

RIVM rapport 728001018/2001

**Differentiatie van Toekomstige
Inspanningen in het kader van het
Klimaatverdrag – Enkele verkennende
berekeningen ten behoeve van het NMP4**

M.M. Berk, M.G.J. den Elzen, B. Metz

Dit onderzoek werd uitgevoerd in opdracht van het Ministerie van Volkshuisvesting,
Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM) in het kader van het project Ondersteuning
Klimaatbeleid (M/728001).

RIVM, Postbus 1, 3720 BA Bilthoven, telefoon: +31 30 274 91 11; fax: +31 30 274 29 71

Bureau voor Milieu- en Natuur Verkeningen (MNV) en
Centrum voor Informatie Infrastructuur Milieu (CIM)
van het
Rijks Instituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM)
Postbus 1, 3720 BA Bilthoven
Nederland

Telefoon : 030 274 3723

Fax: : 030 274 4435

E-mail : Marcel.Berk@rivm.nl / Michel.den.Elzen@rivm.nl

Abstract

This report documents analyses exploring the consequences of the climate policy goals pursued by the Dutch Government and the EU for the level of reduction of greenhouse gases required for developed countries on the medium to long-term. The analysis assumes a redistribution of the global emission space between developed and developing countries on the basis of a convergence of per capita (CO₂) emissions by either 2030 or 2050. This convergence approach is compared to an increasing participation approach, where the group of countries with quantified commitments is gradually extended. The main findings follow.

- In the short to medium term global greenhouse gas emissions are most restricted by the Dutch climate policy goal to limit the rate of global average temperature increase to less than 0.1 °C per decade. However, due to the increase in global emissions under the Kyoto Protocol, this goal will not be reached before 2030. For long-term emission levels the goal of limiting global sea level rise to 50 cm is more restrictive than limiting global average temperature to 2 °C above pre-industrial levels (both Dutch and EU policy goal).
- If a medium value of 2.4 for the climate sensitivity is assumed (IPCC-range = 1.5 - 4.5), the Dutch climate policy goals imply an immediate reduction of global greenhouse gas emissions after 2012 and a stabilisation of CO₂ concentrations at a level of about 450 ppmv. CO₂ equivalent concentrations would need to stabilise below about 550 ppmv before the end of the century.
- If the restriction on the rate of temperature change is ignored, global greenhouse gas emissions could initially further increase after the first commitment period, but would have to decrease more rapidly after 2020 to still be able to stabilise CO₂ concentrations at 450 ppmv.
- Convergence in Annex I and non-Annex I regions per capita (CO₂) emission allowances by 2030 under the NMP4 emission profile results in drastic reductions of both total and per capita emissions for the Annex I regions. It may also already imply substantial emission control efforts by non-Annex I regions depending on the baseline scenarios. Delaying the year of convergence to 2050 relaxes the reduction in Annex I allowances, but also implies that non-Annex I regions will need to substantially control their emissions.
- Convergence under an 'extra delay' emission profile relaxes the emission constraints by 2030 for the Annex I regions, but is even more advantageous to the non-Annex I regions, and may result in substantial excess emission permits for some non-Annex I regions.
- Depending on the global emission profiles and the year of convergence, total CO₂ emission space for the EU/Netherlands would be reduced by 30-60% by 2030 compared to 1990 levels.
- Under an emission profile for stabilising CO₂ concentrations at 450 ppmv, exploratory analysis of the economic consequences of convergence of per capita CO₂ emission allowances by 2030 indicates that global GNP may be 0.1 – 0.6% lower than without climate policies by 2030, and 0.6 - 4.0% lower by 2050, depending on the (IPCC-SRES) baselines used.
- Impacts on OECD regions could be limited to less than 1% by 2030 and 2% by 2050 in all scenarios but A2. Impacts for developing regions are likely to differ, with Africa and India making gains, China losing in the long run (2050) and Latin America and the Dynamic Asian Economies both booking losses by 2030 and 2050. The Middle East and the former Soviet Union would suffer the largest economic losses.
- In the case of an increasing participation regime, early participation (within 10-20 years) of large developing countries like China and India in global greenhouse gas emission control is

needed to be able to meet the climate policy goals. Participation of middle-income developing countries like South Korea, Argentina and Mexico, on the basis of 'soft' conditions (reducing only emission growth) could render these goals unattainable if they constitute a precedent for future action by large low-income developing countries.

Given the need for early participation of developing countries in global greenhouse emission control, a convergence regime would seem to provide more incentives for a timely participation of developing countries, and opportunities to adopt an effective and efficient regime for meeting stringent climate targets, than an increasing participation regime.

Voorwoord

Dit rapport is een bijgestelde versie van de Notitie Differentiatie van Toekomstige Inspanningen in het kader van het klimaatverdrag, die eerder voor het Ministerie van VROM ter ondersteuning van de ontwikkeling van het Vierde Nationaal Milieubeleids Plan (NMP4) werd opgesteld (Berk *et al.*, 2000). Het rapport bevat de resultaten van verkennende berekeningen naar de implicaties van de Nederlandse klimaatdoelstellingen voor de emissies van broeikasgassen op mondiale en Europese schaal op de lange termijn (2030-2050). Het rapport documenteert tevens de resultaten van aanvullende analyses die naar aanleiding van de reacties op de eerdere notitie zijn verricht. Het betreft met name analyses naar de consequenties van een alternatief mondiaal emissieprofiel en een meer gedetailleerde analyse van de economische gevolgen van een mondiale convergentie van hoofdelijke emissieruimte.

Inmiddels hebben de resultaten van de analyse hun neerslag gekregen in het NMP4 zelf (VROM, 2001). Daarnaast zijn de resultaten verwerkt in de RIVM rapportage 'Bouwstenen voor het NMP4' (RIVM, 2001) en hebben ze inmiddels ook hun weg gevonden in de wetenschappelijke literatuur (Berk en Den Elzen, 2001).

We willen graag enkele mensen bedanken voor hun bijdrage aan de totstandkoming van dit rapport. Onze dank gaat met name uit naar Johannes Bollen en Ton Manders (CPB) voor de economische analyses met het WorldScan model, naar André de Moor en Ruud van den Wijngaart voor hun inhoudelijke commentaar en naar Frans Vlieg, Jip Lenstra en Paul Ruysenaars (Min. van VROM) voor hun suggesties en goede samenwerking bij de uitvoering van de analyses.

Marcel Berk
Michel den Elzen
Bert Metz

Inhoud

SAMENVATTING	9
1. INTRODUCTIE	11
2. UITGANGSPUNTEN	13
2.1 Lange termijn klimaatdoelen	13
2.2 Zwavelemissies.....	14
2.3 Kyoto Protocol en baselines	14
3. MONDIAAL EMISSIE SCENARIO.....	15
3.1 CO ₂ emissies.....	15
3.2 Niet-CO ₂ broeikasgasemissies.....	16
3.3 Zwavelemissies.....	17
3.4 Gevoeligheid van emissieruimte voor klimaatdoelen	18
3.5 Milieudoelen en onzekerheid.....	19
3.6 Mondiale emissiereductielast en snelheid van emissiereductie.....	20
3.7 Conclusies.....	21
4. CONVERGENTIE IN PER CAPITA CO₂ EMISSIES	23
4.1 Centrale case: Convergentie in 2030.....	23
4.2 Alternatieve case (1): Convergentie in 2050	25
4.3 Alternatieve case (2): ‘Extra Delay’	27
4.4 Werkelijke emissies en economische gevolgen.....	30
4.5 Conclusies.....	34
5. TOENEMENDE PARTICIPATIE	35
5.1 Participatie- en lastenverdelingsregels binnen FAIR	35
5.2 Differentiatie van commitments: Multi-Stage benadering	36
5.3 Geleidelijke uitbreiding van de Annex I groep op basis van ‘zachte’ voorwaarden	36
5.4 Toenemende participatie - Hoe zou het wel kunnen?	39
5.5 Conclusies.....	41
6. TOENEMENDE PARTICIPATIE VERSUS CONVERGENTIE	43
6.1 De benaderingen vergeleken	43
6.1 Conclusies.....	46
REFERENTIES	47
BIJLAGE 1: VERZENDLIJST	49

Samenvatting

Deze rapportage bevat een verkenning van de consequenties van de normatieve uitgangspunten (klimaatdoelstellingen) in de Vervolnnota Klimaatverandering en in het EU beleid voor de benodigde reducties van broeikasgasemissies in de industrielanden, met name de EU landen waaronder Nederland, op de lange termijn. Daarbij is uit gegaan van een herverdeling van de mondiale emissieruimte voor broeikasgassen tussen Noord en Zuid op basis van een convergentie van hoofdelijke (CO₂) emissies in 2030 dan wel 2050. Vervolgens zijn de macro-economische consequenties van een convergentie van hoofdelijke (CO₂) emissies in 2030 verkend. Tenslotte zijn de convergentiebenadering vergeleken met een geleidelijke uitbreiding van landen met kwantitatieve doelstellingen, de zogenaamde toenemende participatie benadering. De analyses zijn uitgevoerd met het FAIR (Framework to Assess International Regimes for differentiation of commitments) model (versie 1.0). Voor de verkenning van de economische gevolgen van convergentie is gebruik gemaakt van het wereld economisch model WorldScan.

De belangrijkste conclusies luiden als volgt:

- Van de in de Vervolnnota klimaatverandering genoemde klimaatdoelen is die ten aanzien van de snelheid van temperatuurstijging (0.1 °C per decennium) op korte termijn (komende decennia) de meest restrictieve; op langere termijn is de doelstelling ten aanzien van zeespiegelstijging (50 cm) meer beperkend dan die ten aanzien van mondiaal gemiddelde temperatuurstijging (2 °C). Door de blijvende groei van de mondiale emissies onder het Kyoto Protocol en de afnemende koelende werking van zwavel-aërosolen is het niet mogelijk om de wereldgemiddelde snelheid van temperatuurstijging binnen enkele decennia tot beneden de 0.1 °C per decennium terug te brengen.
- Bij een gemiddelde waarde van 2.4 voor de klimaatgevoeligheid (IPCC range = 1.5 – 4.5) impliceren de in de Vervolnnota klimaatverandering genoemde klimaatdoelen een onmiddellijke start van de reductie van de mondiale broeikasgassen na 2012 en een stabilisatie van de CO₂ concentraties op een niveau van ongeveer 450 ppmv en van CO₂ equivalente concentraties op een niveau van ongeveer 550 ppmv rond het einde van deze eeuw.
- Indien de doelstelling voor beperking van de snelheid van temperatuurstijging wordt losgelaten, kunnen de mondiale CO₂ emissies na uitvoering van het KP eerst nog verder stijgen. Voor stabilisatie van de CO₂ concentraties op 450 ppmv dienen de emissies dan wel na 2020 versneld te worden gereduceerd tot onder het niveau van het NMP4 profiel in de tweede helft van de eeuw.
- Convergentie van hoofdelijke (CO₂) emissieruimte in 2030 tussen Annex I en niet-Annex I regio's resulteert in een vergaande afname van hoofdelijke en totale emissieruimte in de Annex I regio's na 2012. Voor West-Europa (EU) ligt dit in de orde van 60% ten opzichte van 1990. Afhankelijk van het baseline scenario kan zo'n convergentie ook reeds voor niet-Annex regio's een beperking van de groei van hun emissieruimte betekenen. Latere convergentie (bijv. 2050) vergroot de emissieruimte voor de Annex I regio's, maar betekent dat ook niet-Annex I regio's hun emissies reeds aanzienlijk minder ruimte voor groei van hun emissies hebben. In dat geval neemt de CO₂ emissieruimte voor de West-Europa met zo'n 45% af.
- Convergentie onder het extra delay emissieprofiel vermindert de reducties voor de Annex I regio's, maar de extra emissieruimte komt vooral ten goede aan de niet-Annex I regio's. Dit

resulteert bij convergentie in 2030 in een aantal regio's tot grote overschotten aan emissieruimte tot 2030.

- Afhankelijk van het gekozen emissieprofiel en convergentiejaar neemt de CO₂ emissieruimte voor West-Europa met zo'n 30 – 60% af ten opzichte van 1990.
- Verkennende analyses van de economische effecten van convergentie van hoofdelijke CO₂ emissieruimte in 2030 voor een met het NMP4 scenario vergelijkbaar profiel voor fossiele CO₂ emissies bij mondiale emissiehandel resulteren in een mondiale groeivertraging van 0.1 – 0.6% in 2030 en 0.6-4.0% in 2050, afhankelijk van het baselinescenario. De verliezen zijn het grootst in het A2 scenario en het geringst in het B1 scenario.
- De effecten voor de OECD regio's zouden beperkt kunnen blijven tot minder dan 1% verlies aan groei van het nationaal inkomen rond 2030 en minder dan 2% rond 2050, tenzij de wereld zich economische en technologische zeer ongunstig ontwikkelt (A2 scenario).
- De effecten voor de ontwikkelingsregio's lopen sterk uiteen. Voor Afrika en India zijn de economische effecten zowel in 2030 als 2050 positief, terwijl de effecten voor China eerst positief, maar later (2050) negatief zijn. Voor Latijns Amerika en de meest ontwikkelde Aziatische landen (Aziatische tijgers) zijn de effecten zowel in 2030 als 2050 negatief. Regio's die het meest worden getroffen zijn met name de energie-exporterende regio's, het Midden Oosten en de voormalige Sovjet unie.
- Voor het bereiken van de klimaatdoelen op basis van een regime van toenemende participatie is snelle deelname (binnen 10-20 jaar) van met name grote ontwikkelingslanden, zoals China en India aan wereldwijde beheersing van broeikasgassen noodzakelijk. Deelname van middeninkomenslanden, zoals Zuid-Korea, Argentinië en Mexico, op basis van zachte condities (afzwakking van emissiegroei) leidt bij precedentwerking tot het onbereikbaar worden van Nederlandse en EU klimaatdoelstellingen, omdat grote armere ontwikkelingslanden dan te laat deelnemen.

Gegeven de gewenste snelle deelname van ontwikkelingslanden aan wereldwijde beheersing van broeikasgassen, lijkt een regime met convergentie van hoofdelijke emissierechten aantrekkelijker dan een regime van toenemende participatie, omdat voor het principe van gelijke verdeling per hoofd bij de ontwikkelingslanden veel steun bestaat en met name de minst ontwikkelde landen dan meer emissieruimte zouden krijgen dan hun verwachte emissies. Daarnaast kunnen bij volledige mondiale emissiehandel de bestrijdingskosten zo beperkt mogelijk worden gehouden.

1. Introductie

In het kader van de voorbereiding van het Nationaal Milieubeleids Plan 4 is door het Ministerie van VROM verzocht een verkenning uit te voeren naar de voor Nederland benodigde reducties van broeikasgas emissies op de middellange tot lange termijn. Daarbij is verzocht uit te gaan van de normatieve uitgangspunten in de Vervolgnota Klimaatverandering (Min. van VROM, 1996) en een herverdeling van de mondiale emissieruimte voor broeikasgassen tussen Noord en Zuid op basis van een convergentie van hoofdelijke (CO₂) emissies in 2030. Met behulp van het FAIR (Framework to Assess International Regimes for burden sharing) model (Den Elzen *et al.*, 1999, 2001) wordt in dit rapport verkend wat daarvan de consequenties zouden zijn voor de toegestane emissies in de industrielanden, met name de EU landen waaronder Nederland. Deze verkenning wordt uitgevoerd in drie stappen. Na een beschrijving van de uitgangspunten in de Vervolgnota Klimaat in Hoofdstuk 2 worden deze allereerst vertaald in een mondiaal emissiescenario in Hoofdstuk 3. Vervolgens wordt dit emissiescenario in Hoofdstuk 4 gebruikt als emissieplafond voor de herverdeling van toegestane emissieruimte tussen de industrie- en ontwikkelingslanden op basis van een convergentie in hoofdelijke (CO₂) emissies in 2030. Daarbij wordt bij wijze van gevoeligheidsanalyse eveneens nagegaan wat de consequenties zijn van een verschuiving van het convergentiejaar van 2030 naar 2050 en uitstel van mondiale emissiebeperking. Vervolgens wordt gekeken naar de mogelijke macro-economische gevolgen van een convergentie van hoofdelijke (CO₂) emissies in 2030 op basis van een verkennende berekening met wereld macro-economisch model WorldScan van het CPB. Als alternatief voor de convergentiebenadering wordt in Hoofdstuk 5 ingegaan op een benadering met een geleidelijke uitbreiding van de groep van landen met kwantitatieve doelstellingen. Tenslotte worden in Hoofdstuk 6 de convergentie en toenemende participatie benadering met elkaar vergeleken en geëvalueerd.

2. Uitgangspunten

2.1 Lange termijn klimaatdoelen

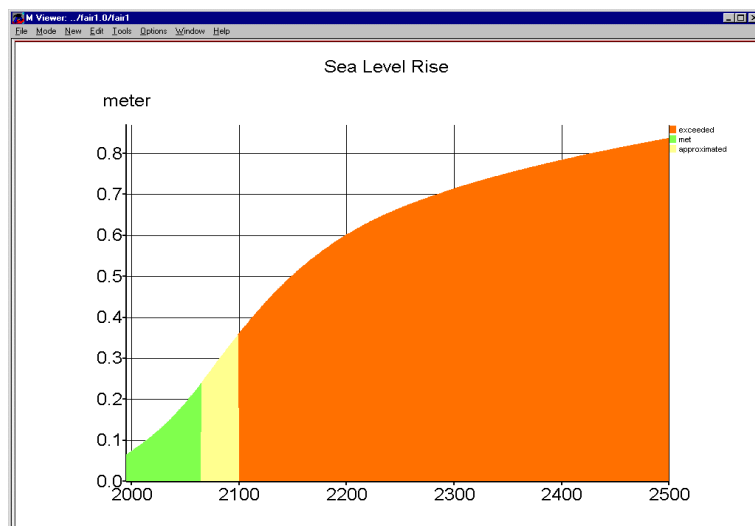
In de Vervolgnota Klimaatverandering worden de volgende 'normatieve uitgangspunten, oftewel klimaatdoelen genoemd:

1. de wereldwijde temperatuurstijging dient beneden de 2 °C boven het preïndustriële niveau te blijven;
2. de wereldwijd gemiddelde zeespiegelstijging dient beneden de 50 cm te blijven;
3. het tempo van de wereldwijd gemiddelde temperatuurstijging dient beperkt te blijven tot 0.1 °C per decennium;
4. het wereldwijde reductietempo dient rekening te houden met hetgeen technisch/economisch haalbaar is.

