sup>33</sup>.

#### 2.4 De relatie tussen klimaatbeleid en economische ontwikkeling

Klimaatbeleid kan niet los worden gezien van economische omstandigheden. De recente financiële en economische crisis laat zien dat de bereidheid bij Westerse landen om een strikt klimaatbeleid te voeren door omstandigheden fors op de proef wordt gesteld. Aan de andere kant leidt economische crisis tot minder groei en daarmee mogelijk tot minder emissies.

De ontwikkelingen in de prijzen van energie en voedsel zijn met elkaar gecorreleerd. Voor een deel kan dit verband verklaard worden uit de energie-afhankelijkheid van de landbouw. Begin 2008 stegen de prijzen van olie en voedsel naar recordhoogtes, terwijl in het najaar van 2008 de prijzen van beide grondstoffen weer fors kelderden. Deze fluctuaties kunnen grote gevolgen hebben voor consumenten en landen, met gevolgen voor het gedrag van consumenten en de bereidheid om klimaatbeleid te voeren. Zo verdienen hybride-auto's zich veel langzamer terug als de benzineprijs laag is (halverwege 2008 was de koper van een hybride-auto nog in 3,5 jaar uit de kosten, terwijl dit eind 2008 pas na 8 jaar was).

De prijsstijgingen moeten worden gezien in het licht van een stijgende vraag en een niet meeloepend aanbod. De Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), de Food and Agriculture Organization (FAO), de Wereldbank en het Landbouw Economisch Instituut (LEI) hebben naar de oorzaken van de stijgingen van voedselprijzen gekeken. Voor de gewas-



*Mondiale koolstofemissies sinds 1850 door verbranding van fossiele brandstoffen in miljard ton koolstof per jaar en de ontwikkeling van de atmosferische CO<sub>2</sub>-concentraties in ppm*

productie zijn de opbrengst per hectare en ontwikkelingen in het landbouwareaal belangrijke aanbodstimulerende factoren. De productiegroei over de laatste decennia is vrijwel geheel te danken aan de toename van de opbrengststijgingen. De groei in de opbrengst per hectare was 2% per jaar in de periode 1970-1990 en liep terug naar 1,1% in de periode 1990-2007. Op mondiaal niveau nam het akkerbouwgebied in de periode 1970-2007 toe met 0,15% per jaar; het totale oogstgebied groeide dus maar zeer langzaam. De opbrengstgroei voor de belangrijkste granen in ontwikkelingslanden vertraagt. Dit is mogelijk te wijten aan de teruglopende overheidsuitgaven voor onderzoek en ontwikkeling in de landbouwsector, in zowel geïndustrialiseerde landen als ontwikkelingslanden. Een belangrijke factor in de voedselcrisis in 2008 zijn de tegenvallende oogsten, met name in Australië, Oekraïne en Europa voor tarwe en gerst. Volgens cijfers van de FAO waren deze drie gebieden goed voor gemiddeld 51% van de totale wereldwijde gerstproductie en 27% van de totale tarweproductie in de periode 2005-2006<sup>34 35 36</sup>.

Er is ook gesuggereerd dat de stijging van de voedselprijzen samenhangt met het gebruik van land voor biobrandstoffen, die broeikasgasemissies kunnen reduceren in met name de transportsector. Op dit moment wordt minder dan 0,5% van het totale landbouwooppervlak gebruikt voor biobrandstoffen<sup>37</sup>, en het is daarom onzeker of biobrandstoffen de mondiale voedselprijzen sterk kunnen beïnvloeden. Echter, voor specifieke gewassen, zoals maïs in de Verenigde Staten en Mexico, kan het wel het geval zijn, zeker wanneer het gebruik van biobrandstoffen

verder groeit. Het is duidelijk dat klimaatbeleid, brandstofmarkten, economische groei en voedselmarkten niet los van elkaar kunnen worden gezien; ieder ingrijpen in het één kan gevolgen hebben voor het andere (zie ook 4.9).

Het is niet duidelijk of de schaarste op landbouw- en energiemarkten blijft voortbestaan. In principe kan de opbrengst fors omhoog, bijvoorbeeld door landuitbreiding, verdere productiviteitstijging van gewassen, meer gebruik van hernieuwbare energiebronnen of meer exploratie en exploitatie van fossiele energie. In haar World Energy Outlook 2008 spreekt het Internationaal Energie Agentschap echter de verwachting uit dat de olieprijs op de langere termijn hoog zullen zijn en blijven (100 dollar per vat of meer). Dit betekent dat de mondiale ontwikkeling en de aanverwante prijsontwikkelingen van voedsel en energie continu aandacht verdienen, zeker in het licht van nog te voeren klimaatbeleid. De daling van de olie- en voedselprijzen in de tweede helft van 2008 is als conjunctureel verschijnsel hier niet mee in tegenspraak<sup>38</sup>.



### 3. Van Bali tot Rotterdam: klimaatbeleid in 2008

Zoals bericht in de vorige Staat van het Klimaat, werd eind 2007 een mondiaal akkoord bereikt tijdens de klimaatconferentie in Bali (Indonesië). De voornaamste beslissing was dat er een overeenkomst moest komen als vervolg op het Kyoto Protocol, en dat deze overeenkomst eind 2009 in Kopenhagen moet worden gesloten. De klimaatconferentie eind 2008 in Poznan was dan een 'tussentop' op weg naar Kopenhagen. Deze tussentop stond vooral in het teken van de wisseling van de macht in de Verenigde Staten en het klimaatverdrag van de Europese Unie. De EU bereikte dit akkoord op de laatste dag van Poznan. In dit hoofdstuk wordt stil gestaan bij de klimaatafspraken die op de verschillende schaalniveaus in 2008 zijn gesloten. Specifieke ontwikkelingen op het gebied van energie worden besproken in hoofdstuk 4. Adaptatie komt in hoofdstuk 5 aan de orde.

#### 3.1 De eerste stap: van Bali naar Poznan

Eind 2007 is door de landen van het Klimaatverdrag van de Verenigde Naties de 'Bali Road Map' opgesteld, later formeel omgedoopt tot het 'Bali Action Plan'. In dit plan is voor het eerst een volwaardige plaats ingeruimd voor adaptatie, financieringsmechanismen, tegengaan van ontbossing en technologieoverdracht in de klimaatonderhandelingen. Tevens staat er een gedeelde visie in op het aanpakken van klimaatverandering en mitigatie van emissies. In Bali is ook overeenstemming bereikt over het adaptatiefonds van het Kyoto Protocol, bedoeld voor de meest kwetsbare landen. Verder is het de bedoeling dat in 2012, wanneer het Kyoto verdrag afloopt, de ideeën uit het actieplan uitgewerkt zijn in een opvolger van het huidige Kyoto Protocol. Overeenstemming over deze opvolger moet eind 2009 in Kopenhagen worden bereikt. In 2008 zijn hierover verschillende bijeenkomsten gehouden met als belangrijkste, eind 2008, de bijeenkomst in Poznan.

In Poznan werden de onderhandelingen gedomineerd door een Europese Unie die vooral met haar eigen klimaatpakket bezig was (zie ook 3.2) en een Verenigde Staten die in een machtsvacuüm zaten door de op handen zijnde machtswisseling. Het resultaat was een Amerikaanse delegatie die geen blokkades opwierp, maar ook geen beloftes deed en alle opties openhield.

Doelstelling	EU	NL	RCI
Klimaat: Reductie broeikasgassen in 2020 t.o.v. 1990	-20%, unilateraal	-30%	-50% in 2025
Energiebesparing tot 2020	20% t.o.v. EU referentie-scenario (2,7%/jaar)	toenemend tot 2%/jaar	
Hernieuwbare energie in 2020	20% van finale energie (NL: 14%)	20% van primaire energie	
Biobrandstoffen in transportsector	10% in 2020, alleen biomassa die aan duurzaamheidscriteria voldoet, mag meetellen	5,75% in 2010	
Wegverkeer personenauto's	130 gram CO <sub>2</sub> /km per 2015		
CO <sub>2</sub> -afvang en -opslag bij energiecentrales	12 demo's	2 demo's	20 Mton CO <sub>2</sub> -reductie door CCS in 2025

*Klimaat- en energiedoelstellingen*

China en India hebben duidelijk aangegeven dat zij zonder toezeggingen van de Verenigde Staten geen eigen reductiedoelstellingen zullen accepteren.

Het is lastig om te beoordelen of Poznan, als tussenstation, een succes was of een mislukking. Uiteindelijk was Poznan een belangrijke bijeenkomst, aangezien het partijen de kans gaf informatie te verzamelen en positie te kiezen in een snel veranderende klimaatcontext. Al met al is Poznan op een redelijk constructieve manier verlopen. Onderzoekers en onderhandelaars vonden elkaar en werkten samen aan nieuwe ideeën. In 2009 worden meer bijeenkomsten gehouden, waarin verdere stappen genomen kunnen worden. Eén van de resultaten van Poznan is de afspraak dat in juni 2009 een eerste aanzet voor een onderhandelingstekst op tafel zal liggen. De onderhandelingstekst die eind 2009 moet worden vastgesteld, zal een gezamenlijke langetermijnvisie bevatten over samenwerking en emissiereducties, meetbare, rapporteerbare en verifieerbare mitigatiedoelen en -acties, inclusief kwantitatieve reductiedoelen voor de ontwikkelde landen en mitigatiemaatregelen door ontwikkelingslanden, die passen in hun duurzame economische ontwikkeling. Voor wie had verwacht dat Poznan zou resulteren in een concrete tekst, is dit natuurlijk een teleurstellend resultaat. Maar voor een dergelijk complex mondiaal probleem, omgeven door nieuwe omstandigheden zoals de economische crisis en de komst van Obama, is dit geen slecht resultaat<sup>39</sup>.

### 3.2 Het Europese klimaatpakket

Om invulling te geven aan de tweegradendoelstelling heeft de Europese Raad in 2007 besloten om in 2020 een emissiereductie van ten minste 20% ten opzichte van 1990 te realiseren. De Europese Commissie heeft hiervoor in januari 2008 een pakket richtlijnen ter goedkeuring voorgelegd aan de lidstaten en het Europees Parlement. Het aandeel van de EU aan een wereldwijde klimaatovereenkomst zal worden opgehoogd tot 30%, op voorwaarde dat andere rijke landen zich aan vergelijkbare emissiereducties verbinden en dat opkomende economieën een bijdrage leveren die in verhouding staat tot hun mogelijkheden en verantwoordelijkheden. Niet duidelijk is echter hoe deze 30% reductie zal worden vormgegeven<sup>40</sup>.

Het Europese klimaatpakket is in december 2008 zowel door de lidstaten (de Europese Raad) als door het Europees Parlement geaccordeerd. Door informeel overleg kon de Europese Raad het akkoord al op 12 december (op de laatste dag van Poznan) naar buiten brengen. Formeel werd het akkoord pas op 17 december door het Europees Parlement bekrachtigd. Daarmee heeft Europa in één jaar onderhandelen een aanzienlijk beleidspakket aangenomen, uniek in de Europese besluitvorming. Het pakket omvat een richtlijn voor een aanpassing van het Europese emissiehandelssysteem (ETS-systeem) en een richtlijn voor de verdeling over de lidstaten van de overige emissiereductiedoelstellingen voor sectoren die niet onder het ETS-systeem vallen, zoals de gebouwde omgeving, transport, landbouw en afvalverwerking. Sectoren die onder het ETS-systeem vallen, zoals zware industrie en chemie, opereren op Europees niveau, waardoor nationale doelstellingen minder logisch zijn. Gezamenlijk moeten deze twee richtlijnen (ETS en niet-ETS) leiden tot een reductie van de emissies van 20% in 2020 (ten opzichte van 1990). Ook zijn richtlijnen aangenomen voor een aandeel van 20% hernieuwbare energie in 2020, voor Europese steun van CO<sub>2</sub>-afvang en -opslag (Carbon Capture and Storage, CCS) en CO<sub>2</sub>-emissies uit auto's. De richtlijnen voor hernieuwbare energie en CCS worden besproken in hoofdstuk 4.

#### *Emissieplafonds*

De speelruimte voor nationaal beleid verandert nu de voorstellen van de Europese Commissie in 2008 zijn aangenomen en moeten worden geïmplementeerd. Daarbij gaat het om één

Europees emissieplafond en het afbouwen van de gratis emissierechten voor bedrijven. Eén Europees emissieplafond biedt meer garanties, om de ETS-sectoren een voldoende grote bijdrage te laten leveren aan het realiseren van het Europese emissiereductiedoel. In de eerste twee handelsperioden bleek namelijk dat veel lidstaten inzetten op een hoog nationaal emissieplafond, met als doel 'hun' industrie te beschermen. Dit heeft in de eerste handelsperiode (2005-2007) geleid tot een groot overschot aan emissierechten, met als gevolg dat de prijs van emissierechten aan het einde van 2007 uiteindelijk kelderde van gemiddeld 20 euro per ton CO<sub>2</sub> in 2005 en 2006 naar niveaus lager dan 1 euro. Van een dergelijke lage prijs gaat geen prikkel uit om emissiereducerende maatregelen te treffen. Overigens is de prijs in de loop van 2008 weer aangetrokken naar 20 tot 25 euro per ton. Deze prijs kan opnieuw onder druk komen te staan als gevolg van de kredietcrisis en de ontwikkeling van de energieprijzen. Eind 2008 lagen de CO<sub>2</sub>-noteringen op circa 15 euro per ton.

