

2011
2012

BEDRIJFSECONOMISCHE WETENSCHAPPEN

*master in de toegepaste economische wetenschappen:
beleidsmanagement*

Masterproef

*Zijn economische aspecten dé hinderpaal voor een
vernieuwd internationaal klimaatverdrag?*

Promotor :
Prof. dr. Theo THEWYS

Anneleen Seré

*Masterproef voorgedragen tot het bekomen van de graad van master in de toegepaste
economische wetenschappen , afstudeerrichting beleidsmanagement*

2011
2012

BEDRIJFSECONOMISCHE WETENSCHAPPEN

*master in de toegepaste economische wetenschappen:
beleidsmanagement*

Masterproef

*Zijn economische aspecten dé hinderpaal voor een
vernieuwd internationaal klimaatverdrag?*

Promotor :
Prof. dr. Theo THEWYS

Anneleen Seré

*Masterproef voorgedragen tot het bekomen van de graad van master in de toegepaste
economische wetenschappen , afstudeerrichting beleidsmanagement*

WOORD VOORAF

Binnen het kader van de opleiding Toegepaste Economische Wetenschappen met afstudeerrichting Beleidsmanagement, heb ik als onderwerp voor mijn masterproef gekozen voor een analyse van het internationale klimaatverdrag. Het is mijn doel om na te gaan of de welke aspecten hinderpalen zijn voor een vernieuwd internationaal klimaatverdrag.

Graag zou ik enkele personen willen bedanken die me hebben bijgestaan om dit onderzoek tot een goed einde te brengen. Allereerst wil ik mijn promotor, Prof. dr. Theo Thewys, willen danken voor zijn raad bij de begeleiding van mijn masterproef. Verder wil ik ook mijn naaste omgeving danken voor de steun en interesse in mijn masterproef.

SAMENVATTING

We worden bijna dagelijks geconfronteerd met wetenschappelijke onderzoeken die de opwarming van de aarde en de verandering van het klimaat aantonen. Deze milieuproblematiek moet op de voet gevolgd worden en heeft concrete en efficiënte maatregelen op globaal niveau nodig. Het is echter niet zo eenvoudig om internationale samenwerking tot een goed einde te brengen. Dit blijkt uit de vele VN-klimaatconferenties die zonder al teveel succes werden afgesloten.

In mijn masterproef heb ik daarom gezocht naar hinderpalen die het vernieuwen van het klimaatverdrag tegenwerken. In mijn *eerste hoofdstuk* zijn de methodologische aspecten van mijn masterproef terug te vinden, met de probleemstelling en onderzoeksvragen.

Om de hindernissen te kunnen begrijpen, is een uiteenzetting van het klimaatprobleem en het huidige verdrag, het Kyoto Protocol, noodzakelijk, waarvoor mijn *tweede hoofdstuk*, "Het ontstaan van het Kyoto Protocol", verduidelijking zal brengen. Allereerst wordt het probleem van *global warming* kort besproken, zonder in detail te treden over de technische uitwerking en ethische aspecten aangezien dit niet binnen de grenzen van mijn economische onderzoek valt. Verder in dit hoofdstuk wordt de inhoud van het Protocol toegelicht met de werking van de flexibele mechanismen (emissiehandel, *Joint Implementation* en *Clean Development Mechanism*), die het systeem efficiënter moeten maken.

Ondanks de invoering van de flexibele mechanismen blijkt het Kyoto Protocol echter niet efficiënt en zijn de resultaten te verwaarlozen door de sterke stijging van emissies van non-participerende landen. In mijn *derde hoofdstuk* wordt daarom eerst het doel en de werking van een kosten-batenanalyse voor het Kyoto Protocol verduidelijkt, waarna ik me toespits op het DICE-model ("*Dynamic Integrated Climate-Economy*"-model) van Nordhaus. De vergelijkingen van het model worden overlopen, alsook de kosten van non-participatie die het Kyoto Protocol sterk aan efficiëntie doen verliezen.

De resultaten van het DICE-model worden voor verschillende internationale milieuoptyes besproken in het *vierde hoofdstuk*. Hier komt naar voren dat zowel het Kyoto Protocol als te strenge maatregelen niet de juiste manier zijn om internationaal beleid te voeren. Het Kyoto Protocol blijkt ook de beoogde klimaatdoelen niet te bereiken, mede door de lage participatiegraad. Nordhaus is van mening dat vele inefficiëntieproblemen van de kaart zullen geveegd worden, moest er een Carbon taks systeem zijn, met een universele prijs voor koolstof. Voor- en nadelen van zowel het Kyoto Protocol-systeem en het carbon

taks-systeem worden overlopen in dit hoofdstuk. Verder zijn er ook enkele meningen van andere milieueconomen verzameld, zowel kritieken over het werk van Nordhaus als op de prestaties van het Kyoto Protocol. Ook komt de omstreden visie van Lomborg en zijn tegenstanders aan bod. Tot slot zullen enkele algemene verschillen tussen landen aangekaart worden, met als praktijkvoorbeeld de terugtrekking van Canada uit het Kyoto Protocol.

Hoofdstuk vijf focust op de precieze hinderpalen van de verdragshernieuwing. Ten eerste is er de vrees voor oneerlijke concurrentie wanneer bepaalde industrielanden of opkomende ontwikkelingslanden geen bindende regels krijgen opgelegd. Hier wordt ook nagegaan of er toch geen competitieve voordelen verbonden zijn aan milieuregelgeving. Vervolgens zijn de verschillen tussen het nationaal optimum en het wereldoptimum op vlak van klimaatbeleid een struikelblok, waardoor klimaatovereenkomsten niet ondertekend worden wanneer dit niet binnen het interessegebied van het land valt. Verder is de onzekerheid over de specifieke economische en ecologische effecten van klimaatverandering een bron van onenigheid. Ook hebben de negatieve resultaten van kosten-batenanalyses van het huidige Kyoto Protocol geen positief effect op het geloof in een doeltreffende internationale post-Kyoto samenwerking. Ook de grote hoeveelheid onderhandelende partijen op klimaatbijeenkomsten maakt overleg niet gemakkelijk, waardoor er voorgesteld wordt om enkel de belangrijkste wereldmachten in eerste instantie samen rond de tafel te zetten. Ook het *freerider*-probleem en het ethische aspect worden kort geschetst als hinderpaal voor de internationale samenwerking. Tot slot zullen in dit hoofdstuk nog enkele reacties van afgelopen klimaatconferenties overlopen worden om een globaal beeld te schetsen over de gang van zaken op deze klimaattoppen.

In laatste hoofdstuk, *hoofdstuk zes*, zijn de conclusies van dit onderzoek samengebracht. Hier is mijn persoonlijke mening terug te vinden die gebaseerd is op de bevindingen van de auteurs die opgenomen zijn in deze masterproef.

INHOUDSOPGAVE

Woord vooraf	1
Samenvatting	3
Inhoudsopgave	5
Lijst van figuren	7
1 Methodologie	9
1.1 Probleemstelling.....	9
1.1.1 Ontstaan van het klimaatprobleem	9
1.1.2 Samenwerkingsproblemen.....	10
1.2 Onderzoeksvragen.....	11
1.2.1 Centrale onderzoeksvraag	11
1.2.1 Deelvragen.....	12
2 Het ontstaan van het Kyoto Protocol	15
2.1 Inleiding: Opwarming van de aarde	15
2.2 Ontstaan van de internationale samenwerking	17
2.3 Inhoud van het Kyoto Protocol	23
2.4 Conclusie	28
3 Kyoto-efficiëntie: Wat zijn de kosten en resultaten?.....	31
3.1 Inleiding.....	31
3.2 Efficiëntie en effectiviteit van het Kyoto Protocol	32
3.2.1 Kosten	33
3.2.2 Baten	36
3.2.3 Kosten-baten vergelijking.....	36
3.3 Het DICE (<i>Dynamic Integrated Climate-Economy</i>) Model van Nordhaus (2008) 39	
3.3.1 Inleiding	39
3.3.2 Vergelijkingen in het DICE-model	41
3.3.3 Uitwerking van het DICE-model	46
3.3.4 Kosten van non-participatie.....	46
4 Andere benaderingen naast het “ <i>cap-and-trade</i> ”-model.....	49
4.1 Welke milieuoptyes bestaan er voor internationale samenwerking	49
4.2 Enkele opties vergelijken met het DICE-model	50
4.3 Resultaten van DICE-model	52
4.4 Carbon Taks systeem.....	56
4.5 Voordelen en nadelen van Carbon taks en het bestaande Kyotosysteem.....	57
4.5.1 Voordelen Carbon taks.....	57

4.5.2	Nadelen Carbon taks	57
4.5.3	Nadelen Kyotosysteem.....	58
4.5.4	Voordelen Kyotosysteem.....	59
4.6	Meningen van andere milieueconomen.....	59
4.6.1	Kritieken op Nordhaus en Kyoto Protocol.....	59
4.6.2	Bjørn Lomborg en tegenstanders.....	60
5	Wat hindert een vernieuwing van het klimaatverdrag en kunnen deze problemen van de baan worden gewerkt?.....	63
5.1	Inleiding.....	63
5.2	Concurrentie.....	64
5.2.1	Concurrentienadeel	64
5.2.2	Competitieve voordelen voor landen?	65
5.3	Verschillen tussen landen	68
5.3.1	Verschil tussen nationaal optimum en wereldoptimum	68
5.3.2	Voorbeeld: Canada.....	70
5.4	Hoeveelheid landen vertegenwoordigd op klimaatconferenties	71
5.5	Reacties van afgelopen klimaatconferenties	72
5.6	Enkele aandachtspunten voor internationale samenwerking.....	74
6	Conclusie.....	77
	LIJST VAN GERAADPLEEGDE WERKEN	83
	Bijlage 1.....	89
	Bijlage 2.....	96

LIJST VAN FIGUREN

FIGUUR 1: HET RECHTVAARDINGHEIDS- EN VERDELINGSVRAAGSTUK VAN HET KLIMAAT	16
FIGUUR 2: DE ETHISCHE DIMENSIES VAN KLIMAATVERANDERING	17
FIGUUR 3: CO ₂ -EMISSIONS PER CAPITA IN 2007	20
FIGUUR 4: CO ₂ -UITSTOOT IN 2000, PER CAPITA EN POPULATIE	20
FIGUUR 5: AANDEEL IN CO ₂ -EMISSIONS IN 2008	21
FIGUUR 6: EVOLUTIE VAN CO ₂ -EMISSIONS VAN FOSSIELE BRANDSTOFFEN (BASISJAAR = 1990 = 100)	22
FIGUUR 7: INTERNATIONALE EMISSIONHANDEL	25
FIGUUR 8: WERKING EN EFFICIËNTIE VAN EMISSIONHANDEL	26
FIGUUR 9: <i>JOINT IMPLEMENTATION</i>	27
FIGUUR 10: <i>CLEAN DEVELOPMENT MECHANISM</i>	28
FIGUUR 11: EVOLUTIE (INDUSTRIËLE) KOOLSTOFEMISSIONS (IN MILJARD TON KOOLSTOF PER JAAR)	32
FIGUUR 12: SCHADEKOSTEN VAN KLIMAATVERANDERING EN BESTRIJDINGSKOSTEN VAN KLIMAATBELEID	34
FIGUUR 13: VOORSPELLINGEN VAN BBP-VERLIES EN MARGINALE KOSTEN IN ANNEX II LANDEN IN HET JAAR 2010	35
FIGUUR 14: ECONOMISCH EFFICIËNTE KLIMAATDOELSTELLING	38
FIGUUR 15: ECONOMISCH EFFICIËNTE KLIMAATDOELSTELLING	38
FIGUUR 16: DAMAGE FUNCTION: DICE-2007 MODEL	43
FIGUUR 17: RESULTATEN VAN DICE-MODEL NORDHAUS	53
FIGUUR 18: INCREMENTELE ABATEMENT-KOSTEN EN SCHADE TEN OPZICHTE VAN DE BASISOPTIE EN DE BENEFIT-COST RATIO VAN DE VERSCHILLENDE OPTIES	54
FIGUUR 19: GLOBALE EMISSIONS VAN INDUSTRIËLE CO ₂ PER OPTIE (NORDHAUS, 2008)	55
FIGUUR 20: CO ₂ -CONCENTRATIES IN DE ATMOSFEER PER OPTIE (NORDHAUS, 2008)	55
FIGUUR 21: BESPREKING KYOTO PROTOCOL	60
FIGUUR 22: RATIO'S VAN BINNENLANDSE ENERGIE INTENSIEVE SECTOREN PRODUCTIE TEN OPZICHTE VAN CONSUMPTIE (KYOTO PROTOCOL)	65
FIGUUR 23: RELATIE TUSSEN ENVIRONMENT REGULATORY REGIME INDEX EN DE CURRENT COMPETITIVENESS INDEX	66
FIGUUR 24: RELATIE TUSSEN HET MILIEUREGELGEVINGSREGIME EN HET BBP PER CAPITA	67
FIGUUR 25: SPELTHEORIE VOOR RATIFICATIE	68
FIGUUR 26: WINNAARS EN VERLIEZERS BIJ "WORD OPTIMUM" VERGELEKEN MET DE "NATIONALE OPTIMUM-SITUATIE" (MET EN ZONDER TRANSFERS)	69

1 METHODOLOGIE

1.1 PROBLEEMSTELLING

We worden bijna dagelijks geconfronteerd met wetenschappelijke onderzoeken die de opwarming van de aarde en de verandering van het klimaat aantonen (Stern, 2006). Deze milieuproblematiek moet op de voet gevolgd worden en heeft concrete en efficiënte maatregelen op globaal niveau nodig. Het is echter niet zo eenvoudig om een internationale samenwerking tot een goed einde te brengen. Dit blijkt uit de vele VN-klimaatconferenties die zonder al teveel succes worden afgesloten. Zo zien we momenteel problemen omtrent het vernieuwen van het Kyoto Protocol dat in 2012 ten einde loopt. Ook in de beginperiode verliep de samenwerking echter al stroef, zo weigerde onder andere de Verenigde Staten en Australië het verdrag te ratificeren. Onderliggende economische en politieke redenen zorgen mede voor een bemoeilijking van de internationale samenwerking voor klimaatverandering. Dit onderzoek zal zich vooral toespitsen op de economische aspecten die de samenwerking hinderen.

1.1.1 ONTSTAAN VAN HET KLIMAATPROBLEEM

Het natuurlijke broeikaseffect in de atmosfeer is een proces dat ervoor zorgt dat er leven op aarde mogelijk is (Slabbinck, 2001). De zes belangrijkste broeikasgassen (waterdamp, CO₂, methaan, CFC, distikstofoxide en ozon) houden de aarde namelijk op een leefbare temperatuur. Vanaf de 19^{de} eeuw zorgde de industrialisatie in de Westerse landen echter voor een verhoging van concentratie van broeistofgassen in de atmosfeer door de verbranding van fossiele brandstoffen (Berk, Bollen et al., 2005). Door de enorme bloei van de economie en de groeiende energiebehoefte die hiermee gepaard ging, werd het natuurlijk evenwicht tussen het vrijkomen en de afbraak van CO₂ in de atmosfeer sterk verstoord (Teuben, 2005). Het natuurlijke vermogen van de atmosfeer om warmte vast te houden wordt door de alsmaar stijgende uitstoot versterkt, wat zorgt voor een stijging van de gemiddelde temperatuur op aarde en de verandering van het klimaat (Teuben, 2005). Om deze klimaatverandering een halt toe te roepen, zal de uitstoot van broeikasgassen fors moeten dalen en wel met zestig tot tachtig procent ten opzichte van 1990 (Berk, Bollen et al., 2005).

1.1.2 SAMENWERKINGSPROBLEMEN

Aangezien het klimaat vanuit macro-economisch perspectief een publiek goed is en de opwarming van de aarde gezien kan worden als een negatieve externaliteit, valt het moeilijk te definiëren wie er moet opdraaien voor deze externe kosten (Nordhaus, 2009). "Global warming" is namelijk een negatieve externaliteit doordat iedereen direct of indirect beïnvloed wordt door de gevolgen van de uitstoot van broeikasgassen in de atmosfeer, zonder dat ze iets met de productie te maken hebben (Stern, 2006). Enkel op nationaal niveau de klimaatproblematiek bestrijden, is dus niet efficiënt aangezien de CO₂ vervuiling niet binnen de landgrenzen blijft, want ook de minder-vervuilende landen krijgen te kampen met klimaatproblemen die veroorzaakt werden aan de andere kant van de wereld. Deze problematiek schreeuwt hierdoor duidelijk om een internationale aanpak (Stern, 2006). Iedereen is er dan ook van overtuigd dat we snel afdoende maatregelen moeten treffen om de dreiging van de klimaatveranderingen af te remmen. Maar waarom duurde het zo lang voordat een concrete internationale samenwerking voor een grootschalige reductie in uitstoot van broeikasgassen mogelijk werd? Waarom is het zo moeilijk om internationale verdragen te hernieuwen met bindende, concrete regels?