Aangegeven wordt dat deze milieudoelen gelden voor een zeer lange periode (van het heden tot ver na 2100).

Deze uitgangspunten zijn door het RIVM eerder gebruikt voor de verkenning van de mondiaal toegestane emissieruimte voor de middellange termijn (2020) met behulp van de zogenaamde Safe Landing Analyse (SLA) (Vervolgnota Klimaatverandering, 1996, Swart *et al.*, 1998). Daarbij is additioneel verondersteld dat de snelheid van temperatuurstijging van 0.1 °C per decennium tot maximaal 2030 mag worden overschreden. Deze overschrijdingsperiode is ook in de FAIR analyses als uitgangspunt gebruikt.

In de SLA berekening werd ten aanzien van uitgegaan van zeespiegelstijging uitgegaan van 50 cm in 2100 in plaats van de eerder genoemde zeer lange termijn (2100 en daarna). Als 50 cm zeespiegelstijging wordt gehanteerd als milieudoel voor de zeer lange termijn, dan zou de grenswaarde voor 2100 veel lager moeten liggen. Het duurt zeer lang (eeuwen) voordat de oceaantemperatuur in evenwicht komt met een verhoogde temperatuur van de atmosfeer. De zeespiegelstijging wordt voor het grootste deel veroorzaakt door de uitzetting van het zeewater (thermische expansie). Door de overdracht van warmte naar de diepere oceanen gaat dit proces van uitzetting van het zeewater zeer lang door en de uiteindelijke (evenwichts)-zeespiegelstijging kan wel 2 tot 3 keer zo hoog liggen als in 2100 (figuur 1). In onze berekeningen wordt uitgegaan van een beperking van de zeespiegelstijging tot 50 cm op de zeer lange termijn (~2500).



Figuur 1. Zeespiegelstijging op zeer lange termijn (2500) voor een scenario met stabilisatie van de CO₂ en CO₂-equivalente concentraties op resp. 550 en 725 ppmv (vanaf ca. 2200) volgens het FAIR-model (Den Elzen 1998, Den Elzen et al., 2001). Groen: < 80% van doelwaarde (=0.50 meter); geel: ≥ 80% en < dan 120% van doelwaarde; rood: ≥ 120% van doelwaarde.

2.2 Zwavelemissies

In eerdere berekeningen met de SLA is uitgegaan van constante mondiale zwaveldioxide-emissies op het niveau van 1990. Dit uitgangspunt was eerder gekozen voor de IMAGE 2.1 scenario analyses - waarop de SLA is gebaseerd - ten behoeve van onderlinge vergelijkbaarheid van scenarioresultaten. Het leidt echter tot inconsistenties wanneer de fossiele CO₂ emissies zelf sterk afnemen. Een vermindering van fossiele brandstoffen leidt ook tot een afname van de uitstoot van zwaveldioxide. Om die reden is in de berekeningen voor de analyses in dit rapport uitgegaan van een koppeling van toekomstige zwavelemissies aan de fossiele CO₂ emissies, aangevuld met veronderstellingen over de afname van de SO₂/CO₂ verhouding in de tijd (ontzwavelingsfactor) onder invloed van verondersteld verzuringsbeleid. Daarbij is gebruik gemaakt van de nieuwe inzichten ten aanzien van de toekomstige zwavelemissies, zoals verwerkt in de nieuwe IPCC/SRES emissiescenario's (IPCC, 2000). (zie Hoofdstuk 3)

2.3 Kyoto Protocol en baselines

Bij de constructie van het emissieprofiel is uitgegaan van de ratificatie van het Kyoto Protocol en de daarin vermelde emissiedoelstellingen voor de Annex I landen¹. Het emissieprofiel wordt daarmee tot 2010 bepaald door de optelsom van de Kyoto-doelstellingen voor de Annex I landen en baseline-emissies van de niet-Annex I landen (zie ook Berk en Den Elzen, 2001). De berekeningen in dit rapport zijn gebaseerd op de aannames voor bevolking, economie en emissies van twee van de nieuwe IPCC-SRES scenario's, te weten B1 en A1, zoals eerder geïmplementeerd in het IMAGE - model, versie 2.1.2 (De Vries et al., 2000).

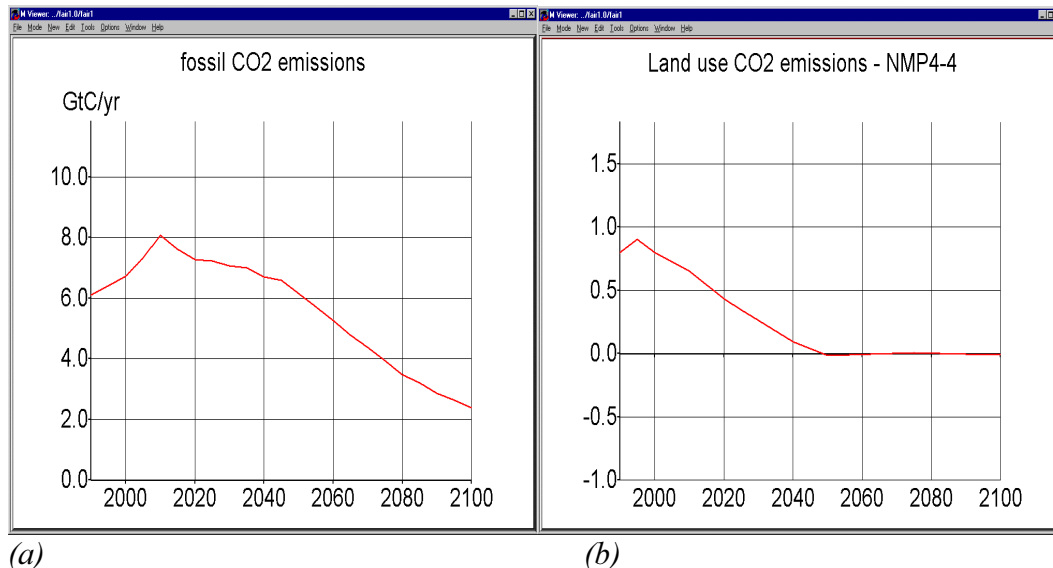
¹ Ten tijde van de analyse was nog niet bekend dat de Verenigde Staten buiten het Kyoto protocol zouden blijven.

3. Mondiaal emissie scenario

3.1 CO₂ emissies

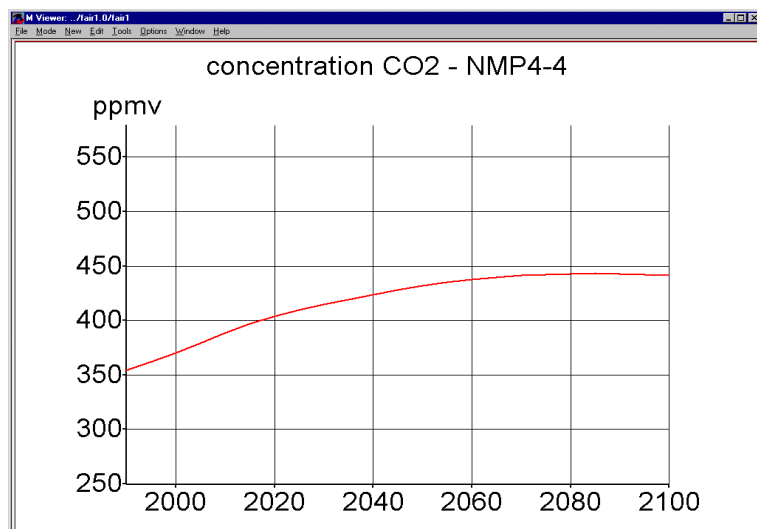
Met behulp van het FAIR model versie 1.0 (Den Elzen *et al.*, 1999, 2001) is een mondiaal emissiescenario geconstrueerd dat voldoet aan de eerder genoemde normatieve uitgangspunten in de Vervolg nota Klimaatbeleid.

In dit scenario is rekening gehouden met de uitvoering van het Kyoto protocol. Daartoe is voor de mondiale fossiele CO₂ emissies uitgegaan van de Annex I reductiedoelstelling (-5.2% t.o.v. 1990) terwijl voor de niet-Annex I regio's de baseline emissies zijn verondersteld volgens het RIVM-SRES 98 B1 emissiescenario (De Vries *et al.*, 1999). In dit scenario is er sprake van substantiële toename van de CO₂ emissies in de niet-Annex I als gevolg van een gunstige economische groei (Figuur 2). Op basis van deze veronderstelling groeien de mondiale antropogene CO₂ emissies onder het Kyoto Protocol aanzienlijk van 7.2 GtC in 1995 tot ca. 8.8 GtC tot 2010². Na 2010 is gekozen voor een mondiaal fossiel CO₂ emissieprofiel waarbij de snelheid van temperatuurverandering zo snel mogelijk, dat wil zeggen rond 2030, tot het niveau van 0.1 °C /decade wordt beperkt. De jaarlijkse mondiale fossiele CO₂ emissies nemen daarbij af tot ca. 6 GtC rond 2050 en 2.4 GtC in 2100 (om daarna nog verder af te nemen)(Figuur 2). Ten aanzien van de mondiale landgebruikemissies van CO₂ is verondersteld dat deze geleidelijk worden gereduceerd van ca. 0.9 GtC in 1995 tot nul in 2050. Het totale CO₂ emissieprofiel resulteert in een stabilisatie van de CO₂ concentratie beneden de 450 ppmv in 2100 (Figuur 3).



Figuur 2: Mondiale CO₂ emissies in het NMP4 scenario: (a) fossiel (b) landgebruik

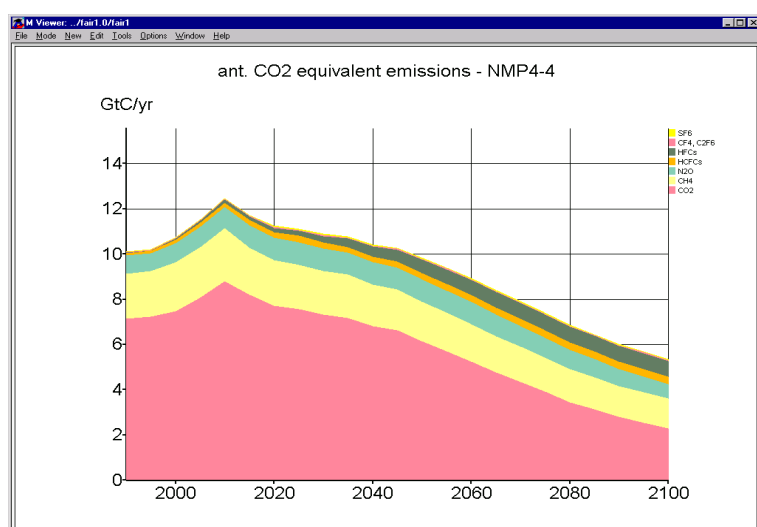
² In het geval van het RIVM-SRES 98 A1 scenario groeien de antropogene CO₂ emissies onder het Kyoto Protocol tot 9.0 GtC in 2010, oftewel iets hoger dan in het geval van RIVM/SRES 98 B1 scenario.



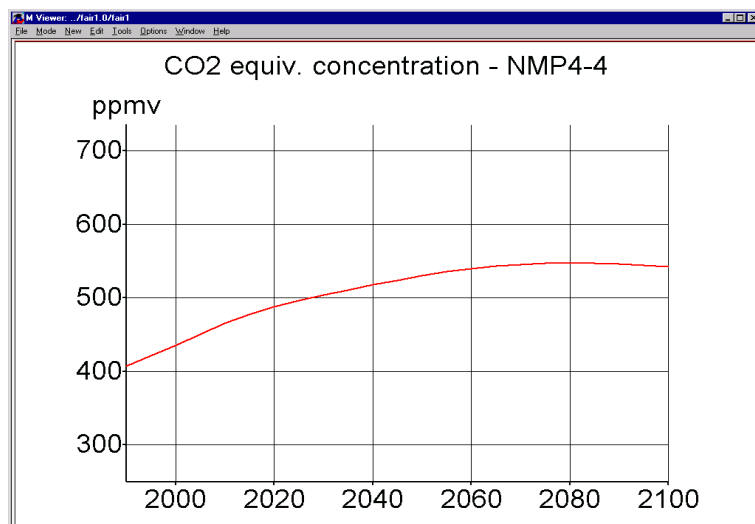
Figuur 3: CO₂ concentratie in het NMP4 scenario

3.2 Niet-CO₂ broeikasgasemissies

Voor de antropogene emissies van niet-CO₂ broeikasgasen is het volgende verondersteld: bij fossiele methaan emissies treed een sterke reductie van gaslekverliezen en emissies uit kolenmijnen van 70% aan het einde van deze eeuw t.o.v. 1990. Ten aanzien van de methaanemissies door landgebruik/landbouw wordt tot 2050 nog een geringe toename verondersteld gevolgd door een reductie tot het 1990 niveau in 2100. Ook de antropogene N₂O emissies nemen eerst nog wat toe om na 2010 ongeveer constant te blijven en aan het einde van deze eeuw af te nemen tot ruim beneden het huidige niveau. Verder is verondersteld dat de emissies van HFK's en HCFK's zich ontwikkelen volgens het RIVM-SRES- B1 scenario. Dit alles resulteert in een groei van de antropogene CO₂-equivalente emissies (excl. CFKs) van ca. 10 GtC in 1990 tot ca. 12 GtC in 2010 gevolgd door een geleidelijke afname tot 10 GtC in 2050 en 5 GtC in 2100 (Figuur 4). Dit leidt tot een stabilisatie van de CO₂ equivalente concentratie op ca. 550 ppmv (Figuur 5).



Figuur 4: Mondiale antropogene CO₂ equivalente emissies in het NMP4 scenario (excl. CFKs)

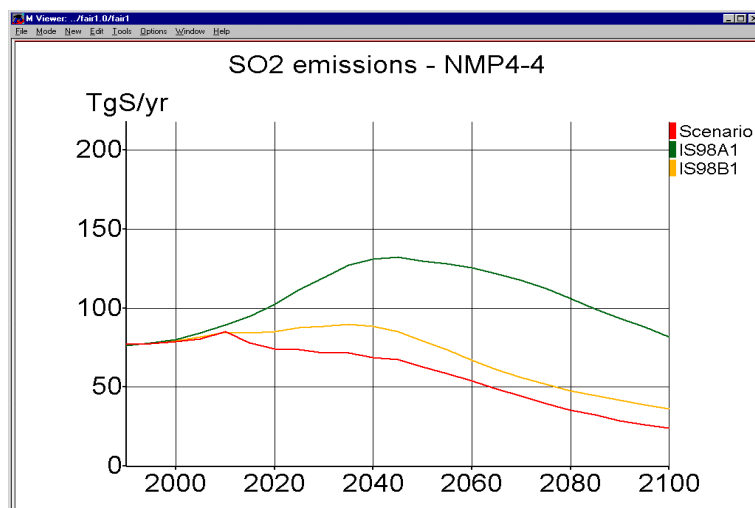


Figuur 5: CO₂ equivalente concentraties in het NMP4 scenario volgens het FAIR model (Den Elzen et al., 2001)

3.3 Zwavelemissies

In het scenario wordt uitgegaan van een koppeling van de SO₂ emissies aan de fossiele CO₂ emissies. Daarnaast wordt verondersteld dat door gematigd ontzwavelingsbeleid de mondiale SO₂/CO₂ verhouding afneemt van 1.0 in 1990 tot 0.8 in 2015 en daarna constant blijft. De veronderstelde ontzwaveling van fossiel brandstoffen is geringer dan in de beide RIVM-SRES baselines A1 en B1, omdat door de sterke CO₂ reductie de absolute emissies van SO₂ in het NMP scenario aanzienlijk lager ligt dan in beide baselines (Figuur 6). De behoefte aan specifieke ontzwavelingsmaatregelen neemt daardoor af.

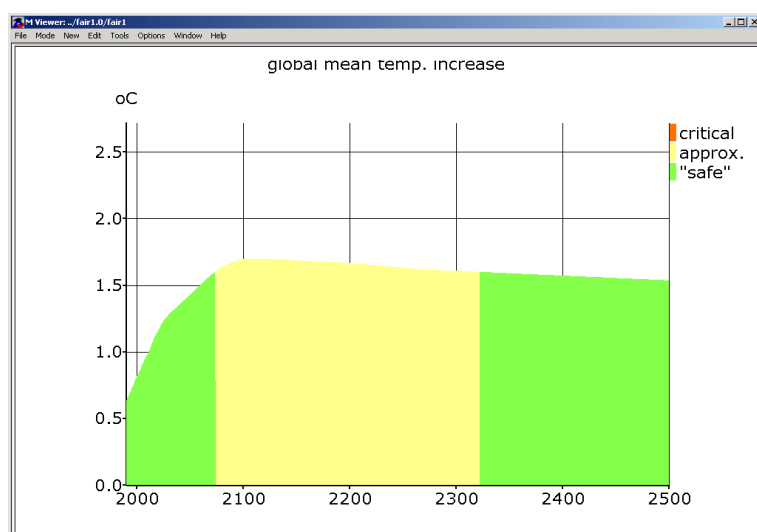
Door de koelende werking van zwavel-aërosolen hebben de aannamen voor de mondiale SO₂ emissies een grote invloed op de mondiaal gemiddelde snelheid van temperatuurstijging. Een snelle reductie van de SO₂ emissies leidt tijdelijk tot een sterke toename van de temperatuurstijging door het wegvallen van die koelende werking.