Doordat er in plaats van de huidige nationale emissieplafonds één Europees emissieplafond komt, verliezen lidstaten hun invloed op de bijdrage van de ETS-sectoren in de nationale broeikasgasbalans, omdat de aankoop van emissierechten door bedrijven - anders dan in de eerste twee handelsperioden - hierin niet meer meetelt. De Europese Commissie zal daarom in de periode na 2012 geen reductiedoelstellingen voor de totale broeikasgasemissies meer aan lidstaten opleggen. Voortaan geldt er een Europees doel voor de sectoren die onder het ETS-systeem vallen, plus nationale doelen voor de niet-ETS sectoren.

### ETS-systeem

Sinds 2005 is er in de Europese Unie een CO<sub>2</sub>-emissiehandelssysteem actief, een innovatief beleidsinstrument dat het potentieel aan CO<sub>2</sub>-emissiereducties op een kosteneffectieve manier kan benutten. De Europese Commissie kwam voor de periode 2013-2020 met een voorstel voor een aangepast ETS-systeem, dat strenger is voor de bedrijven die onder het systeem vallen. Volgens het voorstel zouden er meer sectoren in het ETS-systeem worden ingelijfd, zoals de luchtvaart en delen van de chemische industrie. De meest heikele kwestie daarin was de vraag of de industrie de emissierechten gratis uitgedeeld zou krijgen, of dat ze deze op een veiling zou moeten kopen. Op dit moment worden deze rechten gratis weggegeven, terwijl elektriciteitsbedrijven hun stroomafnemers wel de kosten van emissierechten in rekening brengen - wat resulteert in zowel miljarden extra winsten voor deze bedrijven als het ondermijnen van de prikkel om te investeren in schone technologie. De veiling van emissierechten zou deze bezwaren kunnen oplossen, maar dit is politiek controversieel aangezien het leidt tot hogere kosten voor de industrieën die onder het ETS vallen.

Uiteindelijk zijn de regeringsleiders in de Europese Raad het volgende overeengekomen:

- Vanaf 2013 moeten elektriciteitsbedrijven hun emissierechten op een veiling kopen. In tegenstelling tot het voorstel van de Europese Commissie is besloten dat het aandeel te veilen emissierechten voor bestaande elektriciteitsbedrijven in sommige (voornamelijk Oost-Europese) landen in 2013 tenminste 30% moet zijn, oplopend naar 100% in 2020. Dit betekent dat bijvoorbeeld bestaande, kolengestookte elektriciteitscentrales in Polen de rechten deels gratis krijgen, maar dat nieuwe elektriciteitscentrales moeten gaan betalen. Dit verschaft zowel de financiële middelen als de prikkel om te investeren in schone technologie.
- Het veilingaandeel voor de overige industrie die onder het ETS valt moet in 2013 20% zijn, oplopend naar 70% in 2020 en 100% in 2027. Het oorspronkelijke voorstel sprak van 100% in 2020 in plaats van in 2027. Een belangrijke uitzondering wordt gemaakt voor industrieën die concurreren met bedrijven buiten de EU - die worden gespaard en krijgen alle rechten gratis.

### Niet-ETS

Voor sectoren die niet onder het ETS vallen zijn andere regels afgesproken. Deze sectoren, zoals huishoudens en transport, zijn verantwoordelijk voor 55-60% van de Europese broeikasgasuitstoot. De lidstaten mogen emissierechten buiten de EU kopen - oplopend tot tweederde van de vereiste emissiereductie - terwijl de rest in het binnenland moet worden gerealiseerd. Daarnaast mogen elf (voornamelijk West-Europese) landen, inclusief Spanje en Italië, nog iets meer buitenlandse emissierechten gebruiken<sup>41</sup>.

### Transport

De Europese Commissie heeft een voorstel ingediend waarmee onder meer de CO<sub>2</sub>-uitstoot van nieuwe personenauto's op een maximum kan worden gesteld: 130 gram per km vanaf 2015, wat ongeveer neerkomt op een benzineauto die 18,5 kilometer op 1 liter benzine rijdt. Er was al een vrijwillige afspraak met autofabrikanten, maar in de loop van 2008 werd duidelijk dat de sector de doelstellingen niet zou halen. Om dat toch af te dwingen komt er een systeem van gedifferentieerde normen, waarbij fabrikanten van grotere auto's een grotere procentuele inspanning moeten leveren om de CO<sub>2</sub>-uitstoot te reduceren.

## 3.3 Schoon en zuinig: link tussen Brussel en Den Haag

De Nederlandse overheid wil voor 2020 de totale Nederlandse broeikasgasemissies met 30% reduceren ten opzichte van 1990, bij voorkeur in Europees verband. Anders dan de Europese Raad maakt Nederland niet het voorbehoud dat ook andere rijke landen een gelijke reductie-inspanning nastreven. Deze 30% komt overeen met een emissieplafond van circa 150 miljard ton CO<sub>2</sub>-equivalenten. Net als in de Kyoto-periode mogen eventuele overschrijdingen worden gecompenseerd door de aankoop van buitenlandse emissierechten. De inzet van het werkprogramma Schoon en Zuinig van de regering uit 2007 is dat de sectoren die onder het ETS-systeem vallen en de sectoren die daar niet onder vallen een evenredige bijdrage leveren aan de nationale doelstelling<sup>42</sup>. Dat wil zeggen dat beide sectoren in 2020 een reductie van 30% moeten realiseren ten opzichte van 1990. De Nederlandse overheid heeft daarnaast doelen gesteld voor energiebesparing en hernieuwbare energie. Het energiebesparingstempo moet oplopen tot 2% verbetering per jaar in 2020 en het aandeel hernieuwbare energie moet 20% bedragen in 2020. PBL en ECN kwamen in 2008 in een tussenstand in de beoordeling van Schoon en Zuinig tot een te verwachten aandeel van slechts 7% hernieuwbare energie in 2020<sup>43</sup>.

De Nederlandse overheid heeft voor 2011 ook een aantal tussendoelen geformuleerd om te toetsen of het beleid op koers ligt. Voor broeikasgasemissies wil het kabinet ten opzichte van een referentiescenario 6 tot 10 miljard ton (3 tot 6%) CO<sub>2</sub>-equivalenten extra emissiereductie realiseren. Het referentiescenario gaat uit van een hoge economische groei tot 2020 (2,9% per jaar). Bij een lagere economische groei zal de binnenlandse uitstoot van broeikasgassen lager liggen en zal het aandeel hernieuwbare energie vermoedelijk hoger uitvallen. Daar tegenover staat dat energiebesparing dan lager zal uitvallen.

Voor hernieuwbare energie is het tussendoel 69 à 70 Petajoule (PJ) vermeden fossiel brandstofverbruik, waarvan 49 PJ door elektriciteitsopwekking met hernieuwbare grondstoffen en 20 à 21 PJ met biobrandstoffen. In de nieuwe stimuleringsregeling voor hernieuwbare elektriciteitsopwekking (SDE) gaat het kabinet uit van circa 3000 MW extra windvermogen. Daarbij gaat het deels om vermogen dat in 2011 nog niet feitelijk zal zijn geïnstalleerd, maar waarvoor op dat moment wel een subsidietoezegging (in SDE-kader) zal zijn verleend. Het kan daarom tot 2013 duren voordat de doelstelling werkelijk is gerealiseerd.

Zoals eerder gesteld is een andere belangrijke wijziging in het handelssysteem dat lidstaten uiteindelijk geen (gratis) emissierechten meer aan bedrijven kunnen toedelen (zie 3.2). Door de langere infasering van het veilingssysteem (soms verlenging tot 2027 en sommige industrie hoeft zelfs helemaal niet te veilen), zullen de opbrengsten van de veilingen echter minder zijn dan in eerdere voorstellen is geraamd. De schatting dat de Nederlandse veilingopbrengst in 2020 (afhankelijk van de veronderstelde prijs van emissierechten) 1 tot 3 miljard euro en over de gehele periode van 2013 tot 2020 zo'n 10 tot 25 miljard euro bedraagt, zal dus naar beneden moeten worden bijgesteld. Het besluit dat de opbrengsten van het veilen van emissierechten ten goede komen aan de lidstaten is wel voorzien van extra voorwaarden: de lidstaten moeten de opbrengsten besteden aan additioneel klimaatbeleid, zoals onderzoek naar en implementatie van mitigatiemaatregelen (waaronder hernieuwbare energie, energiebesparing en CCS), adaptatiemaatregelen (ook in ontwikkelingslanden) en maatregelen om ontbossing tegen te gaan.

Het klimaat- en energiepakket van de Europese Unie bevat voorstellen die het Nederlandse beleid ondersteunen. Tegelijkertijd kan het Europese beleid echter additioneel Nederlands beleid bemoeilijken. Voorbeelden van ondersteuning zijn ondermeer de aanpassing van de regels voor staatssteun voor milieumaatregelen, de mogelijkheid om in groencertificaten te handelen, het wettelijke kader voor CO<sub>2</sub>-afvang en -opslag en het onderbrengen van deze technologie in het ETS-systeem. Verder biedt de voorgestelde hervorming van het ETS-systeem meer uitzicht op een gelijk speelveld binnen Europa voor de deelnemers aan het systeem, omdat het grootste deel van de emissierechten wordt geveild en de gratis uitgifte van het overige deel volgens geharmoniseerde regels zal plaatsvinden.

Het voorstel voor één Europees emissieplafond houdt in dat Nederland geen invloed meer heeft op de bijdrage van de ETS-sectoren aan de nationale broeikasgasbalans. Daardoor is het onduidelijk of het nationale reductiedoel van 30% gerealiseerd kan worden, omdat de bijdrage van de ETS-sectoren Europees wordt bepaald. In de huidige, tweede fase van het handelssysteem moeten de ETS-sectoren een eventuele overschrijding van het nationale emissieplafond compenseren door emissierechten aan te kopen. De wijziging van het Europese ETS-systeem gaat een nieuwe realiteit creëren. In het licht hiervan zou de Nederlandse overheid kunnen overwegen om de reductiedoelstelling van 30% voor de totale Nederlandse broeikasgasemissies te herformuleren. Er is geen internationale verplichting om aan het doel vast te houden, aangezien er volgens de plannen van de Europese Commissie voor de periode na 2012 alleen nog emissieplafonds voor de niet-ETS-sectoren van lidstaten zullen worden opgelegd en niet meer voor hun totale broeikasgasemissies. Daarom zou het kabinet kunnen besluiten de doelstelling te verlagen tot het niveau dat door de Europese Commissie voor Nederland is voorgesteld (24%-reductie ten opzichte van 1990). Tot dusver heeft de Nederlandse overheid echter niet voor die optie gekozen en houdt zij vast aan een nationale doelstelling van 30%.

Voor 2020 is het onzeker of Nederland haar eigen doelstelling van 30% reductie gaat halen. Door het Europese verzet tegen het ophogen van de uitstooteisen voor auto's kunnen minder uitstootreducties bij de transportsector worden 'ingeboekt'. Waar Nederland uitging van een uiteindelijke norm van 95 gram CO<sub>2</sub> per km, is in Europa de norm van maximaal 130 gram CO<sub>2</sub> per km uitgesteld tot 2015. Hierdoor zullen emissiereducties in de transportsector lager uitvallen dan eerder geraamd. Omdat er op dit moment nog veel beleidsvoornemens zijn waarvan de effectiviteit nog moet worden onderzocht, is het nu nog te vroeg om harde conclusies te trekken over de realisatiekansen van de algemene Nederlandse doelstelling van 30% emissiereducties in 2020.



Foto: Marc Heeman

Leuvehaven, Rotterdam

### 3.4 Het Rotterdam Climate Initiative

Op lokaal, provinciaal en gemeentelijk niveau wordt door de verschillende overheden ook werk van klimaatbeleid gemaakt. In Nederland is daarvan het Rotterdam Climate Initiative (RCI) uit 2006 het beste voorbeeld. Het RCI is een initiatief van de gemeente Rotterdam, het Havenbedrijf, Deltalinqs en DCMR Milieudienst Rijnmond. Binnen dit platform werken overheid, bedrijven, organisaties en inwoners samen om in het jaar 2025 de CO<sub>2</sub>-uitstoot te halveren ten opzichte van 1990 - wat fors meer is dan het doel van de Nederlandse overheid. Daarbij moet tevens de plaatselijke economie worden versterkt. In 2008 zijn de eerste meer concrete plannen duidelijk geworden. Zo is een publiek-private overeenkomst met de vastgoedsector getekend. Materiaal- en proceskeuzes zorgen dat er minder CO<sub>2</sub> vrijkomt bij de bouw en de sloop van panden. Daarnaast willen de ondertekenaars in overleg met de gebruikers gaan werken aan energiebesparing in gebouwen.

Afspraken met eigenaren van grote wagenparken (zoals leasemaatschappijen), autoverkopers en pomphouders in Rotterdam richten zich op het realiseren van duizenden bio-voertuigen en bio-tankstations in de regio. Rotterdam zou de eerste Nederlandse stad zijn waar dat op grote schaal zal gebeuren. Uit berekeningen van TNO blijkt dat een dergelijke overstap de CO<sub>2</sub>-uitstoot van het autoverkeer tot 70% kan terugdringen.