Het Kyoto Protocol was een eerste aanzet om de concentratie van broeikasgassen in de atmosfeer te stabiliseren zodat geen gevaarlijke wijzigingen in het klimaat zouden optreden (Berk, Bollen et al., 2005). Hier werd er gekozen voor een "cap-and-trade"-model waarbij een maximumuitstoot is vastgelegd en de verhandeling van emissierechten mogelijk is (Nordhaus 2009). In het Protocol is overeengekomen dat de industrielanden hun uitstoot (van de 6 belangrijkste broeikasgassen) in de periode 2008-2012 met gemiddeld 5,2 procent moeten verminderen ten opzichte van 1990 (Berk, Bollen et al., 2005). Flexibele mechanismen (*Emission Trading, Joint implementation en Clean Development Mechanism*) moeten ervoor zorgen dat het emissiesysteem op een economisch efficiënte manier kan werken (Calcoen & Vanden Brande, 2007). Aan het systeem van verhandelbare emissies en de flexibele mechanismen zijn vele pro's en contra's te vinden in de literatuur. Vaak wordt dan ook de efficiëntie en effectiviteit van het systeem in twijfel getrokken. Zo geeft onder andere Nordhaus (2007, 2008, 2009) kritiek op het "cap-and-trade"-model en stelt hij een andere methode, het "carbon taks"-systeem, voor. Zo geloven ook Gwyn Prins & Steve Rayner (2007, 2008) niet meer in het huidige Kyoto systeem. Verder uiten Michael Wara (2008) en Daan Bauwens (2011) kritiek op het *Clean Development Mechanisme* dat door sommigen als een lucratieve bezigheid wordt gezien in plaats van een "vergroening" van de ontwikkelingslanden.ⁱ Deze kritieken geven aan dat er toch nog heel wat gesleuteld moet worden aan de

systemen van de internationale samenwerking voor klimaatverandering, om de geloofwaardigheid van het Kyoto Protocol te verbeteren.

Tijdens de beginjaren van de internationale klimaatverdragen waren er reeds enkele grote spelers van de industrielanden niet te vinden voor een regime met meetbare reductiedoelstellingen. Zo weigerden onder andere de Verenigde Staten begin 2001 het protocol goed te keuren omwille van het concurrentienadeel ten opzichte van ontwikkelingslanden, die vrijgesteld waren van participatie (Berk, Bollen et al., 2005). Zo ontsnapten onder andere de snel groeiende ontwikkelingslanden, China, India en Brazilië aan de bindende normen en limieten, terwijl deze landen toch een groot, alsmaar stijgend aandeel hebben in de CO₂-uitstoot (Grubb, 2003).

Dit zorgt ervoor dat het mondiaal klimaatbeheer verre van efficiënt kan verlopen. Enkel bredere participatie kan de mondiale kosten voor vermindering van CO₂ doen dalen. De hoge kosten van non-participatie vormen een grote struikelblok voor de vorming van een efficiënt internationaal klimaatverdrag. Verder tonen de hierboven vermelde geruchten van oneerlijke CDM-praktijkenⁱ aan dat landen vooral streven naar individuele economische efficiëntie en dat de internationale klimaatgemeenschap nog een lange weg af te leggen heeft (Calcoen & Vanden Brande, 2007). Dit toont aan dat er onderliggende economische en politieke redenen zorgen voor een bemoeilijking van de internationale samenwerking voor klimaatverandering.

1.2 ONDERZOEKSVRAGEN

1.2.1 CENTRALE ONDERZOEKSVRAAG

We kunnen duidelijk stellen dat er zich problemen afspelen binnen de internationale samenwerkingsonderhandelingen. De participatie wordt geteisterd door de verschillen in incentives en ideeën omtrent klimaatverandering. Niet alle landen nemen hun verantwoordelijkheid in het klimaatprobleem en dit zorgt voor een hoge kost van non-participatie. In deze masterproef zal de focus daarom liggen op de aspecten die een vernieuwd internationaal klimaatverdrag hinderen. Hierbij wordt er vooral vanuit het economische perspectief gekeken.

- Dit leidt tot de onderzoeksvraag : *"Zijn economische aspecten dé hinderpaal voor een vernieuwd internationaal klimaatverdrag?"ⁱⁱ*

1.2.1 DEELVRAGEN

- "Hoe is het Kyoto Protocolⁱⁱⁱ ontstaan?"

Om de huidige hindernissen van het klimaatverdrag te kunnen begrijpen, is er eerst een uiteenzetting nodig over het ontstaan en de inhoud van het Kyoto Protocol. Uit de resultaten van de belangrijkste klimaatconferenties wordt het duidelijk dat niet alle landen aan eenzelfde touw trokken, waardoor onenigheden ontstonden en bepaalde landen afhaakten. Auteurs zoals Grubb (2003), Haites & Yamin (2004), Berk, Bollen et al. (2005) en Bollen, A. & Van Humbeeck, P. (2002) hebben informatie verzameld over de werking van het Kyoto Protocol die ik voor deze deelvraag zeker kan gebruiken.

- "Kyoto-efficiëntie: Wat zijn de kosten en resultaten?"

Het is ook van belang om de kosten en baten van het "cap-and-trade"-model te onderzoeken, om zo na te gaan wat de incentives zijn tot participatie. Ook de flexibele mechanismen (*Emission Trading, Joint implementation en Clean Development Mechanism*) om de kosten te drukken in het Kyoto Protocol worden hierbij onder de loep genomen. Enkele vaak vernoemde kosten zijn de kosten van het concurrentienadeel dat geïndustrialiseerde landen kennen ten opzichte van de ontwikkelingslanden, de reductiekosten, kosten van non-participatie enzoverder.

Bollen, A. & Van Humbeeck, P. (2002) hebben in hun boek "Klimaatverandering en klimaatbeleid" enkele internationale kosten en baten van het "cap-and-trade"-systeem opgesomd. Verder trekken onder andere Manne A. & Richels R. (1998) de discussie op of het systeem van Kyoto een kost-effectieve strategie is. Nordhaus (2007, 2008, 2009) heeft een model ontwikkeld om de effectiviteit en efficiëntie van verschillende milieubeleidsmaatregelen te onderzoeken. Zo heeft hij in zijn DICE-model (Dynamic Integrated Climate-Economy) onder andere geprobeerd om een functie samen te stellen van de kost van non-participatie en van de *abatement- en schadekosten*. Hij komt tot de conclusie dat het Kyoto Protocol zowel niet efficiënt als effectief is: "As currently designed, it is both inefficient and ineffective and should be supplemented or replaced" (Nordhaus, 2009). Hij wijst hierbij ook op de kost van non-participatie: "With a 66-percent participation rate, the cost of incomplete participation is 2.1 times the cost with complete participation (all countries)" (Nordhaus, 2009).

Andere kritieken op de werking van Kyoto komen onder andere van Stuart Eizenstat (1998) en Gwyn Prins & Steve Rayner (2007, 2008).

- *"Zijn er andere mogelijke benaderingen naast het "cap-and-trade"-model?"*

Economische systemen zijn van belang om klimaatdoelen efficiënt te behalen. Momenteel wordt er gewerkt met het "cap-and-trade"-model, waarbij een maximumhoeveelheid uitstoot is vastgesteld en de verhandeling van emissierechten mogelijk is (Berk, Bollen et al., 2005). Hierop wordt veel kritiek geuit door economen, zoals bijvoorbeeld Nordhaus (2007, 2008, 2009). Hij stelt een andere benadering voor, namelijk het "Carbon Tax"-systeem. Hierbij wordt er een internationale koolstofprijs of koolstofaks opgelegd in alle landen. Dit zou een rechtstreekse prikkeling geven voor consumenten en producenten om hun gebruik te reduceren. Het gaat hier dus niet om een hoeveelheidsbeperking, maar enkel over een vaste prijszetting. Ook aan dit systeem zijn voor- en nadelen verbonden die in deze deelvraag bestudeerd zullen worden.

- *"Wat hindert een vernieuwing van het klimaatverdrag en kunnen deze problemen van de baan worden gewerkt?"*

Met behulp van de vorige 3 deelvragen zal ik in staat zijn om de belangrijkste struikelblokken van de vernieuwing van het klimaatverdrag te detecteren en te bundelen in deze onderzoeksvraag. Hier zal natuurlijk de nadruk liggen op economische redenen. Hierbij denk ik aan problemen die in de vorige deelvragen reeds vernoemd werden, zoals concurrentienadeel, hoge kosten van reductie, kosten van non-participatie, enzoverder. Er wordt namelijk een concurrentienadeel gepercipieerd door geïndustrialiseerde landen ten opzichte van ontwikkelingslanden, aangezien deze vrijgesteld zijn van bindende afspraken. Ook tussen geïndustrialiseerde landen zijn er verschillen tussen reductiekosten omwille van verschillen in technologische efficiëntie, aandeel van vervuilende industrie, middelen enzoverder (Berk, Bollen et al., 2005). Deze aspecten waren voor de Verenigde Staten een reden om terug te trekken uit het Kyoto-systeem. Ze vreesden, omwille van hun hoog aandeel in uitstoot, een negatief effect voor de Amerikaanse economie. De hoge niet-participatie zorgt voor een inefficiënt klimaatbeleid. Zo berekent Nordhaus (2008) dat de huidige "batement"-kosten 7,4 keer groter zijn dan bij volledige participatie. Ook *freerider*-gedrag, verschillen tussen landen, hoeveelheid landen aan de onderhandelingstafel enzoverder zullen onderzocht worden in deze deelvraag. Andere niet-economische redenen zoals

ongeloof in het systeem, voorrang aan andere politieke problemen enzoverder, zullen slechts kort vermeld worden.

Het is ook interessant om nadien de mate van hindernis van de verschillende landen met elkaar te vergelijken, omdat alle landen verschillende incentives hebben tot medewerking omwille van verschillende percepties van klimaatschade, inkomensniveaus, politieke structuren, landoppervlakte enzoverder (Nordhaus, 2007).

2 HET ONTSTAAN VAN HET KYOTO PROTOCOL

2.1 INLEIDING: OPWARMING VAN DE AARDE

Het natuurlijke broeikaseffect in de atmosfeer is een proces dat ervoor zorgt dat er leven op aarde mogelijk is (Bollen & Van Humbeeck, 2002). De zes belangrijkste broeikasgassen (waterdamp, CO₂, methaan, CFK, distikstofoxide en ozon) houden de aarde namelijk op een leefbare temperatuur. Vanaf de 19^{de} eeuw zorgde de industrialisatie in de Westerse landen echter voor een verhoging van concentratie van broeistofgassen in de atmosfeer door de verbranding van fossiele brandstoffen (Berk, Bollen et al., 2005). Door de enorme bloei van de economie en de groeiende energiebehoefte die hiermee gepaard ging, werd het natuurlijk evenwicht tussen het vrijkomen en de afbraak van CO₂ in de atmosfeer sterk verstoord (Teuben, 2005). Het natuurlijke vermogen van de atmosfeer om warmte vast te houden wordt door de alsmaar stijgende uitstoot versterkt, wat volgens de meeste klimatologen zorgt voor een stijging van de gemiddelde temperatuur op aarde en de verandering van het klimaat (Teuben, 2005). Om deze klimaatverandering een halt toe te roepen, zal de uitstoot van broeikasgassen¹ fors moeten dalen.

Met 75% van de mondiale broeikasgasemissies (uitgedrukt in CO₂-equivalenten), is CO₂ het belangrijkste broeikasgas en wordt het daarom vaak gebruikt als vergelijkingsbasis voor de verschillende broeikasgassen (Bollen, De Clercq et al., 2008). Om vergelijking tussen de uitstoot van de verschillende gassen mogelijk te maken, worden de impacts op het broeikaseffect namelijk vaak uitgedrukt in CO₂-equivalenten. Om daarna de bijdrage tot opwarming te vergelijken, kan het GWP ² (*Global Warming Potential*) als hulpmiddel gebruikt worden. Dit is de reden waarom er in dit werk vooral aandacht zal besteed worden CO₂-uitstoot en CO₂-concentratie.

De toename van CO₂ in de toekomst is sterk afhankelijk van de gekozen beleidsopties in verband met klimaatverandering. Een goede klimaatstrategie is dus van groot belang. De gevolgen van de hoge CO₂-concentraties zijn onzeker, maar de meeste wetenschappers zijn het er over eens dat het wel degelijk effect zal hebben op de klimaatveranderingen. Over de mate en de vorm waarin de broeikasgassen effect zal hebben op het klimaat zijn

¹ *Broeikasgassen opgenomen in Kyoto Protocol:* (CO₂ Koolstofdioxide, CH₄ Methaan, N₂O Distikstofoxide, PFK's Perfluorkoolwaterstoffen, HFK's fluorkoolwaterstoffen, SF₆ - zwavelhexafluoride) (unfccc.int)

² "GWP geeft de potentiële bijdrage weer van 1 ton van een broeikasgas tot het versterkt broeikaseffect in vergelijking met 1 ton CO₂" (Bollen, De Clercq et al., 2008)

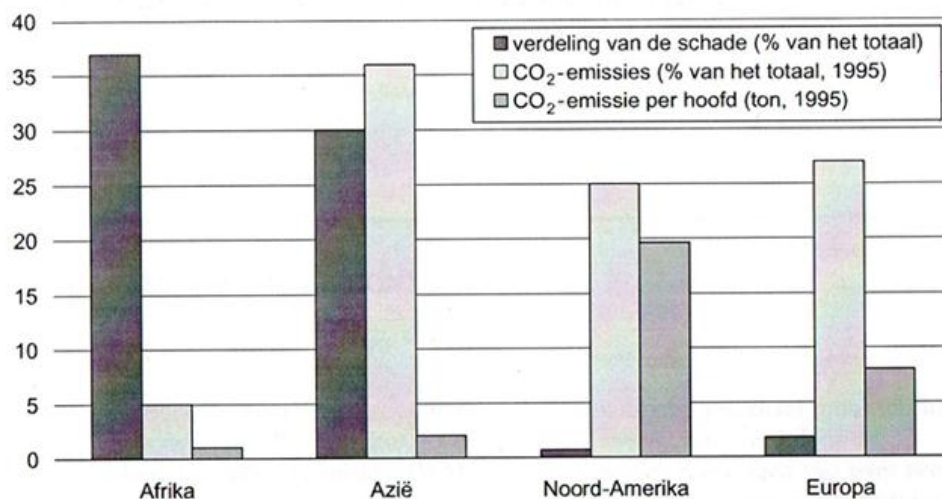
er meerdere resultaten te vinden in wetenschappelijke artikels. De exacte opwarmingsgraad zal dus niet bepaald kunnen worden, maar door verbeterde technologieën worden de wetenschappelijke gegevens alsmaar overtuigender en eenduidiger (Bollen, De Clercq et al. 2006).

Wetenschappers van het IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*), verwachten dat de gemiddelde temperatuur de komende 100 jaar ongeveer 1,4 tot 5,8° C zal stijgen (IPCC, 2001). Verder zal ook het neerslagpatroon veranderingen ondergaan en zal het zeespiegelniveau stijgen. Vervolgens zijn er ook directe en indirecte gevolgen voor de natuur, de mens en de economie (Bollen & Van Humbeeck, 2002).

Het probleem voor internationale samenwerking is dat al deze negatieve (of eventueel positieve) invloeden verschillen over verschillende gebieden (Nordhaus, 2008). Ook de geografische spreiding van broeikasemissies mag niet over het hoofd worden gezien wanneer we een economische analyse uitvoeren. Het grootste deel van de broeikasemissies is namelijk afkomstig van een beperkt aantal landen en heeft omwille van zijn globale karakter niet enkel gevolgen voor het eigen land.

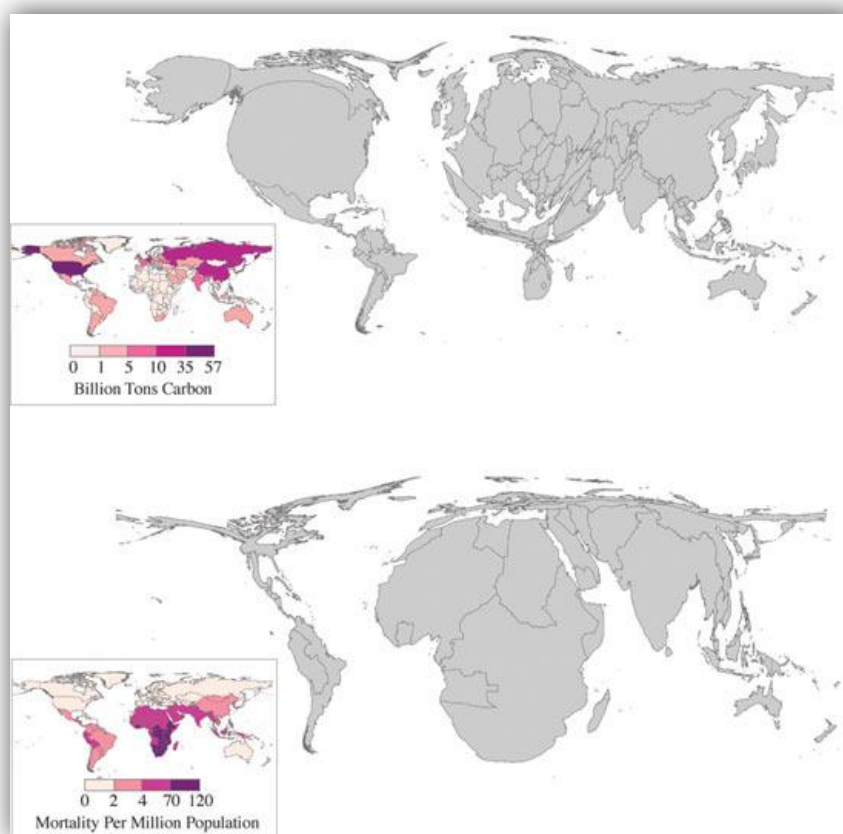
In onderstaande figuren 1 en 2 is het verschil tussen de meest vervuilende landen en diegene die het de meeste negatieve gevolgen van de globale temperatuurstijging zullen moeten dragen, in één opslag te zien. De oorzaken van het klimaatprobleem zijn voornamelijk te vinden in de geïndustrialiseerde landen, terwijl de gevolgen vooral te voelen zijn in de ontwikkelingslanden (Bollen, De Clercq et al., 2006). Dit leidt tot vele ethische vraagstukken, maar zoals eerder vermeld wordt er in het verdere verloop van dit werk gefocust op de economische aspecten van het klimaatbeleid.