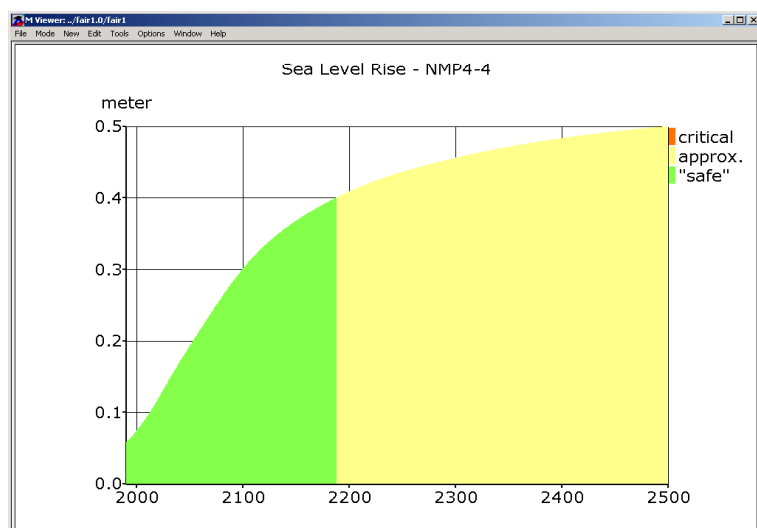
Figuur 6: Zwavel emissies in het NMP4 scenario versus baselines RIVM-SRES IS98-A1 en IS98-B1

3.4 Gevoeligheid van emissieruimte voor klimaatdoelen

Zoals geïllustreerd in figuren 7 en 8 worden met het geconstrueerde emissiescenario de normatieve uitgangspunten in de Vervolnnota Klimaatverandering ten aanzien van mondiaal gemiddelde temperatuur- en zeespiegelstijging gehaald, ook bij een doorrekening op de zeer lange termijn (2500). Overigens is het waarschijnlijk dat de doelstelling voor zeespiegelstijging uiteindelijk toch zal worden overschreden omdat er in 2500 nog geen sprake is van een volledige evenwichtssituatie in de warmte-uitwisseling tussen atmosfeer en oceaan. In de komende eeuwen kunnen dus verdergaande emissiereducties noodzakelijk zijn om ook op zeer lange termijn de zeespiegelstijging te beheersen³. Duidelijk is in elk geval dat het terugbrengen van de snelheid van temperatuurstijging tot beneden 0.1 °C per decennium door de groei van de mondiale emissies onder het Kyoto Protocol en de rol van zwavel moeilijk voor 2030 kan worden gerealiseerd.



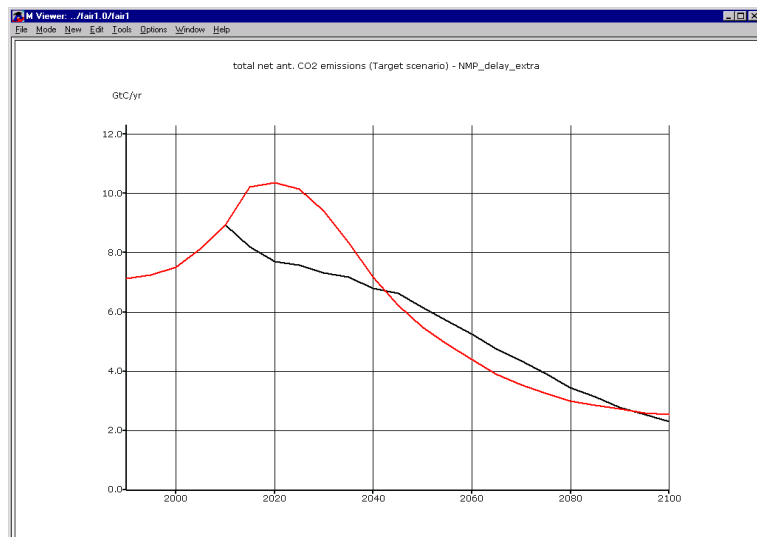
Figuur 7: Mondiaal gemiddelde temperatuurstijging in het NMP4 scenario



Figuur 8: Zeespiegelstijging in het NMP4 scenario volgens FAIR (Den Elzen et al., 2001)

³ Voor een stabilisatie van de zeespiegelstijging op zeer lange termijn is na stabilisatie zelfs een afname van de concentraties van broeikasgasemissies in de atmosfeer nodig.

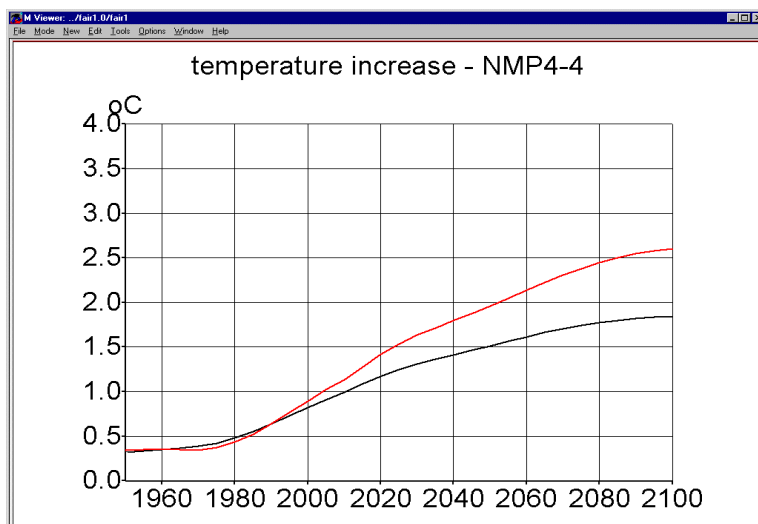
Van de normatieve uitgangspunten in de Vervolnnota Klimaatverandering is die ten aanzien van de snelheid van temperatuurverandering op korte termijn (komende decennia) de meest beperkende. Zonder die beperking zouden de mondiale emissies de komende decennia nog flink kunnen groeien om pas in de tweede helft van deze eeuw (extra snel) te worden beperkt. (zie Figuur 9) De mate waarin op lange termijn de mondiale emissies moeten worden gereduceerd blijkt uiteindelijk meer door de normstelling ten aanzien van de zeespiegelstijging dan die ten aanzien van temperatuurstijging te worden bepaald.



Figuur 9: NMP4-profiel voor mondiale antropogene CO₂ emissies (zwart) versus alternatief profiel zonder normstelling voor de snelheid van temperatuurverandering (rood)

3.5 Milieudoelen en onzekerheid

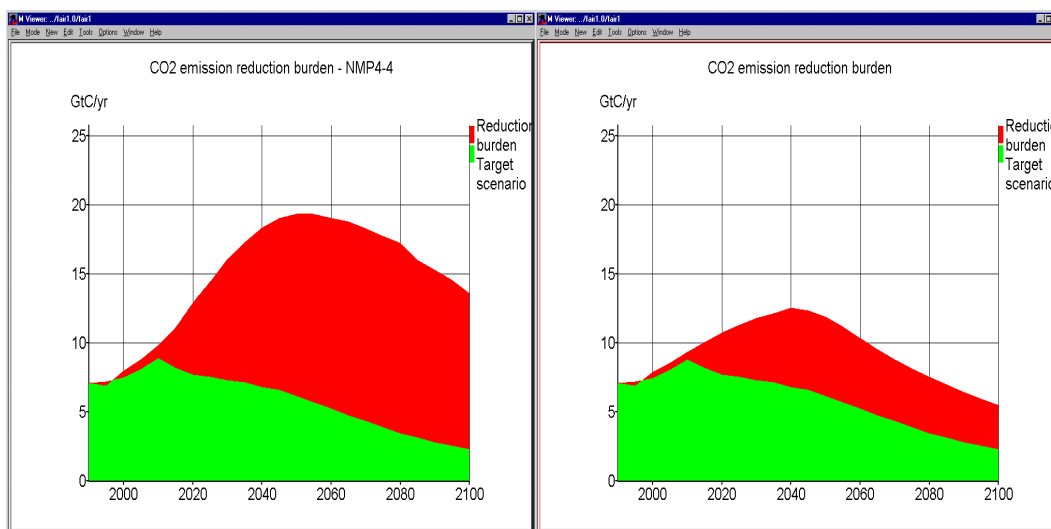
Hierboven is reeds aangegeven dat de resultaten van de berekening zijn omgeven door grote wetenschappelijke onzekerheden ten aanzien van de reactie van het klimaatsysteem op een verhoging van de concentraties broeikasgassen in de atmosfeer. De standaard klimaatgevoeligheid, dat wil zeggen de wereld gemiddelde evenwichtstemperatuurstijging als gevolg van een verdubbeling van de CO₂ concentratie, is in het FAIR model 2.35 °C. Dit ligt dicht bij de centrale schatting van IPCC van 2.5 °C (de IPCC range = 1.5 - 4.5). Indien de klimaatgevoeligheid aanzienlijk hoger zou zijn (bijv. 3.5) dan de gehanteerde waarde, worden de milieudoelen met het geconstrueerde emissiescenario niet langer gehaald (Figuur 10). Omgekeerd geldt dat indien de klimaatgevoeligheid lager zou zijn de mondiale emissieruimte voor het halen van de doelstellingen aanzienlijk groter zou zijn.



Figuur 10: Mondiaal gemiddelde temperatuurstijging bij een klimaatgevoeligheid van 2.35 (zwart) en 3.5 (rood) volgens het FAIR model (Den Elzen et al., 2001). NB: om tot een zelfde historische temperatuurstijging te komen, moet in het geval van een hoge klimaatgevoeligheid een sterkere koelende werking van aërosolen worden verondersteld (binnen IPCC onzekerheidsmarges).

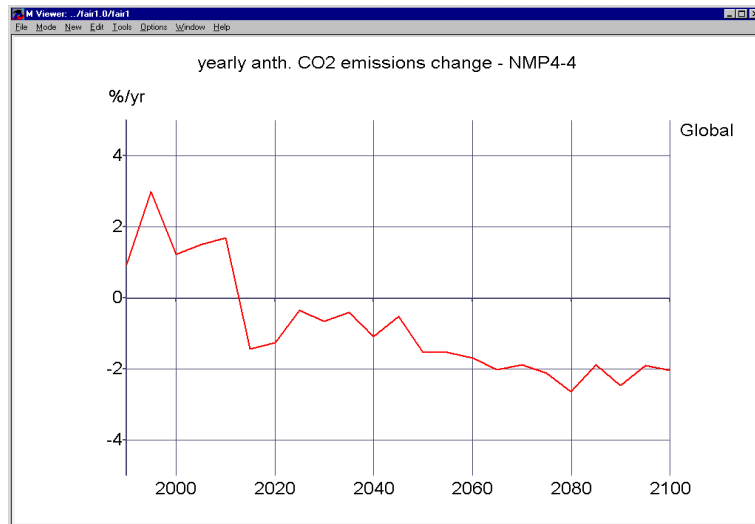
3.6 Mondiale emissiereductielast en snelheid van emissiereductie

De omvang van de mondiaal te vermijden emissies (emissiereductielast) is afhankelijk van zowel het mondiale emissieplafond als van de veronderstelde baseline emissies. Figuur 11 laat zien dat de emissiereductielast in het geval van de RIVM-SRES 98 A1 baseline voor groter is dan in het geval van de B1 baseline.



(a) (b)
 Figuur 11: Mondiale emissiereductielast (rood) bij NMP4 scenario voor twee baselines: RIVM-SRES A-1 (a) en B1 (b)

In eerdere berekeningen met veilige emissiecorridors met de SLA werd als beperking van de mondiale snelheid van emissiereductie uitgegaan van een maximale waarde van 2% per jaar. Zoals is te zien in Figuur 12 geldt voor het construeerde mondiale emissieprofiel dat de snelheid van CO₂ emissie reductie merendeels ruim beneden de 2% per jaar blijft en alleen aan het eind ligt rond de 2% per jaar.



Figuur 12: Procentuele verandering van mondiale CO₂ emissies voor het geconstrueerde MNP4 scenario.

3.7 Conclusies

Op basis van de bovenstaande analyse kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

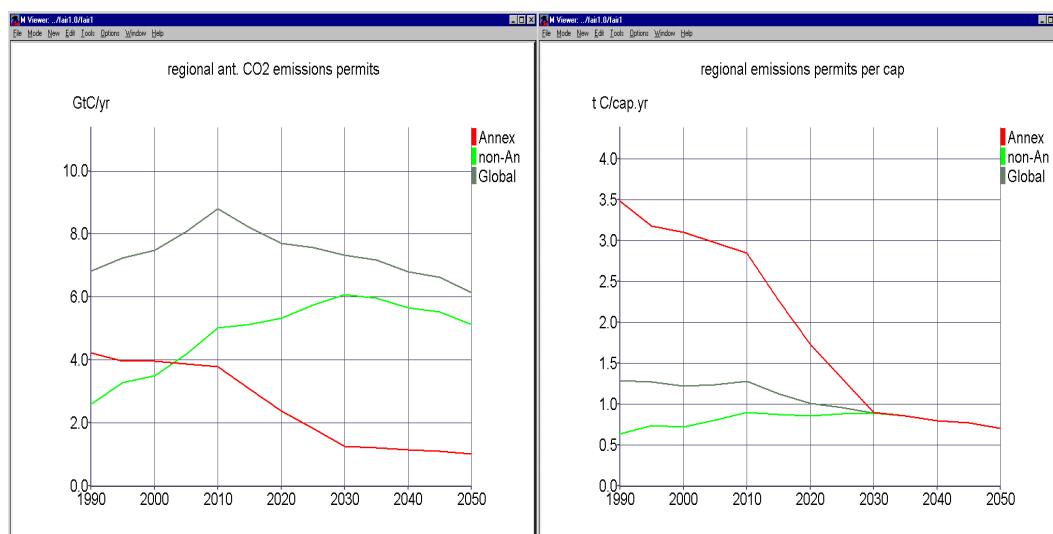
- Onder het Kyoto Protocol blijven de mondiale broeikasgasemissies aanzienlijk groeien. Daarmee worden de mogelijkheden voor een snelle beperking van de snelheid van temperatuurstijging tot beneden de 0.1 °C per decennium beperkt.
- De mondiaal gemiddelde snelheid van temperatuurstijging wordt sterk bepaald door de toekomstige emissies van SO₂; snelle ontzwaveling leidt (tijdelijk) tot een extra hoge snelheid van mondiaal gemiddelde klimaatverandering.
- Van de in de Vervolgnota Klimaatverandering genoemde klimaatdoelen is die ten aanzien van de snelheid van temperatuurstijging (0.1 °C per decennium) op korte termijn (komende decennia) de meest restrictieve; op langere termijn is de doelstelling ten aanzien van zeespiegelstijging (50 cm) meer beperkend dan die ten aanzien van mondiaal gemiddelde temperatuurstijging (2 °C).
- Bij de veronderstelde klimaatgevoeligheid van ca. 2.4 impliceren de in de Vervolgnota klimaatverandering genoemde klimaatdoelen een onmiddellijke start van een mondiale reductie van broeikasgassen na 2010 en een stabilisatie van de CO₂ concentraties op een niveau van ongeveer 450 ppmv en van CO₂ equivalente concentraties op een niveau van ongeveer 550 ppmv rond het einde van deze eeuw.
- Over de waarde van de klimaatgevoeligheid bestaat nog grote wetenschappelijke onzekerheid (IPCC-range = 1.5 – 4.5); bij hogere waarden dan de verondersteld in de analyses worden de klimaatdoelen met het geconstrueerde mondiale emissieprofiel niet langer gehaald; bij lagere waarden is minder emissiereductie noodzakelijk om de doelstellingen te halen.
- De snelheid van emissiereductie blijft bij het geconstrueerde mondiale emissieprofiel merendeels ruim beneden 2% per jaar (een waarde eerder gebruikt als bovengrens voor

berekening van 'veilige' mondiale emissiecorridors met de SLA), maar de benodigde inspanning is sterk afhankelijk van het veronderstelde baselinescenario.

4. Convergentie in per capita CO₂ emissies

4.1 Centrale case: Convergentie in 2030

Op basis van het geconstrueerde mondiale emissieprofiel is met het FAIR model verkend wat de consequenties zijn van een convergentie van de hoofdelijke (CO₂) emissies van de industrie- en ontwikkelingslanden tussen 2010 en 2030 (na implementatie van het Kyoto protocol door de Annex I regio's). Met het FAIR model kunnen verschillende vormen van convergentie in per capita emissieruimte worden onderzocht. Gekozen is voor lineaire convergentie⁴. Dat betekent een in de tijd constante herverdeling van het percentuele aandeel in de toegestane emissieruimte van actuele aandelen in de emissies in 2010 naar een verdeling op basis van bevolkingsaandelen in 2030. Daarbij is gebruik gemaakt van het bevolkingsscenario van het RIVM-SRES IS98 B1 scenario⁵. Lineaire convergentie tussen 2010 en 2030 binnen het mondiale emissieplafond betekent dat de toegestane emissieruimte voor Annex I met ca. 65% afneemt, terwijl die van de niet-Annex I in die zelfde periode met zo'n 20% mag groeien (Figuur 13). De emissieruimte voor de regio's West-Europa en de VS neemt tussen 2010 en 2030 af met respectievelijk 56% en 76 %, terwijl die voor de regio's China, India en Afrika groeit met respectievelijk 8%, 100 en 98% (Figuur 14).