Een van de belangrijkste pijlers onder het RCI is het toepassen van grootschalige opvang en opslag van CO<sub>2</sub> (zie ook 4.5)<sup>44</sup>. Volgens het RCI zijn bedrijven bereid om al in 2015 5 miljard ton CO<sub>2</sub> te reduceren via CCS. Voor 2025 streeft het RCI naar een vermindering van 20 miljard ton per jaar door CCS. Dat is tweederde van de totale reductiedoelstelling van het RCI voor het jaar 2025. Veel nieuwbouwplannen voor elektriciteitscentrales zullen in de Rijnmond worden

gerealiseerd, waaronder twee nieuwe kolencentrales. Initiatiefnemer E.ON is in 2008 een proefproject voor CO<sub>2</sub>-afvang bij de Maasvlakte Centrale begonnen. Het RCI vraagt ondersteuning van de rijksoverheid voor de benodigde infrastructuur van het transport en opslag van CO<sub>2</sub>. Het Clinton Climate Initiative van de voormalige Amerikaanse president Bill Clinton heeft Rotterdam aangewezen als één van de drie leidende steden voor afvang en opslag van CO<sub>2</sub>.





## 4. Ontwikkelingen in klimaat- en energiebeleid

Mondiaal liet in 2008 vooral het Internationaal Energie Agentschap (IEA) van zich horen met de publicatie van scenariostudies voor de ontwikkeling en toepassing van energietechnologieën en met de jaarlijkse World Energy Outlook (WEO)<sup>45</sup>. In de WEO formuleerde het IEA voor het eerst expliciete klimaatbeleidsscenario's en het hanteerde voor al haar scenario's hoge olieprijsprojecties van meer dan 100 dollar per vat. Hoewel dit los stond van ontwikkelingen op klimaatgebied, was de ontwikkeling van de olieprijs in 2008 turbulent: in de zomer werd een recordhoogte bereikt, om eind december als gevolg van het ineenstorten van de financiële markten te kelderen. Mede door de sterke fluctuatie in de voedselprijzen (zie hoofdstuk 2), stond in 2008 ook de vraag centraal welke rol bio-energie in deze prijsvorming speelt.

In Europa zijn er eind 2008 besluiten genomen over de concrete invulling van de energiedoelstellingen voor het jaar 2020. Verder hebben de Europese Raad en het Europese Parlement een richtlijn voor geologische opslag van CO<sub>2</sub> goedgekeurd conform het voorstel van de Europese Commissie van januari 2008<sup>46</sup>. De financiering van de technologie van afvang en opslag van CO<sub>2</sub> (CCS) en de verruiming van staatssteun zijn nog belangrijke punten van discussie.

In Nederland bracht het Ministerie van Economische Zaken (EZ) in de zomer het Energierapport 2008 uit<sup>47</sup>. Plannen voor nieuwe kolencentrales waren wederom onderwerp van debat. Het eerste proefproject voor CO<sub>2</sub>-opslag in Barendrecht laat zien dat veel bewoners aldaar weinig op hebben met het opslaan van CO<sub>2</sub> in uitgeputte gasvelden onder hun huizen.

In dit hoofdstuk gaan we in op de mondiale ontwikkelingen op het gebied van energiebeleid. Ook wordt stilgestaan bij de Nederlandse ontwikkelingen zoals verwoord in het Energierapport 2008. Het gaat hierbij om de gasrotonde, ruimtelijk perspectief Noordzee, de energie-infrastructuur, CCS en kernenergie. Daarnaast belichten we een aantal energietheema's die op diverse schaalniveaus spelen, zoals hernieuwbare energie, kolencentrales, CCS en bio-energie.

### 4.1 Mondiale ontwikkelingen

Het IEA, een zelfstandig agentschap op energiegebied van de OESO-landen, adviseert de G8-landen (Verenigde Staten, Canada, Groot-Brittannië, Frankrijk, Italië, Duitsland, Rusland en Japan) sinds 2005. Op de G8-top in Tokio in juni 2008 was de onrust over de hoge en stijgende olieprijs het belangrijkste onderwerp. Daarnaast is er gesproken over de CO<sub>2</sub>-uitstoot en de opwarming van de aarde. G8-vergaderingen hebben echter tot nu toe nog nooit tot concrete afspraken op klimaatgebied geleid. De top in Tokio was daarop geen uitzondering. Wel werd afgesproken dat men constructief zal samenwerken om een halvering van CO<sub>2</sub>-uitstoot in 2050 te realiseren en werd opgeroepen tot het toepassen van meer kernenergie, schone inzet van kolen, hernieuwbare energie en energiebesparing. China en India, ook uitgenodigd bij de G8-top, lieten weten dat ze zich niet willen vastleggen op vermindering van de CO<sub>2</sub>-uitstoot en ook de Verenigde Staten liet zich daartoe niet verleiden.

De presentatie op de G8-top door het IEA van het Energy Technologies Perspectives (ETP) rapport heeft indruk gemaakt<sup>48</sup>. In dat rapport staan een drietal mondiale emissiescenario's, te weten een referentiescenario en een tweetal CO<sub>2</sub>-emissiereductiescenario's. Het referentiescenario, waarin geen extra acties ten opzichte van het huidige beleid zijn opgenomen, leidt in 2050 tot een toename van de CO<sub>2</sub>-uitstoot met ruim 130% ten opzichte van 2005. Tevens zal de



Foto: ECN

### Windpark

behoefte aan olie met 70% toenemen. Het meest verstrekkende scenario ('BLUE' scenario) leidt daarentegen tot een halvering van de emissie van CO<sub>2</sub> in 2050 ten opzichte van de emissie in 2005. Bij het BLUE scenario is 29.000 miljard euro nodig aan extra investeringen ten opzichte van het referentiescenario. Dit komt overeen met een verlaging van 1,1% van het mondiale Bruto Binnenlands Product (BBP) op die termijn, ten opzichte van het referentiescenario. De oplossing is volgens het IEA dat alle landen jaarlijks 1% van hun BBP aan nieuwe technologieën besteden om de halvering van de uitstoot van CO<sub>2</sub> te realiseren. De investeringen zouden zich onder andere moeten richten op een fors aandeel (meer dan 40%) energiebesparende technologie, zoals de bouw van 17.500 windparken, CO<sub>2</sub>-afvang bij zowel de industrie als bij elektriciteitsproductie en de bouw van 32 kerncentrales per jaar. De kosten voor de laatste 5 miljard ton om in 2050 tot een emissiereductie van 50 miljard ton CO<sub>2</sub> per jaar te komen, worden geschat op meer dan 200 dollar per vermeden ton CO<sub>2</sub>.

In november presenteerde het IEA de jaarlijkse World Energy Outlook (WEO 2008), eveneens met een drietal scenario's, tot 2030. De WEO 2008 liet hiermee een trendbreuk zien ten opzichte van eerdere publicaties. Voor het eerst formuleerde het IEA expliciete klimaatbeleidsscenario's en het hanteerde voor al haar scenario's hoge olieprijsprojecties van meer dan 100 dollar per vat. Opnieuw werd aanbevolen om forse investeringen te doen in duurzame energieontwikkeling, afhankelijk van de keuze van het stabilisatieniveau van de CO<sub>2</sub>-concentratie; tot 450 of 550 ppm.

De turbulente ontwikkeling van de olieprijs in 2008 kende in de zomer een stijging tot recordhoogten van meer dan 140 dollar per vat, gevolgd door forse dalingen tot circa 40 dollar per

vat aan het einde van het jaar als gevolg van de financiële crisis en de verwachtingen over een wereldwijde economische recessie. Ondanks de kredietcrisis, die zich in september openbaarde, hield de WEO 2008 in november vast aan de verwachting van hoge olieprijsen op de middellange en lange termijn, mede beargumenteerd vanuit de mogelijkheid dat een economische crisis zal leiden tot minder investeringen in de energiesector en daarmee tegenvallende oliewinningen.

In een groter verband van in totaal 70 belangrijke energieproducerende en -consumerende landen (OESO, OPEC en ongebonden landen als Rusland, China en India), vond in april het International Energy Forum (IEF) plaats met als thema 'Energy Dialogue to Respond to Global Challenges'. De Nederlandse secretaris-generaal van het IEF, Noë van Hulst, stelde dat het tijdperk van de eenvoudig te winnen olievoorraden voorbij is. In de slotverklaring van de IEF-conferentie staat onder meer dat er grootschalige afvang en opslag van CO<sub>2</sub> (Carbon Capture and Storage - CCS) projecten moeten komen (zie ook 4.5).

### *Energievoorzieningszekerheid*

Ondanks vele energiegerelateerde internationale topbijeenkomsten, bleek energieleveringszekerheid een moeilijk onderwerp om internationale afspraken over te maken. Landen zorgen over het algemeen voor de eigen energievoorziening en durven zo'n belangrijk onderdeel van hun economie niet uit handen te geven. Zelfs binnen de Europese Unie is er nog veel wantrouwen tussen lidstaten over energie. De EU kan nog geen gezamenlijk beleid ontwikkelen om als energiehandelsblok met één stem te praten. Voorbeelden hiervan zijn de liberalisering van de elektriciteitsmarkt in Frankrijk (waar bijvoorbeeld EDF een monopoliepositie heeft) en de manier waarop Duitsland Polen en de Baltische staten passeerde in onderhandelingen over een gaspijpleiding vanuit Rusland. De energie-import van de Europese Unie als geheel zal waarschijnlijk toenemen van 54% in 2008 tot circa 70% in 2030 en daarmee de afhankelijkheid. De toename van de import betreft vooral aardolie uit het Midden-Oosten en aardgas uit Algerije en Rusland.

### *Gascrisis Rusland-Oekraïne en impact op EU*

De gevoeligheid van Europa ten aanzien van leveringszekerheid manifesteerde zich in 2008 nog eens extra toen een korte oorlog uitbrak tussen Rusland en Georgië, dat een bondgenoot van de EU is. Europa probeerde met sterke standpunten te komen, maar wilde Rusland niet al te hard tot de orde te roepen, mede omdat de Russische minister van Buitenlandse Zaken suggereerde dat dit wel eens gevolgen voor de gasleveringen zou kunnen hebben. Eind december zette Rusland de gaslevering aan de Oekraïne stop, omdat dat land opnieuw achterstallig zou zijn met betalingen en een hogere gasprijs niet wilde accepteren. Drie jaar eerder was er een soortgelijk dispuut. De Oekraïne is het belangrijkste doorvoerland van Russisch gas dat naar de EU wordt geëxporteerd. Door het stopzetten van de gaslevering aan de Oekraïne ondervonden vooral landen als Bulgarije en Slowakije, die voor bijna 100% afhankelijk zijn van Russisch gas, direct een schaarste aan energie. Het risico, dat het stopzetten van leveringen aan de Oekraïne ook de doorvoer naar de EU vermindert, is dus reëel gebleken.

## **4.2 Nederland: Energierapport 2008**

Het Energierapport schetst de energievisie van het kabinet, waarbij wordt ingegaan op wat nodig is om deze visie te kunnen realiseren en wat verwacht wordt van andere partijen (bedrijven, burgers, kennisinstellingen, belangenorganisaties en andere overheden). EZ heeft

zich in haar visie en strategie laten inspireren door het Energievisie rapport 2050<sup>49</sup> van ECN en Nuclear Research and consultancy Group (NRG). EZ stelt dat het voor Europa mogelijk is om in 2050 de uitstoot van CO<sub>2</sub> met 50% te verminderen en het aandeel hernieuwbare elektriciteit op te voeren tot 40%. Samen met marktpartijen gaat het kabinet de zogenaamde 'Gasrotonde' uitbreiden, de Noordzee ontwikkelen als duurzame energiebron en ervoor zorgen dat er een slimme en flexibele energie-infrastructuur komt. Het kabinet meldt in het Energierapport dat het tot 2011 in totaal 7,5 miljard euro investeert in de energievoorziening. Hiervan gaat 1,2 miljard naar energiebesparing, 4,0 miljard naar hernieuwbare energie, 1,0 miljard naar CO<sub>2</sub>-emissiereductie (waaronder 50 miljoen voor CCS), 0,4 miljard naar voorzieningszekerheid en 0,9 miljard naar energie-innovatie.

### *Gasrotonde*

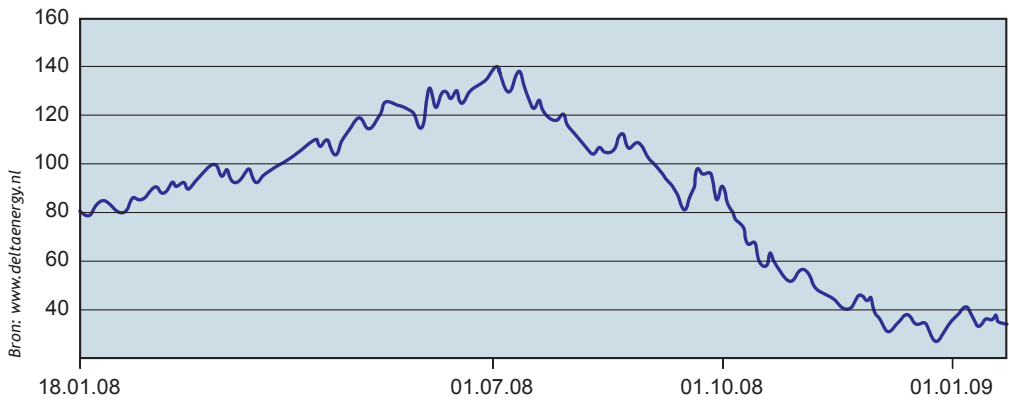
Het kabinet werkt met marktpartijen aan de uitbouw van Nederland als Gasrotonde voor Noordwest-Europa. Dit betekent dat Nederland een belangrijk logistiek knooppunt wil worden voor de opslag en het transport van gasstromen uit verschillende aanvoerrichtingen. Er wordt een aantal maatregelen genomen om de werking van de Nederlandse gasmarkt te verbeteren. Samen met buurlanden wil EZ werken aan het wegnemen van belemmeringen in grens-overschrijdende gashandel. Ook het investeringsklimaat voor gasopslag en installaties voor vloeibaar aardgas (LNG) wordt verbeterd. Via relevante ambassades worden buitenlandse investeerders voorzien van informatie over investeringsmogelijkheden in deze Nederlandse gasrotonde. Samen met betrokken partijen bezint het kabinet zich op de toekomst van het 'Gasgebouw' en op de toekomstige positie van Gasterra op de internationale gasmarkt. Het 'Gasgebouw' is het publiek-private samenwerkingsverband waarin de overheid sinds 1963 samen met Shell en ExxonMobil werkt aan de winning en afzet van het gas uit het Groningenveld.