Figuur 1: Het rechtvaardigheds- en verdelingsvraagstuk van het klimaat



Bron: Bollen & De Clercq et al. (2006)

Figuur 2: De ethische dimensies van klimaatverandering



Bron: Maps courtesy: Jonathan Patz via <http://www.news.wisc.edu/14419>

2.2 ONTSTAAN VAN DE INTERNATIONALE SAMENWERKING

De Eerste Wereldklimaatconferentie, die in 1979 voor de Wereld Meteorologische Organisatie (WMO) werd opgezet in Genève, was een eerste erkenning dat de klimaatsverandering een serieus, mondiaal probleem was met schadelijke gevolgen (Bollen & Van Humbeeck, 2002). Dit zorgde voor een beginnende bewustwording van het klimaatprobleem in verschillende landen en leidde tot verschillende intergouvernementele conferenties die de internationale samenwerking op vlak van klimaat aanwakkerde. Zo vond onder andere in 1998 de Conferentie van Toronto plaats en in 1990 de Tweede Wereldklimaatconferentie in Genève. In 1988 werd ook het IPCC^{iv} (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) opgericht door de WMO en het UNEP (*United Nations Environment Programme*). De conferenties kenden een stijgende belangstelling en leidden tot het VN-Klimaatverdrag van 1992 in Rio de Janeiro, ook gekend als het UNFCCC (*United Nations Framework Convention on Climate Change*).

Jaarlijks werden (en worden er nog steeds) wereldklimaatconferenties of beter Conferenties van de Partijen (COP's) gehouden om de uitvoering van het Verdrag te evalueren en bij te sturen. Zo waren er achtereenvolgens COP 1 in Berlijn (1995), de COP 2 in Genève, de COP 3 in Kyoto, de COP 4 in Buenos Aires, de COP 5 in Bonn, de COP 6 in Den Haag en in hetzelfde jaar de COP 6bis in Bonn, de COP 7 in Marrakesh, COP 8 in New Delhi, de COP 9 in Milaan, de COP 10 in Buenos Aires, de COP 11 en COP/MOP³ 1 in Montréal, de COP 12 en COP/MOP 2 in Nairobi, de COP 13 en COP/MOP 3 in Bali, de COP 14 en COP/MOP 4 in Poznan, de COP 15 en COP/MOP 5 in Kopenhagen, de COP 16 en COP/MOP 6 in Cancún en tenslotte de meest recente COP 17 en COP/MOP 7 in Durban (2011). (Bollen & Van Humbeeck, 2002)

Het VN-klimaatverdrag van Rio de Janeiro had als doel de concentratie van broeikasgassen in de atmosfeer op een niveau te houden waarbij er geen gevaarlijke klimaatveranderingen kunnen optreden (Bollen, De Clercq et al., 2006). Hierbij werd er onderscheid gemaakt tussen rechten en plichten van geïndustrialiseerde landen en ontwikkelingslanden. Dit klimaatverdrag was echter slechts een algemeen raamwerk zonder echte concrete verbintenissen aangezien er nog geen consensus bereikt was over het klimaatbeleid (Bollen & Van Humbeeck, 2002). De conferenties van de Partijen die hier op volgden brachten elk wat bij aan het klimaatverdrag. Een van de meest gekende conferenties is de COP 3 van 1997 die in Kyoto plaatsvond. Hier bereikten de partijen een akkoord over het Kyoto Protocol.

"The Kyoto Protocol is an international agreement linked to the United Nations Framework Convention on Climate Change. The major feature of the Kyoto Protocol is that it sets binding targets for 37 industrialized countries and the European community for reducing greenhouse gas (GHG) emissions. These amount to an average of five per cent against 1990 levels over the five-year period 2008-2012." (UNFCCC)

In totaal ondertekenden toen 84 landen het Kyoto Protocol, maar het Protocol trad pas in werking wanneer er minstens 55 landen met een gezamenlijke CO₂-uitstoot van meer dan 55% van de emissies van de industrielanden het Protocol zouden ratificeren (Bollen & Van Humbeeck, 2002). In 2001 hadden slechts 42 partijen het Kyoto Protocol geratificeerd, waaronder veel ontwikkelingslanden zonder dwingende maatregelen. Er waren vele onenigheden tussen de partijen over de concrete uitvoeringsbepalingen van het Protocol, waardoor de internationale samenwerking bemoeilijkt werd en het Protocol uiteindelijk pas in 2005 in werking trad. De onderhandelingen waren zowel technisch als

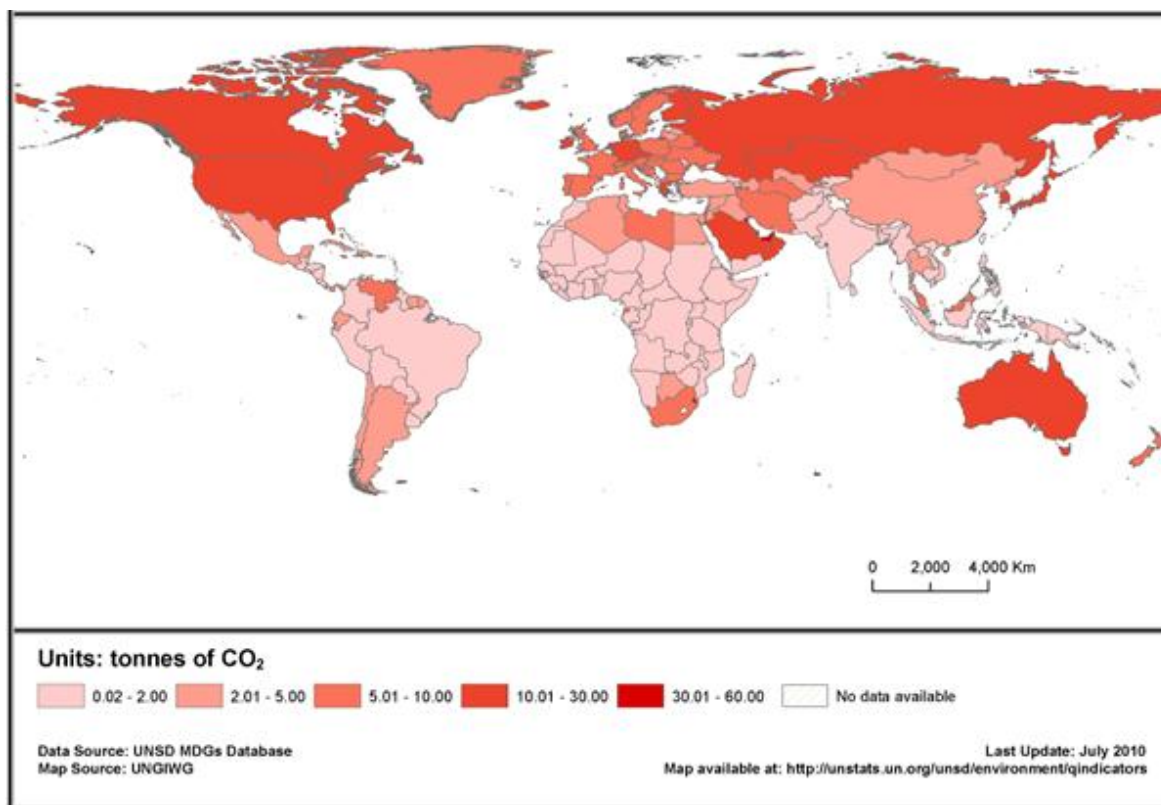
³ "Conference of Parties, serving as the Meeting of the Parties to the Kyoto Protocol"

politiek zeer complex, mede door de controverse die er rond het klimaatthema hing. Verder was het Kyoto Protocol nog niet goed uitgewerkt en waren er nog vele onbeantwoorde vragen. De akkoorden van Bonn en Marrakesh brachten hiervoor verduidelijking.

De Verenigde Staten weigerden begin 2001 het protocol goed te keuren omwille van het concurrentienadeel ten opzichte van ontwikkelingslanden, die vrijgesteld waren van participatie (Berk, Bollen et al., 2005). Zo ontsnapten onder andere de snel groeiende ontwikkelingslanden, China, India en Brazilië aan de bindende normen en limieten, terwijl deze landen toch een groot, alsmaar stijgend aandeel hebben in de CO₂-uitstoot (Grubb, 2003). Ook Australië erkende het Kyoto Protocol niet als een cruciale stap in het verwezenlijken van de ultieme doelstelling van het Klimaatverdrag (Bollen & De Clercq, 2006). Er werd gevreesd dat landen zoals Japan en Canada de terugtrekking van de VS zouden volgen, waardoor de voorwaarde van 55 geratificeerde partijen en een vertegenwoordiging van 55% van CO₂-emissies van geïndustrialiseerde landen in 1990, niet gehaald zou worden. De VS vertegenwoordigde in 1990 namelijk 36% van de CO₂-emissies waardoor het lot van het Kyoto Protocol in handen lag van andere grote industrielanden en vooral in die van Rusland (met 17% van de CO₂-emissies) (Bollen & Vanhumbeeck, 2002). Pas in eind 2004 ratificeerde Rusland het Kyoto Protocol, (in ruil voor de medewerking van de Europese unie tijdens de onderhandelingen betreffende de toetreding van Rusland tot de WTO), en kon het begin 2005 van start gaan (Klimaat.be). In bijlage 1 is een lijst te vinden van alle landen die het verdrag hebben ondertekend en of geratificeerd.

In onderstaande figuur zijn de CO₂-emissies per capita in 2007 weergegeven. De donker ingekleurde gebieden zijn de meest vervuilende landen per hoofd van de bevolking. Zo zien we dat de inwoners van VS, Rusland, China, de EU, Australië, Japan enzoverder tot de grootste vervuilers behoren.

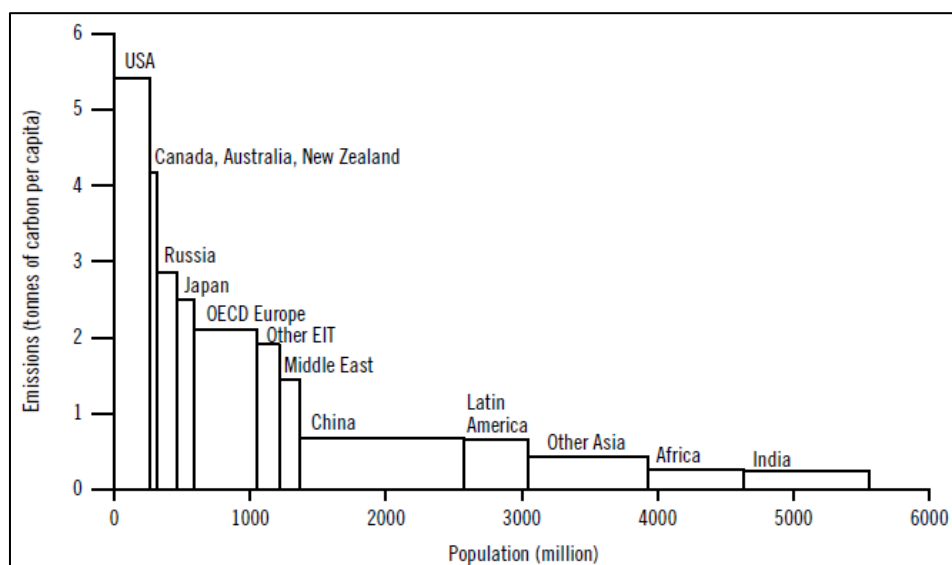
Figuur 3: CO₂-emissies per Capita in 2007



Bron: UNGIWG

Verder toont volgende figuur dat de emissies per capita in de geïndustrialiseerde landen ongeveer tien keer zo groot zijn als de gemiddelde uitstoot in ontwikkelingslanden zoals Afrika en India (Grubb, 2003). Het probleem is echter dat deze ontwikkelingslanden nog een zeer groot groeipotentieel hebben.

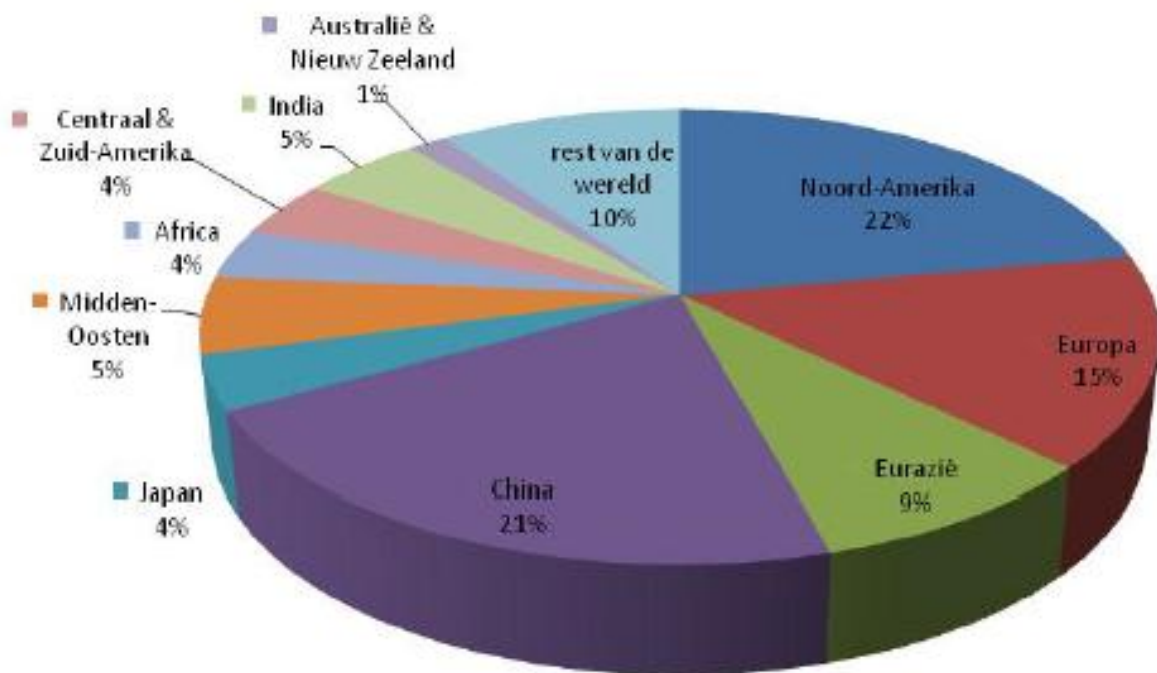
Figuur 4: CO₂-uitstoot in 2000, per capita en populatie



Bron: Grubb (2003)

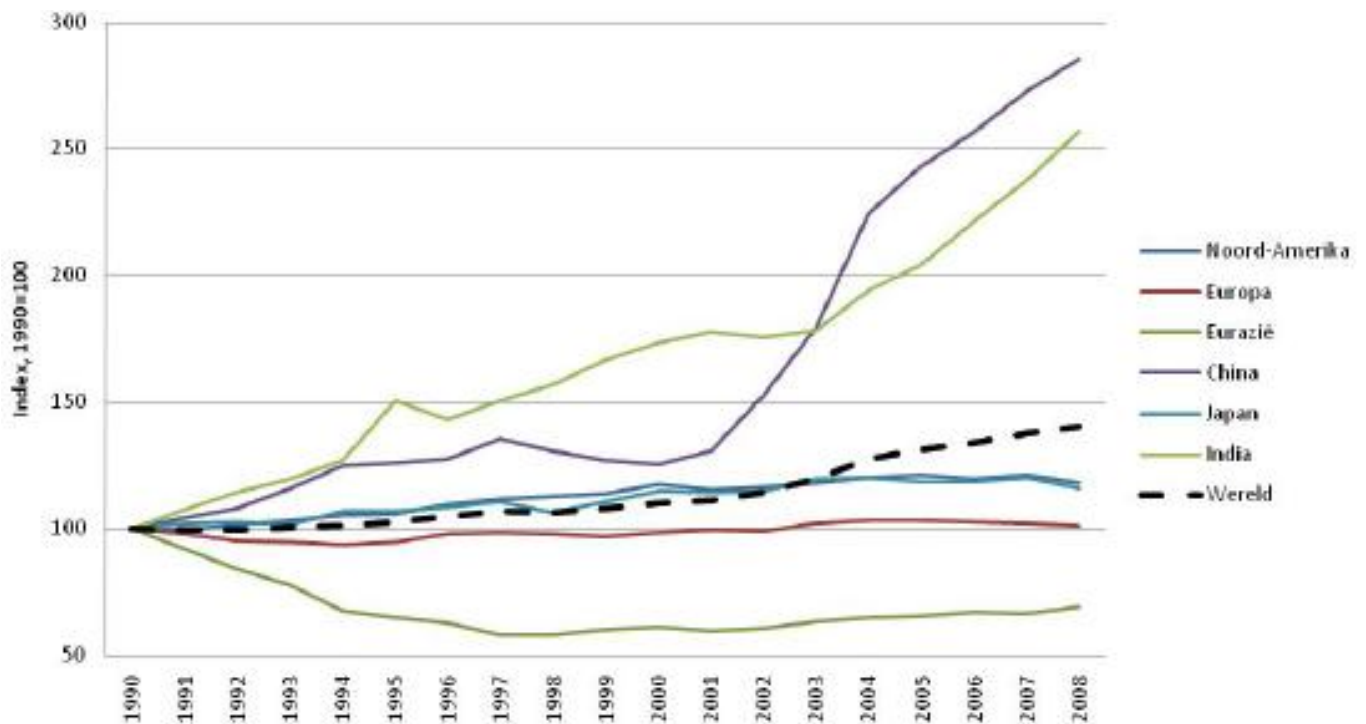
De twee voorgaande figuren illustreren dat de geïndustrialiseerde landen de leiding moeten nemen om de emissies te verminderen, aangezien zij de grootste schuld treffen. We moeten wel in het achterhoofd houden dat de ontwikkelingslanden nog een zeer groot potentieel hebben om de globale emissies sterk de hoogte in te jagen wanneer zij meer en meer industrialiseren. Zoals eerder vermeld is er in het Kyoto Protocol overeengekomen dat ontwikkelingslanden geen bindende normen opgelegd krijgen, waardoor de totale emissie in de loop van de jaren een stijging zal kennen ondanks de inspanningen van de geïndustrialiseerde landen. De opkomst van deze ontwikkelingslanden wordt duidelijk in onderstaande figuren die recentere gegevens van CO₂-uitstoot weergeven.