(a)

(b)

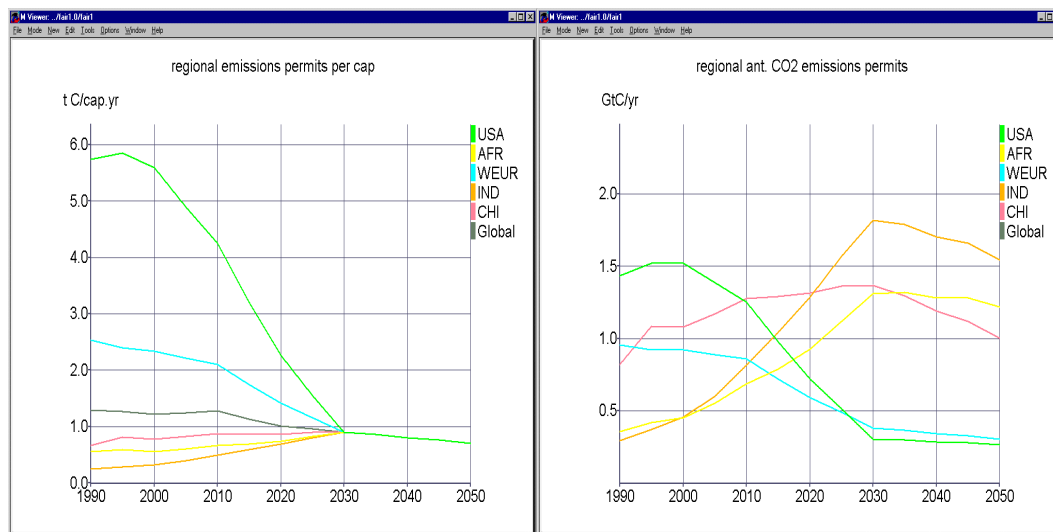
Figuur 13: Lineaire mondiale convergentie van per capita CO₂ emissies tussen 2010 en 2030: hoofdelijke (a) en totale (b) CO₂ emissieruimte voor de wereld (zwart), Annex I (rood) en niet-Annex I (groen) volgens FAIR (Den Elzen et al., 2001)

De hoofdelijke emissieruimte in de niet-Annex I kan door de bevolkingsgroei daarentegen maar weinig stijgen. Er is ruimte voor een toename in de hoofdelijke emissies in India en Afrika, maar

⁴ Behalve lineaire convergentie is ook niet lineaire convergentie mogelijk, waarbij de convergentie vooral in het begin of aan het eind van de convergentie-periode plaatsvindt. Zie met name de 'Contraction and Convergence' benadering van het Global Commons Institute (zie hun website: <http://www.gci.org.uk/>)

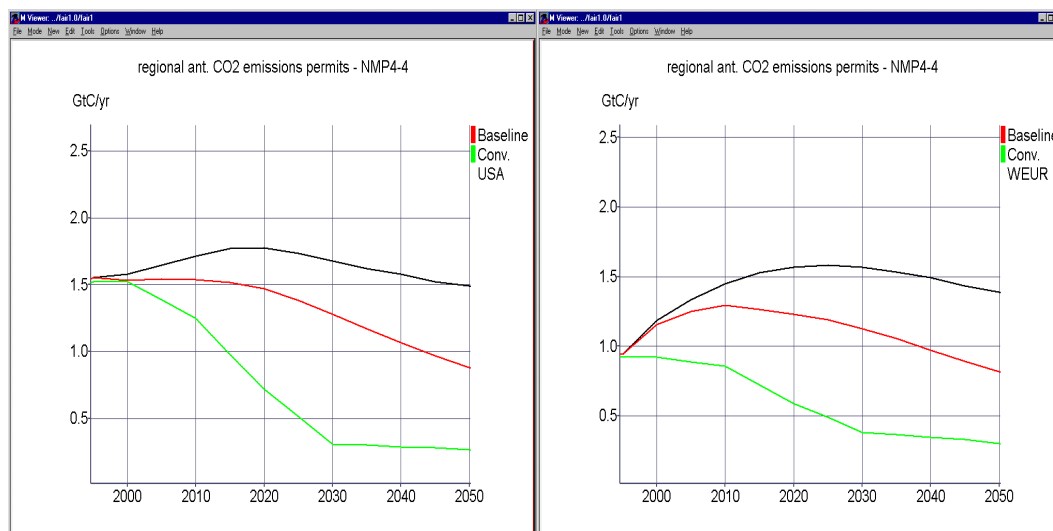
⁵ De bevolkingsaannames voor het RIVM-SRES IS98 B1 scenario zijn dezelfde als het RIVM-SRES IS98 A1 scenario.

niet in China (Figuur 14). Tegelijkertijd neemt de hoofdelijke emissieruimte voor de regio West-Europa tussen 2010 en 2030 met 58% en voor de USA met 79% af.



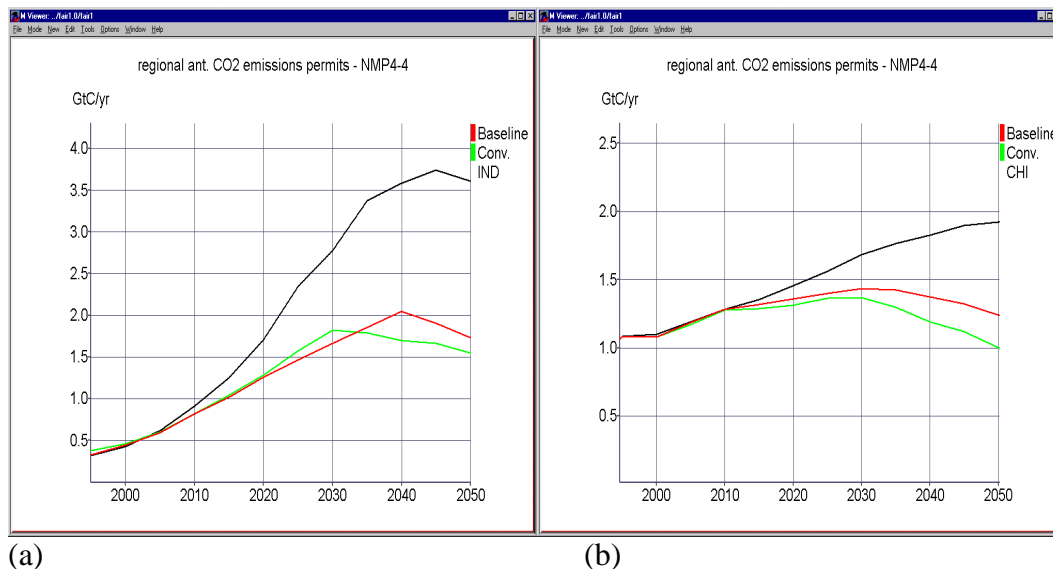
(a) (b)
 Figuur 14: Lineaire mondiale convergentie van per capita CO₂ emissies tussen 2010 en 2030: hoofdelijke (a) en totale (b) CO₂ emissieruimte voor verschillende IMAGE regio's volgens FAIR (Den Elzen et al., 2001)

Een eenvoudige manier om de inspanningsniveaus te beoordelen is de toegestane emissies te vergelijken met de baseline emissies. Voor de USA en West Europa blijkt dat zowel in het geval van het RIVM-SRES A1 scenario als het lagere RIVM-SRES B1 scenario zeer grote reductie inspanningen nodig zijn (Figuur 15).



(a) (b)
 Figuur 15: CO₂ emissieruimte bij een lineaire mondiale convergentie van per capita CO₂ emissies tussen 2010 en 2030 voor de Verenigde Staten (a) West Europa (b) versus baseline projecties op basis van RIVM-SRES B1 (rood) en A1 (zwart) volgens FAIR (Den Elzen et al., 2001)

Voor China en India geldt dat in het geval van het RIVM-SRES A1 scenario de toegestane emissies aanzienlijk lager liggen dan de baseline niveaus. In het geval het RIVM-SRES B1 scenario zijn de toegestane emissies tussen 2020 en 2030 voor India groter dan in de baseline (Figuur 16). Dat betekent dat India dan meer emissieruimte zou hebben dan nodig voor eigen gebruik en deze overbodige ruimte zou kunnen verkopen (in het kader van een verondersteld internationaal regime voor emissiehandel als onderdeel van het Klimaatverdrag en bijbehorende protocollen).



Figuur 16: CO₂ emissieruimte bij een lineaire mondiale convergentie van per capita CO₂ emissies tussen 2010 en 2030 voor India (a) en China (b) (groen) versus baseline projecties op basis van RIVM-SRES B1 (rood) en A1 (zwart) volgens FAIR (Den Elzen et al., 2001)

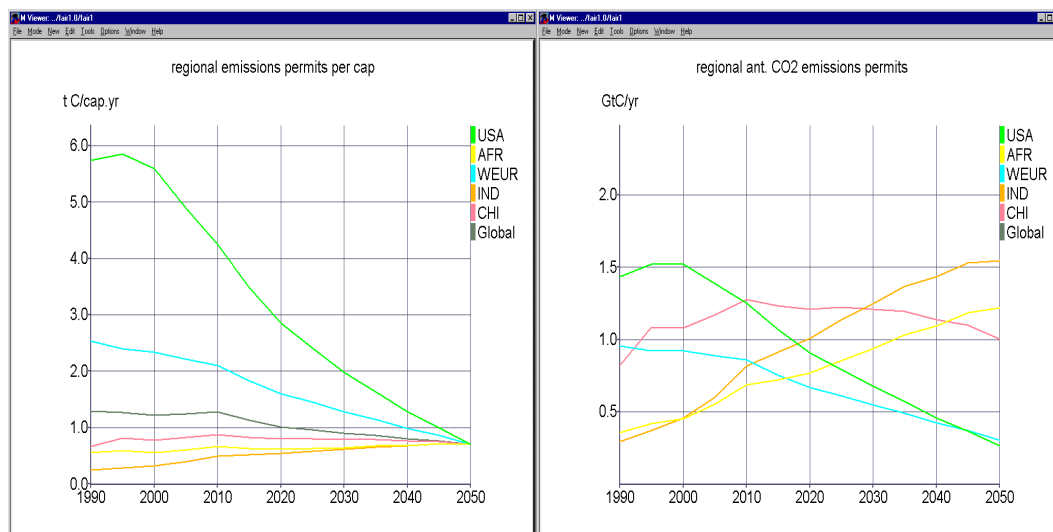
4.2 Alternatieve case (1): Convergentie in 2050

Gegeven de sterke reducties in de toegestane emissies in de Annex I regio's (na implementatie van het Kyoto Protocol) is als alternatieve case nagegaan wat de consequenties zouden zijn van een lineaire convergentie van hoofdelijke emissies in 2050 in plaats van 2030 (zie ook Berk en Den Elzen, 2001). Een convergentie in 2050 in plaats van in 2030 betekent voor Annex I een veel beperktere reductie tussen 2010 en 2030: ca. 40% in plaats van meer dan 65%. De consequentie voor de niet-Annex I regio's is echter dat na 2010 nog slechts een zeer geringe groei van de emissies is toegestaan (zie Figuur 17). Voor China zou de emissieruimte na 2010 zelfs reeds afnemen.

Hoewel de totale emissieruimte voor India en Afrika na 2010 nog aanzienlijk toeneemt, is er bij convergentie in 2050 nog slechts beperkt ruimte voor een toename van de hoofdelijke emissies. Voor West Europa en voor de USA betekent convergentie in 2050 een meer geleidelijke afname van de hoofdelijke emissieruimte tussen 2010 en 2030: respectievelijk zo'n 40% in plaats van 60% en 55% in plaats van 80%. Vergelijkbare verschillen gelden voor de absolute emissies. Ook in termen van emissiereducties per jaar leidt een convergentie in 2050 tot lagere waarden voor de Annex I regio's dan convergentie in 2030. Voor convergentie in 2030 lopen deze voor de USA op van 2 tot meer dan 8% per jaar in plaats van 2 - 6% voor convergentie in 2050, en voor West Europa van 1 tot 5% per jaar in plaats van 1- 4% (Figuur 18).⁶ Overigens geldt dat de

⁶ Dat de jaarlijkse emissiereducties oplopen is een gevolg van lineaire convergentie: de afname van de emissieruimte is constant, terwijl de overblijvende ruimte afneemt in de tijd. Bij niet lineaire convergentie kan de percentuele afname meer constant worden gehouden in de tijd.

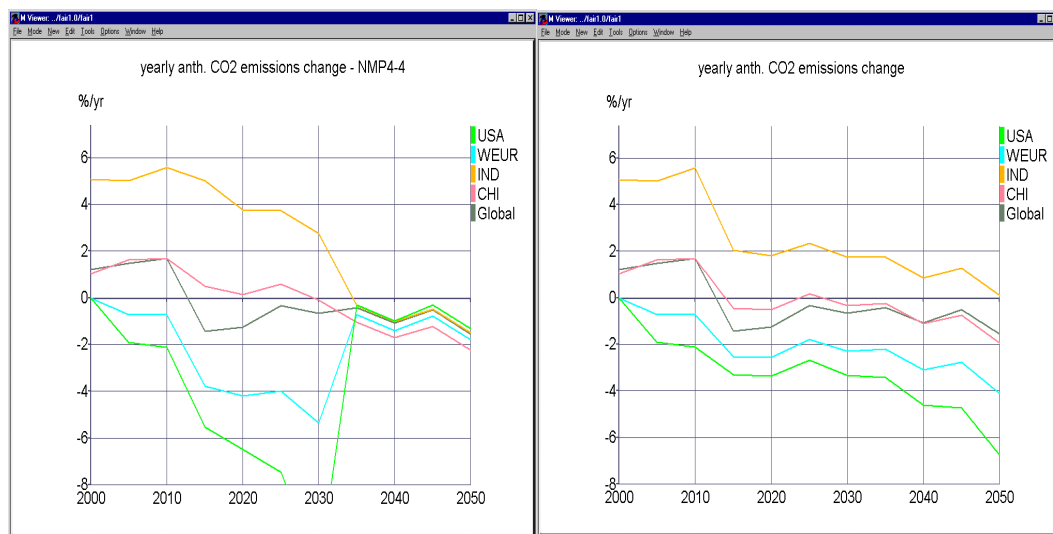
jaarlijkse mondiale emissiereductie ruimschoots beneden de 2%/jaar blijft (ca. 1%) zoals eerder verondersteld als maximum in eerdere berekeningen met de SLA ten behoeve van de Vervolnota Klimaatverandering.



(a)

(b)

Figuur 17: Lineaire mondiale convergentie van hoofdelijke CO₂ emissies tussen 2010 en 2050 in het NMP4 scenario: hoofdelijke (a) en totale (b) CO₂ emissieruimte voor enkele IMAGE regio's

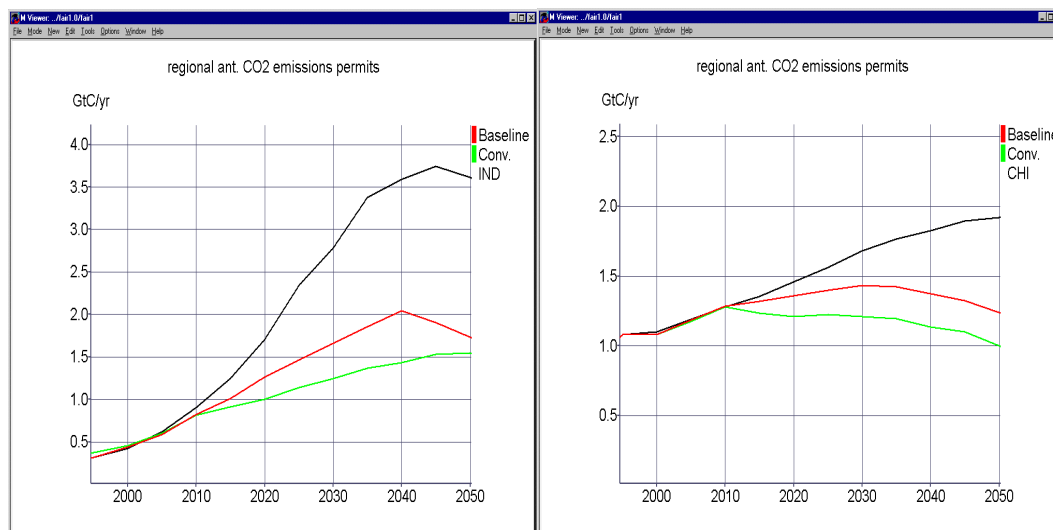


(a)

(b)

Figuur 18: Jaarlijkse percentuele verandering in CO₂ emissieruimte voor de Verenigde Staten, West Europa, India en China bij een lineaire mondiale convergentie van hoofdelijke CO₂ emissies tussen 2010 en respectievelijk 2030 (a) en 2050 (b) in het NMP4 scenario's volgens FAIR (Den Elzen et al., 2001).

De keerzijde van een verlenging van de convergentieperiode van 2030 tot 2050 komt naar voren wanneer de toegestane emissieruimten voor de niet-Annex I regio's wordt vergeleken met hun baselines: convergentie van hoofdelijke emissies in 2050 betekent dat de emissieruimte voor China en India na 2010 substantieel lager is dan bij convergentie in 2030, zowel in het geval van het RIVM-SRES A1 als B1 baseline scenario. Zij moeten in dat geval hun emissies na 2010 al substantieel beperken ten opzichte van hun baseline: rond 2030 25-55% voor India en 15-30 % voor China (Figuur 19).



(a)

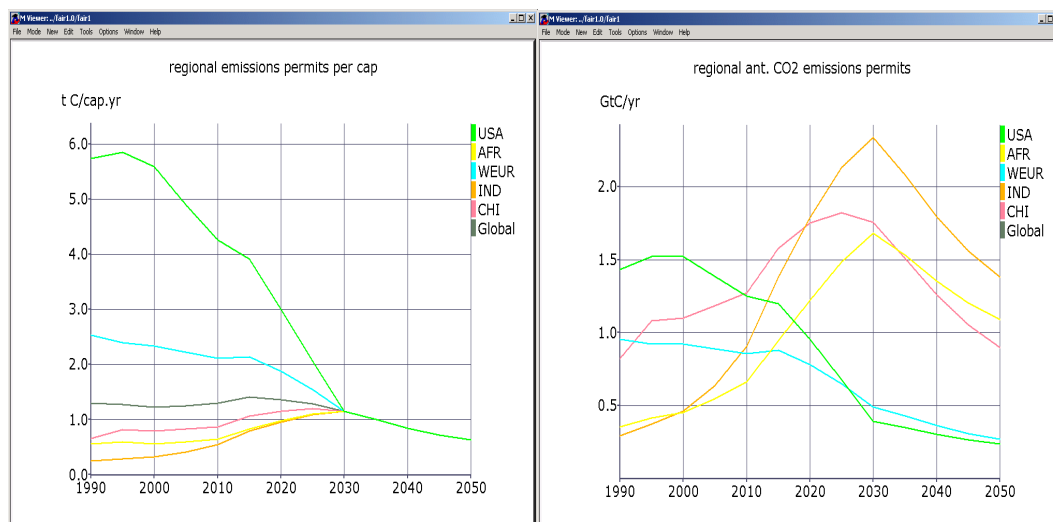
(b)

Figuur 19: CO₂ emissieruimte bij een lineaire mondiale convergentie hoofdelijke CO₂ emissies tussen 2010 en 2050 voor India (a) en China (b) in het NMP4 scenario (groen) versus baseline projecties op basis van RIVM-SRES B1 (rood) en A1 (zwart).