### *Ruimtelijk Perspectief Noordzee*

Er wordt gewerkt aan een Ruimtelijk Perspectief Noordzee. Dit moet helderheid verschaffen over mogelijkheden voor verschillende gebruiksfuncties van de Noordzee, waaronder functies zoals windenergie, winning van gas en olie, en opslag van gas en CO<sub>2</sub> onder de Noordzeebodem. Een forse uitbreiding van windmolens op zee (naar 6000 Megawatt in 2020) en stimulering van de winning van olie en gas uit kleine velden zijn volgens EZ de eerste stappen naar het gebruik van de Noordzee als meer duurzame energiebron. Maar er zijn ook andere mogelijkheden, zoals getijde- en golfslagenergie, osmose-energie (uit potentiaalverschil tussen zout en zoet water) en algenkweek voor biobrandstoffen. Het kabinet gaat samen met marktpartijen en kennisinstellingen verschillende mogelijkheden verkennen en uitwerken tot een duidelijk toekomstperspectief. Eén van die mogelijkheden is het bouwen van een multifunctioneel energie-eiland in de Noordzee, inclusief grootschalige elektriciteitsopslag.

### *Energie-infrastructuur en slimme netten*

Om energie van de bron naar de eindverbruiker te krijgen is een goede energie-infrastructuur essentieel. Onafhankelijke netwerkbedrijven blijven in publieke handen en gaan een belangrijke rol spelen bij het mogelijk maken van de energietransitie. Het reguleringskader voor de netten wordt op een aantal punten aangepast om ervoor te zorgen dat de toename van duurzame energiebronnen en elektriciteitsproductie op decentraal niveau zonder vertraging of hoge kosten kan worden ingepast. Het kabinet werkt aan stimuleringsmaatregelen voor innovatie in netten en richt in 2008 een Taskforce Slimme Netwerken op. Deze Taskforce krijgt als opdracht een actieprogramma te maken voor de ontwikkeling van 'slimme netten'<sup>50</sup> in



### *Ontwikkeling olieprijs in 2008 in dollar per vat*

Nederland. Dit houdt onder andere in dat met behulp van relatief goedkope ICT-technologie door actieve sturing de capaciteit van de elektriciteitsnetten beter wordt benut. Zulke netten zijn nodig om een meer flexibel en gevarieerd energiesysteem te kunnen ontwikkelen en elektriciteit effectiever, rendabeler, veiliger en duurzamer te kunnen distribueren.

### *Afvang en opslag van CO<sub>2</sub>*

Het kabinet stimuleert, naast energiebesparing en hernieuwbare energie, tevens de ontwikkeling en demonstratie van de afvang en opslag van CO<sub>2</sub> bij elektriciteitscentrales en bij industriële processen. Verwacht mag worden dat aardgas ook de komende decennia een belangrijke rol blijft spelen in de elektriciteitsvoorziening. Voor potentiële investeerders in kolencentrales is Nederland een aantrekkelijk land vanwege onze ligging aan zee. Als tegelijk de uitstoot van CO<sub>2</sub> sterk moet worden gereduceerd, kan dit alleen door toepassing van CCS-technologie (zie 4.5).

### *Kernenergie*

Kernenergie beslaat momenteel bijna 4% van de totale elektriciteitsproductie in Nederland. Wereldwijd wordt weer meer geïnvesteerd in de bouw van nieuwe kerncentrales. Dit is mede het gevolg van inspanningen om CO<sub>2</sub>-emissies te reduceren. In Nederland speelt bijvoorbeeld de uitputting van de aardgasvoorraad een rol, die binnen enkele decennia zal leiden tot toenemende importafhankelijkheid. Het Energierapport geeft aan dat het denken over kernenergie in de toekomstige brandstofmix niet stil mag staan. Ook geeft het rapport aan dat het te vroeg is om nu een definitief antwoord te geven op de vraag welke plaats kernenergie in ons land moet innemen in de toekomstige energievoorziening. Het kabinet geeft aan met de Sociaal Economische Raad (SER)<sup>51</sup> van mening te zijn dat het wenselijk is hierover met betrokkenen en deskundigen een discussie te voeren op basis van een continu proces van feiten verzamelen. In het Energierapport zijn daartoe een drietal mogelijke scenario's geschetst, variërend van 'geen nieuwe kerncentrales', via 'Borssele vervangen in 2033', tot 'nieuwe kerncentrales na 2020 (naast vervanging Borssele)'. Met een reeks no-regret maatregelen wil het kabinet het voor een toekomstig kabinet mogelijk maken om een weloverwogen besluit over kernenergie te nemen.

### 4.3 Hernieuwbare energie

Voor hernieuwbare energie is afgesproken dat het aandeel hiervan in het totale Europese energiegebruik door eindverbruikers, wordt verhoogd tot 20% in 2020. Per lidstaat zijn er nationale doelstellingen, die onder meer rekening houden met het aandeel hernieuwbare energie in 2005 en met het BBP per hoofd van de bevolking. Lidstaten mogen zelf bepalen met welke mix van (hernieuwbare) elektriciteit, verwarming, koeling en transport zij hun doelstelling willen bereiken. De Europese doelstelling voor Nederland is om het aandeel duurzame energie in het energiegebruik te verhogen van 2,4% in 2005 naar 14% in 2020. Nederland heeft zichzelf een bijdrage van 20% aan het primaire energiegebruik opgelegd. Die doelstelling is echter gebaseerd op een andere definitie van het energiegebruik en dus een andere rekenmethodiek. Beide doelstellingen zijn daarom niet zonder meer vergelijkbaar.

Voor lidstaten zou het eenvoudiger en goedkoper kunnen worden om de doelstelling te realiseren door de mogelijkheid om Garanties van Oorsprong (groencertificaten) van andere lidstaten aan te kopen. De hernieuwbare energie hoeft dan niet op eigen grondgebied geproduceerd te worden, maar in een andere lidstaat die gunstiger mogelijkheden heeft. Het is echter de vraag of er een substantieel aanbod van groencertificaten zal ontstaan, omdat lidstaten deze alleen mogen verkopen als ze hun doelstelling van de Europese Commissie overschrijden en er naar verwachting weinig lidstaten zijn die hierin zullen slagen. Daarnaast is de kans aanwezig dat lidstaten besluiten om geen groencertificaten te verkopen die met nationale steunprogramma's voor hernieuwbare energie tot stand zijn gekomen. Gezien de huidige discussie rondom groencertificaten, is het ook nog mogelijk dat regeringen andere mechanismen gebruiken om hun doelstelling voor hernieuwbare energie te realiseren.

Een veel besproken onderdeel van de richtlijn hernieuwbare energie is de 10% doelstelling voor de bijdrage van de transportsector. Gezien de korte termijn waarop dit gerealiseerd moet worden (in 2020) komt dit in feite neer op de inzet van biobrandstoffen (zie 4.6).

### 4.4 Kolencentrales

De bouw van nieuwe kolencentrales in Nederland leidde in 2008 wederom tot een debat tussen voor- en tegenstanders. Inmiddels is de bouw van twee kolencentrales begonnen, beide in de Rijnmond (zie ook 3.5)<sup>52</sup>. In september kwam het Belgische bedrijf CGEN met een plan voor een kolenvergassingscentrale van 450 MW in de Europoort. Een derde plan van RWE in de Eemshaven wacht op de benodigde vergunningen. Essent schortte in 2008 overigens een plan voor een nieuwe kolencentrale op, net als eerder Nuon deed. Waar Nuon zich beriep op tegenvallende bouwkosten door onder andere hoge staalprijzen en krapte in de aannemersmarkt, haalde Essent als reden de hoge verwachte CO<sub>2</sub>-prijzen in het ETS-systeem aan.

De Ministeries van EZ en VROM staan op het standpunt dat de bouw van nieuwe kolencentrales in Nederland past binnen de klimaatambities van het kabinet, op voorwaarde dat wordt voorzien in de afvang en opslag van CO<sub>2</sub>. Milieu-organisatie Greenpeace is het daar niet mee eens en protesteert tegen de bouw van kolencentrales. De stichting Natuur en Milieu is bereid nieuwe centrales te accepteren, mits op korte termijn voorzien van CO<sub>2</sub>-afvang. De keuze van energiebedrijven voor de bouw van nieuwe kolencentrales wordt vooral gemotiveerd met bedrijfseconomische argumenten: kolenstroom zou goedkope stroom zijn.

Veel spelers in het maatschappelijke krachtenveld houden zich bezig met de vraag of er wel of geen nieuwe kolencentrales moeten komen. PriceWaterhouseCoopers (PWC) heeft de bedrijfs-

Locatie	Bedrijf	Capaciteit [MW]	In bedrijf (plan)	Type	Rendement [%]	Status
Eemshaven	RWE	1600	2013	poederkool		Wacht op vergunning
	Nuon	1200	2013	kolen- vergassing	45-46	Eerst als STEG aardgas (bouw gestart), besluit over bouw als KV STEG uitgesteld
Rijnmond	E.ON	1070	2012	poederkool	45-46	Bouw gestart
	Electrabel	800	2012	poederkool	46	Wacht op vergunning
	C.GEN	450	2014	kolen- vergassing		September 2008 plan ingediend
Onbekend	Onbekend	1600	2015	onbekend		Bij TenneT aangemeld, details onbekend
	Totaal	6720				

#### *Stand van zaken nieuwe kolencentrales*

economische effecten van de productie van elektriciteit uit steenkool, aardgas en windenergie met elkaar vergeleken<sup>53</sup>. Opdrachtgever Greenpeace concludeerde uit dit onderzoek dat een nieuwe kolencentrale bij een volledige doorbelasting van CO<sub>2</sub>-kosten een verliesgevende optie is. PWC is in haar rapportage echter minder uitgesproken en benadrukt dat de gehanteerde veronderstellingen bepalend zijn voor de uitkomsten.

De Algemene Energieraad (AER) stelt in een advies aan de ministers van EZ en VROM dat in de Nederlandse energievoorziening juist meer gebruik moet worden gemaakt van steenkool, maar dan met kolenvergassing<sup>54</sup>. De elektriciteitsvoorziening wordt met kolencentrales minder afhankelijk van aardgas. Door steenkool te vergassen en de CO<sub>2</sub> af te vangen en op te slaan kan de CO<sub>2</sub>-uitstoot sterk beperkt worden. Het afvangen van CO<sub>2</sub> is volgens de AER bij kolenvergassing eenvoudiger en goedkoper te realiseren dan bij conventionele poederkoolverbranding. Dit debat wordt in alle delen van de EU gevoerd. Het gaat hierbij immers om belangrijke investeringen die voor langere tijd (30-50 jaar) de energievoorziening van de toekomst gaan bepalen.

#### 4.5 Afvang en opslag van CO<sub>2</sub>

In januari 2008 is door de Europese Commissie een concept richtlijn voorgesteld die de geologische opslag van CO<sub>2</sub> mogelijk moet maken<sup>55</sup>. Na een behandeling in de Europese Raad heeft het Europees Parlement in december 2008 ingestemd met deze richtlijn. Ook is voorgesteld dat installaties onder het Europese ETS-systeem emissies moeten kunnen reduceren door CCS. Voor de periode na 2012 zouden afvang, transport en opslaginstallaties mogelijk als afzonderlijke installaties mee kunnen doen. Tot 2012 zou gebruik gemaakt kunnen worden van het zogenaamde 'opt-in' artikel in de ETS-richtlijn, waarmee nieuwe emissiereductieactiviteiten onder het ETS kunnen vallen. Voorts is voorgesteld de mogelijkheden voor het geven van staatsteun te verruimen. Op dit moment is de financiering van CCS-technologie nog een belangrijk punt van discussie. Aanvankelijk zag de Europese Commissie dit vooral als een zaak voor de lidstaten en de industrie, maar hier zijn belangrijke protesten tegen gerezen, vooral uit het Europees Parlement.

Nederland vindt opslag van CO<sub>2</sub> in de ondergrond een belangrijke en passende oplossing voor vermindering van emissies van CO<sub>2</sub> en is proefprojecten gestart. Door de EU is CO<sub>2</sub>-opslag in de ondergrond ook op de beleidsagenda gezet en worden middelen gezocht deze vorm van mitigatie te stimuleren. Minister Van der Hoeven van EZ maakte duidelijk dat Nederland bij het ondergronds opslaan van CO<sub>2</sub> een belangrijke rol wil spelen en daarbij geïnteresseerd is in samenwerking met landen als Noorwegen, het Verenigd Koninkrijk en Saoedi-Arabië. Met het Verenigd Koninkrijk en Noorwegen werken Nederlandse kennisinstellingen al jaren samen; met Saoedi-Arabië werd in de zomer van 2008 een conferentie over CCS gehouden.