Figuur 5: aandeel in CO₂-emissies in 2008



Bron: Eyckmans (2010)

Figuur 6: Evolutie van CO₂-emissies van fossiele brandstoffen (basisjaar = 1990 = 100)



Bron: Eyckmans (2010)

De doelstelling van het Kyoto Protocol is om de uitstoot van industrielanden gedurende de periode van 2008-2012 met minstens vijf procent te verlagen ten opzichte van 1990. De bedoeling van het verdrag was dat er voor de periode na 2012 nieuwe uitstootbeperkingen werden opgelegd. Maar tot nu toe zijn we er nog niet in geslaagd om een nieuw concreet klimaatverdrag in te voeren. Als we kijken naar de klimaattoppen van de afgelopen jaren (Kopenhagen, Durban) lijken deze zonder al te veel succes beëindigd te zijn. Er werden maar magere akkoorden bereikt, zonder concrete acties.

In Durban kwamen de landen overeen dat er tegen 2020 een nieuw verdrag in werking moet treden, maar over de exacte inhoud zijn er nog lang geen akkoorden bereikt. Enkele landen zoals de VS, India en China geloven niet in bindende verplichtingen, terwijl onder andere de EU dit als noodzakelijk acht.

Canada heeft ondertussen het vertrouwen in het Protocol ook verloren en besloot eind 2011 daarom om uit het Kyoto Verdrag te stappen. Ze geloofden niet meer in het Kyoto Protocol als wereldwijde oplossing, zeker omdat grote vervuilers als de VS en China in de toekomst niet van plan zijn het verdrag te ratificeren. Ook Japan en Rusland hebben aangegeven dat ze geen nieuwe beloftes zullen doen zolang er niet meer internationale gelijkheid is op vlak van emissie-reducerende inspanningen.

Het geloof in het Kyoto Protocol en in de efficiëntie en effectiviteit ervan ligt dus duidelijk sterk onder vuur. De potentiële negatieve gevolgen voor de internationale concurrentiepositie en economische groei van landen zorgen voor een groot aantal niet participerende landen waardoor het Kyoto Protocol zijn doel niet optimaal kan bereiken.

2.3 INHOUD VAN HET KYOTO PROTOCOL

Het Kyoto Protocol is zoals eerder vermeld de internationale samenwerking met als doel de uitstoot van broeikasgassen in de periode 2008 tot 2012 met minstens vijf procent te verminderen ten opzichte van 1990. Niet alle landen zullen dezelfde emissiereducties moeten nastreven om het gemiddelde van vijf procent te behalen, waardoor de doelstellingen voor sommige landen veel gemakkelijker haalbaar zijn dan voor anderen. Elk land moet een bepaalde reductieverplichting naleven die uitgedrukt wordt als een percentage van de uitstoot van 1990 (Haites & Yamin, 2004). Deze bindende verplichtingen gelden enkel voor de geïndustrialiseerde landen. Hieronder worden de flexibele mechanismen verder uitgebreider besproken aangezien zij belangrijk zijn om de efficiëntie van het Kyoto Protocol te verhogen.

FLEXIBELE MECHANISMEN

Het Kyoto Protocol is een *cap-and-trade* systeem waarbij de totale emissiehoeveelheid wordt beperkt door een reglementering, waardoor de prijs van koolstof zal stijgen. Om aan de verplichtingen tegemoet te komen kan een Annex B land (zie bijlage 2) zijn uitstoot verminderen, *sinks*⁴ verhogen en kan het Kyoto-eenheden verkrijgen zoals AAU's⁵ (*Assigned Amount Units*, zie verder bij emissiehandel), CER's (*Certified Emission Reductions*, zie verder bij *Clean Development Mechanism*), ERU's (*Emission Reduction Units*, zie verder bij *Joint Implementation*) en RMU's (*Removal Units*)⁶ (Haites & Yamin, 2004). Er bestaat in dit systeem dus de mogelijkheid om de rechten van uitstoot te verkopen aan anderen die de uitstoothoeveelheid overschrijden. Er zijn ook nog enkele andere flexibele mechanismen opgesteld die de mogelijkheid bieden om reducties niet

⁴ Sinks = natuurlijke opslagbronnen/putten waar CO₂ in opgeslagen kan worden, maar met als nadeel dat ze vaak tegelijkertijd een bron zijn van andere broeikasgassen. In het Kyoto Protocol wordt toegestaan dat de vastlegging van koolstof door (her)bebossing, bosbeheer en landbouw mogen meetellen als emissiecompensatie.

⁵ AAUs = de toegekende kwantiteitseenheden uitgedrukt in ton CO₂-equivalenten: dit zijn de gebruikte eenheden bij emissiehandel tussen twee annex B landen

⁶ RMUs: emissiekredieten die gegenereerd worden uit sinkprojecten

enkel door binnenlandse maatregelen te verwezenlijken, maar ook door investeringen in andere landen. Zo wordt de efficiëntie van het Kyoto-systeem vergroot (klimaat.be).

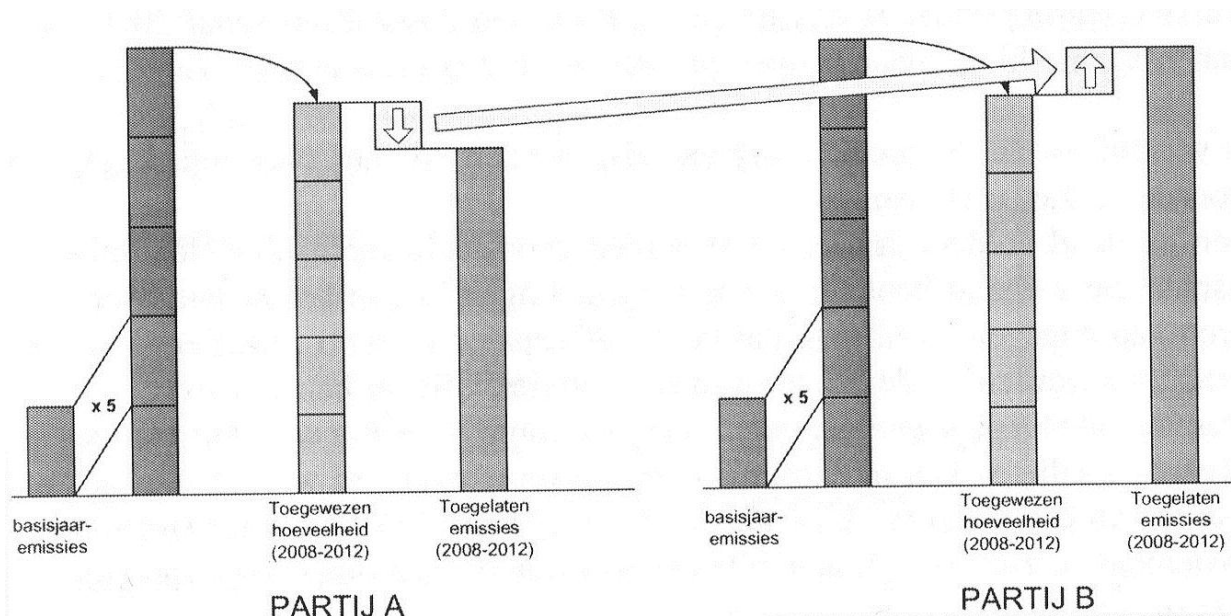
Er zijn drie markt-gebaseerde mechanismen die naleving van de Kyotodoelstellingen moeten vergemakkelijken en de kosten moeten drukken: emissiehandel (*Emission Trading*), CDM (*Clean Development Mechanism*) en JI (*Joint Implementation*) (UNFCCC). Deze flexibiliteitsmechanismen kennen vele voor- en tegenstanders. Tegenstanders zien de mechanismen als het ontlopen van eigen verantwoordelijkheden en als een gemakkelijksoplossing. Voorstanders benadrukken daarentegen de toename van kostenefficiëntie door het gebruik van deze flexibele maatregelen. Hierzonder zou de marginale emissiereductiekosten verre van gelijk zijn voor de verschillende landen.

A. Internationale emissiehandel (artikel 17 van het Kyoto Protocol)

Elke partij van het Kyoto Protocol krijgt een bepaalde maximum hoeveelheid uitstoot toegewezen die het land mag uitstoten. Wanneer een annex B land deze maximumhoeveelheid niet behaalt, kan dit overschot verkocht worden aan mede annex B landen die vermoeden dat ze hun maximumhoeveelheid zullen overschrijden ondanks hun nationale inspanningen (Bollen & Van Humbeeck, 2002). Dit zorgt ervoor dat de totale kosten om de Kyotodoelstelling te behalen lager zullen zijn dan wanneer verhandelbare emissierechten uitgesloten waren (Haïtes & Yamin, 2004). Dit alles verhoogt de economische efficiëntie van het systeem. Maar we mogen niet uit het oog verliezen dat niet alle landen participeren en dit gevolgen heeft voor de efficiëntie van het systeem. Kortom emissiehandel is de overdracht van quota van het ene industrieland naar het andere om de Kyotodoelstellingen makkelijker te behalen.

Onderstaande figuur geeft de werking van het systeem grafisch weer. Het basisjaar dat gebruikt wordt is 1990 en de periode van het Kyoto Protocol loopt vijf jaar (2008-2012), vandaar de vermenigvuldiging met vijf in de figuur. Een land dat onder de toegewezen hoeveelheid uitstoot blijft, kan dit overdragen aan een ander waardoor dat land zijn doelstellingen makkelijker kan halen.

Figuur 7: Internationale emissiehandel

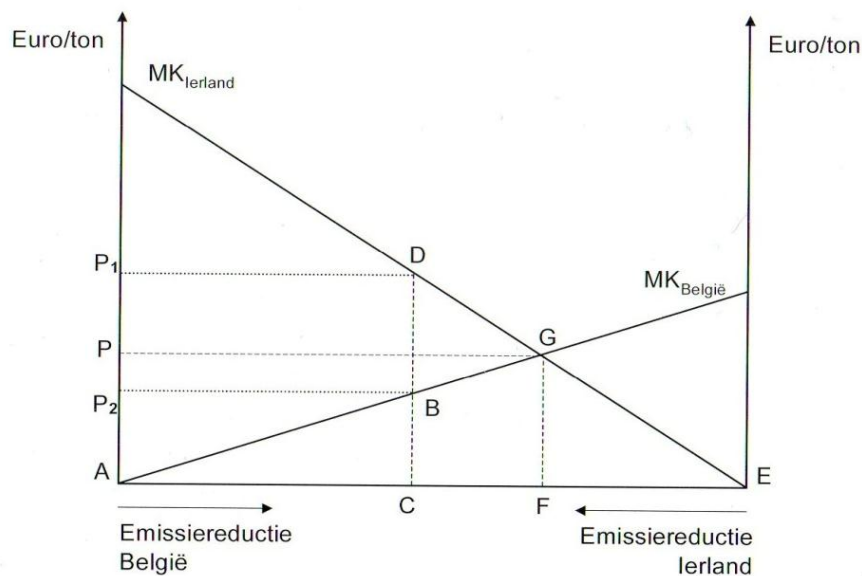


Bron: Bollen, De Clercq et al. (2006)

Dat de totale kosten van emissiereductie onder het systeem van verhandelbare emissies lager zijn dan wanneer er geen flexibel systeem bestond, wordt in figuur 8 weergegeven. Op de horizontale as zien we totale emissiequota van België en Ierland die zich uitstrekt van punt A tot punt E. Wanneer ze elk eenzelfde reductiehoeveelheid krijgen opgelegd, zal de emissiereductie respectievelijk AC en CE bedragen. Wanneer we echter de kosten gaan vergelijken, merken we op dat de marginale kost voor emissiereductie in België lager ligt dan in Ierland. Deze marginale kost geeft de extra kost weer voor de vermindering van de emissie met 1 extra ton. Wanneer gelijke emissiereducties worden opgelegd en geen flexibele systemen in werking zijn, zal de kost voor België de oppervlakte ABC zijn. Voor Ierland zal het maar liefst over de oppervlakte CDE gaan.

Maar we zien dat wanneer de emissiereductie voor Ierland wordt teruggedrongen tot FE en deze van België uitgebreid wordt tot AF, dat de kost van Ierland daalt met CDFG en deze van België stijgt met de oppervlakte BCFG. Dit leidt tot een totale kostenbesparing van de driehoek BDG. Daarom zal er interesse zijn in een markt voor emissierechten waardoor Ierland emissierechten van België zal aankopen wanneer de prijs lager ligt dan de marginale kosten om zelf te reduceren. Dus deze zal lager moeten zijn dan P1 per ton. België op haar beurt zal een prijs willen die hoger ligt dan de marginale reductiekost, namelijk P2. Mits onderhandeling zullen de prijzen evolueren tot de evenwichtsprijs P waarbij de oppervlakte BDG wordt gespaard.

Figuur 8: Werking en efficiëntie van emissiehandel



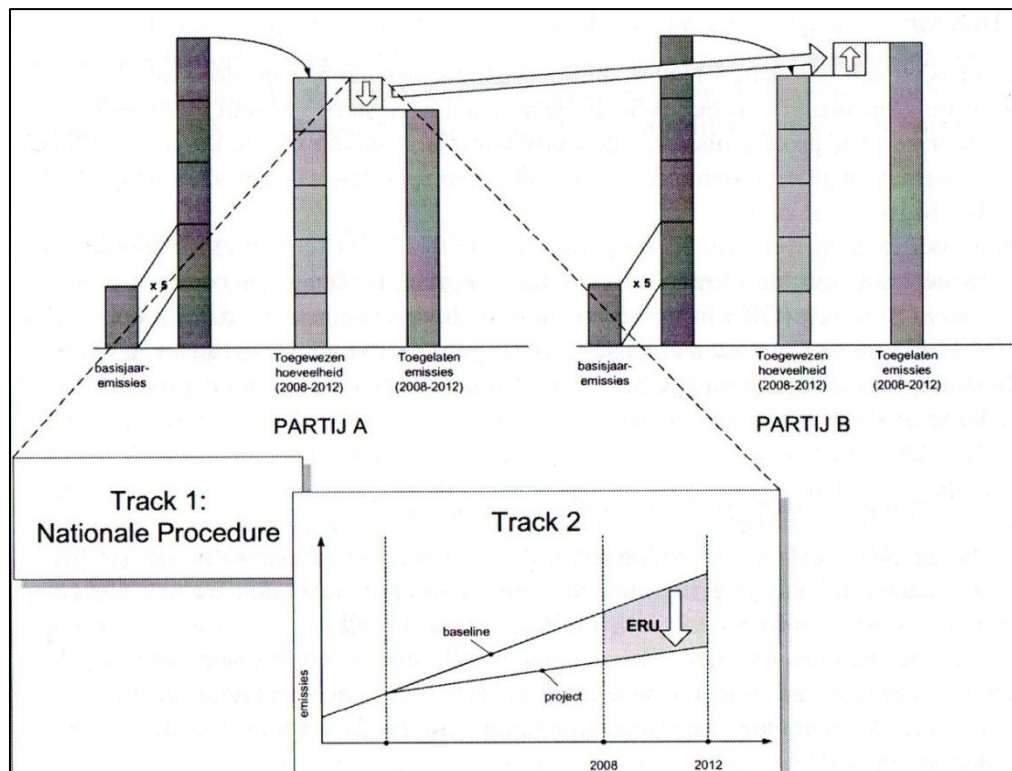
Bron: Bollen, De Clercq et al. (2006)

B. Joint implementation (JI) = gezamenlijke toepassing (artikel 6 van het Kyoto Protocol)

Verschillende industrielanden investeren in projecten van andere industrielanden waar dezelfde reductieresultaten te behalen zijn aan een veel lagere kost. Vaak zijn de zogenaamde transitielanden in Centraal- en Oost-Europa interessante landen om op een relatief goedkope manier milieuvriendelijke investeringen te doen (Berk, Bollen et al. 2005). De uitstoot die door de projecten vermeden wordt, zet men om in een aantal emissierechten. De investerende landen krijgen daarom in ruil voor de projecten een deel van de gerealiseerde emissiereducties, ERU's (*Emission Reduction Units*) genaamd (Haites & Yamin, 2004). Een ERU is 1 megaton vermeden broeikasgasemissies (UNFCCC). Deze manier van werken heeft voordelen voor zowel de transitielanden als voor de investerende industrielanden en verbetert mee de efficiëntie van het Kyotosysteem.

Het systeem van *Joint implementation* wordt hieronder verduidelijkt in het grafisch overzicht van Bollen, De Clercq et al. (2006) in figuur 9. Het basisjaar van de emissies is 1990 en de periode van het Kyoto Protocol loopt gedurende vijf jaar (2008-2012). We zien dat met behulp van de ERU's, die ontstaan zijn door het project, de investerende landen toch in eigen land iets meer mogen uitstoten als compensatie voor het project in het andere land.