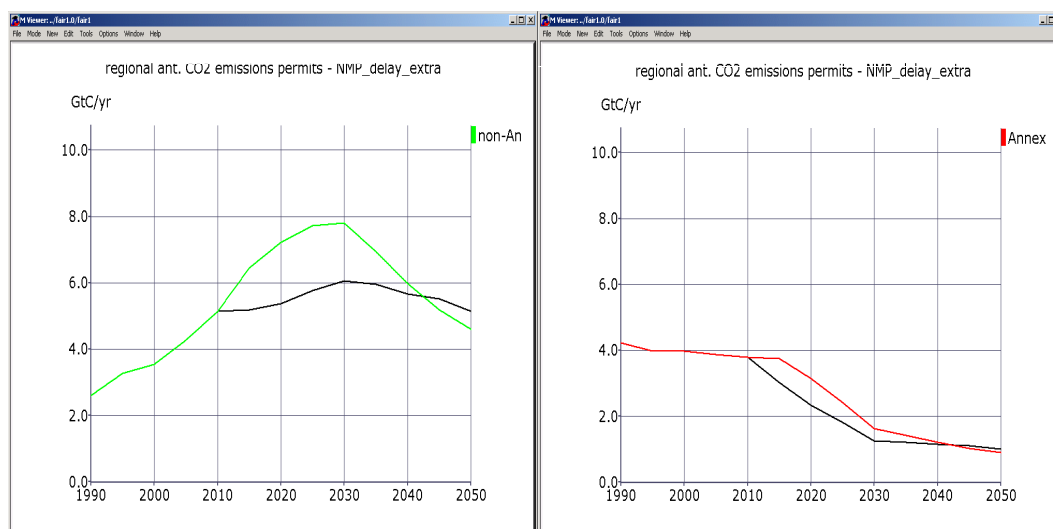
4.3 Alternatieve case (2): ‘Extra Delay’

Zoals aangegeven in Hoofdstuk 2 is van de normatieve uitgangspunten in de Vervolgnota Klimaatverandering de norm ten aanzien van de snelheid van temperatuurstijging (0,1 °C per decennium) op korte tot middellange termijn (komende decennia) de meest beperkende voor de mondiale emissieruimte. Zonder die restrictie zouden de mondiale CO₂ emissies na uitvoering van de Kyoto protocol doelstellingen niet direct hoeven te worden beperkt, maar zouden deze nog tot zo’n 10 Gt koolstof (incl. landgebruik) kunnen groeien om pas na 2020 (versneld) af te nemen (zie Figuur 10). Deze emissieprofielvariant noemen we hier de ‘extra delay’ case, omdat het Kyoto protocol in zekere zin reeds als een ‘delay’ case kan worden beschouwd ten opzichte van eerdere IPCC emissieprofielen voor stabilisatie van de CO₂ concentratie op 450 ppmv (IPCC, 1996). Uitstel van mondiale emissiereductie leidt tot meer emissieruimte tot ongeveer 2040 en minder dan het NMP4 scenario in de periode daarna.

In het geval van een lineaire mondiale convergentie van hoofdelijke CO₂ emissies tussen 2010 en 2030 betekent het ‘extra delay’ emissieprofiel ten opzichte van het NMP4 scenario dat er meer emissieruimte is voor zowel de Annex I als niet-Annex I. De afname van de emissieruimte in 2030 ten opzicht van 2010 bedraagt voor Annex I in dat geval geen 67%, maar 57% terwijl de emissieruimte voor niet-Annex I regio’s in dezelfde periode groeit met 51% in plaats van met ca. 18% (zie Figuur 20). Het extra-delay-profiel betekent voor de VS en West-Europa dat hun emissieruimte tussen 2010 en 2030 niet met respectievelijk 76 en 56%, maar met 69 en 43% afneemt. Tegelijkertijd kunnen de emissies van niet-Annex-1 regio’s, zoals India en Afrika tot 2030 nog sterk groeien (Figuur 20). Tot 2030 is er ook een substantiële toename van de hoofdelijke CO₂ in de niet-Annex I regio’s. Figuur 21 laat dan ook zien dat bij een convergentie tussen 2010 en 2030 in een ‘extra delay’ profiel vooral de niet-Annex I regio’s zouden profiteren. Voor niet-Annex I regio’s betekent dit in veel gevallen dat hun emissieruimte, met name tot 2030, aanzienlijk groter is dan hun emissies in zowel de A1 als B1 baseline en er dus sprake is van aanzienlijke hoeveelheden hot air.

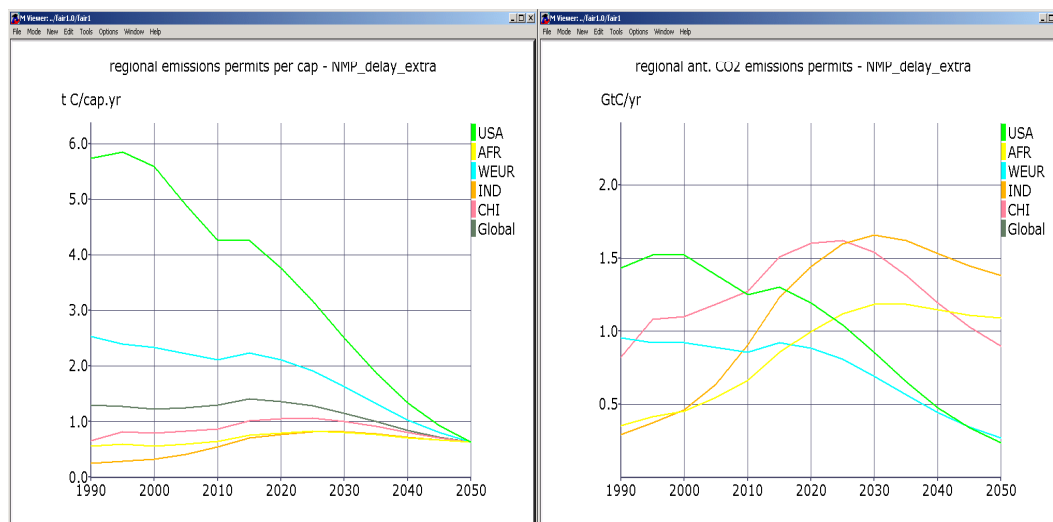


(a) (b)
 Figuur 20: Lineaire mondiale convergentie van hoofdelijke CO₂ emissieruimte tussen 2010 en 2030: hoofdelijke (a) en totale (b) CO₂ emissieruimte voor enkele Annex I en niet-Annex I regio's voor het 'extra delay' emissieprofiel volgens FAIR (Den Elzen et al., 2001)



(a) (b)
 Figuur 21: CO₂ emissieruimte voor Annex I (a) en niet-Annex I (b) bij een lineaire mondiale convergentie van hoofdelijke CO₂ emissieruimte tussen 2010 en 2030 onder het NMP4 scenario (zwart) en het 'extra delay' emissieprofiel (rood/groen) volgens FAIR (Den Elzen et al., 2001)

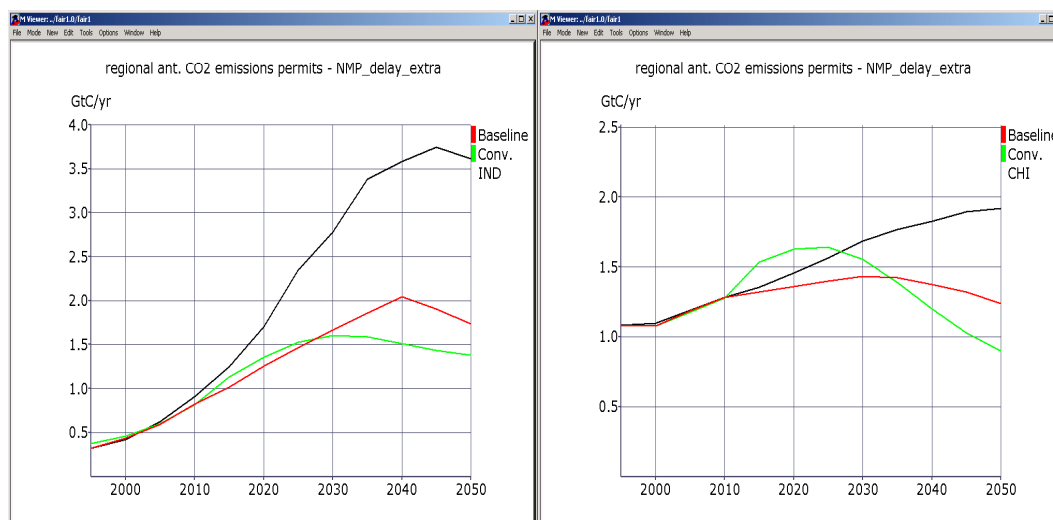
In het geval het extra-delay-profiel wordt gecombineerd met een verlenging van de convergentieperiode van 2030 naar 2050 profiteren de niet-Annex I regio's minder van de extra emissieruimte. De vermindering van de emissieruimte tussen 2010 en 2030 voor West-Europa en de VS blijft dan beperkt tot respectievelijk 20% en 32% (Figuur 22). Voor de niet-Annex I regio's leidt de verlenging van de convergentieperiode in combinatie van met het 'extra delay' emissieprofiel ertoe dat hun emissieruimte, zowel totaal als per hoofd, reeds afneemt voor het jaar van convergentie en dat met name na 2030 een aanzienlijke inspanning voor het beperken van hun emissies nodig is. Niettemin is ook in dit geval in sommige regio's tot 2030 nog steeds sprake van een overschot aan emissieruimte (Figuur 23).



(a)

(b)

Figuur 22: Lineaire mondiale convergentie van hoofdelijke CO₂ emissieruimte tussen 2010 en 2050: hoofdelijke (a) en totale (b) CO₂ emissieruimte voor enkele Annex I en niet-Annex I regio's voor het 'extra delay' emissieprofiel volgens FAIR (Den Elzen et al., 2001)



(a)

(b)

Figuur 23: CO₂ emissieruimte bij een lineaire mondiale convergentie van hoofdelijke CO₂ emissies tussen 2010 en 2050 voor India (a) en China (b) in het 'extra delay' emissieprofiel (groen) versus baseline projecties op basis van RIVM-SRES B1 (rood) en A1 (zwart)

Tenslotte zijn bij wijze van overzicht de resultaten van alle convergentie-cases samengevat in Tabel 1. De tabel laat zien dat, afhankelijk van het gekozen emissieprofiel en convergentiejaar, de CO₂ emissieruimte voor West-Europa en de VS met respectievelijk 30 – 60% en 40 – 80% afneemt ten opzichte van 1990.

Tabel 1. Absolute en percentuele verandering van emissieruimte in Annex I, niet-Annex- I en enkele wereld regio's voor de verschillende convergentie-cases en emissieprofielen

	1990	2010	Convergentie 2030			Convergentie 2050		
	CO ₂ emissies in GtC	CO ₂ emissies in GtC*	CO ₂ emissies in GtC	% Verschil 2010 - 2030	% Verschil 1990 - 2030	CO ₂ emissies in GtC	% Verschil 2010 - 2030	% Verschil 1990 - 2030
NMP4								
Annex I*	4.22	3.79	1.26	-67	-70	2.21	-42	-48
n-Annex I	2.15	5.15	6.07	18%	182	5.12	-1	138
US*	1.43	1.25	0.30	-76	-79	0.68	-46	-52
WEU*	0.98	0.86	0.38	-56	-61	0.55	-36	-44
China	0.82	1.27	1.37	8	67	1.21	-5	48
India	0.29	0.91	1.82	100	528	1.25	37	33
Afrika	0.36	0.66	1.31	98	264	0.94	42	161
Extra Delay								
Annex I*	4.22	3.79	1.62	-57%	-62%	2.80	-26	-34
n-Annex I	2.15	5.15	7.80	51%	263	6.63	29	208
US*	1.43	1.25	0.39	-69	-73	0.85	-32	-41
WEU*	0.98	0.86	0.49	-43	-50	0.69	-20	-30
China	0.82	1.27	1.76	38	115	1.54	21	88
India	0.29	0.91	2.34	157	707	1.66	82	472
Afrika	0.36	0.66	1.68	155	367	1.18	79	228

*) Inclusief uitvoering van Kyoto Protocol doelstellingen

4.4 Werkelijke emissies en economische gevolgen

Met het FAIR model worden de consequenties van verschillende benaderingen en criteria voor lastenverdeling binnen het internationale klimaatbeleid berekend in termen van de toedeling van toegestane emissieruimten ('assigned amounts' in termen van het Kyoto Protocol). Indien gebruik kan worden gemaakt van de Kyoto mechanismen (emissiehandel, JI en CDM) kunnen de werkelijke emissies aanzienlijk afwijken van de toedeling van toegestane emissieruimten. Dit heeft grote invloed op de economische gevolgen van een bepaalde verdeling van emissieruimte. Regio's waar het kostbaar wordt om binnen de toebedeelde emissieruimte te blijven, kunnen elders goedkopere emissieruimte kopen. Op die manier zullen de economische gevolgen voor regio's wiens emissieruimten sterk worden beperkt veel geringer zijn dan wanneer zij alle emissiebeperkingen in de eigen regio zouden moeten realiseren.

Dit kan worden geïllustreerd aan de hand van verkennende berekeningen met het WorldScan model van het CPB, een algemeen evenwichtsmodel met 12 wereldregio's (CPB, 1999). De analyse beperkt zich tot de fossiele CO₂ emissies en convergentie van hoofdelijke emissies in 2030. De effecten van een verlenging van de convergentieperiode tot 2050 en een extra-delay-emissieprofiel zijn niet onderzocht. Met WorldScan werden de economische gevolgen berekend van een mondiale convergentie van hoofdelijke (fossiele) CO₂ emissieruimte in 2030 onder een met het NMP4 scenario vergelijkbaar mondiaal emissieprofiel voor stabilisatie van de CO₂ concentratie op 450 ppmv in 2100. De berekeningen laten een groeivertraging voor de mondiale economie zien van enkele procenten, uiteenlopend van 0.1 tot 0.6% in 2030 tot 0.6 - 4% in

2050. Dat wil zeggen dat in 2050 het Mondiale Nationaal Product ten hoogste 4% lager zal uitkomen dan het niveau dat bereikt zou worden zonder het veronderstelde klimaatbeleid. De resultaten zijn regiospecifiek en sterk afhankelijk van de veronderstelde baseline scenario's. De mondiale groeivertraging is het grootst in het geval van het A2 scenario, met relatief beperkte economische groei, veel bevolkingsgroei, veel kolengebruik en dientengevolge hoge CO₂ emissies. Het welvaartsgroeiverlies is het geringst in het B1 scenario met de laagste CO₂ emissies. De gevolgen voor de twee andere IPCC scenario's, A1 en B2, liggen tussen het 'vuile' A2 en het 'schone' B1 scenario in (Tabel 2).

In 2030 is met name in de armste Niet-Annex I regio's sprake van winst ten opzichte van het basispad als gevolg van de gunstige effecten van mondiale emissiehandel. Zij zijn namelijk een exporteur van emissierechten naar het rijke noorden. Op de langere termijn zullen zij echter ook door het strenge regime van de mondiale beperking van CO₂ emissies gaan verliezen, ofschoon zij een exporteur van emissierechten blijven (zie Tabel 3). Binnen de groep van Niet-Annex I regio's zijn er duidelijke verschillen. Vooral Afrika en India hebben veel voordeel van het veronderstelde convergentieregime, mede veroorzaakt door de lage uitstoot per hoofd van de bevolking. In tegenstelling tot China geldt dit ook voor de lange termijn (2050). Latijns Amerika en de Aziatische Tijgers verliezen in toenemende mate onder een convergentieregime. De grootste verliezers zijn echter de olie-exporterende landen (Midden Oosten) doordat hun energie-export sterk terugloopt.

De rijke OESO landen zijn de importeurs van emissierechten. Door de toetreding van de arme landen tot de groep van emissiebeperkende landen en de uitbreiding naar een mondiale emissiemarkt kunnen de kosten voor de OESO beperkt blijven. Centraal Europa en de voormalige Sovjet-Unie zijn op de lange termijn de grote verliezers, ondanks dat zij de absolute winnaars zijn van het Kyoto protocol. Na toetreding in 2013 van de arme landen tot de emissiereducerende groep landen, zullen zij echter geconfronteerd worden met een grote concurrentie van beschikbare opties om de CO₂ emissies te reduceren in het inefficiënte arme zuiden. Bovendien stoten zij meer CO₂ uit per hoofd van de bevolking dan de arme landen. En daardoor zullen zij weinig rechten krijgen ten opzichte van hun huidige emissieniveau. Kortom, waar de Centraal Europa en de voormalige Sovjet-Unie in de eerste budgetperiode van het Kyoto protocol de positie van een exporteur van emissierechten op de emissiemarkt in nemen en zullen profiteren van het klimaatbeleid, geldt op de lange termijn dat zij in het geval van een mondiale regime dat zij de rol van exporteur voor importeur van emissierechten verwisselen en zullen verliezen.