De Nederlandse overheid heeft grote ambities voor CCS. Naast energiebesparing en duurzame energie is CCS één van de pijlers van het nationale klimaatbeleid. De voornaamste redenen hiervoor zijn dat Nederland maar weinig andere opties heeft om CO<sub>2</sub> te reduceren in de energiesector, dat Nederland technologisch één van de koplopers op CO<sub>2</sub>-afvanggebied is (met name in combinatie met kolenvergassing) en dat er in de nabije toekomst relatief veel opslagcapaciteit in lege gasvelden is. Om de implementatie van CCS te faciliteren heeft de minister van VROM de "Taskforce CCS" ingesteld. Het doel van deze Taskforce is het creëren van condities die moeten leiden tot grootschalige en commerciële toepassing van deze techniek in 2020. Ook wil men proberen het maatschappelijke draagvlak voor CO<sub>2</sub>-opslag zo groot mogelijk te maken. Eind 2008 werd duidelijk dat het eerste proefproject voor CO<sub>2</sub>-opslag in Barendrecht maatschappelijke weerstand heeft opgeroepen.

De overheid heeft subsidie verleend aan vijf kleinschalige proefprojecten, waarvan drie voor het afvangen van CO<sub>2</sub> en twee voor de opslag van CO<sub>2</sub> (Barendrecht<sup>56</sup> en Geleen). Het CO<sub>2</sub> Afvang, Transport en Opslag programma (CATO) is uitgegroeid tot het nationale CCS-onderzoekprogramma. In CATO onderzoeken universiteiten, onderzoekinstellingen, het bedrijfsleven en milieuorganisaties hoe CCS kan bijdragen aan een duurzame energiehuishouding<sup>57</sup>. Hierbij wordt de gehele keten in beschouwing genomen. Zo wordt er gewerkt aan de verbetering van technologieën, bepaling van opslagcapaciteit, monitoren van opgeslagen CO<sub>2</sub>, milieu-impact over de gehele keten, publieke perceptie, systeemintegratie en infrastructuur. In 2009 zal de tweede fase van CATO van start gaan. Hierin zullen meer dan 40 partijen werken aan de realisatie van twee grootschalige demonstratieprojecten, die in 2015 gebouwd moeten gaan worden.

Niet iedereen is echter overtuigd van de voordelen van CCS. Een deel van de milieubeweging (o.a. Greenpeace) benadrukt dat de technologie onvoldoende is ontwikkeld om op grote schaal te worden ingezet. Men vindt dat CCS als excuus wordt gebuikt voor nieuwe kolencentrales, terwijl CO<sub>2</sub> nog niet wordt afgevangen. Ook bestaat de vrees dat CCS ten koste kan gaan van energiebesparing en hernieuwbare energie. Het Rathenau Instituut wijst in het rapport 'Schoon fossiel of vuilstort'<sup>58</sup> op het gebrek aan maatschappelijk debat over CCS en zegt dat de mogelijk negatieve effecten onvoldoende worden belicht. De beschikbaarheid van CCS als een maatschappelijk acceptabele, technisch haalbare, en kosteneffectieve optie is volgens hen een voorwaarde om de bouw van nieuwe kolencentrales toe te staan. De steekproef in het onderzoek bestond uit een viertal focusgroepen van in totaal slechts 31 personen.

#### 4.6 Bio-energie

In het vervolg op de presentatie van het Europese klimaat- en energiepakket, dat op 23 januari 2008 werd gelanceerd door de Europese Commissie, ontstond er discussie over de duurzaamheid van bio-energie en biobrandstoffen. De Europese Commissie stelde voor dat de EU 20% hernieuwbare energie zou moeten gebruiken in 2020, en de transportsector 10%. Door de



formulering in het voorstel was die doelstelling alleen door toepassing van biobrandstoffen te halen. In het door de Europese Raad genomen besluit in december 2008 is dit aangepast, zodat het makkelijker wordt om auto's op hernieuwbare elektriciteit ook mee te laten tellen.

De Europese Unie eist voor de toepassing van biobrandstoffen wel dat ze moeten voldoen aan bepaalde duurzaamheidscriteria, bijvoorbeeld rond vermeden broeikasgasemissies en directe veranderingen van landgebruik. Deze Europese criteria zijn verplichtend; als biobrandstoffen er niet aan voldoen, mogen ze niet meetellen bij de 10%-doelstelling. De criteria die Europa stelt, lijken in hoge mate op de criteria die in Nederland eerder door de Commissie Cramer zijn gesteld. Op dit moment is het onduidelijk of Nederland alleen de Europese criteria zal opleggen of dat Nederland ook additionele criteria wil toevoegen.

In het maatschappelijke en wetenschappelijke debat speelt de vraag of de Europese criteria voldoende zijn om mogelijke negatieve gevolgen van biobrandstoffen voor de broeikasgasbalans en biodiversiteit te vermijden. Het Planbureau voor de Leefomgeving plaatste hier al in maart 2008 kritische kanttekeningen bij, als eerste reactie op het voorstel van de Europese Commissie<sup>59</sup>. Met name door indirecte effecten (verschuiving van landbouw) is het onzeker of de totale broeikasgasbalans door biobrandstoffen positief zal zijn. De CO<sub>2</sub>-reductie in de hele keten van productie tot verbruik (well-to-wheel emissies) van vooral eerste generatie biobrandstoffen ligt vaak rond de 40% ten opzichte van fossiele brandstoffen. Aangezien de Europese duurzaamheidsdoelstelling stelt dat de reductie van 35% moet oplopen tot 50%, is het steeds lastiger voor die eerste generatie biobrandstoffen om aan dat criterium te voldoen.

Daarbij komt dat er door landgebruikverandering een extra uitstoot van broeikasgassen kan ontstaan (bijvoorbeeld door ontbossing) die niet meegenomen wordt in de ketenberekening (dus formeel voldoet de biobrandstof dan wel aan de duurzaamheidsdoelstelling). In het aangenomen Europese voorstel krijgt de Europese Commissie tot eind 2010 om aan te geven hoe men wil omgaan met de gevolgen van dit indirecte effect. Hierbij moet opgemerkt worden, dat de mechanismen omtrent indirect landgebruik en effecten op de markten voor landbouwproducten zeer complex zijn en veel verder gaan dan enkel de productie van biobrandstoffen. Zo is op dit moment de mondiaal stijgende vraag naar landbouw- en bosbouwproducten in de meeste gevallen een veel belangrijker driver voor landgebruikveranderingen en voedselprijsstijgingen dan biobrandstoffen.

Ook is niet uitgesloten dat er concurrentie met voedselproductie plaatsvindt, waardoor voedselprijzen stijgen. Dit aspect stond extra in de aandacht toen medio 2008 wereldwijd de voedselprijzen fors stegen (zie ook 2.4). Er is veel onderzoek gedaan naar de bijdrage van biobrandstoffen bij die voedselprijsstijgingen, maar een definitief getal kan niet worden gegeven, aangezien de sterke fluctuaties in de voedselprijzen ook door andere factoren worden bepaald. Wel is het een feit dat een verplicht bijmengdoel voor 2020 een extra druk zal leggen op de voedselmarkt en dus zal leiden tot een additioneel prijseffect. De grootte hiervan is echter nog onderdeel van debat. Overigens is met het dalen van de mondiale voedselprijzen eind 2008 (ondanks onverminderde productie van biobrandstoffen) deze discussie vooralsnog weer geluwd.

Een uitgebreide studie uit 2008, waarbij vele kennisinstellingen betrokken waren, laat zien dat bio-energie op de lange termijn (2050) kansrijk is<sup>60</sup>. Bio-energie heeft een aanzienlijke potentiële bijdrage aan het mondiale energiegebruik. Mogelijk kan 25 tot 40% van de

toekomstige wereldenergievraag ingevuld worden door benutting van reststromen en door gerichte teelt van gewassen. Bij deze inschatting is rekening gehouden met een beperking van de nadelige effecten op de voedselvoorziening, natuur en beschikbaarheid van water. Hierbij wordt wel verondersteld dat er veel geavanceerde biobrandstoffen op de markt komen. Deze 'tweede generatie' biobrandstoffen kan over het algemeen betere ketenprestaties leveren, waardoor de gestelde broeikasgascriteria makkelijker kunnen worden gehaald. Hierbij is echter nog onzeker hoe de minder productieve gronden in gebruik moeten worden genomen.

De Nederlandse regering wil de monitoring van teelten voor bio-energie verder uitbreiden, zodat beter kan worden bijgehouden waar de bio-energie wordt geteeld en waar veranderingen in landgebruik en prijzen optreden. Deze data zijn van belang om eind 2010 tot een voorstel te komen hoe met de indirecte effecten van bio-energie rekening zal worden gehouden in het Europese, en dus Nederlandse, beleid<sup>61</sup>.

## 5. Aanpassen aan een veranderend klimaat

Door de toenemende kennis van het klimaatsysteem, de mogelijke gevolgen van klimaatverandering en het groeiende besef dat niet alle gevolgen zijn te voorkomen, is adaptatie op de Nederlandse politieke agenda gezet. Adaptatie is het aanpassen van natuurlijke systemen en maatschappelijke sectoren aan de gevolgen van klimaatverandering. Bij het ontwerpen van adaptatiestrategieën is het van belang om rekening te houden met de sociaal-economische ontwikkelingen in de betreffende regio. Er bestaan echter nog veel onzekerheden over de gevolgen van klimaatverandering en de snelheid waarmee veranderingen optreden. Daarnaast is er altijd een kans dat zich geheel onverwachte, onvoorziene ontwikkelingen in de economie en/of het klimaatsysteem zullen voordoen. De kredietcrisis is daar een voorbeeld van.

Er wordt veel gesproken over regionale klimaatbestendigheid. Een algemeen geaccepteerde definitie van klimaatbestendigheid, bijbehorende criteria en randvoorwaarden zijn niet voorhanden<sup>62</sup>. Dit is mede een gevolg van de verschillende interpretaties van de risico's in de maatschappij, maar ook binnen wetenschappelijke disciplines (zie 5.1). Globaal kan het begrip beschreven worden als de uitkomst van een zoekproces naar mogelijkheden om weerstand, aanpassingsvermogen en veerkracht van gebieden te vergroten. De verschillende wijzen waarop invulling gegeven wordt aan het begrip klimaatbestendigheid, worden in dit hoofdstuk geïllustreerd aan de hand van het werk van de Deltacommissie (zie 5.2) en de formulering van de nationale structuurvisie 'Randstad 2040' (zie 5.3).

Het is dus moeilijk om te bepalen welke klimaatrisico's maatschappelijk aanvaardbaar zijn, en welke niet. Toch wil de overheid een afwegingskader hebben om maatschappelijke investeringen te toetsen aan klimaatbestendigheid en om alternatieven af te wegen. Om aan deze wens tegemoet te komen wordt binnen de onderzoekprogramma's Klimaat voor Ruimte, Kennis voor Klimaat en door het Planbureau voor de Leefomgeving gezocht naar indicatoren om adaptatiebeleid te kunnen monitoren. In veel landen wordt vooral gezocht naar mogelijkheden om adaptatiemaatregelen in te bedden in bestaande beleidsdomeinen en wetgeving, omdat adaptatie gevolgen heeft voor verschillende economische sectoren en componenten van de leefomgeving.

In Nederland wordt adaptatiebeleid vooral gekoppeld aan ruimtelijke ontwikkelingen en het waterbeheer. De Nederlandse overheid heeft eind 2007 in het nationaal onderzoekprogramma Adaptatie Ruimte en Klimaat (ARK) haar strategie 'Maak ruimte voor klimaat!' gepubliceerd. Deze strategie beschrijft de uitgangspunten, leidende principes, dilemma's en voorstellen voor nadere acties om Nederland aan te passen aan klimaatverandering. Er wordt momenteel binnen ARK gewerkt aan een Adaptatieagenda, waarin de strategie geconcretiseerd wordt. In de agenda zullen onder meer 25 regionale initiatieven voor adaptatiestrategieën worden opgenomen. Deze zijn benoemd en uitgewerkt tijdens de zogeheten impulsbijeenkomsten, die in 2008 in vijf regio's door het Interprovinciaal Overleg (IPO) zijn geïnitieerd. De initiatieven betreffen een breed scala aan thema's variërend van klimaat in de stad tot internationale natuurcorridors. In het kader van de nieuwe Wet ruimtelijke ordening (Wro 2008) werken provincies daarnaast aan nieuwe structuurvisies waarin de beleidsstrategie op het gebied van de ruimtelijke inrichting wordt beschreven. Veel provincies willen in die beleidsstrategie een oordeel over de klimaatbestendigheid van hun structuurvisie opnemen. Er is echter nog geen algemeen toepasbare methode beschikbaar om plannen, zoals structuurvisies, te toetsen op

### Adaptatie in internationale context

Binnen de EU is in 2007 een begin gemaakt met het ontwikkelen van Europees adaptatiebeleid door het publiceren van een 'Groenboek'. Dit is een document waarin de Europese Commissie reacties vraagt over specifieke sectoren. Na het uitkomen van dit Groenboek is de Europese Commissie gestart met het opstellen van een 'Witboek', waarin meer concrete voorstellen worden beschreven voor Europees adaptatiebeleid en waarin de rol van de Europese Unie zal worden omschreven. Na een aantal openbare consultatieronden en het opstellen van een impact assessment in 2008 is de publicatie van het Witboek uitgesteld tot het voorjaar van 2009. Verder is in Bali (eind 2007) door de landen aangesloten bij de Verenigde Naties afgesproken om adaptatiebeleid, inclusief uitwisseling en opbouw van kennis en financieringsmechanismen voor ontwikkelingslanden, een volwaardige plaats te geven in het post-Kyoto klimaatbeleid, naast het beleid gericht op het terugdringen van de uitstoot van broeikasgassen.

hun klimaatbestendigheid. Wel zijn er verschillende onderzoeken gaande om klimaatbestendigheid in te bedden in planologische instrumenten, zoals planMER, Watertoets en het bouwbesluit.