Figuur 9: Joint Implementation



Bron: Bollen, De Clercq et al. (2006)

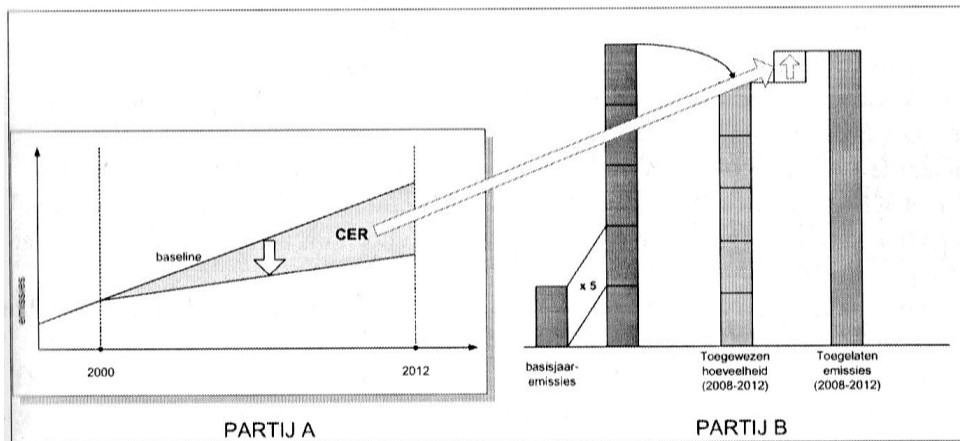
C. Clean development mechanism (CDM): mechanism voor schone ontwikkeling van de non-Annex B landen (Artikel 12 van het Kyoto Protocol)

Het *Clean Development Mechanism* geeft de mogelijkheid aan geïndustrialiseerde landen (annex I landen) om te investeren in duurzame ontwikkelingsprojecten in ontwikkelingslanden. In ruil voor de vermeden emissies door de projecten krijgen de investerende landen de zogenaamde CERs (*Certified Emission Reductions*) (UNFCCC). Het verschil met JI is dat er bij CDM geïnvesteerd wordt in ontwikkelingslanden zonder eigen bindende verplichtingen. Aangezien het in ontwikkelingslanden moeilijk te achterhalen is wat de uitstoot zou zijn zonder het project, stijgt de kans op misbruik omdat de CDM-projecten mogelijks niet leiden tot extra emissiereducties (Eyckmans, 2010). Om misbruik terug te dringen werd het internationale controleorgaan, CDM Board, opgericht dat verantwoordelijk is voor de goedkeuring van de CDM-projecten (UNFCCC).

In onderstaande figuur wordt de werking van het CDM grafisch weergegeven. Het basisjaar dat gebruikt wordt is 1990 en de periode van het Kyoto Protocol loopt vijf jaar (2008-2012). Alle partijen krijgen een toegewezen hoeveelheid opgelegd, die met behulp van CDM praktijken gehaald kan worden. Op de figuur links zien we dat er

emissiekredieten ontstaan door het verlagen van de uitstoot in vergelijking met een baseline (Bollen, De Clercq et al., 2006).

Figuur 10: Clean Development Mechanism



Bron: Bollen, De Clercq et al. (2006) (p 115)

D. Misbruik

Ondanks de invoering van het internationale toezichtsorgaan voor de CDM-projecten blijken er nog heel oneerlijke projecten uitgevoerd de afgelopen jaren. Zo waren er enkele fabrikanten die de gevaarlijke productie van koelkastgassen verhoogden, waarbij het ongewenst broeikasgas HFC-23 vrijkomt. Industrielanden konden goedkope CDM-credits verkrijgen door het verbranden van deze stof. Maar zowel de koelkastgassen als het ongewenst bijproduct zijn broeikasgassen, waardoor uiteindelijk door deze CDM-praktijken extra broeikasgassen de atmosfeer ingaan. (Bauwens, D. (2011) & Wara M. (2007))

2.4 CONCLUSIE

Er wordt door vele landen getwijfeld of het huidige mondiaal klimaatbeheer wel efficiënt kan verlopen. Vele landen participeren niet en daardoor zal de uitstoot van broeikasgassen wereldwijd blijven toenemen met ongeveer zo een 40 tot 50 procent tussen 1990 en 2010 (Berk, Bollen et al., 2005). Enkel bredere participatie kan de mondiale kosten voor vermindering van CO₂ doen dalen. De extreem hoge kosten van non-participatie vormen een grote struikelblok voor de vorming van een efficiënt internationaal klimaatverdrag (Nordhaus, 2008). Verder tonen de hierboven vermelde

geruchten van oneerlijke CDM-praktijken aan dat landen vooral streven naar individuele economische efficiëntie en dat de internationale klimaatgemeenschap nog een lange weg af te leggen heeft (Calcoen & Vanden Brande, 2007). Er zijn dus vele onderliggende economische en politieke redenen die zorgen voor een bemoeilijking van de internationale samenwerking voor klimaatverandering.

3 KYOTO-EFFICIËNTIE: WAT ZIJN DE KOSTEN EN RESULTATEN?

3.1 INLEIDING

Het is van groot belang om de economische en politieke middelen op de meest effectieve en efficiënte manier te benutten (Nordhaus, 2009). Dat wil zeggen dat het zowel doeltreffende als doelmatige beleidsmaatregelen moeten zijn. Er zijn verschillende methodes om een economische analyse op te maken van enkele alternatieve maatregelen. Zo kennen in de klimaatcontext vooral kosten-batenanalyse en kosteneffectiviteitsanalyse veel succes. Kosteneffectieve maatregelen zijn van groot belang om een gegeven doelstelling te bereiken aan de laagst mogelijke kost. Bij kosten-batenanalyse daarentegen worden alle kosten en baten gemonetariseerd en kiest men voor de maatregel met de laagste netto actuele waarde.

Vele milieueconomen zoals Nordhaus, Manne A. & Richels R., Rabl A. & van der Zwaan B. leggen de nadruk op het belang van kosten-batenanalyse in het onderzoek naar een geschikt internationaal milieubeleid. In zijn studie naar efficiënte beleidsmaatregelen legt Nordhaus de focus op de impact op de economie, de kosten en baten om klimaatverandering tegen te werken, de beleidsinstrumenten om de emissiereducties te implementeren, de risico's op schade enzoverder. De economische kosten van vandaag zouden dus in balans moeten zijn met de toekomstige economische en ecologische voordelen. Nordhaus gebruikt economische analyse om de baten en de kosten van verschillende alternatieve klimaatbeleidsmogelijkheden tegen elkaar af te wegen. Zo worden de kosten van het afzwakken van klimaatverandering vergeleken met de kosten die ontstaan wanneer er niets wordt gedaan tegen deze klimaatsveranderingen.

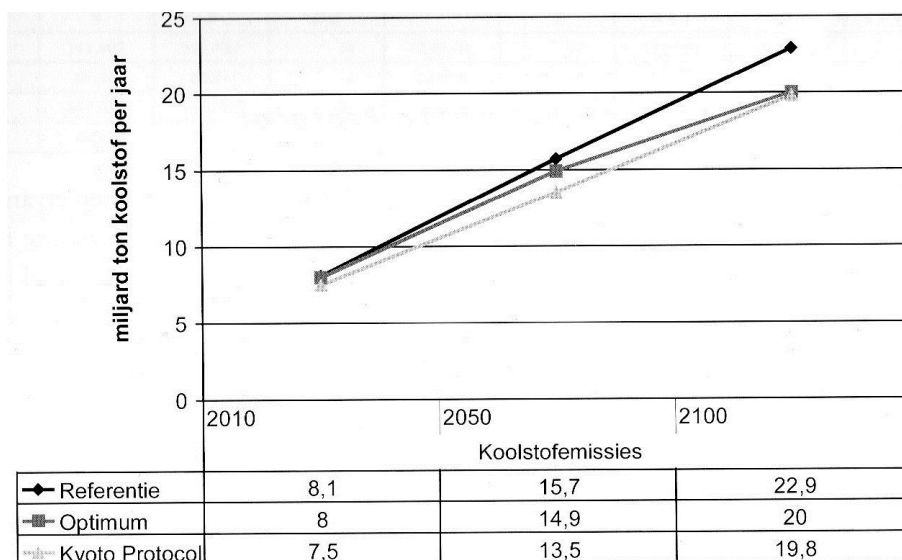
De informatie die nodig is om economische analyses te maken is natuurlijk niet gemakkelijk voor handen. We hebben namelijk te maken met een zeer grote onzekerheid over de toekomstige klimaatverandering en opwarming, de gevolgen van de stijgende uitstoot van broeikasgassen en over vele andere factoren. Verder zijn niet alle gevolgen van klimaatsveranderingen volledig positief of negatief voor alle landen of personen en hebben niet alle gevolgen eenzelfde impact op verschillende landen. Vooral lage inkomens landen en tropische regio's (zoals bijvoorbeeld in Afrika en India) zullen het grootste deel van de negatieve gevolgen voor hun rekening moeten nemen.

3.2 EFFICIËNTIE EN EFFECTIVITEIT VAN HET KYOTO PROTOCOL

De effectiviteit en de efficiëntie van het Kyoto Protocol liggen sterk onder vuur. Met andere woorden bereikt het Kyoto Protocol wel de juiste doelstellingen om het klimaat werkelijk te beschermen en gebeurt dit verder aan de laagst mogelijke kosten. Het Kyoto-systeem met emissiehandel en andere flexibele mechanismen werd in eerste instantie net ingevoerd om de efficiëntie te verhogen zoals in het vorige hoofdstuk werd besproken. Vele landen weigerden echter het Kyoto Protocol te ondertekenen waardoor de participatiegraad samen met de efficiëntie daalde. Enkele van de grootste vervuilende landen hebben geen bindende regels aanvaard. Deze landen kennen samen met de ontwikkelingslanden een stijgende CO₂-uitstoot waardoor de effecten van het Kyoto Protocol teniet gedaan worden, dus echte grote resultaten worden met het Kyoto Protocol niet bereikt. Zo is de CO₂-uitstoot in de Annex I landen met ongeveer 9% teruggedrongen ten opzichte van 1990, maar de rest van de werelduitstoot gestegen met 75% (Eyckmans, 2010). De vraag is dus of het Kyoto Protocol, met de lage participatiegraad van vandaag, haar doel wel kan bereiken om de opwarming van de aarde af te zwakken.

Het Kyoto Protocol zal de totale wereldwijde emissies ten opzichte van 1990 niet kunnen reduceren, maar kan wel leiden tot betere resultaten dan wanneer er geen actie ondernomen wordt (= referentiescenario) (Bollen & Van Humbeeck, 2002). Onderstaande grafiek toont de verschillen in evolutie van de koolstofuitstoot onder enkele scenario's.

Figuur 11: Evolutie (industriële) koolstofemissies (in miljard ton koolstof per jaar)



Bron: Bollen & Van Humbeeck (2002) op basis van gegevens van Nordhaus

Deze gegevens dateren van voor de beslissing van de Verenigde Staten om het verdrag niet te ratificeren, waardoor de effectiviteit overschat wordt. Wat de effecten van de terugtrekking van de VS op de effectiviteit en efficiëntie zijn, wordt bij de bespreking van de resultaten van het DICE-model van Nordhaus, hoofdstuk vier, besproken. Aangezien internationale overeenkomsten niet afdwingbaar zijn, zal de deelname afhangen van de kosten en baten die het land zelf percipieert en het gedrag van andere landen (Bollen & Van Humbeeck, 2002). Deze kosten en baten worden hierna kort overlopen.

3.2.1 KOSTEN

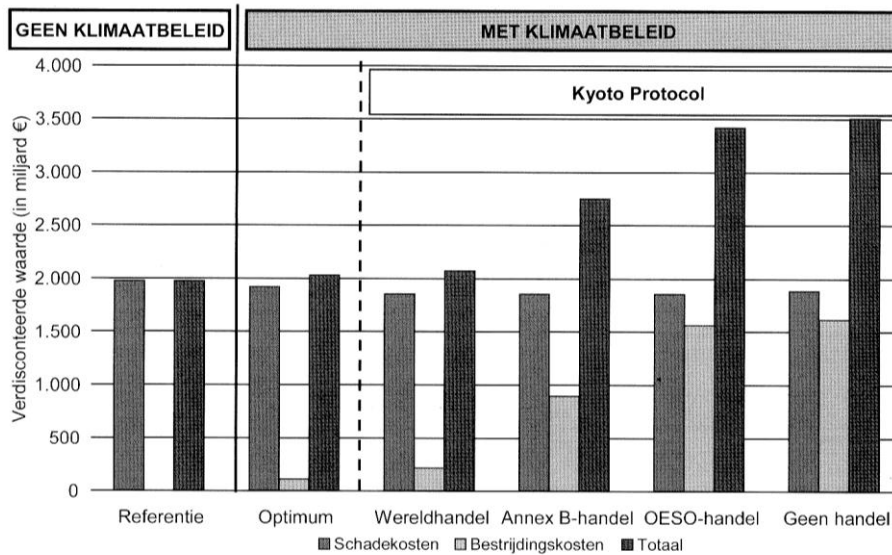
De verschillende klimaatmaatregelen brengen natuurlijk vele kosten met zich mee en verschillen van land tot land. Er moet heel wat geld worden geïnvesteerd om de emissiereducties te verwezenlijken. Natuurlijk moet er ook rekening gehouden worden met de schade die een eventuele temperatuurstijging met zich mee zou brengen. Zo kan een gebied dreigen te overstromen waardoor kapitaalintensieve dammen en constructies moeten gebouwd worden. Zo krijgen we twee soorten van kosten: *abatement*-kosten (bestrijdingskosten) en schadekosten (Nordhaus, 2008).

Vaak worden de *abatement*-kosten uitgedrukt in een marginale waarde. De marginale *abatement*-kosten zijn de kosten per extra eenheid reductie in uitstoot.

Ook wordt er vaak gesproken van een sociale kost van koolstofuitstoot. Hieronder verstaan we de actuele kosten voor de schade van een extra ton uitstoot van broeistofgas waarbij rekening wordt gehouden met alle externe kosten (Nordhaus, 2011). In een werk van Nordhaus (2011) schat hij deze sociale kosten, voor 2015 in 2005 US dollars, op \$44 per ton koolstof, wat gelijk is aan \$12 per ton CO₂.

In volgende grafiek wordt de invloed van de mogelijkheid tot emissierechtenhandel duidelijk. Men ziet duidelijk naarmate de mogelijkheid tot ruil groter wordt, dat de bestrijdingskosten fors afnemen.

Figuur 12: Schadekosten van klimaatverandering en bestrijdingskosten van klimaatbeleid

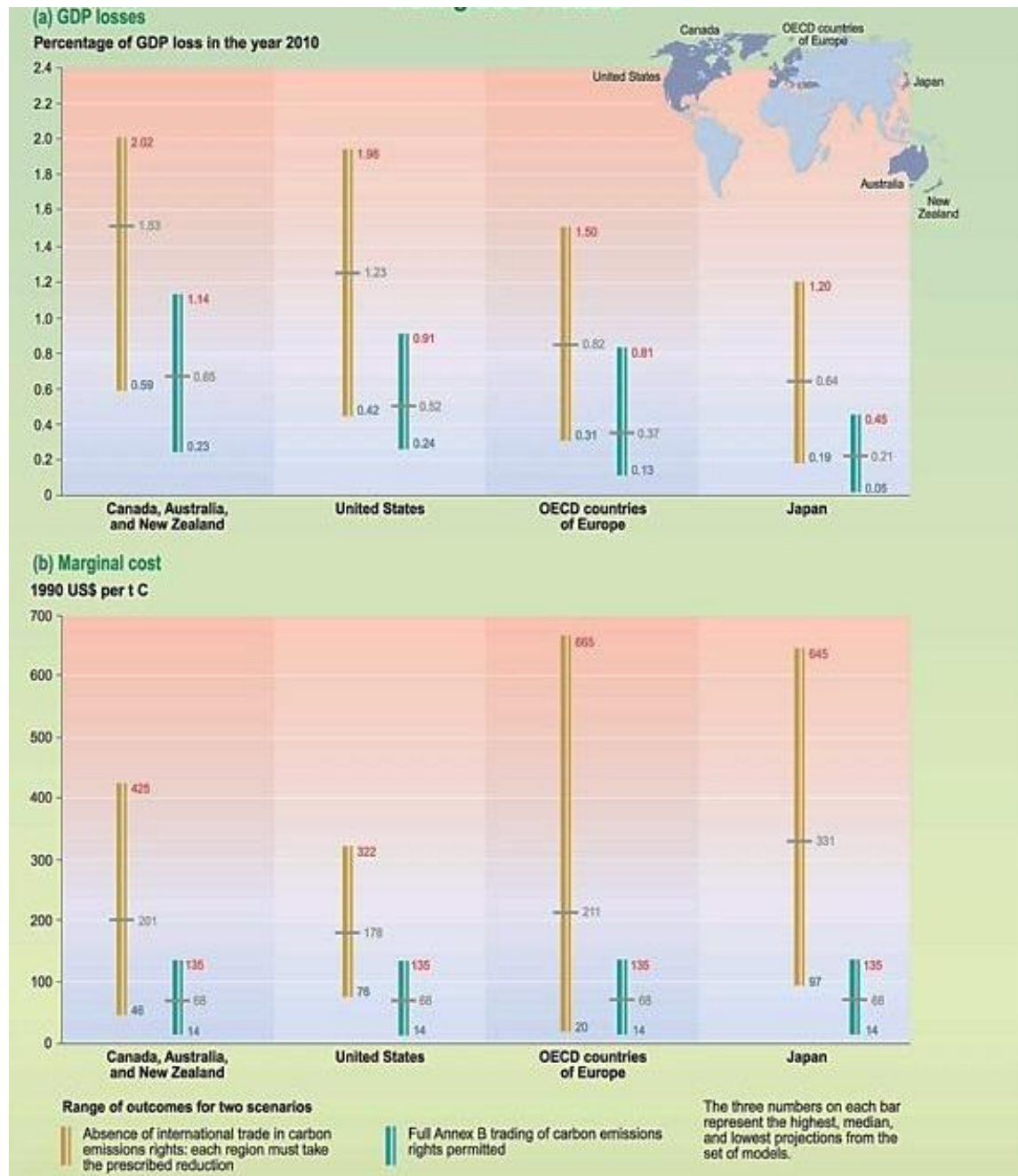


Bron: Bollen, A. & Van Humbeeck, P. (2002)

Philippe Rekacewicz, van de organisatie UNEP/GRID-Arendal, (2005) voorspelt dat het verlies in BBP van de OESO-landen van Europa in 2010 tussen de 0,13 en 0,81 procent zal liggen wanneer emissiehandel is toegestaan. Voor de Verenigde Staten daarentegen zou het BBP-verlies tussen de 0,42 en 1,96 procent liggen. Wanneer emissiehandel echter niet toegestaan is, zal het BBP-verlies voor Europa stijgen tot 0,31 à 1,5 procent en voor de VS tot 0,24 à 0,91 procent. Dit wordt samenvattend weergegeven in figuur 13, waar ook de marginale kost en de gegevens van andere landen terug te vinden zijn.