Tabel 2. Percentuele verandering van Bruto Nationaal Product ten opzichte van IPCC-SRES baselines voor 12 wereldregio's bij convergentie in hoofdelijke CO₂ emissieruimte in 2030 onder een emissieprofiel voor stabilisatie van CO₂ concentraties op 450 ppmv volgens WorldScan

Percentuele verandering van Bruto Nationaal Product ten opzichte van de baseline								
Baseline	A1		A2		B1		B2	
	2030	2050	2030	2050	2030	2050	2030	2050
OESO	-0.7	-1.5	-1.3	-4.1	-0.3	-0.4	-0.4	-0.9
Japan	-0.2	-0.7	-0.5	-2.2	-0.1	-0.2	-0.1	-0.4
Pacific OESO	-1.1	-2.4	-2.5	-7.5	-0.6	-0.9	-0.9	-1.9
Verenigde Staten	-1.1	-2.2	-2.1	-5.8	-0.5	-0.6	-0.7	-1.5
Europese Unie	-0.4	-0.9	-1.0	-3.2	-0.2	-0.3	-0.3	-0.7
voormalige SU en Oost Europa	-1.2	-2.3	-3.5	-13.9	-0.6	-1.3	-1.3	-3.2
Oost Europa	-0.8	-1.1	-2.4	-9.3	-0.3	-0.6	-0.6	-1.5
voormalige Sovjet Unie	-1.3	-2.9	-3.9	-15.7	-0.7	-1.6	-1.6	-3.8
Azië	0.3	-0.9	2.2	-1.7	0.5	-0.5	0.6	0.2
China	0.0	-2.1	1.9	-4.5	0.2	-1.3	0.5	-0.6
Aziatische tijgers	-0.7	-2.3	-1.7	-8.4	-0.6	-1.1	-0.4	-1.3
India	1.9	1.3	10.0	11.5	2.2	0.7	2.3	3.0
Rest van de Wereld	-0.2	-1.5	-0.1	-4.2	0.1	-0.7	0.3	-0.3
Latijns Amerika	-0.6	-1.3	-0.8	-3.8	-0.3	-0.7	0.0	-0.1
Midden-Oosten en Noord Afrika	-1.1	-4.3	-2.8	-11.4	-0.4	-1.5	-0.6	-2.2
Afrika (Sub Sahara)	2.6	1.9	10.9	15.8	2.0	0.4	3.9	4.6
Annex B	-0.7	-1.7	-1.4	-4.8	-0.3	-0.5	-0.5	-1.2
Niet-Annex B	0.1	-1.2	1.0	-3.0	0.3	-0.6	0.5	0.0
Mondiaal	-0.3	-1.4	-0.6	-4.0	-0.1	-0.6	-0.1	-0.5

Tabel 3. Emissies (na emissiehandel) in 2030 en 2050 voor 12 wereldregio's bij convergentie in hoofdelijke CO₂ emissieruimte in 2030 onder een emissieprofiel voor stabilisatie van CO₂ concentraties op 450 ppmv volgens WorldScan

Hoofdelijke fossiele CO₂ emissies (in ton koolstof)								
Baseline Scenario	A1		A2		B1		B2	
	2030	2050	2030	2050	2030	2050	2030	2050
OESO	3.2	1.4	2.9	1.6	3.1	1.4	3.0	2.3
Japan	2.5	1.0	1.9	1.5	2.7	1.2	2.1	1.8
Pacific OESO	3.3	1.5	3.3	1.6	3.3	1.6	3.5	2.7
Verenigde Staten	4.3	1.9	4.2	1.9	4.1	1.8	4.3	3.2
Europese Unie	2.4	1.0	2.1	1.3	2.4	0.9	2.3	1.7
voormalige SU en Oost Europa	1.5	1.1	1.7	0.7	1.6	1.2	1.7	2.1
Oost Europa	1.5	0.9	1.4	0.8	1.2	1.0	1.3	1.6
voormalige Sovjet Unie	1.5	1.1	1.8	0.7	1.8	1.3	1.8	2.2
Azië	0.9	0.7	0.7	0.3	0.6	0.7	0.5	0.4
China	1.1	0.7	0.7	0.4	0.7	0.8	0.5	0.4
Aziatische tijgers	2.0	1.6	1.6	0.6	1.5	1.5	1.2	0.9
India	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1	0.0
Rest van de Wereld	0.7	0.5	0.6	0.3	0.6	0.5	0.6	0.5
Latijns Amerika	1.1	0.5	1.0	0.3	1.1	0.6	0.9	0.6
Midden-Oosten en Noord Afrika	1.2	1.2	1.0	0.7	1.1	1.1	1.0	1.3
Afrika (Sub Sahara)	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1
Annex B	3.2	1.4	2.9	1.6	3.1	1.4	3.0	2.3
Niet-Annex B	0.8	0.5	0.7	0.3	0.6	0.6	0.5	0.4
Mondiaal	1.1	0.7	1.0	0.4	1.0	0.7	0.9	0.7
Wereld gemiddeld emissie per hoofd van de bevolking	1.0	0.7	0.7	0.4	0.9	0.7	0.9	0.7

4.5 Conclusies

Op basis van de voorgaande analyse kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Convergentie van hoofdelijke emissieruimte in 2030 tussen Annex I en niet-Annex I regio's resulteert in een vergaande afname van hoofdelijke en absolute (CO₂) emissieruimte in de Annex I regio's na uitvoering van het Kyoto protocol. Afhankelijk van het baselinescenario kan het ook reeds voor niet-Annex regio's een beperking van de groei van hun emissieruimte betekenen.
- Convergentie in 2050 in plaats van 2030 resulteert in een aanzienlijk gematigder afname van de emissieruimte van de Annex I regio's, maar betekent dat ook de niet-Annex I regio's na uitvoering van het Kyoto Protocol aanzienlijke inspanningen zullen moeten plegen om hun emissies te beperken en in sommige gevallen reeds te reduceren.
- Convergentie onder het extra delay emissieprofiel vermindert de reducties voor de Annex I regio's, maar de extra emissieruimte komt vooral ten goede aan de niet-Annex I regio's. Dit resulteert bij convergentie in 2030 in een aantal regio's tot grote overschotten aan emissieruimte tot 2030.
- Afhankelijk van het gekozen emissieprofiel en convergentie jaar meent de CO₂ emissieruimte voor West-Europa met zo'n 30 – 60% af ten opzichte van 1990.
- Verkennende analyses van de economische effecten van convergentie van hoofdelijke CO₂ emissieruimte in 2030 voor een met het NMP4 scenario vergelijkbaar profiel voor fossiele CO₂ emissies bij mondiale emissiehandel resulteren in een mondiale groeivertraging van 0.1 – 0.6% in 2030 en 0.6-4.0% in 2050, afhankelijk van het baselinescenario. De verliezen zijn het grootst in het A2 scenario en het geringst in het B1 scenario.
- De economische effecten verschillen sterk per regio. Regio's die zowel in 2030 als in 2050 per saldo winnen bij het convergentie regime zijn Afrika en India. China wint wel in 2030, maar verliest op de langere termijn. De OESO regio's, Latijns Amerika en de Aziatische Tijgers verliezen zowel op de middellange- als lange-termijn. Grootste verliezers zijn de Voormalige Sovjet Unie en Centraal Europa binnen de Annex I en het Midden-Oosten binnen de niet-Annex I

5. Toenemende participatie

In dit hoofdstuk zullen we enkele alternatieven verkennen voor de eerder gepresenteerde convergentiebenadering. In de convergentiebenadering nemen alle landen direct deel aan een emissieregime. Het is ook denkbaar dat de huidige groep van landen, die onder het Kyoto Protocol kwantitatieve emissiedoelstellingen op zich nemen, geleidelijk wordt uitgebreid. Een dergelijk regime wordt in het FAIR model ‘toenemende participatie’ (Increasing participation) genoemd (Den Elzen *et al.*, 1999; 2001; Berk en Den Elzen, 2001). Het staat ook wel bekend als ‘graduation’: zodra landen aan bepaalde voorwaarden voldoen, treden ze toe tot de groep van landen die reeds emissiedoelstellingen op zich hebben genomen. In principe kan door het kiezen van toetredingsdrempels een verdeling van inspanningen tussen Annex I en niet-Annex I regio’s ontstaan die ook voldoet aan de normatieve uitgangspunten, dat wil zeggen die het mondiale emissieprofiel volgt zoals beschreven in Hoofdstuk 2. De gekozen toetredingsdrempels bepalen in hoge mate de verdeling van de emissiereductie-inspanning en zijn daarmee sterk verbonden met de politieke acceptatie door ontwikkelingslanden. Hoewel het Kyoto Protocol geen nieuwe verplichtingen voor ontwikkelingslanden bevat, wordt er, mede onder invloed van de Amerikaanse wens van ‘betekenisvolle deelname van belangrijke ontwikkelingslanden’, al wel informeel nagedacht over de wijze waarop ontwikkelingslanden zouden kunnen gaan participeren. De discussie binnen het klimaatverdrag vertoont de tendens om van meer ontwikkelde ontwikkelingslanden (zoals Korea, Mexico) in eerste instantie een bescheiden bijdrage te vragen, bijvoorbeeld in de vorm van relatieve of dynamische doelstellingen, die betrekking hebben op (een vermindering van) de emissie-intensiteit van hun economie (Baumert *et al.*, 1998; Philibert, 2000; Pershing en Philibert, 2001). Hun emissies kunnen dan nog wel blijven groeien maar minder dan zonder beleid. Tegelijkertijd hebben enkele ontwikkelingslanden te kennen gegeven vrijwillige afspraken (commitments) op zich te willen nemen (Argentinië en Kazakstan). Deze vrijwillige afspraken zijn echter vrij soepel en zouden in het geval van Kazakstan een aanzienlijke hoeveelheid (extra) ‘hot-air’ creëren (Vrolijk, 1998). Hieronder zullen we nagaan wat de consequenties zouden zijn indien alle ontwikkelingslanden een zelfde weg van ‘geleidelijke toetreding onder zachte voorwaarden’ zouden volgen. Daarna zal ingegaan worden op varianten van toenemende participatie onder hetzelfde mondiale NMP4 emissieprofiel als gehanteerd in de voorgaande paragraaf. Eerst volgt een nadere uitleg van de toenemende participatie benadering aan de hand van participatie- en lastenverdelingsregels en de mogelijkheid van gedifferentieerde inspanningsniveaus door middel van een zogenaamde multi-stage benadering.

5.1 Participatie- en lastenverdelingsregels binnen FAIR

Binnen de toenemende participatie benadering worden twee typen regels gebruikt: *participatie regels*, die bepalen wanneer een land of regio toetreedt en *lastenverdelingsregels* die de relatieve inspanning van de verschillende deelnemende landen/regio’s bepalen. Binnen het FAIR model kunnen verschillende typen participatie en lastenverdelingsregels worden gekozen. Bij participatie regels kan gekozen worden uit verschillende type criteria (bijv. inkomen of emissies per hoofd) en voor verschillende drempelwaarden (bijv. \$10.000 inkomen per hoofd). Daarnaast kunnen ook meerdere participatie regels worden gehanteerd: toetreding vindt dan plaats zodra een van de deelname drempels wordt overschreden. Tenslotte kunnen de deelname regels zowel een statisch (met vaste drempelwaarde) als dynamisch karakter hebben (met een variabele drempel waarde (bijv. wereldgemiddelde emissies)). Lastenverdelingsregels kunnen in FAIR gebaseerd worden op meerdere type criteria, gerelateerd aan draagkracht (inkomen per hoofd) of

bijdrage aan het probleem (absoluut of hoofdelijk aandeel in emissies of concentraties van broeikasgassen of temperatuurstijging).

5.2 Differentiatie van commitments: Multi-Stage benadering

Bij toenemende participatie is het goed denkbaar dat partijen niet direct hetzelfde type inspanning (commitment) krijgen. Afhankelijk van ontwikkelingsniveau en/of bijdrage aan het probleem kan gedacht worden aan een regime met verschillende stadia van deelname (zie bijv. Gupta, 1998). Dit noemen we een multi-stage benadering. In een dergelijk regime is sprake van verschillende participatie- en inspanningsregels voor verschillende stadia. Om die reden zijn binnen het FAIR model de volgende stadia gecreëerd, die landen/regio's kunnen doorlopen (Den Elzen *et al.*, 2001):

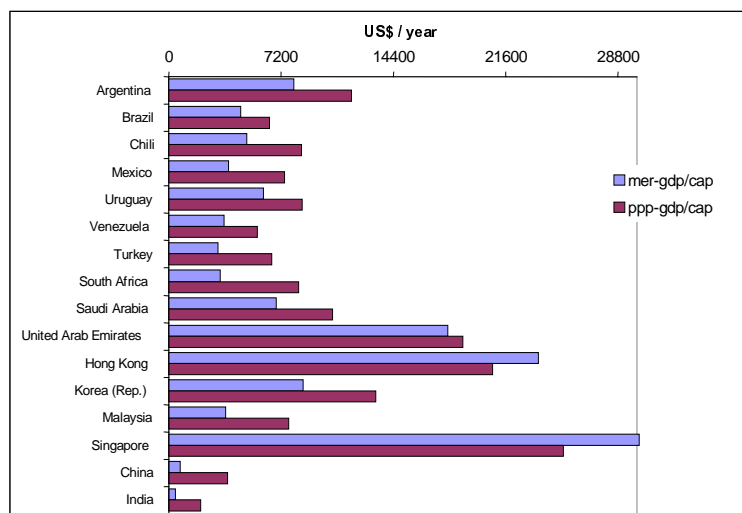
- (1) *geen deelname*: landen hebben geen verplichtingen; hun emissieruimte wordt bepaald door hun baseline emissies;
- (2) *de-carbonisatie*: landen nemen doelstellingen op zich voor het verminderen van de koolstof-intensiteit van hun economie; hun emissieruimte wordt bepaald door hun economische groei en decarbonisatiedoelstelling.
- (3) *stabilisatie*: de toegestane emissieruimte neemt per hoofd of absoluut niet meer toe;
- (4) *emissiereductie*: landen delen de benodigde reductie-inspanning om binnen het mondiale emissieplafond te blijven; hun emissieruimte wordt bepaald door de mondiale emissieruimte minus de ruimte die door landen in een van de andere stadia wordt gebruikt en het lastenverdelingscriterium.

5.3 Geleidelijke uitbreiding van de Annex I groep op basis van 'zachte' voorwaarden

Voor het verkennen van de situatie waarbij de groep van landen die emissiereductie doelstellingen op zich neemt geleidelijk wordt uitgebreid met relatief meer welvarende ontwikkelingslanden op relatief 'zachte' waarden zijn in het FAIR model de volgende aannames gedaan:

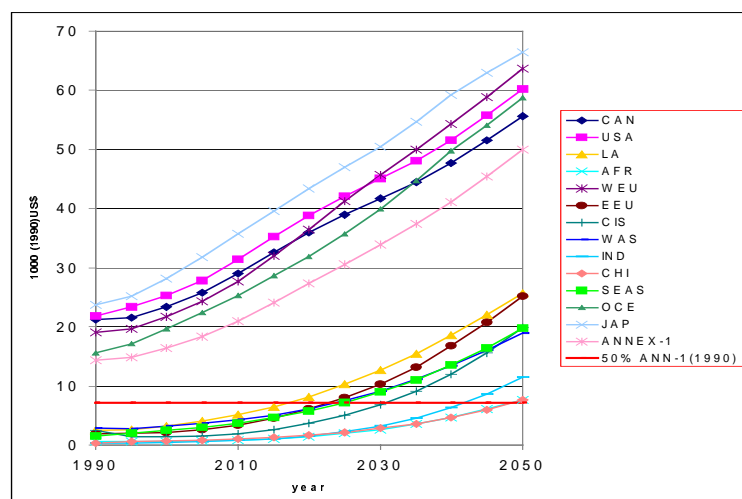
- De niet-Annex I regio's / landen nemen de-carbonisatiedoelstellingen op zich zodra hun hoofdelijk inkomen groter wordt dan 50% van het gemiddelde 1990 Annex I inkomens niveau (ca. \$7200).
- De niet-Annex I regio's / landen nemen deel aan het lastenverdelingsregime voor emissiereducties zodra hun hoofdelijk inkomen meer dan 75% van het gemiddelde 1990 Annex I inkomen bedraagt (ca. \$10.800).
- Als lastenverdelingscriterium is gekozen voor hun hoofdelijke CO₂ emissies, dat wil zeggen dat de bijdrage aan de emissiereductie evenredig is met de hoofdelijke CO₂ emissie.

De waarde van 50% van het gemiddelde 1990 Annex I inkomensniveau is gekozen omdat dit ongeveer het niveau is waarop landen als Argentinië zich op dit moment bevinden. Dit is zichtbaar in figuur 24, waar de hoofdelijke inkomensniveaus voor een aantal rijkere niet-Annex I landen zijn weergegeven, zowel op Market Exchange Rates (wisselkoerswaarden) als Purchasing Power Parity (relatieve koopkracht gerelateerde waarde) basis (Worldbank, 2000).



Figuur 24: Hoofdelijk inkomen van een aantal niet-Annex I (ontwikkelings)landen in 1998 in dollars in wisselkoerswaarde (MER-GDP/cap) en relatieve koopkrachtwaarde (PPP-GDP/cap) (Worldbank, 2000).

Deze figuur laat zien dat het hoofdelijk inkomen in dollars volgens wisselkoersen (MER) naast Argentinië ook in Zuid Korea, Singapore, en een aantal olie exporterende staten in het Midden-Oosten het niveau van \$7200 reeds overschrijden, terwijl in relatieve koopkracht termen (PPP) ook meerdere Latijns Amerikaanse landen en Zuid-Afrika dit niveau al zouden hebben gehaald. Voor de verkenning met het FAIR model is als baseline scenario gekozen voor het RIVM-SRES A1 scenario. Dit scenario kenmerkt zich door een relatief snelle inkomensgroei in ontwikkelingsregio's. Figuur 25 geeft de ontwikkeling van de hoofdelijke inkomens in het A1 scenario voor de verschillende regio's weer, almede het 50% gemiddeld 1990 Annex I inkomensniveau.

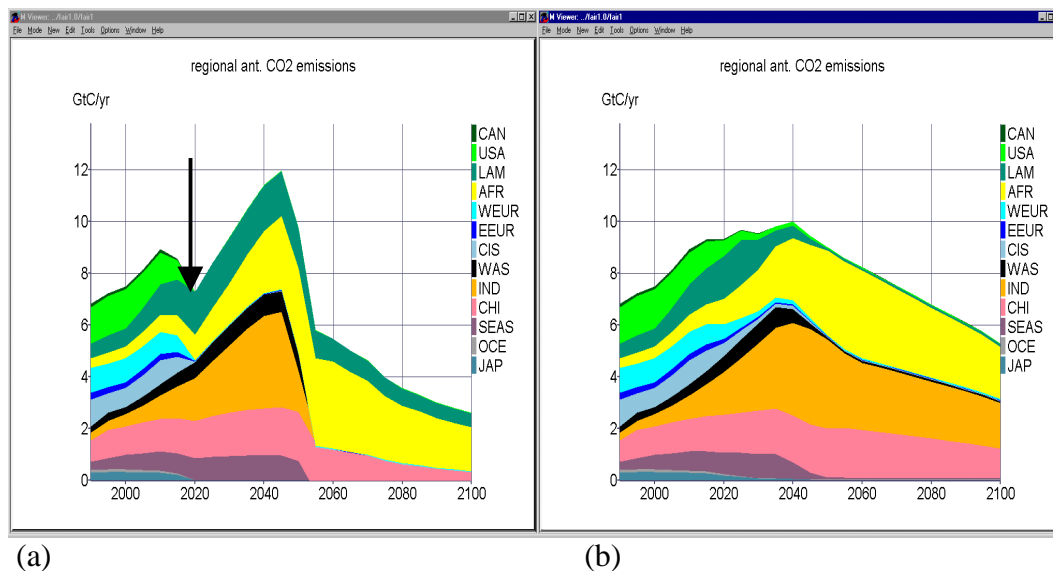


Figuur 25: Regionale ontwikkeling van GDP/capita in RIVM SRES A1 scenario

Wat is nu de consequentie van deze uitgangspunten voor de ontwikkeling van de mondiale CO₂ emissies? Deze zijn weergegeven in Figuur 26. Figuur 26 (a) geeft de ontwikkeling weer van de mondiale CO₂ emissies onder een (beoogd) emissieplafond voor stabilisatie van de CO₂ concentratie op 450 ppmv in 2100 (NMP4 emissieprofiel). Tussen 2020 en 2060 stijgen de emissies echter ver boven het toegestane emissieplafond uit. De oorzaak daarvan is dat zelfs

nadat de emissieruimte van de Annex I landen tot nul is gereduceerd, de mondiale emissies sterk blijven groeien omdat niet-Annex I regio's als India en Afrika nog lange tijd niet de deelname drempel van 50% van het gemiddelde 1990 Annex I inkomensniveau halen.⁷

Figuur 26(b) laat zien dat zelfs bij een aanzienlijk hoger emissieplafond voor stabilisatie van de CO₂ concentratie op 550 ppmv (na 2100) er na 2040 vrijwel geen emissieruimte voor de Annex I regio's over blijft.