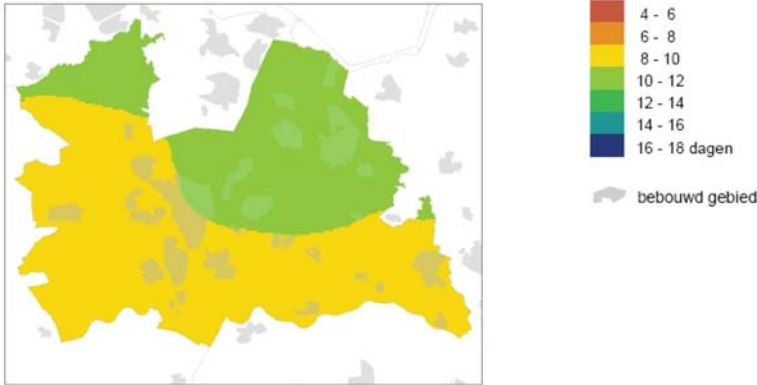
#### 5.1 Klimaatinformatie op maat voor regionale en lokale overheden

Hoewel onze kennis van het klimaatsysteem de laatste 10 jaar enorm is toegenomen, is de voorspelbaarheid van de regionale en lokale gevolgen van klimaatverandering nog steeds beperkt<sup>63</sup>. Het probleem is dat de voorspelbaarheid van klimaatverandering afhangt van de ruimtelijke schaal. Op mondiale schaal kan met vrij grote zekerheid worden gesteld dat de temperatuur zal toenemen en dat de hydrologische cyclus zal intensiveren. Maar dit is niet zomaar één op één te vertalen naar regionale of lokale schaal. Op regionale schaal voor bijvoorbeeld het stroomgebied van de Rijn kunnen toekomstige klimaatveranderingen onder bepaalde aannamen, zoals het wel of niet structureel veranderen van luchtstromingen, in kaart gebracht worden. Een voorbeeld hiervan is de gemiddelde zomerneerslag, die sterk afhangt van de overheersende windrichting. In sommige gevallen zijn de veranderingen robuust, dat wil zeggen onafhankelijk van de aannamen. Op lokale schaal, bijvoorbeeld gebieden ter grootte van een provincie, speelt ook het detailniveau van de klimaatgegevens een rol. Deze gegevens worden door klimaatmodellen op een grof rooster berekend en kunnen in sommige gevallen niet één op één worden doorvertaald naar lokale schaal. Het KNMI doet onder andere onderzoek naar de fundamentele aspecten rond de voorspelbaarheid van het klimaat op diverse ruimtelijke schalen. Aangezien uitkomsten van klimaatmodellen als invoer dienen voor de klimaateffectmodellen, werken de onzekerheden hierin door.

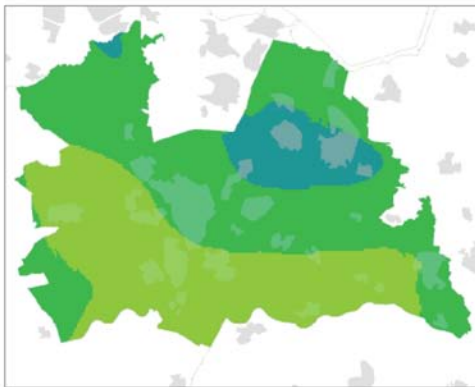
Hoewel de voorspelbaarheid van klimaateffecten op regionale schaal dus beperkt is, hebben de Nederlandse overheden grote behoefte aan inzicht in deze effecten. Gemeenten en provincies willen immers weten hoe klimaatbestendig de eigen regio of sector is. Dit levert een spanningsveld op met de wetenschap. Zo wordt binnen het onderzoek gezocht naar manieren om de wetenschappelijke onzekerheid in lokale projecties zo transparant en helder mogelijk te benoemen. In sommige gevallen zijn de onzekerheden dermate groot dat klimaateffecten onmogelijk gevisualiseerd kunnen worden, ondanks de wens hiervoor vanuit het beleid. Hoe de onzekerheid uiteindelijk wordt gepresenteerd, hangt af van de doelgroep.

Aantal dagen met  $\geq 15$  mm neerslag (jaar)

1976 - 2005



2050 W



2050 W+

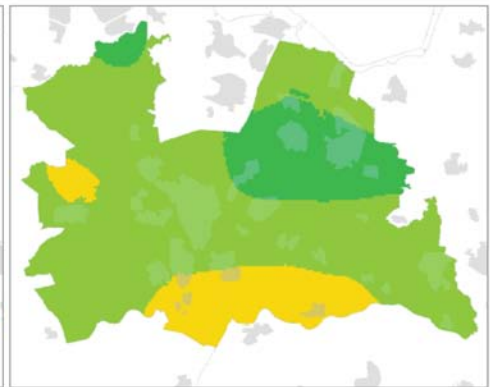


Foto: Klimaatatlas Utrecht

De kaarten zijn gebaseerd op een automatische interpolatie van klimaatgegevens van individuele meetstations zonder additionele klimatologische kennis. De getoonde lokale variaties kunnen mede bepaald zijn door de gehanteerde interpolatietechniek en de ligging van de meetstations

*Gemiddeld aantal dagen met 15 mm of meer neerslag in de provincie Utrecht voor de W en W+ scenario's van het KNMI en de referentie periode 1976-2005*

Het project 'klimaat effectschetsboeken'<sup>64</sup> uit het programma Klimaat voor Ruimte en een vergelijkbare studie van TNO illustreren op verschillende manieren hoe wetenschappers met deze problemen omgaan.

Alterra, DHV en het KNMI ontwikkelden in 2008 'klimaat effectschetsboeken' voor de provincies Zuid-Holland, Utrecht, Gelderland, Noord-Brabant, Drenthe, Groningen, Noord-Holland en Zeeland. Deze provincies willen onder andere met behulp van de schetsboeken klimaatrisico's meewegen bij het opstellen van hun structuurvisies. Een belemmering hierbij is de beschikbaarheid van gegevens over secundaire effecten van klimaatverandering. Voor de klimaat effectschetsboeken zijn kaarten gemaakt die de primaire gevolgen van klimaatverandering weergeven, zoals het toenemende aantal warme dagen per jaar of de extreme neerslag in de winter. De provincie Utrecht houdt zich op dit moment bijvoorbeeld bezig met de vraag of de rivier de Eem wel voldoende afvoercapaciteit heeft om bij extreme neerslag het water af te

voeren. In de schetsboeken is ook de doorvertaling van de klimaatverandering in secundaire gevolgen zoals grondwaterstand en verzilting te vinden. In de meeste gevallen is er voor gekozen om dit soort effecten alleen in tabelvorm te presenteren. In andere gevallen is er voor gekozen om de effecten in kwalitatieve termen in kaartbeelden te duiden (bijvoorbeeld 'hoger' of 'lager' dan de huidige situatie). In de eerste fase van dit project zijn nog geen sociaal-economische gevolgen van klimaatverandering, zoals landbouwschade, ruimtelijk expliciet gemaakt aan de hand van de verschillende KNMI'06 scenario's.

TNO heeft een studie<sup>65</sup> verricht naar de financiële risico's van klimaatverandering voor zeespiegelstijging, overstromingen, toenemende extreme droogte en verzilting in Nederland. Het gaat hierbij vooral om het testen van methodes om deze risico's ruimtelijk in kaart te brengen. De onderzoekers hebben de economische schade als gevolg van een gesimuleerde overstroming bij respectievelijk Lopik (rivierdijkdoorbraak) en Ter Heijde (doorbraken in de duinen) als case studie gebruikt. Dit experiment is gedaan met verschillende scenario's van ruimtegebruik voor de jaren 2002, 2040 en 2100. Daarnaast zijn overstromingsscenario's gebruikt van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat. In de overstromingsscenario's is rekening gehouden met onzekerheden, waaronder klimaatverandering, waterstand, rivierafvoer, faalmechanismen, aantal locaties en tijdstip van doorbraken en de kenmerken van het achterliggende gebied. TNO concludeert dat het weliswaar mogelijk is om overstromings- en waterschaarsterisico's in kaart te brengen, maar dat er ook beperkingen zijn door gebrek aan informatie, zoals fysieke schade, bedrijfsuitval en indirecte economische effecten. Bij het laatste kun je bijvoorbeeld denken aan de misgelopen inkomsten van leveranciers van winkels in het overstromde gebied.

Soortgelijke berekeningen zijn door TNO gemaakt voor het effect van (toenemende) verzilting in Zuidwest-Nederland als gevolg van klimaatverandering. De berekende extra potentiële economische schade door verzilting in deze regio is, onder de verschillende scenario's, veel beperkter in vergelijking met de eerder genoemde potentiële overstromingschade in Lopik en Ter Heijde. TNO heeft ervoor gekozen om de economische schade door verzilting ruimtelijk expliciet te maken in kaartbeelden. Er is dus door de onderzoekers een andere afweging gemaakt bij het presenteren van de onzekerheden in de te verwachte verziltingschade (in euro's) in vergelijking tot het project 'klimaateffectschemas'. Waar de één kiest voor kaartbeelden, heeft de ander er bewust voor gekozen om dit niet te doen. Overigens onderkennen beide onderzoeken de onzekerheden die er zijn in de berekening van verzilting op basis van KNMI'06 scenario's en de vele arbitraire economische aannamen die nodig zijn om de extra potentiële schade door klimaatverandering in te kunnen schatten.

## 5.2 De Deltacommissie: leven in de Nederlandse kustzone in 2200

Op 3 september presenteerde de Deltacommissie<sup>66</sup> haar advies (zie ook 1.3) over de vraag hoe Nederland zich kan voorbereiden op de gevolgen van klimaatverandering. Het advies richt zich met name op de inrichting van het hoofdwatersysteem van Nederland ter bescherming tegen overstromingen en het veiligstellen van de beschikbaarheid van voldoende zoet water. De commissie doet in totaal twaalf aanbevelingen. Zo stelt de commissie dat het huidige veiligheidsniveau met ten minste een factor 10 moet worden vergroot, vanwege de sterk toegenomen economische waarde van het land. Dit zou betekenen dat veel waterkeringen moeten worden aangepast. Verder is de commissie van mening dat een kosten-batenanalyse moet uitwijzen of nieuwbouw op ongunstige locaties plaats kan vinden. De extra kosten moeten dan in de ogen van de commissie worden gedragen door degenen die ervan profiteren.

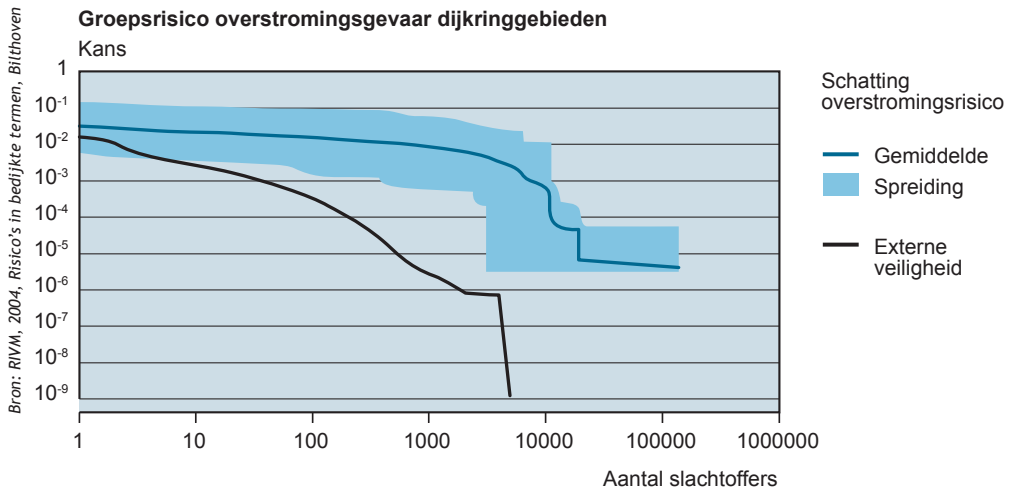
Om het hoofdwatersysteem veilig te houden moet dit volgens de commissie aangepast worden. De Deltacommissie noemt 'mee ontwikkelen met klimaatverandering' (het gebruik maken van natuurlijke processen en het volgen van sociaal-economische veranderingen) de beste strategie om Nederland op den duur veilig en aangenaam bewoonbaar te houden. Maatregelen voor het hoofdwatersysteem moeten in samenhang met elkaar worden bepaald. Het rapport werkt concrete maatregelen uit voor de Noordzeekust, het Waddengebied, de Zuidwestelijke Delta, het Rivierengebied, de Rijnmond en het IJsselmeergebied tot 2050 met een doorkijk voor de periode erna. De commissie adviseert nadrukkelijk om maatregelen flexibel uit te voeren, zodat latere generaties hun eigen afwegingen kunnen maken. Hiermee staat de commissie adaptief beleid voor, waarin monitoren van (klimaat)verandering gevolgd door anticipatie essentiële bouwstenen vormen.

Behalve naar waterveiligheid is ook gekeken naar de beschikbaarheid van zoet water, wat met name in de zomer een probleem kan opleveren. Hiertoe wil de Deltacommissie het waterpeil in het IJsselmeer laten 'meegroeiën' met de zeespiegel tot maximaal 1,5 meter. Op dit aspect is veel kritiek geweest, omdat de consequenties voor het IJsselmeergebied groot zijn, bijvoorbeeld door verlies van huidige havenplaatsen aan het IJsselmeer.