In het *IPCC Third Assessment Report - Climate Change 2001*, vinden we ook cijfers terug in verband met de verliezen van het BBP. Hier wordt het gemiddelde BBP-verlies geschat op 0,2 tot 2 procent voor de verschillende Annex II landen. Wanneer daarentegen emissiehandel mogelijk is, schatten ze de verliezen tussen de 0,1 en 1,1 procent.

Figuur 13: Voorspellingen van BBP-verlies en marginale kosten in Annex II landen in het jaar 2010



Bron: UNEP, UNEP/GRID-Arendal (2005)

3.2.2 BATEN

De baten van een milieubeleid zijn de vermeden schadekosten. Dit zijn zeer uiteenlopende baten zoals gezondheidsbaten, gespaarde energiekosten, economische baten enzoverder. Deze baten worden vaak ook uitgedrukt in marginale termen waarbij er gekeken wordt naar de extra baat per verminderde ton uitstoot broeistofgas (Bollen & Van Humbeeck, 2002).

De baten van een land verschillen naargelang de kenmerken en de locatie van het gebied. Kennen zij een dichte bevolking, heeft de klimaatsverandering in die regio schadelijke effecten, krijgen ze te kampen met water overlast enzoverder.

Het knelpunt in de internationale samenwerking ligt er ook mede in dat de meeste schade zal ondervonden worden door armere landen met minder middelen om zich te beschermen terwijl zij niet aan de oorsprong liggen van de hele klimaatproblematiek. Deze ontwikkelingslanden zouden vele baten hebben bij de afzwakking van de klimaatsverandering, terwijl enkele geïndustrialiseerde landen net baten hebben bij een temperatuurstijging. Zo zou Rusland voordelen kunnen genieten van een lichte stijging van de temperatuur, bijvoorbeeld voor de landbouw, nieuwe ontdekkingen van energiereserves enzoverder.

3.2.3 KOSTEN-BATEN VERGELIJKING

Verschillende milieubeleidsopties kunnen vergeleken worden via een economische analyse. Zo zijn vele economische wetenschappers zich gaan verdiepen in kosteneffectiviteitsratio's en kosten-batenanalyses om op deze manier het meest efficiënte beleidsprogramma uit te werken. Deze analysemethoden worden niet enkel op internationaal niveau toegepast om het beste internationaal emissiesysteem te vinden, maar ook op nationaal niveau zorgen deze analyses voor een verhoging van de efficiëntie (Bollen & Van Humbeeck, 2002).

Een kosten-batenanalyse heeft als doel alle kosten en baten van minstens twee opties in monetaire termen weer te geven (Boardman, Greenberg et al., 2011). We kiezen dan voor het beste alternatief met de hoogste netto contante waarde. Bij deze keuze moeten we rekening houden met de onzekerheden die deze analyses met zich meebrengen. Vele wetenschappers zijn het oneens over de graad van opwarming van de aarde, over de impact hiervan op het klimaat, de verdeling van schade over de wereld enzoverder (Bollen & Van Humbeeck, 2002). Deze technische onzekerheden samen met informatietekort zorgen in de literatuur voor veel onenigheid waardoor de samenwerking

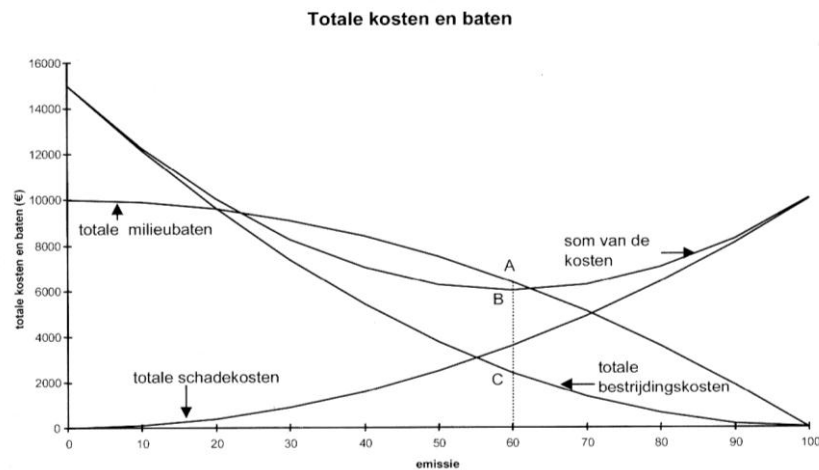
tussen de verschillende landen bemoeilijkt wordt. Vervolgens mogen we ook niet uit het oog verliezen dat eenzelfde optie in alle landen een verschillend effect heeft. De verhoudingen tussen kosten en baten verschillen logischerwijze van land tot land.

Al deze negatieve kenmerken van kosten-batenmodellen van klimaatmaatregelen zorgen dat deze benadering in vertrouwen en geloof moet inboeten. Zo toont van den Bergh van de vrije universiteit in Amsterdam zijn ongenoegen in 2002 ten aanzien van kosten-batenanalyses en optimalisatietechnieken mede door de onzekerheid van de plaats en de aard van de consequenties, de monetaire waardering, de verdiscontering enzoverder.

Kosten-batenanalyses hebben natuurlijk ook tal van voordelen. Zo kunnen verschillende meningen en visies in een model uitgelegd worden waarop andere wetenschappers verder kunnen werken. Het geeft ook een zekere houvast en structuur desondanks de onzekerheden. Verder kunnen gevoeligheidsanalyses voorkomen dat kleine wijzigingen in parameters zorgen voor een totaal andere netto actuele waarde.

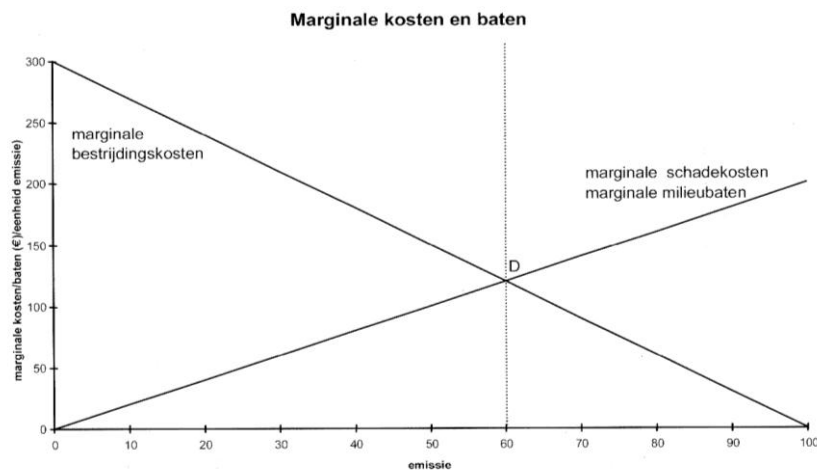
Onderstaande figuren tonen grafisch het verloop van de verschillende kosten- en batenfuncties wanneer het emissieniveau 100 bedraagt zonder enige bestrijding. In de eerste figuur zien we de totale kosten en baten bij verschillende emissiehoeveelheden die worden weergegeven op de X-as. Zo zien we dat bij een dalende emissiehoeveelheid de totale schadekosten logischerwijs zullen afnemen. De curve van de totale bestrijdingskosten toont dat de kosten vrij laag zijn om een reductie door te voeren wanneer er een hoge emissiehoeveelheid is. Wanneer deze emissiehoeveelheid kleiner wordt zullen de kosten sterk stijgen omdat deze extra reductie telkens duurder wordt. Deze kostencurves worden samengeteld zodat de totale kostencurve gevormd kan worden. Merk verder ook de totale milieubaten op die op de grafiek is weergegeven.

Figuur 14: economisch efficiënte klimaatdoelstelling



Bron: Bollen, A. & Van Humbeeck, P. (2002)

Figuur 15: economisch efficiënte klimaatdoelstelling



Bron: Bollen, A. & Van Humbeeck, P. (2002)

In de tweede figuur, figuur 15, zien we de marginale bestrijdingskosten en de marginale schadekosten of de marginale milieubaten. Wanneer we een emissiereductie tot 60 realiseren kan de baat afgelezen worden in de eerste figuur op de totale milieubaten-functie ofwel op de tweede figuur door de oppervlakte onder de marginale milieubaten-functie te berekenen van emissieniveau 100 tot 60. Deze methode werkt ook om de bestrijdingskosten af te lezen.

Om het optimale emissiereductieniveau te meten moeten we het punt zoeken waar de marginale kosten gelijk zijn aan de marginale baten (punt D), namelijk bij emissieniveau 60. Ook op de bovenste grafiek kunnen we het optimale punt vinden waar de som van de totale kosten minimaal zijn. Rechts van dit optimale punt zouden de marginale schadekosten te hoog zijn ten opzichte van de marginale bestrijdingskosten, waardoor het goedkoper is om een extra eenheid emissie te reduceren dan om de schadekosten te dragen.

3.3 HET DICE (DYNAMIC INTEGRATED CLIMATE-ECONOMY) MODEL VAN NORDHAUS (2008)

3.3.1 INLEIDING

Het "*DICE model of the economics of climate change*" is een dynamisch model dat relaties legt tussen het economische aspect en het probleem van klimaatverandering. Met behulp van dit model bepaald Nordhaus de kosten en baten voor klimaatverandering. Hij legt relaties tussen economische, ecologische en natuurwetenschappelijke factoren met behulp van verschillende vergelijkingen. Enkele voorbeelden waartussen relaties gelegd worden zijn: koolstofcyclus, *radiative forcing*, *climate-change* en klimaatschade (Nordhaus, 2008). De vergelijkingen van het model zijn opgesteld met behulp van relevante informatie van de hierboven vermelde disciplines: economie, ecologie en wetenschappen. Met behulp van software kunnen dan de economische en ecologische uitkomsten worden geprojecteerd, zodat de impact van de klimaatverandering gemonetariseerd kan worden (Nordhaus, 2008). Zo kunnen efficiëntie en effectiviteit van verschillende alternatieve maatregelen in dit model vergeleken worden, waardoor de economische- en milieueffecten van verschillende alternatieven verduidelijkt worden (Nordhaus, 2008). Centraal in het model staat de neoklassieke economische groeitheorie die er vanuit gaat dat als er nu wordt geïnvesteerd, waardoor de huidige consumptie daalt, de consumptie in de toekomst zal stijgen als gevolg van de investering (Nordhaus, 2008). Vertaald in emissietermen: door vandaag te investeren in methoden die uitstoot kan reduceren, zal de consumptie dalen, maar de consumptiemogelijkheden in de toekomst nemen hierdoor toe.

De verschillende opties om de klimaatsverandering aan te pakken kunnen worden geëvalueerd op basis van hun bijdrage tot de economische welvaart, dit voor zowel de huidige als de toekomstige generaties (Nordhaus, 2008). De discontovoet speelt een zeer belangrijke rol in deze economische analyse van klimaatverandering. Verdisconteren is nodig aangezien consumptie vandaag wordt geprefereerd boven consumptie in de

toekomst. Daarom worden de toekomstige kosten en baten van de projecten vertaald in actuele waarden. Het project met de hoogste netto actuele waarde wordt dan gekozen. De hoogte van de discontovoet speelt vaak een doorslaggevende rol bij de keuze van alternatieve klimaatbeleidsmaatregelen in kosten-batenanalyses (Davidson, 2004). Wanneer we te maken hebben met een hoge discontovoet, zullen de toekomstige kosten en toekomstige baten kleiner lijken dan wanneer er een lagere discontovoet was. Dit zal de keuze van emissiereductie sterk beïnvloeden. In het DICE model van Nordhaus wordt een discontovoet van gemiddeld 4% gehanteerd (Nordhaus, 2008). Dit terwijl andere wetenschappers zoals Stern een extreem lage discontovoet nastreven vanuit ethische standpunten. Dit heeft logischerwijs tot gevolg dat deze economen tot andere conclusies zullen komen over optimaal klimaatbeleid.

In het DICE model gaat men uit van enkele zekere of aangenomen variabelen zoals: populatie, voorraad fossiele brandstoffen, technologische vooruitgang. De meeste variabelen zijn endogene variabelen die door het model zelf verklaard worden, zoals: wereld output, kapitaalvoorraad, uitstoot en concentratie, globale temperatuurwijziging, klimaatschade (Nordhaus, 2008). De vergelijkingen in het model zijn gebaseerd op resultaten van studies van andere wetenschappers zoals het IPCC, de wereldbank enzoverder. Dit brengt met zich mee dat het model te maken heeft met onzekerheden. De precieze onderlinge relaties tussen variabelen zijn onzeker, maar het is een handig hulpmiddel om de complexe situatie te verhelderen (Nordhaus, 2008).

Het voordeel van het DICE-model is dat er een optimale koolstofprijs of taks mee berekend kan worden. Dit bedraagt volgens de berekeningen van Nordhaus 27 dollar per ton koolstof in 2005 (in prijzen van 2005). Dit bedrag komt overeen met 7,40 dollar per ton CO₂. Nordhaus toont in zijn boek, *a Question of a Balance*, ook aan dat deze optimale koolstofprijs met ongeveer 2 tot 3 procent (reëel) per jaar zal toenemen door de toenemende schade van de opwarming van de aarde. Een van de voorwaarden om de efficiëntie te garanderen is volgens Nordhaus dat alle landen aan eenzelfde koolstofprijs onderworpen worden.

In het DICE-2007 model wordt industriële CO₂ als enige controleerbaar broeikasgas gepercipieerd, wat het belang van CO₂ als bron van *global warming* weerspiegelt. De andere broeikasgassen worden als exogene variabelen behandeld. Dit wil zeggen dat ze niet door het model zelf bepaald worden, maar dus wel buiten het model (Stock & Watson, 2007).

3.3.2 VERGELIJKINGEN IN HET DICE-MODEL

A. De sociale welvaartsfunctie maximaliseren

Veronderstelling in het DICE-model: consumptie over tijd moet geoptimaliseerd worden. Onder consumptie verstaan we zowel traditionele marktgoederen en -diensten, als niet marktgerelateerde zaken zoals vrije tijd, gezondheidstatus en milieudiensten. Dit zorgt ervoor dat de beleidsmaatregelen zo gekozen moeten worden zodat ze de sociale welvaartsfunctie maximaliseren. De sociale welvaartsfunctie is de verdisconteerde som van het populatie-gewogen nut van de consumptie per capita (Nordhaus, 2008).

$$W = \sum_{t=1}^{Tmax} u[c(t), L(t)] R(t) \quad \text{Met } t = \text{tijd (decennia)} \quad (A.1)$$

Waarbij: $R(t) = \text{sociale tijd preferentie discontovoet (per tijdsperiode)}$
 $= (1+\rho)^{-t}$ (A.2)
 $\rho = \text{pure ratio voor sociale tijdspreferentie (per jaar) (in 2007 versie: 1,5\%)}$
 $t = \text{tijd (decennia van 2001-2010, 2011-2012)}$

$$U[c(t), L(t)] = L(t)[c(t)^{(1-\alpha)} / (1 - \alpha)] \quad (A.3)$$

$\alpha = \text{elasticiteit van het marginaal nut van consumptie (in 2007 versie: 2)}$
 $u = \text{nut}$
 $c(t) = \text{per capita consumptie van goeden en diensten (in 2005 US dollar per persoon)}$
 $L(t) = \text{populatie en arbeidsinputs (in miljoenen)}$

Uit de vergelijking A.3 leiden we af dat het nut in elke periode een iso-elastische nutsfunctie van de consumptie per capita is. Deze iso-elastische functies hebben een constante relatieve risicoaversie. Daarom wordt er in de vergelijking A.3 uitgegaan van een constante elasticiteit van het marginaal nut van consumptie, namelijk de parameter α . Deze parameter bedraagt in de DICE-2007 versie, 2. Wanneer vergelijking A.3 verdisconteerd wordt levert die de sociale welvaartsfunctie (A.1) op. De verdiscontering is terug te vinden in vergelijking A.2 waar de correctie van sociale tijdspreferentie zichtbaar is.

B. Economische variabelen

Populatie en beroepsbevolking zijn exogene variabelen die vereenvoudigd zijn naar logistische vergelijkingen waarin de populatiegroei in het eerste decennium gegeven is en het groeipercentage stijgt, waardoor totale populatie een limiet van 8,5 miljard zal bereiken (Nordhaus, 2008).