(a) (b)
 Figuur 26: Mondiale en regionale CO₂ emissies bij een uitbreiding van Annex I op 'zachte voorwaarden' (zie tekst) onder een beoogd emissieplafond voor stabilisatie van de CO₂ concentratie op respectievelijk 450 ppmv (a) en 550 ppmv (b) volgens FAIR (Den Elzen et al., 2001). NB: De pijl geeft aan wanneer de niet-Annex I emissies door het Mondiale emissieplafond groeien.

De case laat zien, dat met een geleidelijke uitbreiding van de Annex I met alleen relatief welvarende ontwikkelingslanden op redelijk 'zachte' voorwaarden, de doelstellingen zoals geformuleerd in de Vervolnnota Klimaatverandering buiten beeld kunnen raken als daarmee een precedent wordt gecreëerd voor de toekomstige toetreding van andere ontwikkelingslanden. Deze laatste notie is daarbij natuurlijk wel doorslaggevend. Het is de vraag of indien voor de eerste commitment periode van het KP met enkele relatief welvarende landen dergelijke afspraken zouden worden gemaakt, daarvan een precedentwerking zal uitgaan naar toekomstige afspraken. Maar het is zeker niet uitgesloten dat landen een 'gelijke behandeling' zullen eisen. Overigens is het niet zo zeer de stringentheid van de-carbonisatiedoelstellingen, als de hoge inkomensdrempel voor participatie die problematisch is in de geformuleerde voorwaarden. Het kernpunt is dat voor het bereiken van de normatieve uitgangspunten in de Vervolnnota Klimaatverandering ontwikkelingslanden reeds bij een lager inkomensniveau hun emissies moeten gaan beperken.

⁷ Zoals eerder aangegeven betreft het hier alleen de verdeling van toegestane emissieruimte per regio. In de werkelijkheid zullen de industrielanden de Kyoto Mechanismen (met name CDM) kunnen gebruiken om in de nog niet participerende landen emissiereducties te realiseren. Dit betekent dat de emissies van de niet-participerende regio's in werkelijkheid aanzienlijk lager zullen zijn. Niettemin zal dan toch de mondiale emissieplafond worden overschreden omdat de emissiereducties in de niet-participerende regio's niet extra zijn, maar slechts ter compensatie van hogere emissies in de participerende regio's.

5.4 Toenemende participatie - Hoe zou het wel kunnen?

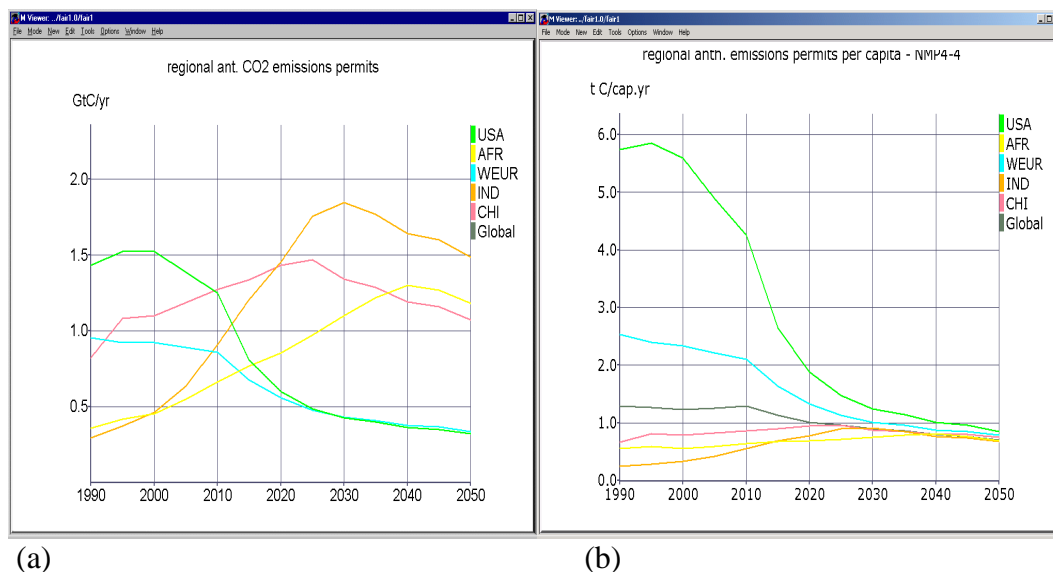
Het probleem in het voorgaande geval van 'toetreding onder zachte voorwaarden' is dat de gehanteerde inkomensdrempel er toe leidt dat grote ontwikkelingslanden zoals China en India te laat gaan deelnemen aan mondiale emissiereductie. Om binnen het mondiale emissieprofiel voor het bereiken van de normatieve uitgangspunten uit de Vervolgnota Klimaatverandering te blijven zullen ontwikkelingslanden eerder een bijdrage aan de emissiereductie-inspanning moeten leveren.

Het eerder gehanteerde inkomensgerelateerde toetredingscriterium appelleert aan het idee dat landen eerst voldoende welvarend moeten zijn alvorens zij zich beperking van hun broeikasgasemissies kunnen veroorloven. Het sluit aan bij hun, onder meer in artikelen 3 en 4 van het Klimaatverdrag erkende, aspiraties voor economische ontwikkeling. Er zal er voor ontwikkelingslanden daarom nog enige tijd ruimte moeten zijn voor een toename van de broeikasgasemissies; voor de rijkere ontwikkelingslanden landen korter; voor de armere aanzienlijk langer.

Een benadering die een mogelijke oplossing kan bieden is om ontwikkelingslanden snel te laten meedoen, maar hun bijdrage te differentieren naar gelang hun ontwikkelingsniveau en bijdrage aan het probleem (Multi-Stage benadering). Bij een multi-stage regime is het wel essentieel dat vooraf duidelijk wordt afgesproken wanneer landen de overstap maken van het ene naar het andere stadium, omdat anders zowel de milieu-effectiviteit als ook de rechtvaardigheid van het regime in gevaar komt.

Als voorbeeld van een multi-stage benadering is met FAIR de volgende case geanalyseerd: Als mondiaal emissieplafond geldt weer het NMP4 scenario (doelscenario). Voor de Annex I regio's is verondersteld dat zij eerst hun Kyoto doelstellingen halen. De niet-Annex regio's volgen hun baseline tot 2012 (eerste commitment periode). Als baseline scenario wordt hier weer RIVM SRES A1 gebruikt. Vanaf 2013 nemen alle ontwikkelingsregio's de-carbonisatiedoelstellingen op zich van 4%/jaar⁸ (een afname van de hoeveelheid (fossiele) CO₂ emissie per eenheid GDP van 4%/jaar) totdat hun hoofdelijke CO₂ emissies het wereldgemiddelde niveau halen. In dat geval treden zij toe tot de Annex I groep. Deze draagt zorg voor het beperken van de mondiale emissies tot het doelscenario niveau. Zij verdelen de emissiereductie-inspanning naar ratio van hun hoofdelijke CO₂ emissies. De resultaten van dit regime zijn weergegeven in Figuur 27 met (a) regionale emissieruimte en (b) hoofdelijke emissieruimte.

⁸ De de-carbonisatiedoelstelling van 4% is gerelateerd aan het baseline scenario. In het RIVM SRES A1 scenario is door de snelle economische ontwikkeling al sprake van een hoog de-carbonisatie niveau. Een lagere doelstelling dan 4% zou weinig effectief zijn. In deze case is uitgegaan van een gelijke de-carbonisatiedoelstelling voor alle niet-Annex I regio's. In de praktijk zal een dergelijke doelstelling waarschijnlijk moeten worden gedifferentieerd per land. Gegeven de onzekerheid over de mate van economische groei, is het denkbaar dat een de-carbonisatiedoelstelling wordt gekoppeld aan de gemiddelde economische groei voor een commitment periode.

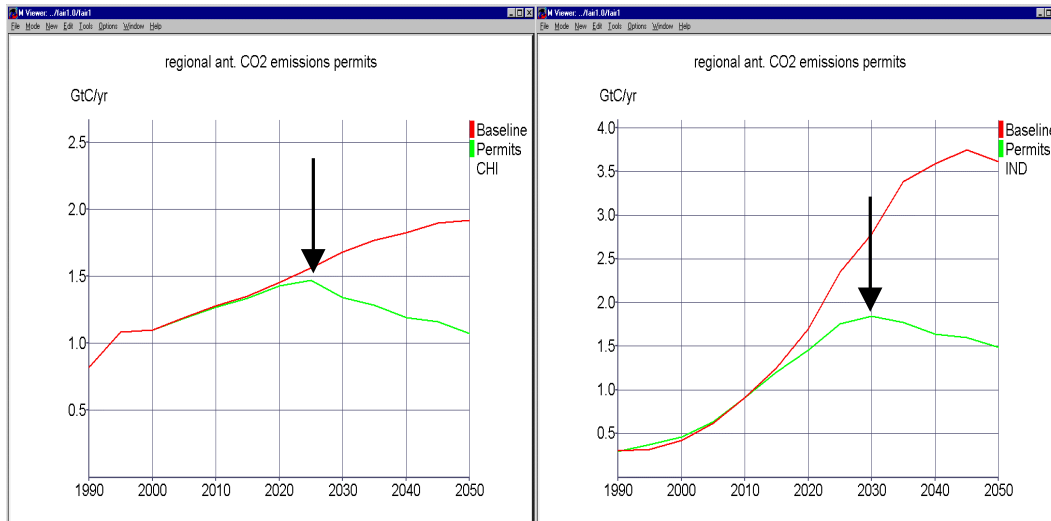


(a) (b)
 Figuur 27: Totale (a) en hoofdelijke (b) CO₂ emissieruimte voor enkele wereldregio's onder het NMP4 emissiescenario volgens FAIR (Den Elzen et al., 2001). bij een regime van toenemende participatie op basis van een de-carbonisatiedoelstelling van 4% voor de niet-Annex I regio's vanaf 2013; wereldgemiddelde CO₂ emissies als participatiedrempel voor de lastenverdeling en hoofdelijke CO₂ emissies als criterium voor lastenverdeling met A1 als baseline scenario.

In deze case zou Latijns Amerika reeds direct na de eerste commitment periode mee gaan doen aan het emissiereductieregime, terwijl dat voor China, India en Afrika het geval is in respectievelijk 2025, 2030 en 2040. Tot die tijd is er nog ruimte voor groei van hun emissies (hoewel er al forse de-carbonisatie van hun economieën optreedt); daarna neemt ook hun emissieruimte af. De emissieruimte van de EU en de VS neemt na de eerste commitment periode snel af. Het gekozen lastenverdelingscriterium van hoofdelijke CO₂ emissies leidt op langere termijn tot een convergentie van hoofdelijke CO₂ emissieruimte.

Het gekozen toetredingscriterium, wereldgemiddelde hoofdelijke CO₂ emissies is dynamisch: het niveau ervan wijzigt in de tijd onder invloed van inspanningen door de Annex I en niet-Annex I landen. Voordelen van een dergelijk criterium zijn dat het belonend werkt voor de landen die hun emissies reduceren (door het dalen van het wereldgemiddelde gaan steeds meer landen meedoen) en het een stimulans geeft aan landen die nog niet aan het lastenverdelingsregime mee doen om de groei van hun emissies te beperken en daarmee buiten het emissiereductie-regime te blijven.

Om de effectiviteit van het regime en het inspanningsniveau te beoordelen kunnen we weer de emissieruimte vergelijken met de baseline emissies (Figuur 28). Daarbij blijkt dat in China de de-carbonisatiedoelstelling van 4% maar tot een zeer geringe afname van de emissies leidt ten opzichte van de baseline, maar dat het effect voor India, dat pas vanaf 2030 tot het reductieregime toetreedt, aanzienlijk is. Voor zowel China als India betekent toetreding tot het reductieregime dat hun emissies in 2050 veel lager zijn dan volgens de baseline (respectievelijk ca. 40 en 60%).



Figuur 28: CO₂ emissieruimte voor India en China in de multi-stage case versus baseline emissieprojecties op basis van RIVM-SRES A1 NB: de pijlen geven het moment van toetreding tot het reductiesregime aan.

5.5 Conclusies

- Deelname van middeninkomenslanden op basis van zachte condities leidt bij precedentwerking tot het onbereikbaar worden van Nederlandse en EU klimaatdoelstellingen.
- Voor het bereiken van de normatieve uitgangspunten in de vervolgnota klimaatverandering na het Kyoto Protocol op basis van een regime van toenemende participatie is snelle (binnen enkele decaden) deelname van met name grote ontwikkelingslanden, zoals China en India aan wereldwijde beheersing van broeikasgassen noodzakelijk.

6. Toenemende participatie versus convergentie

In de twee voorgaande hoofdstukken zijn twee verschillende benaderingen voor het ontwerp van een regime voor het beperken van de mondiale CO₂ emissies voor het realiseren van de normatieve uitgangspunten in de Vervolgnota Klimaatverandering verkend: convergentie naar gelijke hoofdelijke CO₂ emissieruimte (in 2030) en toenemende participatie (met differentiatie van commitments volgens een multi-stage regime). Vraag is welke van de twee besproken benaderingen nu beleidsmatig het meest aantrekkelijk lijkt. Daarbij kan gekeken worden naar milieu, economische en politieke overwegingen.

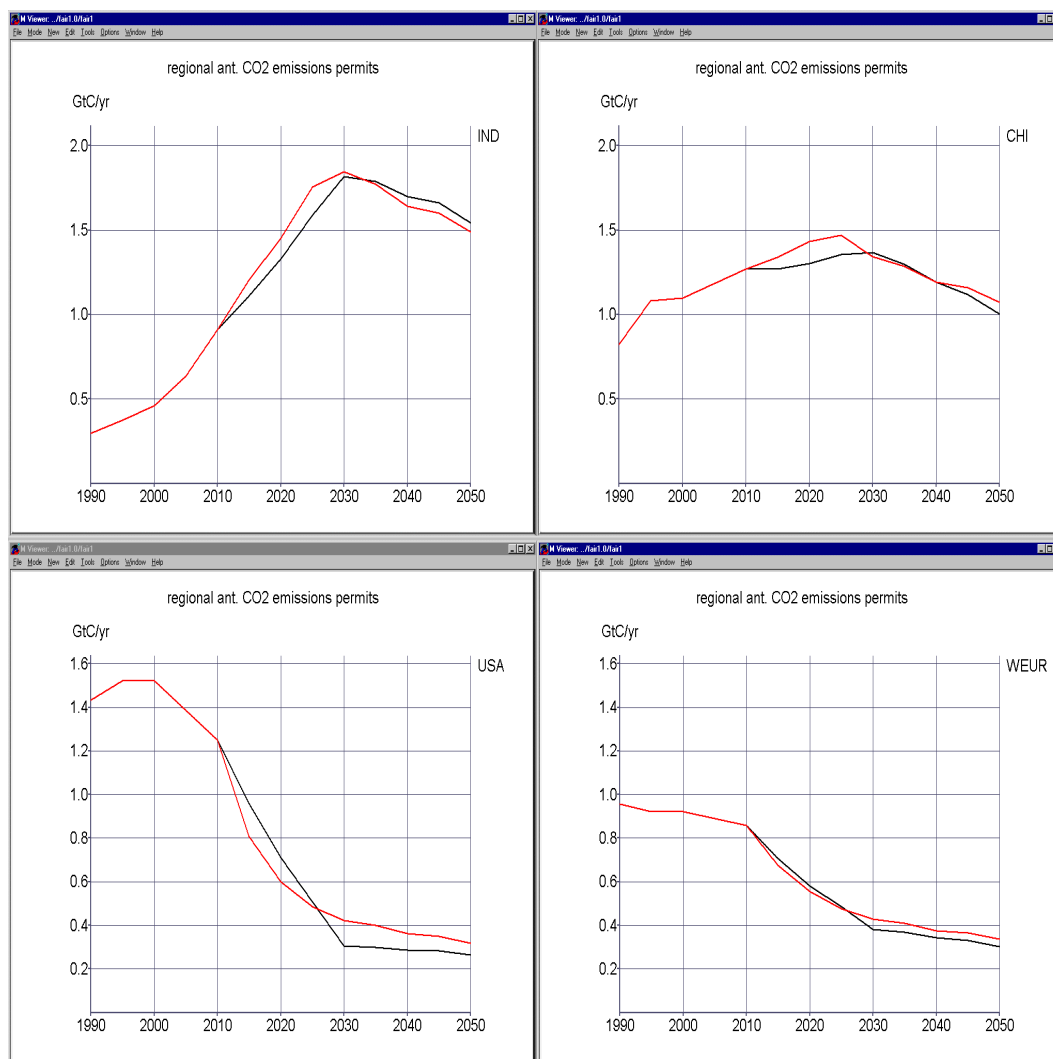
6.1 De benaderingen vergeleken

In beginsel kan zowel een convergentieregime als een multi-stage regime met toenemende participatie gekoppeld worden aan mondiale emissiedoelstellingen. In het geval van een convergentieregime is dit zelfs een vereiste, hoewel het verloop van het plafond in de tijd niet (geheel) hoeft vast te liggen, maar afhankelijk van nieuwe inzichten kan worden bijgesteld. In het geval van een multi-stage regime zal vooraf een inschatting gemaakt moeten worden van de groei van de baseline-emissies in landen zonder doelstellingen en landen met de-carbonisatiedoelstellingen. De milieu-effectiviteit van het regime zal pas na afloop van een budgetperiode kunnen worden bepaald. Omdat de afspraken voor een budgetperiode ruim voor het begin van die budgetperiode worden gemaakt (zoals bijvoorbeeld ten aanzien van de eerste budgetperiode in het Kyoto Protocol), zal er vertraging in de bijsturing optreden. Vanuit milieuoogpunt biedt een convergentiebenadering dus meer zekerheid ten aanzien van de milieu-effectiviteit.