Met de uitvoering van het totale pakket aan maatregelen (het Deltaprogramma) is volgens de commissie tot 2100 jaarlijks een bedrag van 1,0 tot 1,8 miljard euro gemoeid. Ook dit leidde in de media tot veel debat, gezien de onzekerheden in deze cijfers. Om het programma effectief te implementeren stelt de Deltacommissie een versterking van de politiek-bestuurlijke organisatie voor, inclusief de oprichting van een Deltafonds en een Deltawet. Hiermee wordt dan het advies politiek-bestuurlijk, financieel en juridisch verankerd.

Het advies van de Deltacommissie is onderbouwd met de meest recente wetenschappelijke inzichten. Hierbij zijn de KNMI'06 scenario's gebruikt om een bandbreedte te geven van de meest waarschijnlijke klimaatveranderingen. De primaire opdracht van de commissie was echter: 'Hoe Nederland zo in te richten dat ons land ook op de zeer lange termijn, na 2100, veilig is tegen overstromingen?'. In aanvulling op de KNMI'06 scenario's zijn daarom nieuwe scenario's geformuleerd voor o.a. rivierafvoeren en zeespiegelstijging (zie 1.3) om de plausibele bovengrenzen te verkennen, aangezien voor waterveiligheid gebeurtenissen met "een kleine kans maar grote gevolgen" relevant zijn. Dit is te vergelijken met bijvoorbeeld de gebruikelijke bouwtechnische randvoorwaarde dat een brug de zwaarst mogelijke vrachtwagencombinatie moet kunnen dragen. De commissie doet in haar rapportage geen uitspraken over de waarschijnlijkheid van de scenario's. In de dialoog tussen de commissie en haar opponenten in de media is deze omschreven nuance uit het rapport niet altijd even helder gecommuniceerd, met discussie in zowel maatschappelijke als wetenschappelijke kringen tot gevolg.

Aangezien de meest dreigende situaties zich in het kustgebied voordoen, namelijk bij wateropzet door noordwesterstormen, is ook gekeken naar veranderingen in stormfrequentie en in windsterkte en windrichting. Zelfs in de meest extreme scenario's wordt er geen toename in wateropzet verwacht. In de winter wordt er een structurele toename van de waterstanden in de Rijn verwacht. De huidige piekafvoer met een overschrijdingskans van 1250 jaar, geschat uit de tijdreeks van 1901-2004, is 16.000 m<sup>3</sup> per seconde. In het meest pessimistische scenario voor 2100 is een piekafvoer becijferd van 22.000 m<sup>3</sup> per seconde. Dit kan echter alleen plaatsvinden wanneer in Duitsland afdoende maatregelen worden genomen om het overstromingsrisico aldaar te beperken. In de zomer kunnen waterstanden gemiddeld lager uitvallen. Dit is echter sterk afhankelijk van het scenario.



*In deze figuur wordt het groepsrisico van overstromingen vergeleken met de bij elkaar opgetelde groepsrisico's van de activiteiten binnen het externe veiligheidsdomein (luchtvaart, opslag en transport van gevaarlijke stoffen - zwarte lijn). Het lichtblauwe deel geeft de onzekerheidsband aan van de inschatting van overstromingsrisico's. Er is te zien dat het groepsrisico hoger ligt dan bij externe veiligheidsrisico's*

Een voorbeeld van wetenschappelijke vernieuwing is het concept waarop volgens de commissie de norm voor waterveiligheid gebaseerd moet worden. Deze norm is opgebouwd uit het individueel of plaatsgebonden risico (de kans op overlijden van individuen binnen een dijkring), het groepsrisico (de kans per jaar op slachtoffers van een overstroming) en de vermeden schade bij overstroming in relatie tot de gemaakte kosten. Op dit moment gelden de volgende normen voor overschrijdingskansen van waterstanden: bij de riviervedigding eens in de 1250 jaar, bij de kustverdediging in Noord- en Zuid-Holland eens in de 10.000 jaar en eens in de 4.000 jaar elders.

De Deltacommissie heeft de risico's van een overstroming vergeleken met het bestaande veiligheidsbeleid voor de bescherming van personen en milieu tegen ongevallen bij industriële installaties, bij transport en opslag van gevaarlijke stoffen, bij treinemplacementen en in het luchtverkeer. Het beschermingsniveau dat de commissie voorstelt voor individueel risico is vergelijkbaar met het bestaande beleid. Uit een schatting van het RIVM blijkt dat het groepsrisico van hoge aantallen slachtoffers door overstromingen een factor 10 tot 10.000 groter is dan bij het algemene veiligheidsbeleid. De commissie vindt dit onacceptabel. Aanvullend onderzoek moet leiden tot een methodiek voor het bepalen van het groepsrisico voor overstromingen en het opstellen van (nieuwe) veiligheidsnormen.

Dat de aanbevelingen van de Deltacommissie een grote maatschappelijke relevantie hebben blijkt uit het maatschappelijk debat dat ontstaan is. Dit ging over de realiseerbaarheid, (kosten) effectiviteit, politiek-maatschappelijk draagvlak en wetenschappelijke onderbouwing van het advies. Enkele punten die daarbij genoemd zijn in het afgelopen jaar:

- Adaptatie aan klimaatverandering is breder dan alleen waterbeheer, er zijn ook consequenties voor de ecologische hoofdstructuur, landbouw, mobiliteit en transport.
- De onderbouwing en keuze van de zeespiegelscenario's.



- Het waterbeleid dreigt te ‘vergeten’ dat de (regionale) klimaatmodellen ook continu geëvalueerd moeten worden met metingen aan het klimaat.
- De kostenonderbouwing voor de uitvoering van het advies.
- Mogelijk verslappende aandacht voor emissiereductie en energiebesparingsbeleid.
- Verdeling van de kosten en baten: de genoemde maatregelen om de zoetwaterbeschikbaarheid op nationaal niveau te verbeteren hebben op korte termijn economische gevolgen op regionale schaal voor de landbouw in de Zuidwestelijke Delta (botsende regionale belangen).
- Er is vooral gezocht in technische oplossingen, men had meer inbreng vanuit de sociale wetenschappen willen zien om te komen tot daadwerkelijk innovatieve oplossingen.

Het advies is door het kabinet positief ontvangen en de eerste beleidsmatige uitwerking van het advies is onderdeel van het Nationaal Waterplan. Eind 2009 zal er een wetsvoorstel Deltawet aan de Tweede Kamer ter behandeling worden voorgelegd en zal er een werkprogramma worden opgesteld voor de Deltaregisseur, die dan van start zal gaan om het Deltaprogramma vorm te geven. In deze wet wordt onder meer vastgelegd wat de aard en omvang van het Delta-programma is, welke positie en taken de Deltaregisseur krijgt en hoe de financiering op hoofdlijnen zal worden geregeld.

### 5.3 De Randstad in 2040: kansen benutten

Het project ‘Randstad 2040’, onderdeel van het nationale programma ‘Randstad Urgent’, is in september 2008 vastgesteld door het kabinet als nationale ruimtelijke structuurvisie. Structuurvisies zijn ruimtelijke ontwikkelingsperspectieven die sinds de Wro 2008 op nationaal, provinciaal en gemeentelijk niveau moeten worden geformuleerd. De visie beschrijft hoe de Randstad zich kan ontwikkelen tot een duurzame en concurrerende Europese topregio. Aanleidingen voor deze structuurvisie zijn de achteruitgang van de leefbaarheid, bereikbaarheidsproblemen, toenemende behoefte aan ruimte, internationale concurrentie en de gevolgen van klimaatverandering. In de structuurvisie zijn vier leidende principes beschreven voor de toekomstige ontwikkelingen van de Randstad. Eén daarvan is ‘leven in een veilige, klimaatbestendige en Groen-blauwe Delta’. Daarin wordt gepleit voor een extra (financiële) inzet van burgers en overheid in het versterken van de kustverdediging en de dijken langs de grote rivieren in de Randstad. Om in de Randstad een aantrekkelijk investerings- en vestigingsklimaat te creëren wordt ingezet op drie kernpunten: preventieve maatregelen (zoals waterkeringen), duurzame ruimtelijke planning en verbetering van de rampenbestrijdingsorganisatie.

De invloed van klimaatverandering op de waterhuishouding wordt een belangrijk sturend principe bij woningbouw en verstedelijking. Er wordt voorgesteld om het Groene Hart te beschouwen als deel van een grotere aaneengesloten ‘Groen-blauwe Delta’, aansluitend bij het IJsselmeer, de Noordzee en de Zeeuwse wateren. Het is dan niet langer een open gebied te midden van een ring van steden, maar een onderdeel van een groter netwerk van water, natuur en steden. De Groen-blauwe Delta zal hierdoor een plek worden voor het opvangen en vasthouden van water. De overheid hoopt hiermee een grotere diversiteit en toenemende ruimtelijke kwaliteit te waarborgen, met tevens ruimte voor recreatie, natuurbeleving, landbouw, zorgfuncties en woningbouw.

Overheden, klimaatwetenschappers en planologen zien kansen voor innovatie door het begrip ‘klimaatbestendigheid’ mee te nemen in de (multifunctionele) ruimtelijke ontwikkeling van de Randstad. Tegelijkertijd zijn er projectontwikkelaars en economen die de kosten van klimaat-

bestendigheid hoger inschatten dan de baten op basis van eerder genoemde kansen. Dit illustreert hoe actoren in de ruimtelijke ordening klimaatbestendigheid op verschillende manieren in het besluitvormingsproces afwegen. Dit voorbeeld laat tevens zien dat in de planvorming klimaatbestendigheid wordt meegenomen in de vorm van principes. Er ontbreken echter nog meetbare doelen, financiële en juridische instrumenten en richtlijnen om partijen, zoals projectontwikkelaars, handelingsperspectief te geven voor het klimaatbestendig inrichten van de ruimte. In de komende jaren zal de overheid daarom de mogelijkheden verkennen om de visie voor de Randstad in bestaande en nieuw te ontwikkelen plannen als ordenend principe door te laten werken. De formulering van de structuurvisie Randstad 2040 laat tot slot zien dat, ondanks de beperkte of onzekere klimaatinformatie die soms voor de beleidsmakers beschikbaar is, er toch adaptatiemaatregelen in ruimtelijke ontwikkelingsplannen kunnen worden ingepast.

## Referenties

1. Breeman, G.E. en A. Timmermans (2008), Politiek van de aandacht voor milieubeleid. Een onderzoek naar maatschappelijke dynamiek, politieke agendavorming en prioriteiten in het Nederlandse milieubeleid, WOT-rapport 77, Wageningen UR, augustus 2008
2. Graverson, R.G., T. Mauritsen, M. Tjernström, E. Källén and G. Svensson (2008), Vertical structure of recent Arctic warming, *Nature*, 541, 53-56
3. Oldendorph, G. J. van, S. Drijfhout, A. van Ulden, R. Haarsma, A. Sterl, C. Severijns, W. Hazeleger and H. Dijkstra (2009), Western Europe is warming much faster than expected, *Clim. Past*, 5, 1-12
4. Kattenberg A. (ed.) (2008), Toestand van het klimaat in Nederland 2008, KNMI
5. Lenderink G. and E. van Meijgaard (2008), Increase in hourly precipitation extremes beyond expectations from temperature changes, *Nature Geoscience* 1, 511-514. Doi: 10.1038/ngeo262
6. Lenderink G., E. van Meijgaard, en F. Selten (2008), Intense coastal rainfall in the Netherlands in response to high sea surface temperatures: analysis of the event of August 2006 from the perspective of a changing climate, *Climate Dynamics*, Doi: 10.1007/s00382-00800366-x
7. Deltacommissie (2008), Samen werken met water: Een land dat leeft, bouwt aan zijn toekomst, Bevindingen van de Deltacommissie 2008
8. Hurk, B. van den, A. Klein Tank, G. Lenderink, A. van Ulden, G. J. van Oldendorph, C. Katsman, H. van den Brink, F. Keller, J. Bessembinder, Burgers, G., G. Komen, W. Hazeleger and S. Drijfhout (2006), KNMI Climate Change Scenarios 2006 for the Netherlands, KNMI Scientific Report WR 2006-01
9. IPCC (2007), Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp.
10. Mitrovica, J. X., Tamisiea, M. E., Davis, J. L., and Milne, G. A. (2001), Recent mass balance of polar ice sheets inferred from patterns of global sea level change, *Nature*, 409, 1026-1029
11. Raupach, M.R, G. Marland, Ph. Ciais, C. Le Quéré, J. G. Canadell, G. Klepper and C.B. Field (2007), Global and regional drivers of accelerating CO<sub>2</sub> emissions, *PNAS*, 104, 10288-10293, doi: 10.1073/pnas.0700609104
12. Global Carbon Project (2008), Carbon budget and trends 2007
13. Hansen, J., M. Sato, P. Kharecha, D. Beerling, V. Masson-Delmotte, M. Pagani, M. Raymo, D.L. Royer, J.C. Zachos (2008), Target atmospheric CO<sub>2</sub>: Where should humanity aim?, <http://arxiv.org/abs/0804.1126>
14. Chylek, P., U. Lohmann, M. Dubey, M. Mishchenko, R. Kahn, and A. Ohmura (2007), Limits on climate sensitivity derived from recent satellite and surface observations, *J. Geophys. Res.*, 112, D24504, doi:10.1029/2007JD008740
15. Lowenstein, T. K., and R. V. Demicco (2006), Elevated Eocene Atmospheric CO<sub>2</sub> and Its Subsequent Decline, *Science*, 313, 1928
16. Sluijs, A. et al. (2006), Subtropical Arctic Ocean temperatures during the Palaeocene/Eocene thermal maximum, *Nature*, 441, 610-613
17. Pearson, P. N., B. E. van Dongen, C. J. Nicholas, R. D. Pancost, S. Schouten, J. M. Singano, and B. S. Wade (2007), Stable warm tropical climate through the Eocene Epoch, *Geology*, 35, 211-214
18. Sluijs, A., H. Brinkhuis, S. Schouten, S. M. Bohaty, C. M. John, J. C. Zachos, J. S. Sinninghe Damsté, E. M. Crouch, and G. R. Dickens (2007), Environmental precursors to light carbon input at the Paleocene/Eocene boundary, *Nature*, 450, 1218-1221
19. Dickens, G. R., M. M. Castillo, and J. C. G. Walker (1997), A blast of gas in the latest Paleocene: Simulating first-order effects of massive dissociation of oceanic methane hydrate, *Geology*, 25, 259-262
20. Röhl, U., T. Westerhold, T. J. Bralower, and J. C. Zachos (2007), On the duration of the Paleocene - Eocene thermal maximum (PETM), *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 8, doi:10.1029/2007GC001784