De globale productiefunctie wordt voorgesteld door een Cobb-Douglas productiefunctie door gebruik te maken van kapitaal, arbeid en Hicks-neutrale technologische verandering als inputs. De extra toegevoegde variabelen om vergelijking A.4 te vormen, zijn de *climate-damages* functie en de *abatement cost*-functie (Nordhaus, 2008).

$$Q(t) = \Omega(t)[1 - \Lambda(t)] A(t)K(t)^\gamma L(t)^{(1-\gamma)} \quad (A.4)$$

= netto output van goederen en diensten, netto abatement en schade (in triljoenen 2005 dollars)

Waarbij:

$$\begin{aligned} \Omega(t) &= \text{Schadefunctie (climate damages as fraction of world output)} \\ &= 1/[1 + \pi_1 T_{AT}(t) + \pi_2 T_{AT}(t)^2] \end{aligned} \quad (A.5)$$

met: π = participation cost markup
 $T_{AT}(t)$ = globale gemiddelde oppervlaktetemperatuur (atmosfeer)

$$\begin{aligned} \Lambda(t) &= \text{abatement-cost functie (abatement costs as fraction of world output)} \\ &= \pi(t)\theta_1(t)\mu(t)^{\theta_2} \end{aligned} \quad (A.6)$$

met $\theta_1(t)$ en θ_2 = parameters van de schadefunctie
 $\mu(t)$ = emissions-control/reduction rate
 $\pi(t)$ = participation cost markup (abatement cost with incomplete participation as fraction of abatementcost with complete participation)

$A(t)$ = totale factorproductiviteit (productiviteitseenheden)

$K(t)$ = capital stock (in trilljoen 2005 dollars)

$L(t)$ = populatie en arbeidsinputs (in miljoen)

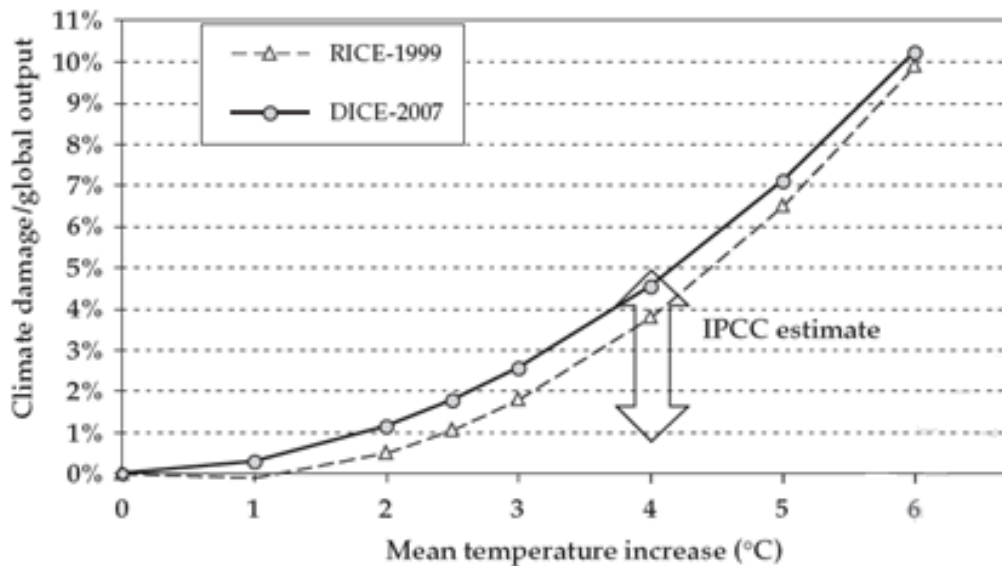
γ = elasticiteit van de output per capita

De abatement-cost functie (A.6) is zeer convex, waardoor de marginale kost van reducties meer dan lineair stijgt naarmate de graad van reductie toeneemt. In deze vergelijking is de "*backstop technology*" opgenomen, zodat de marginale kost van abatement bij een emissiecontrole-percentages van 100%, gelijk is aan de "*backstop*" prijs voor elk jaar. De *backstop technology* is een technologie die alle carbon brandstoffen volledig zou kunnen vervangen. De *backstop* prijs zal eerst zeer hoog liggen en dalen naarmate meer koolstof-besparende technologieën ontwikkeld worden. In dit model ligt de prijs rond 1200 dollar per ton koolstof en zal naar 950 dollar dalen tegen 2100. Deze prijs is de marginale kost om de laatste eenheid koolstof te reduceren. (Nordhaus, 2008)

De schadefunctie A.5 gaat ervan uit dat de schade proportioneel is ten opzichte van de wereldoutput. Het is de vergelijking die waarschijnlijk het meest onzeker is, aangezien de

tekorten aan informatie op wetenschappelijk niveau. Op onderstaande grafiek zien we de vergelijking tussen de *damage function* (A.5) van het DICE-2007 model en deze van het RICE 1999 model. Het is duidelijk dat naarmate de gemiddelde temperatuur sneller stijgt, de klimaatschade (ten opzichte van de globale output) sterker dan lineair toeneemt. De IPCC schatting voorspelt dat bij een temperatuurstoename van 4 graden, de schade 1 tot 5% van de globale output zal bedragen.

Figuur 16: Damage function: DICE-2007 Model



Bron: Nordhaus 2008

Verder toont onderstaande functie (A.7) hoe de netto output van goederen en diensten, netto abatement en schade ook gedefinieerd kan worden als de som van consumptie van goederen en diensten en investeringen.

$$Q(t) = C(t) + I(t) \quad (A.7)$$

= consumptie van goederen en diensten + investeringen (beide in triljoenen 2005 dollars)

De consumptie van goederen en diensten per capita (uitgedrukt in dollars per persoon) kan afgeleid worden uit onderstaande formule (A.8). De kapitaal stock (in triljoenen US dollars van 2005) wordt in formule A.9 vastgelegd.

$$c(t) = \frac{C(t)}{L(t)} \quad (A.8)$$

= consumptie van goederen en diensten in triljoenen 2005 US dollars / populatie en arbeidsinput (in miljoenen)

$$K(t) = I(t) + (1 - \delta_K) K(t-1) \quad (A.9)$$

*= investeringen + (1- depreciatieratio van kapitaal per periode) * kapitaal stock van het voorgaande jaar*

De emissievergelijking van de ongecontroleerde industriële CO₂ wordt bepaald door het level van carbonintensiteit $\sigma(t)$ te vermenigvuldigen met de wereldoutput. Actuele emissies worden natuurlijk gereduceerd door de emissiereductie ratio $\mu(t)$. Dit is terug te vinden in vergelijking A.10.

$$E_{ind}(t) = \sigma(t) [1 - \mu(t)] A(t) K(t)^\gamma L(t)^{(1-\gamma)} \quad (A.10)$$

Vervolgens is er een limiet aan de consumptie van fossiele brandstoffen (CCum, in miljarden ton koolstof), die in onderstaande vergelijking terug te vinden is.

$$CCum \leq \sum_{t=0}^{Tmax} E_{ind}(t) \quad (A.11)$$

C. Geografische vergelijkingen

Er zijn natuurlijk ook vergelijkingen nodig die de economische activiteit en de broeikasgasemissies linken aan de koolstofkringloop, de *radiative forcings* (stralingsforcering) en klimaatverandering. Deze relaties zijn zeer complex maar worden door Nordhaus omgevormd tot simpele vergelijkingen waardoor het mogelijk wordt om het DICE-model te vormen (Nordhaus 2008).

Allereerst is er de vergelijking die een link legt tussen de economische activiteit en de broeikasgasemissies (A.12). De totale koolstofemissies worden onderverdeeld in koolstofemissies door gebruik van land en van industrie. Van alle broeikasgassen is de industriële CO₂ emissie de enige die in het DICE-model als endogene variabele wordt beschouwd. De anderen worden exogeen bepaald.

$$E(t) = E_{ind}(t) + E_{Land}(t) \quad (A.12)$$

Verder zijn er ook enkele vergelijkingen opgenomen voor de werking van de koolstofcyclus. Er zijn drie soorten reservoirs waar koolstof kan opgeslagen worden: de atmosfeer, het bovenste deel van de oceaan (*upper ocean*) en de diepe oceaan (*deep ocean*). Volgende vergelijkingen hebben het achtereenvolgens over de massa van koolstof in de atmosfeer, de *upper oceans*, de *lower oceans*.

$$M_{AT}(t) = E(t) + \phi_{11} M_{AT}(t-1) + \phi_{21} M_{UP}(t-1) \quad (A.13)$$

$$M_{UP}(t) = \phi_{12} M_{AT}(t-1) + \phi_{22} M_{UP}(t-1) + \phi_{32} M_{LO}(t-1) \quad (A.14)$$

$$M_{LO}(t) = \emptyset_{23}M_{UP}(t-1) + \emptyset_{33}M_{LO}(t-1) \quad (A.15)$$

Waarbij $\emptyset_{11}, \emptyset_{12}, \emptyset_{21}, \emptyset_{22}, \emptyset_{23}, \emptyset_{32}, \emptyset_{33}$ de verschillende parameters van de koolstofcyclus voorstellen, namelijk de stromen per periode.

Vervolgens moet de relatie tussen de toename van broeikasgassen en de klimaatsveranderingen in vergelijkingen worden vastgelegd. Daar dit in realiteit een zeer complexe en onzekere materie is, kunnen de vergelijkingen in het DICE-model als simplistisch worden beschouwd. Toename van broeikasgassen doet de *radiative forcing* toenemen waardoor de temperatuur op aarde stijgt. Dit wordt in vergelijking A.16 weergegeven.

$$F(t) = \eta \left\{ \log_2 \left[\frac{M_{AT}(t)}{M_{AT}(1750)} \right] \right\} + F_{EX}(t) \quad (A.16)$$

Waarbij: $F(t)$ = totale radiative forcing
 η = temperatuur-forcing parameter ($^{\circ}\text{C}$ per watt/ m^2)
 $F_{EX}(t)$ = exogene radiative forcing (watt/ m^2)
 $M_{AT}(t)$ = massa koolstof in reservoir atmosfeer

De hogere radiative forcing warmt de atmosfeer op, die op zijn beurt het bovenste deel van de oceaan opwarmt, waardoor ook de diepe oceaan geleidelijk aan een temperatuurstijging kent.

$$T_{AT}(t) = T_{AT}(t-1) + \xi_1\{F(t) - \xi_2T_{AT}(t-1) - \xi_3[T_{AT}(t-1) - T_{LO}(t-1)]\} \quad (A.17)$$

$$T_{LO}(t) = T_{LO}(t-1) + \xi_4\{T_{AT}(t-1) - T_{LO}(t-1)\} \quad (A.18)$$

Waarbij: $T_{AT}(t)$ = globale gemiddelde oppervlakte temperatuur
 $T_{LO}(t)$ = globale gemiddelde temperatuur in lagere oceaanelagen
 $\xi_1, \xi_2, \xi_3, \xi_4$ = parameters van klimaatvergelijkingen (stromen per periode)

$$\pi(t) = \varphi(t)^{1-\theta_2} \quad (A.19)$$

Waarbij: $\pi(t)$ = participatie kost markup (abatement kost met incomplete participatie als een fractie van de abatement kost met complete participatie)
 $\varphi(t)$ = participatiegraad (fractie van emissies in beleid)
 θ_2 = parameter van de abatement kostenfunctie

3.3.3 UITWERKING VAN HET DICE-MODEL

De externe economische en geografische gegevens haalt Nordhaus uit recente gegevens van de Wereldbank, het *US Energy Information Agency*, the *Carbon Dioxide Information Analysis Center*, IPCC-rapporten, het IMF, *Hadley Center* enzoverder.

Er werden gegevens verzameld van twaalf regio's in de wereld (met name: Verenigde Staten van Amerika, Europese Unie, andere hoge inkomenslanden, Rusland, Oost Europa en de niet Russische voormalige Sovjet Unie, Japan, China, India, het Midden Oosten, Sub-Saharisch Afrika, Latijns Amerika en andere Aziatische landen). In totaal zijn er gegevens van de 71 grootste landen van de wereld opgenomen, waardoor deze studie 97 percent van de totale emissies omvat, 94 percent van de wereldoutput en 86 percent van de totale populatie (Nordhaus, 2008).

De resultaten van het DICE-model worden in volgend hoofdstuk overlopen. Daar worden de resultaten van verschillende klimaatmaatregelen vergeleken en wordt er gekeken hoe het gesteld is met de effectiviteit en efficiëntie van het Kyoto Protocol.

3.3.4 KOSTEN VAN NON-PARTICIPATIE

Aangezien klimaatverandering een publiek goed is, zou iedereen in de wereld er dezelfde prijs voor moeten betalen (Nordhaus, 2009). Het probleem is echter dat de incentives om deel te nemen aan milieuprojecten verschillen tussen landen naargelang schadeperceptie, inkomensniveaus, politieke structuren, milieunormen en landsoppervlakte (Nordhaus, 2009). Zo zal Rusland bijvoorbeeld voordelen halen uit een beperkte opwarming van de aarde, terwijl andere landen verwoest zullen worden (Nordhaus, 2009). In het verdrag van Kyoto zijn er daarom verschillen in verantwoordelijkheden in emissiereductie vastgelegd. Zo wordt er een onderscheid gemaakt tussen Annex I landen met bindende regels en non-Annex I landen zonder bindende verplichtingen. Verder zijn er ook landen die extra strenge maatregelen getroffen hebben, zoals bijvoorbeeld de EU-landen. Tot slot beslist sommige landen niet deel te nemen aan het Kyoto-verdrag. Dit alles leidt tot een lage participatie, wat het hele systeem inefficiënt maakt.

Universele participatie is een van de belangrijkste onderdelen van een efficiënt globaal klimaatbeleid omwille van de hoge kost voor non-participatie. Nordhaus verklaart dit door de structuur van de *abatement costs* (bestrijdingskosten): de marginale kost voor de initiële reducties van broeikasgassen is zeer laag, maar deze kosten stijgen zeer sterk bij hogere reducties.

De extra kosten die de non-participatie met zich meebrengt, probeert Nordhaus te schatten met behulp van de gegevens van het DICE-model. Hij vertrekt van de *abatement*-kosten functie wanneer alle landen participeren. In onderstaande formule wordt duidelijk dat bij volledige participatie de geagreerde *abatement*-kostenfunctie gelijk is aan deze kostenfunctie van de participerende landen (aangezien de participatie 100% is).

$$\Psi(t) = \Psi^p(t) = Q(t) \theta_1(t) \mu(t)^{\theta_2} = Q^p(t) \theta_1(t) \mu^p(t)^{\theta_2}$$

Waarbij $\Psi(t)$ = de geagreerde *abatement*kost
 $\Psi^p(t)$ = de *abatement*kost van participerende landen
 $Q(t)$ = de globale output
 $Q^p(t)$ = output van de participerende landen
 $\mu(t)$ = controleratio
 $\mu^p(t)$ = controleratio van de participerende landen
 $\theta_1(t)$ en θ_2 = parameters van de *abatement* kostenfunctie

De controleratio $\mu(t)$ kan gevormd worden door de controle ratio van de participerende landen te vermenigvuldigen met de participatieratio (fractie van emissies dat opgenomen is in alternatief) $\phi(t)$ zodat: $\mu(t) = \mu^p(t) \phi(t)$. De landen die participeren hebben samen een fractie van uitstoot die gelijk is aan $\phi(t)$. Vervolgens kan de output van de participerende landen $Q^p(t)$ herschreven worden als de vermenigvuldiging van de totale output met de participatieratio zodat: $Q^p(t) = Q(t) \phi(t)$.

Wanneer we deze bovenstaande formules invullen in de *abatement*-kosten functie hierboven krijgen we de functie:

$$\Psi(t) = Q^p(t) \theta_1(t) \mu^p(t)^{\theta_2} = \{Q(t) \phi(t)\} \theta_1(t) \left\{ \frac{\mu(t)}{\phi(t)} \right\}^{\theta_2} = Q(t) \theta_1(t) \mu(t)^{\theta_2} \phi(t)^{1-\theta_2}$$

Wanneer we deze laatste functie vergelijken met de complete participatiefunctie bij volledige participatie ($Q(t) \theta_1(t) \mu(t)^{\theta_2}$), zien we dat de *abatement*-kosten bij incomplete participatie verhoogd worden met factor $\phi(t)^{1-\theta_2}$. Deze factor krijgt de benaming participatie-kost markup, afgekort met symbool $\pi(t)$.

Wanneer de participatiegraad 66 % bedraagt van de globale CO₂-emissies dan zal de kost van onvolledige participatie 2,1 keer groter zijn dan de kost met volledige participatie. Deze 2,1 is dus de participatie-kost markup. Om dit te berekenen werd de parameter θ_2 op een waarde van 2,8 geschat zodat $\phi(t)^{1-\theta_2} = 0,66^{(1-2,8)} = 2,1$. Bij een participatiegraad van 33% zal de kost van de emissiereductie 7,4 keer groter zijn dan bij

volledige participatie. Dit toont aan dat een hoge participatie zorgt voor een efficiënter milieubeleid. Aangezien de participatiegraad van het huidige Kyoto Protocol op 33% wordt geschat, kunnen we concluderen dat niet als een optimaal beleid bestempeld kan worden.

Wanneer enkel de vijf grootste CO₂-uitstoters⁷ (ongeveer 53% van de totale uitstoot) zouden participeren zou de participatie-kost markup ongeveer 3,16 bedragen. Dus de klimaatinspanningen die geleverd moeten worden zouden ongeveer 3 keer meer kosten dan bij volledige participatie.

Dit toont aan dat een hoge graad van participatie belangrijk is om een globale emissiereductie op een efficiënte manier te laten verlopen.

⁷ VS, China, Rusland, India en Duitsland

4 ANDERE BENADERINGEN NAAST HET “CAP-AND-TRADE”-MODEL

4.1 WELKE MILIEUOPTIES BESTAAN ER VOOR INTERNATIONALE SAMENWERKING

- *Volledig zero koolstof technologieën*

Deze technologieën kosten momenteel nog te veel en zijn ook nog niet op punt. Dit maakt deze optie op dit moment onhaalbaar.

- *Baseline case*

Wanneer er geen acties ondernomen worden en dus geen uitstootreducties worden ingevoerd, spreken we van de basisoptie. Dit kan gezien worden als de nuloptie.