In principe geeft een convergentieregime met een mondiale toedeling van emissieruimte de beste mogelijkheden om profijt te trekken van de kostenbesparingsmogelijkheden van wereldwijde emissiehandel. Daarnaast treden in een dergelijk regime ook geen weglekeffecten (carbon leakage) meer op naar (ontwikkelings)landen zonder doelstellingen. Een mogelijk probleem kan wel zijn dat bij de overgang naar een convergentieregime belangrijke verkopers van emissieruimte onder de eerste commitmentperiode van het Kyoto Protocol, zoals bijvoorbeeld Rusland, hun afzetmarkt verliezen en weinig belang hebben bij het snel openen van wereldwijde emissiehandel (zie Bollen en Gielen, 1998)⁹. Bij een multi-stage benadering met deelname van alle landen vanaf 2013 kan ook gebruik worden gemaakt van de Kyoto mechanismen (emissiehandel, JI en CDM) om de kosten-effectiviteit van emissiereducties te verhogen. Landen die de-carbonisatie doelstellingen op zich nemen, kunnen ook mee doen aan emissiehandel, voor zover de verbetering van hun koolstof-intensiteit groter is dan hun doelstelling (zie Hargrave, 1998; Baumert *et al.*, 1998). Vanzelfsprekend zouden in het geval van de multi-stage benadering bijv. CDM projecten wel bovenop de reeds afgesproken de-carbonisatiedoelstellingen moeten komen om dubbeltellingen van inspanningen te voorkomen.

De inspanningsniveaus voor Annex I en niet-Annex I landen zijn in het geval van de multi-stage benadering sterk afhankelijk van de de-carbonisatiedoelstellingen en natuurlijk de baselines. Figuur 29 laat zien dat afhankelijk van de gekozen toetredings- en lastenverdelingsregels de uitkomsten in termen van regionale emissieruimte niet veel van elkaar hoeven te verschillen.

⁹ Dit probleem doet zich overigens voor in elk regime waarbij na de eerste commitment periode alle landen toetreden.



Figuur 29: CO₂ emissieruimte voor India en China, USA en EU, in de toenemende participatie case (rood) versus de convergentie 2030 case (zwart) op basis van RIVM-SRES A1.

Een belangrijk verschil tussen de twee benaderingen is dat in het geval van (snelle) convergentie, met name de armste ontwikkelingslanden, mogelijk meer emissieruimte krijgen dan ze volgens hun baselines nodig hebben. In het geval van de-carbonisatie doelstellingen zal hiervan nooit sprake zijn. Deze vorm van 'hot air' kan als ongewenst worden gezien, maar ook als een voordeel worden beschouwd. Het voordeel kan namelijk zijn dat het voor ontwikkelingslanden een stimulans vormt om mee te doen. Daarnaast zou het met name voor de armste landen veel gunstiger zijn dan de huidige situatie. Onder het Kyoto Protocol lijken de armste landen juist door hun geringe emissies slecht af: omdat ze weinig uitstoten zijn ze ook weinig aantrekkelijk voor door Annex I landen gefinancierde CDM projecten. Tegelijkertijd zijn ze vaak wel kwetsbaar voor eventuele negatieve effecten van Annex I maatregelen (bijv. duurdere import van energie-intensieve industriële goederen). In een convergentieregime kunnen ontwikkelingslanden profiteren van de verkoop van emissieruimte. De bovenstaande verkennende analyses met het Worldscan model bevestigen dit.

In een regime van toenemende participatie betalen landen in beginsel zelf de maatregelen die nodig zijn om hun kwantitatieve doelstellingen te halen. Landen met de-carbonisatie-doelstellingen kunnen wel profiteren van deelname aan internationale emissiehandel voor zover hun emissiereductie inspanningen verdergaan dan hun doelstellingen. Afhankelijk van de stringentie van hun de-carbonisatiedoelstellingen en de mondiale koolstofprijs kan het voor ontwikkelingslanden aantrekkelijk zijn om meer te doen dan hun doelstelling (Hargrave, 1998). Toch is het de vraag of dit voor ontwikkelingslanden voldoende aantrekkelijk is om de-carbonisatiedoelstellingen op zich te nemen. Ze kunnen namelijk via CDM projecten ook middelen voor het moderniseren van hun energievoorziening aantrekken zonder dergelijke doelstellingen op zich te nemen. Daarnaast bestaat het risico dat ontwikkelingslanden die hun de-carbonisatie doelstellingen overtreffen en hun surplus emissieruimte verhandelen daarvoor worden 'gestraft' met stringenter toekomstige doelstellingen. Wellicht zullen er dus nog andere financiële stimulansen nodig zijn om ontwikkelingslanden te motiveren, bijvoorbeeld in de vorm van fondsen voor technologie-overdracht. Al met al lijkt een convergentieregime, met name voor de minst ontwikkelde niet-Annex I landen economisch aantrekkelijker dan een regime van toenemende participatie.

Wat betreft politieke acceptatie is het van belang op te merken dat de twee benaderingen aansluiten op twee verschillende probleemdefinities. De convergentiebenadering sluit aan bij de vaak door ontwikkelingslanden geuite opvatting dat de atmosfeer een gemeenschappelijk milieugoed is, waarbij ieder mens in beginsel gelijke gebruiksrechten heeft. Het probleem is dus niet slechts een kwestie van te veel emissies, maar ook van een oneerlijke verdeling van het gebruik van de atmosfeer. Tegelijkertijd wordt in de convergentiebenadering de historisch gegroeide situatie als een gegeven geaccepteerd en een overgangperiode als een compromis tussen realiteit en gelijkheidsideaal gezien. Politiek lijkt de belangstelling voor de convergentiebenadering te groeien. De benadering wordt internationaal reeds vele jaren gepromoot door het Global Commons Institute als 'Contraction and Convergence' (GCI, zie hun web site: <http://www.gn.apc.org/gci/frames.html>). Dit heeft onder meer geleid tot ondersteuning van het concept door GLOBE (Global Legislators for a Balanced environment), een internationale groep van parlementariërs, en veel ontwikkelingslanden, met name in Afrika. Tot voor kort kreeg het concept geen expliciete ondersteuning van grote ontwikkelingslanden zoals China en India, maar recent wordt er ook door India expliciet aan gerefereerd (UNFCCC, 2000). De convergentiebenadering werd reeds langere tijd gesteund door het Indiase Centre for Science and Environment, zij het dat het gekoppeld wordt aan minimum rechten gebaseerd op duurzame emissieniveaus (CSE, 1998). Binnen de groep van industrielanden lijkt er aan de Europese zijde meer een open oor voor het concept dan in Noord Amerika, wat gezien hun veel hogere hoofdelijke emissies niet zo vreemd is. Het convergentieconcept maakte onder meer deel uit van een Frans voorstel voor het Kyoto protocol en van de binnen de EU gehanteerde Triptiek benadering (Ringius *et al.*, 2000).

In tegenstelling tot de convergentiebenadering is een regime van toenemende participatie geënt op het concept van het vervuilingsprobleem: niet gebruiksrechten, maar emissiereductie-inspanningen dienen te worden verdeeld. Daarbij ligt het voor de hand om uit te gaan van het principe van 'de vervuiler (=verantwoordelijke) betaalt', daarbij rekeninghoudend met verschillen in technische en financiële mogelijkheden c.q. economische behoeften. Politiek sluit de toenemende participatie benadering daarmee goed aan bij het concept van 'common, but differentiated responsibilities' in het klimaatverdrag en een differentiatie van inspanningen ('commitments') via protocollen en annexen bij het verdrag. Ten tijde van de onderhandelingen over het Kyoto Protocol is door Brazilië het voorstel gedaan om de emissiereducties voor de Annex I landen te koppelen aan de relatieve bijdrage van die landen

aan de gerealiseerde temperatuurstijging (UNFCCC, 1997). Dit voorstel werd met name door ontwikkelingslanden positief ontvangen omdat het rekening houdt met de historische bijdrage van de industrielanden aan het klimaatprobleem. Juist historische emissies worden in de convergentiebenadering buiten beschouwing gelaten, terwijl ze in een regime van toenemende participatie kunnen worden meegenomen bij het bepalen van het lastenverdelingscriterium.

De convergentiebenadering lijkt op het eerste gezicht een redelijk alternatief tussen enerzijds historisch gegroeide belangen en anderzijds de gelijkheidsclaim van ontwikkelingslanden. De analyses met WorldScan geven echter aan dat, hoewel sommige ontwikkelingslanden in eerste instantie profiteren van een snelle convergentie, bij een stringent mondiaal emissieplafond de economische effecten van convergentie met name op langere termijn ook voor sommige ontwikkelingslanden negatief kunnen zijn. Daarnaast worden met name de economieën in transitie (Centraal Europa en voormalige Sovjet Unie) en het Midden Oosten economisch flink getroffen. Door sommigen is er op gewezen dat met de introductie van internationale emissiehandel de ratio voor een overgangperiode grotendeels is verdwenen en dat een hoofdelijke verdeling van emissieruimte onmiddellijk zou kunnen worden ingevoerd (zie bijvoorbeeld Müller, 2000). Gezien het feit dat negatieve economische effecten zich met name na volledige convergentie voordoen is het de vraag of onmiddellijke hoofdelijke verdeling van emissieruimte dit probleem op langere termijn wel echt oplost. Wel zou in een convergentiebenadering rekening kunnen houden met structurele verschillen tussen landen, zoals klimaat, bevolkingsdichtheid, beschikbaarheid van broeikasgas vrije energiebronnen en eventueel afhankelijkheid van fossiele brandstoffen.

Al met al kan worden geconcludeerd dat, gegeven de gewenste snelle deelname van ontwikkelingslanden aan wereldwijde beheersing van broeikasgassen, een regime met convergentie van hoofdelijke emissierechten vooralsnog aantrekkelijker lijkt dan een regime van toenemende participatie, met name omdat het eenvoudiger is van opzet, efficiënter is en meer stimulansen biedt voor ontwikkelingslanden om te participeren in een stringent klimaatregime.

6.1 Conclusies

Gegeven de gewenste snelle deelname van ontwikkelingslanden aan wereldwijde beheersing van broeikasgassen, lijkt een regime met convergentie van hoofdelijke emissierechten aantrekkelijker dan een regime van toenemende participatie, omdat voor het principe van gelijke verdeling per hoofd bij de ontwikkelingslanden veel steun bestaat en met name de minst ontwikkelde landen dan meer emissieruimte zouden krijgen dan hun verwachte emissies. Daarnaast kunnen bij volledige mondiale emissiehandel de bestrijdingskosten zo beperkt mogelijk worden gehouden.

Referenties

- Agarwal, Anil, Sunita Narain and Anju Sharma (ed.) 1999. Green Politics - Global Environmental Negotiations 1, Centre for Science and Environment, Delhi, India.
- Baumert, Kevin A., Ruchi Bhandari en Nancy Kete (1999). What might a Developing Country Commitment Look like?, Climate Notes, World Resources Institute, Washington DC.
- Berk, M.M. en M.G.J. den Elzen (1998), 'The Brazilian Proposal evaluated' Change, nr. 44, pag. 19-23.
- Berk, M., M. den Elzen en B. Metz (2000). Notitie Differentiatie van Toekomstige Inspanningen in het kader van het Klimaatverdrag – enkele verkennende berekeningen ten behoeve van het NMP4, RIVM, Bilthoven, 2000.
- Berk, M.M. and M. G.J. den Elzen 2001. Options for differentiation of future commitments in climate policy: How to realise timely participation to meet stringent climate targets? Climate Policy 1 (4), pag. 465-480.
- Bollen, J.C. and A.M. Gielen (1998). Economic impacts of multilateral emission policies. In: Carraro, E. (Ed) International Environmental Agreements, Kluwer Academic Press, Amsterdam.
- Centraal Plan Bureau (CPB) (1999). WorldScan - the Core version, CPB, Den Haag.
- Centre for Science and Environment (CSE) (1998). Definitions of equal entitlements, CSE -dossier, fact sheet 5, CSE, Delhi.
- Elzen, M.G.J. den (1998), The meta-IMAGE 2.1 model: an interactive tool to assess global climate change, RIVM report no 461502020, National Institute of Public Health and the Environment, Bilthoven, the Netherlands.
- Elzen, M.G.J. den, M. Berk, M. Scheaffer, J. Olivier, C. Hendriks and B. Metz (1999), The Brazilian proposal and other options for International Burden Sharing: an evaluation of methodological and policy aspects using FAIR, RIVM report no 728001011, National Institute of Public Health and the Environment, Bilthoven, the Netherlands.
- Elzen, M. den, M. Berk, A. Faber and R. Oostenrijk (2001). FAIR 1.0 (Framework to Assess International Regimes for burden sharing) - an interactive model to explore options for differentiation of future commitments in international climate policy making - User Documentation, RIVM-report no. 728001013, National Institute of Public Health and the Environment, Bilthoven, the Netherlands.
- Global Commons Institute, internet site: <http://www.gn.apc.org/gci/frames.html>
- Hargrave, Tim (1998). Growth Baselines: Reducing emissions and increasing investments in developing countries. Centre for Clean Air Policy, Washington DC.
- IPCC (1996) Climate change 1995: The science of climate change: contribution of working group I to the second assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- IPCC (1997) An introduction to simple climate model used in the IPCC Second Assessment report: contribution of working group I to the second assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- IPCC (2000). Special Report on Emissions Scenarios. Cambridge University Press, Cambridge.
- Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (1996). Vervolgnota Klimaatverandering, SDU, Den Haag.
- Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (2001). Een wereld en een wil – werken aan duurzaamheid, Nationaal Milieubeleidsplan 4, Min. van VROM, Den Haag.
- Müller, Benito (2000). Is "per capita convergence" a viably fair notion for the developing world?, draft paper June 2000, private communication. Oxford Institute for Energy Studies, Oxford.
- Philibert, C. 2000. How could Emissions Trading benefit Developing Countries, Energy Policy (28), pag. 947-956.
- Philibert, C. en J. Pershing, 2001. Considering the Options: Climate Targets for All Countries, Climate Policy 1 (2), pag. 211-227.
- Ringius, L., A. Torvanger, en B. Holtmark (1998). Can multi-criteria rules fairly distribute climate burdens? OECD results from three burden sharing rules. CICERO working paper 1998:6, Oslo.
- Ringius, Lasse, Asbjørn Torvanger, Arild Underdal (2000). Burden differentiation of greenhouse gas abatement: fairness principles and proposals. The joint CICERO-ECN project on sharing the burden of greenhouse gas reduction among countries, ECN Report ECN-C--00-011, Petten, and CICERO Working Paper No. 13 CICERO, Oslo.
- RIVM (2001). Bouwstenen voor het NMP4 – aanvulling op de Nationale Milieuverkenning 5, RIVM, Bilthoven.
- UNFCCC (1997): Paper no. 1: Brazil; Proposed Elements of a Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change, presented by Brazil in response to the Berlin Mandate, UNFCCC/AGBM/1997/MISC.1/Add.3 GE.97-, Bonn. <http://www.unfccc.int/resources>
- UNFCCC (2000). Mechanisms pursuant to articles 6.12 and 17 of the Kyoto Protocol - text for further negotiation on principles, modalities, rules and guidelines - note by the Chairmen, FCCC/SB/2000/3, Bonn.
- Vries, H.J.M.de, J. Bollen, L. Bouman, M. den Elzen, M. Janssen, and E. Kreileman (2000). Greenhouse gas emissions in an equity-, environment and service-oriented world: An IMAGE-based scenario for the next century. Technical Forecasting & Societal Change 63(2-3).
- Vrolijk, 1998. Presentation during side event at CoP-4, november 1998, Buenos Aires / personal communication.
- World Bank (2000). World Development Indicators 2000, Washington DC.

Bijlage 1: Verzendlijst

RIVM

1. Dhr. H. Pont
2. Dhr. N.D. van Egmond
3. Dhr. F. Langeweg
4. Dhr. R. Maas
5. Dhr. A. van der Giessen
6. Mw. J. Hoekstra
7. Dhr. D. van Lith
8. Dhr. J. Bollen
9. Dhr. A. de Moor
10. Dhr. B. de Vries
11. Dhr. D. van Vuuren
12. Dhr. O.J. van Gerwen
13. Dhr. J. Oude Lohuis
14. Dhr. R. van den Wijngaart
15. Dhr. K. Wieringa

VROM

16. Mw. M. Sint
17. Mw. T. Fogelberg
18. Mw. H. Bersee
19. Mw. E. Trines
20. Mw. T. Zwartepoorte
21. Dhr. J. Lenstra
22. Dhr. L. Meyer
23. Dhr. M. Mulders
24. Dhr. H. Nieuwenhuis
25. Dhr. J. Vis
26. Dhr. H. de Waal
27. Dhr. Y. de Boer
28. Dhr. H. Baaijen
29. Dhr. R. Brieskorn
30. Dhr. C. Moons
31. Dhr. H. Sips
32. Dhr. F. Vlieg
33. Dhr. P. Ruysenaars

EZ

34. Dhr. R. Bemer
35. Dhr. H. Brouwer
36. Dhr. I. Demandt
37. Dhr. P. Tops
38. Dhr. H. de Groene
39. Dhr. H. Heijkers
40. Mw. L. de Maat
41. Dhr. D. Pietermaat

- 42. Dhr. K. Koops
- 43. Dhr. P. van Slobbe
- 44. Dhr M. Blanson Henkemans
- 45. Bibliotheek

CPB

- 46. Dhr. T. Manders
- 47. Dhr. P. Tang

ECN

- 48. Dhr. M. Beeldman
- 49. Dhr. J. van Sijm
- 50. Mw. S. Van Rooijen

RIVM

- 51. Afdeling MNVi
- 52. IMAGE groep

- 53. Depot Nederlandse Publicaties en Nederlandse Bibliografie

- 54. SBD/ Voorlichting & Public Relations RIVM
- 55. Bureau Rapportenregistratie RIVM
- 56. Bibliotheek RIVM
- 57-66. Bureau Rapportenbeheer RIVM