21. Archer, D. (2005), Fate of fossil fuel CO<sub>2</sub> in geologic time, *J. Geophys. Res.*, 110, oi:10.1029/2004JC002625
22. Sluijs, A., G. J. Bowen, H. Brinkhuis, L. J. Lourens, and E. Thomas (2007), The Palaeocene-Eocene thermal maximum super greenhouse: biotic and geochemical signatures, age models and mechanisms of global change, in *Deep time perspectives on Climate Change: Marrying the Signal from Computer Models and Biological Proxies*, edited by M. Williams, et al., The Micropalaeontological Society, Special Publications. The Geological Society, London, 323-347
23. Zachos, J. C. et al. (2005), Rapid Acidification of the Ocean during the Paleocene-Eocene Thermal Maximum, *Science*, 308, 1611-1615
24. Weijers, J. W. H., S. Schouten, A. Sluijs, H. Brinkhuis, and J. S. Sinninghe Damsté (2007), Warm arctic continents during the Palaeocene-Eocene thermal maximum, *Earth and Planetary Science Letters*, 261, 230-238
25. Sluijs, A. et al. (in press) (2008), Eustatic variations during the Paleocene-Eocene greenhouse world, *Paleoceanography*
26. A.M. de Gier en J.B. Opschoor (red) (2008), *Onzekerheden en klimaatverandering*, KNAW, ISBN 978-90-6984-567-8
27. *Milieu en Natuurcompendium* (2008), Mondiale CO<sub>2</sub>-emissies door gebruik van fossiele brandstoffen en cementproductie per regio, 1990-2007
28. Planbureau voor de Leefomgeving (2008), China draagt tweederde bij aan groei CO<sub>2</sub>-uitstoot, Persbericht 13 juni 2008
29. Anderson, K. and A. Bows (2008), Reframing the climate change challenge in light of post-2000 emission trends. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, online publication
30. Sluijs, J.P. van der and W.C. Turkenburg (2006), Climate Change and the Precautionary Principle, In: Elizabeth Fisher, Judith Jones and René von Schomberg, *Implementing The Precautionary Principle, Perspectives and Prospects*, ELGAR, 245-269
31. Hansen, J. et al. (2008), Target atmospheric CO<sub>2</sub>: Where should humanity aim? <http://arxiv.org/abs/0804.1126>
32. Pielke Jr., R., T. Wigley and C. Green (2008), Dangerous assumptions, *Nature*, 452: 531-532
33. Elzen, M. den and N. Höhne (2008), Reductions of greenhouse gas emissions in Annex I and non-Annex I countries for meeting concentration stabilisation targets, An editorial comment, *Climatic Change*, 91(3-4): 249-274
34. OECD/FAO (2008), *OECD-FAO Agricultural Outlook 2008-2017*. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), Parijs, Frankrijk and Food and Agriculture Organisation of the United Nations (FAO), Rome, Italy
35. Mitchell, D. (2008), *A Note on Rising Food Prices*. World Bank, Washington D.C., United States
36. Banse, M., Nowicki, P. and Van Meijl, H. (2008), Why are current world prices so high? A memo. LEI Wageningen UR, Wageningen, Nederland
37. Banse, M., H. van Meijl, A. Tabeau en G. Woltjer (2008), Will EU biofuel policies affect global agricultural markets? *European Review of Agricultural Economics*, 35(2): 117-141
38. IEA (2008), *World Energy Outlook*, International Energy Agency, Paris, France
39. ECN (2008), Poznan: mislukking of succes?
40. Olivier, J. et al. (2008), Consequences of the European Policy Package on Climate and Energy, Initial assessment of the consequences for the Netherlands and other Member States, MNP Rapport 500094009, Bilthoven
41. ECN (2008), EU klimaatplan historisch ondanks afzwakking
42. ECN/MNP (2007), Beoordeling werkprogramma Schoon en Zuinig, Effecten op energiebesparing, hernieuwbare energie en uitstoot van broeikasgassen. ECN-E-07-067, ECN i.s.m. MNP, september 2007

43. Elzenga, H. et al. (2008), Tussenstand van een aantal onderdelen uit het werkprogramma Schoon en Zuinig, Planbureau voor de Leefomgeving (PBL), Bilthoven, Nederland
44. RCI (2008), CO<sub>2</sub>-afvang, transport en -opslag in Rijnmond, rapportage 2008
45. OECD/IEA (2008), World Energy Outlook 2008, International Energy Agency (IEA), Head of Communication and Information Office, Paris, France
46. Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on the geological storage of carbon dioxide and amending Council Directives 85/337/EEC, 96/61/EC, Directives 2000/60/EC, 2001/80/EC, 2004/35/EC, 2006/12/EC and Regulation (EC) No 1013/2006
47. Ministerie van Economische Zaken (2008), Energierapport 2008
48. International Energy Agency (IEA) (2008), Energy Technology Perspectives 2008 - Scenarios and Strategies to 2050, Paris, France, ISBN 978-92-64-04142-4
49. ECN/NRG (2007), De belofte van een duurzame Europese energiehuishouding - Energievisie van ECN en NRG, ECN-E--07-061
50. ECN (2008), Visie over 'slimme netten' nodig vóór grootschalige invoering 'slimme meters', juni 2008
51. Scheepers, M.J.J., A.J. Seebregts, P. Lako, F.J. Blom and F. van Gemert (2007), Fact Finding Nuclear Energy, A report prepared for the Social and Economic Council of the Netherlands, ECN, NRG, English Summary of report ECN-B--07-015 (Sociaal Economische Raad (2008), Advies: Kernenergie en een duurzame energievoorziening)
52. Seebregts, A.J., B.W. Daniëls (2008), Nederland exportland elektriciteit? Effecten van actuele nieuwbouwplannen en Schoon & Zuinig, ECN-E--08-026, juli 2008
53. PricewaterhouseCoopers Nederland (2008), Greenpeace - A financial and economic comparison of coal, gas and wind as options for Dutch electricity generation, 26 March 2008
54. Algemene Energieraad, Brandstofmix in beweging - Op zoek naar een goede balans, januari 2008
55. Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on the geological storage of carbon dioxide and amending Council Directives 85/337/EEC, 96/61/EC, Directives 2000/60/EC, 2001/80/EC, 2004/35/EC, 2006/12/EC and Regulation (EC) No 1013/2006
56. NAM (2007), Startnotitie milieueffectrapportage - Ondergrondse opslag van CO<sub>2</sub> in Barendrecht, December 2007
57. Best-Waldhober, M. de, D. Daamen, C. Hendriks, E. de Visser, A. Ramírez Ramírez, A. Faaij (2008), How the Dutch evaluate CCS options in comparison with other CO<sub>2</sub> mitigation options; Results of a nationwide Information-Choice Questionnaire survey, December 2008
58. Rathenau Instituut (2008), Schoon fossiel of vuilstort? - Resultaten focusgroepen met burgers over CO<sub>2</sub>-opslag in lege aardgasvelden, september 2008
59. Eickhout, B. et al. (2008), Local and global consequences of the EU renewable directive for biofuels, MNP-report 500143001, Bilthoven, Nederland
60. Lysen, E. et al. (2008), Biomass Assessment, Assessment of global biomass potentials and their links to food, water, biodiversity, energy demand and economy, Wetenschappelijke Assessment en Beleidsanalyse (WAB)
61. Eickhout, B. et al. (2008), Monitoring macro-impacts of bioenergy, PBL-rapport 500143002, Bilthoven, Nederland
62. Veraart J.A., Bakker M. (2009), Climate proofing. In Ludwig (eds) Climate change Adaptation in the Water sector, Earthscan books
63. Gier, A. de en Opschoor, J.B. (2008), Onzekerheden en klimaatverandering, KNAW
64. Klimaatverandering op de kaart gezet (2008), IPO - Klimaat voor Ruimte brochure
65. Jonkhoff, W., O. Koops, R. van der Krogt, Oude Essink, G. en E. Rietveld (2008), Economische effecten van klimaatverandering, TNO rapport
66. Deltacommissie (2008), Samenwerken met water. Een land dat leeft, bouwt aan zijn toekomst, Bevindingen van de Deltacommissie 2008



## Wat doet het PCCC?

Het Platform Communication on Climate Change (PCCC) is een initiatief van een aantal Nederlandse onderzoekorganisaties op het gebied van klimaat en klimaatverandering en heeft als doel om de kwaliteit, efficiëntie en effectiviteit van de communicatie van het Nederlandse klimaatonderzoek te verbeteren. Het PCCC wordt mede ondersteund door het ministerie van VROM en wordt uitgevoerd in samenwerking met het BSIK-programma Klimaat voor Ruimte<sup>1</sup>.

### *De activiteiten van het PCCC zijn o.a.:*

1. Verstrekking van actuele en achtergrondinformatie via de gezamenlijke website [www.klimaatportaal.nl](http://www.klimaatportaal.nl)
2. Materiaal en kennis beschikbaar stellen t.b.v. wetenschappelijke communicatie over klimaat en klimaatverandering o.a. door:
  - Opstellen van populair-wetenschappelijke rapportages
  - Opstellen van een jaarlijkse Staat van het Klimaat
  - Organiseren van een jaarlijkse klimaatdag
  - Organiseren van ad-hoc symposia en dialoogworkshops, afhankelijk van de actualiteit
3. Publieksvoorlichting via contacten met media
4. Bijhouden en weergave van een klimaatagenda via het klimaatportaal
5. Informatieverstrekking over internationale activiteiten (IPCC, Kyoto en Montreal Protocol)

### *De organisaties achter het PCCC zijn:*

- PBL: Planbureau voor de Leefomgeving
- KNMI: Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut
- Wageningen UR: Climate Change and Biosphere Centre en Alterra
- ECN: Energieonderzoek Centrum Nederland
- Vrije Universiteit
- Universiteit Utrecht
- Deltares
- NWO: Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek

Het secretariaat van het PCCC wordt beheerd door het KNMI. Voorzitter Wetenschappelijke Redactie PCCC: Dr. R. van Dorland (KNMI).

### *Correspondentie:*

Secretariaat PCCC  
 p/a Alterra, Wageningen UR  
 Ottelien van Steenis  
 Postbus 47, 6700 AA Wageningen  
 T 0317 48 6540  
 E [o.van.steenis@programmabureaunklimaat.nl](mailto:o.van.steenis@programmabureaunklimaat.nl)  
 W [www.klimaatportaal.nl](http://www.klimaatportaal.nl)

<sup>1</sup> BSIK staat voor Besluit Subsidie Investering Kennisinfrastructuur





## Colofon

### *Uitgave*

Dit is een uitgave van het PCCC, het Platform Communication on Climate Change. De organisaties achter het PCCC zijn: PBL, KNMI, Wageningen UR (CCB en Alterra), ECN, Vrije Universiteit, Universiteit Utrecht, Deltares en NWO.

februari 2009

### *Auteurs*

Rob van Dorland, KNMI  
Bas Eickhout, PBL  
Bert Jansen, Wageningen UR  
Ad Seebregts, ECN  
Jeroen Veraart, Alterra, Wageningen UR

### *Mede-auteurs*

Robbert Biesbroek, Alterra, Wageningen UR  
Heleen de Coninck, ECN  
Han Dolman, Vrije Universiteit  
Hasse Goosen, Alterra, Wageningen UR  
Arthur Petersen, PBL  
Kaj van de Sandt, Alterra, Wageningen UR  
Appy Sluijs, Universiteit Utrecht  
Hillebrand Verkroost, ECN

### *Samenstelling en redactie*

Rob van Dorland, KNMI  
Wieke Dubelaar-Versluis, KNMI  
Bert Jansen, Alterra, Wageningen UR

### *Productiebegeleiding*

Ottelien van Steenis, Alterra, Wageningen UR

### *Vormgeving en druk*

Uitgeverij RIVM



**Mixed Sources**

Productgroep uit goed beheerde bossen, gecontroleerde bronnen en gerecycled materiaal.

www.fsc.org Cert no. SGS-COC-003130  
© 1996 Forest Stewardship Council







Voor meer informatie:  
Secretariaat PCCC  
p/a Alterra, Wageningen UR  
Ottelien van Steenis  
Postbus 47, 6700 AA Wageningen  
T 0317 48 6540  
E [o.van.steenis@programmabureauklimaat.nl](mailto:o.van.steenis@programmabureauklimaat.nl)  
W [www.klimaatportaal.nl](http://www.klimaatportaal.nl)

Meer exemplaren van deze brochure zijn gratis verkrijgbaar bij [o.van.steenis@programmabureauklimaat.nl](mailto:o.van.steenis@programmabureauklimaat.nl)