- *Carbon taks = prijs-type approach*

Vanuit het economische standpunt van Nordhaus (2008) wordt CO₂-uitstoot gezien als een negatieve externaliteit. Dit is een marktfaling waarbij de marktprijs te laag is ten opzichte van de totale sociale kosten. Bij de sociale kost van koolstofuitstoot wordt er wel rekening gehouden met alle negatieve effecten op derden vandaag en in de toekomst. De actuele kosten die geassocieerd zijn met de impact van een extra eenheid (ton) van broeikasgasuitstoot zullen dus de marktprijs automatisch mee bepalen.

Er zou dus een marktprijs voor koolstof moeten zijn die het gebruik van de fossiele brandstoffen en de negatieve uitstooteffecten weergeeft. Dat gebeurt volgens Nordhaus best met een “Carbon taks”, een belasting op de aankoop van koolstofeenheden. Een van de belangrijkste vereisten is dat de marginale kost van uitstootreductie over alle sectoren en landen gelijk moet zijn. Er wordt gestreefd naar een universele koolstofbelasting waarbij geen gefavoriseerde of uitgesloten landen zijn.

- *Cap-and-trade model = quantity-type approach*

Een ander alternatief is het *cap-and-trade*-systeem, dat onder andere bekend werd onder de vorm van het Kyoto Protocol. In een *cap-and-trade* systeem wordt de totale emissiehoeveelheid beperkt door een reglementering via een internationaal verdrag, waardoor de prijs van koolstof zal stijgen. Maar er bestaat in dit systeem de mogelijkheid om de rechten van uitstoot te verkopen aan anderen die de uitstoothoeveelheid overschrijden. Het voordeel hierbij is dat er rekening wordt gehouden met het feit dat sommige landen efficiënter en goedkoper uitstoot kunnen verlagen dan anderen. Brengt

emissiereductie hoge kosten mee voor een land, dan is het voordeliger om rechten over te kopen van landen die het op een goedkopere manier kunnen reduceren. Ook bij deze methode moeten alle landen en sectoren participeren om de efficiëntie te garanderen.

Dit laatste is nu net een van de problemen bij het *cap-and-trade*-systeem dat Nordhaus aankaart in zijn studies. Het Kyoto Protocol is geen efficiënte methode aangezien de prijzen van koolstof variëren over de verschillende landen. Zo zijn er relatieve hoge prijzen in Europa en zeer lage prijzen in de landen die niet deelnemen of geen verplichtingen kennen zoals de Verenigde Staten en de ontwikkelingslanden. Zelfs binnen een land zijn er veel sectorale verschillen die de efficiëntie van het systeem tegenwerken. Als gevolg van de vele non-participerende landen zal het optimale doel om klimaatschade te beperken, niet bereikt worden en al zeker niet aan de laagst mogelijke kost. Nordhaus stelt dat zelfs wanneer de Verenigde Staten toch zou participeren, er nog steeds een grote inefficiëntie zou zijn.

- *Cap-and-tax system*

Dit is een mengeling tussen de twee vorige systemen, waardoor enkele van de voordelen van zowel prijs- als kwantiteitssystemen gecombineerd kunnen worden. Zo worden kwantitatieve limieten gecombineerd met een koolsoftaks.

4.2 ENKELE OPTIES VERGELIJKEN MET HET DICE-MODEL

Nordhaus (2008) focust in zijn werk, "*a Question of a Balance*", op zeven verschillende hoofdopties: *baseline*, optimale beleid, dwingende klimaatregels met CO₂-limieten, dwingende klimaatregels met temperatuur-limieten, Kyoto Protocol, ambitieuze voorstellen en een lage-kost *backstop technology*. Deze opties zijn terug te vinden in onderstaande tabel.

Tabel: Alternatieve beleidsmaatregelen van het DICE-2007 model (Nordhaus, 2008)

1. <i>Baseline</i> : geen emissiecontrole voor de volgende 250 jaren
2. Optimaal beleid: emissies en koolstofprijzen op een optimaal niveau in de periode 2010-2019
3. Dwingende klimaatregels met CO ₂ -limieten: A. CO₂-concentratie van 420 ppm (1,5 x pre-industrieel niveau) B. CO₂-concentratie van 560 ppm (2 x pre-industrieel niveau) C. CO₂-concentratie van 700 ppm (2,5 x pre-industrieel niveau)
4. Dwingende klimaatregels met temperatuur-limieten:

A. Maximum temperatuurstijging van 1,5°C B. Maximum temperatuurstijging van 2°C C. Maximum temperatuurstijging van 2,5°C D. Maximum temperatuurstijging van 3°C
5. Kyoto Protocol: A. Originele Kyoto Protocol met alle annex I landen inclusief VS: in periode 2008-2012 B. Originele Kyoto Protocol met alle annex I landen uitgezonderd VS: in periode 2008-2012 C. Versterkt Kyoto Protocol
6. Ambitieuze voorstellen: A. Environmental discount rate (in de lijn van <i>the Stern Review</i>) B. Gore emissiereducties: leidt tot globale emissiereducties van 90% tegen 2050
7. Lage-kosten <i>Backstop Technology</i>

Enkele van deze opties hebben nog een korte toelichting nodig. Zo is het optimale beleid de best mogelijke keuze om emissies te reduceren, gegeven de economische, technologische en geografische geschatte waarden. Deze zeer optimistische optie met volledige participatie en inzet, dient eerder als vergelijkingsbasis voor de efficiëntie van de andere opties. De marginale kosten van emissiereductie van deze optie zijn steeds gelijk aan de marginale voordelen van schadereductie, waardoor de waarde van de netto economische consumptie gemaximaliseerd wordt (Nordhaus 2008). (zie ook figuur 14 en 15 in deel 3.2.3)

De optie waarbij het Kyoto Protocol in een versterkte versie van kracht gaat, veronderstelt dat elke regio, buiten Subsaharisch Afrika, significante reducties zal ondergaan tegen het midden van de 21^{ste} eeuw. Zo zal onder andere de VS toetreden in 2015 en China in 2020. Met deze optie wordt een emissiereductieratio van 40% nagestreefd tegen 2050.

De ambitieuze opties vragen een zeer sterke emissiereductie op korte termijn en zijn gebaseerd op de ideeën van Stern en Al Gore. De eerste optie probeert met zijn discontovoet van 1% voor klimaatinvesteringen (en 5,5% voor de overige investeringen), de invloed van discontering te achterhalen. Het door Al Gore geïnspireerde voorstel zorgt ervoor dat de globale emissiecontrole-ratio van 15% (in 2010) moet stijgen naar 90% in 2050 en dat het participatieniveau moet opgetrokken worden tot 100% tegen 2050 (Nordhaus, 2008).

De laatste optie die extra uitleg nodig heeft, is de *low-cost backstop technology* die alle huidige fossiele brandstoffen zou kunnen vervangen tegen een vrij lage kost.

4.3 RESULTATEN VAN DICE-MODEL

De volgende tabel toont de resultaten van de vergelijking van de opties die hierboven werden besproken. In de eerste twee kolommen worden de netto-economische impacts van de verschillende beleidsmogelijkheden ten opzichte van de *base-case* (250 jaren niets doen) weergegeven. De gegevens in beide kolommen liggen zeer dicht bij elkaar. Kolom 1 (*objective function*) meet het verschil tussen de actuele waarde van consumptie van de verschillende opties en de actuele waarde van consumptie van de basisoptie (in triljoenen 2005 dollars). Sommige opties zorgen voor een netto economische winst ten opzichte van de basisoptie, anderen zorgen voor een sterke daling. Uit de tabel kunnen we afleiden dat de meest strenge maatregelen, zoals temperatuurlimiet van 1,5° of CO₂-vermeerdering van 1,5 of de twee "ambitieuze voorstellen", een negatieve economische impact ten opzichte van de basiscase als gevolg hebben. In de tweede kolom (*abatement + damages*) vinden we de actuele waarde van de schade en *abatement* die net zoals kolom 1 vergeleken wordt met de basisoptie.

De derde kolom geeft de actuele waarde van schade van klimaatveranderingen weer, terwijl de vierde kolom de actuele waarde van de *abatement*-kosten toont. Wanneer we deze laatste twee kolommen optellen vormt dit de vijfde kolom met de netto actuele waarde van zowel de klimaatschade en de *abatement*-kosten. Logischerwijs zijn de kosten voor *abatement* hoger wanneer de schade kleiner is en omgekeerd. Wanneer we de cijfergegevens van de "Kyoto-opties" bestuderen, kan er vastgesteld worden dat de actuele waarde van de kosten van klimaatschade zeer hoog zijn ten opzichte van de kosten die er gedaan worden op het klimaatprobleem te verkleinen (bestrijdingskosten).

Vervolgens vinden we in de zesde kolom de sociale kost van koolstof van 2005 per optie. Deze sociale kost wordt door Nordhaus gedefinieerd als de extra schade veroorzaakt door een extra uitstoot van 1 ton koolstof, wat overeenkomt met de verdisconteerde waarde van een nutswijziging van consumptie in termen van huidige consumptie. Wanneer er geopteerd wordt voor de basisoptie, niets doen, dan schat Nordhaus deze sociale kost van koolstof op 28,1 dollar.

Verder vinden we in de volgende twee kolommen de gegevens van de koolsoftaks per optie in de jaren 2010 en 2100. Deze koolsoftaks of koolstofprijs komt overeen met de marktprijs voor koolstof of de taks die geheven wordt op uitstoot van koolstof. De optimale prijs wordt volgens Nordhaus bereikt wanneer de incrementele kosten van koolstofreductie met de incrementele baten van reductie van klimaatschade in balans zijn. Verder zullen de koolsoftaks en de sociale kost van koolstof in een optimaal beleid

gelijk moeten zijn. We merken op dat de koolstoftaks voor het huidige Kyoto Protocol wel zeer laag uitvallen ten opzichte van het optimale beleid.

De laatste twee kolommen geven de resultaten van het DICE-model van de globale temperatuursveranderingen in 2100 en 2200. Er zijn enkele opties die de temperatuurstijging lager dan 2°C kunnen houden tegen 2200. Dit zijn echter opties die zeer hoge kosten met zich meebrengen. Zo zijn er de opties naar de ideeën van Stern en Gore die de temperatuurstijging beperkt houden tot respectievelijk 1,27 en 1,58°C, maar hier hangt echter een zeer hoge *abatement*-kost aan vast. Aangezien deze opties vertaald worden in zeer strenge en vroegtijdige emissiereducties, zijn ze zeer kosteninefficiënt. Dit wordt grafisch weergegeven in figuur 18. Merk verder ook op dat de temperatuurstijging van de Kyoto-opties zullen leiden tot een sterke temperatuurstijging in 2200 die vergelijkbaar is met de deze in de *no-control* optie.

Figuur 17: Resultaten van DICE-Model Nordhaus

Run	Difference from Base		Present-Value Climate Damages	Present-Value Abatement Costs	Net Present-Value Abatement Costs Plus Climate Damages	Social Cost of Carbon	Carbon Tax		Global Temperature Change		
	Objective Function	Abatement Plus Damages					2005	2010	2100	2100	2200
(Trillions of 2005 U.S. \$)				(2005 U.S. \$ per Ton of Carbon)				(°C from 1900)			
<i>No controls</i>											
250-year delay	0.00	0.00	22.55	0.04	22.59	28.1	0.0	1.0	3.06	5.30	
50-year delay	2.34	2.14	18.85	1.60	20.45	27.8	0.0	203.6	2.72	3.52	
<i>Optimal</i>	3.37	3.07	17.31	2.20	19.52	27.3	33.8	202.4	2.61	3.45	
<i>concentration limits</i>											
Limit to 1.5 × CO ₂	-14.87	-14.60	9.95	27.24	37.19	144.0	189.7	761.2	1.61	1.78	
Limit to 2 × CO ₂	2.88	2.67	15.97	3.95	19.92	29.2	39.6	445.5	2.48	2.84	
Limit to 2.5 × CO ₂	3.37	3.08	17.31	2.20	19.51	27.3	37.1	202.4	2.61	3.45	
<i>Temperature limits</i>											
Limit to 1.5°C	-14.73	-14.44	9.95	27.08	37.03	106.5	140.8	899.1	1.50	1.50	
Limit to 2°C	-1.60	-1.80	13.09	11.30	24.39	45.3	60.2	863.4	2.00	2.00	
Limit to 2.5°C	2.27	1.99	15.32	5.28	20.60	31.3	42.2	539.5	2.41	2.50	
Limit to 3°C	3.24	3.02	16.67	2.90	19.57	27.9	37.9	256.7	2.57	2.99	
<i>Kyoto Protocol</i>											
Kyoto with United States	0.71	0.63	21.38	0.58	21.96	27.8	16.2	11.3	2.94	5.23	
Kyoto w/o United States	0.15	0.10	22.43	0.07	22.49	28.1	1.2	1.0	3.05	5.29	
Strengthened	1.00	0.71	16.01	5.87	21.88	27.1	36.2	321.8	2.39	3.26	
<i>Stern Review</i>											
discounting	-16.95	-14.18	9.02	27.74	36.77	23.9	305.2	948.9	1.52	1.27	
<i>Gore proposal</i>	-21.66	-21.36	10.05	33.90	43.96	27.8	56.1	865.2	1.49	1.58	
<i>Low-cost backstop</i>	17.19	17.19	4.92	0.48	5.40	19.0	4.9	4.1	0.90	0.83	

Figuur 18: Incrementele *abatement*-kosten en schade ten opzichte van de basisoptie en de Benifit-Cost Ratio van de verschillende opties

Policy	Benefits (Reduced Damages)	Abatement Costs	Benefit-Cost Ratio
	(Trillions of 2005 U.S. \$)		
<i>50-year delay</i>	3.69	1.55	2.4
<i>Optimal</i>	5.23	2.16	2.4
<i>Concentration limits</i>			
Limit to $1.5 \times \text{CO}_2$	12.60	27.20	0.5
Limit to $2 \times \text{CO}_2$	6.57	3.90	1.7
Limit to $2.5 \times \text{CO}_2$	5.24	2.16	2.4
<i>Temperature limits</i>			
Limit to 1.5°C	12.60	27.03	0.5
Limit to 2°C	9.45	11.25	0.8
Limit to 2.5°C	7.22	5.24	1.4
Limit to 3°C	5.88	2.86	2.1
<i>Kyoto Protocol</i>			
Kyoto with United States	1.17	0.54	2.2
Kyoto w/o United States	0.12	0.02	5.0
Strengthened	6.54	5.82	1.1
<i>Stern Review discounting</i>	13.53	27.70	0.5
<i>Gore proposal</i>	12.50	33.86	0.4
<i>Low-cost backstop</i>	17.63	0.44	39.9

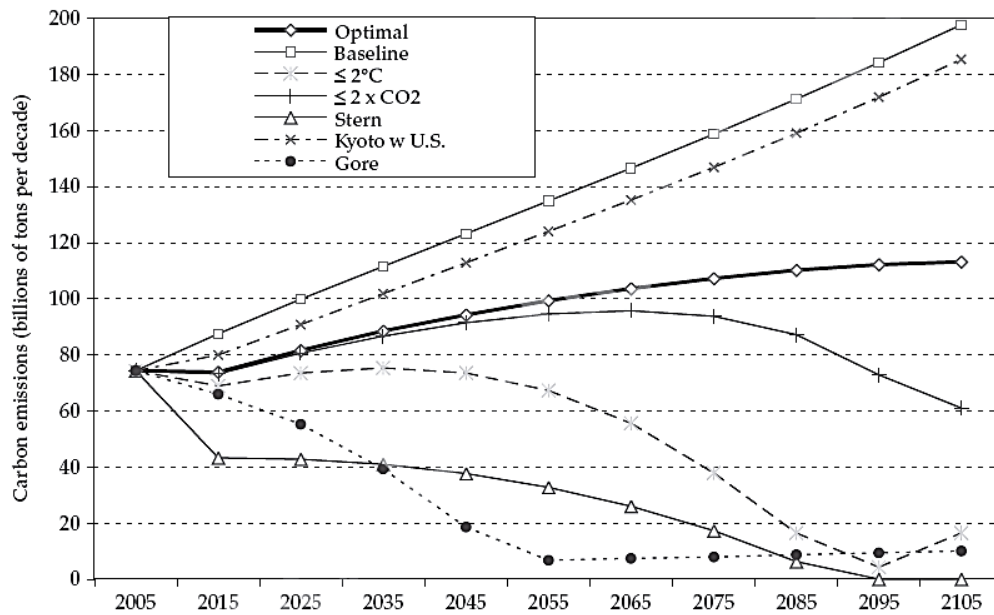
Note: The numbers are differences from the baseline case of no controls.

Bron: Nordhaus (2008)

In bovenstaande tabel vinden we voor elke optie de incrementele kosten van *abatement* en de baten van gereduceerde schade ten opzichte van de basisoptie. In de laatste kolom is er ook een baten-kosten ratio terug te vinden. Deze moet groter dan 1 zijn om een positieve netto economische waarde te hebben ten opzichte van de basisoptie. In de tabel wordt dus duidelijk dat de meest strenge maatregelen, die op zeer korte termijn resultaten willen boeken, hier slecht scoren. Ze zorgen voor een sterke reductie van schade (hoge baten), maar de kosten die hieraan verbonden zijn, maken deze optie niet efficiënt.

Verder is het zeer interessant om de verschillende opties te vergelijken op vlak van globale emissiereducties van CO_2 per decennia. Dit wordt grafisch weergegeven in figuur 19. De zeer strenge beleidsopties vragen een onmiddellijke sterke daling van emissies, terwijl de meer efficiëntere opties nog een lichte stijging toelaten. Wanneer we de Kyoto-optie vergelijken met de optimale optie, zien we duidelijk dat deze ondermaats presteert op vlak van CO_2 -reductie.

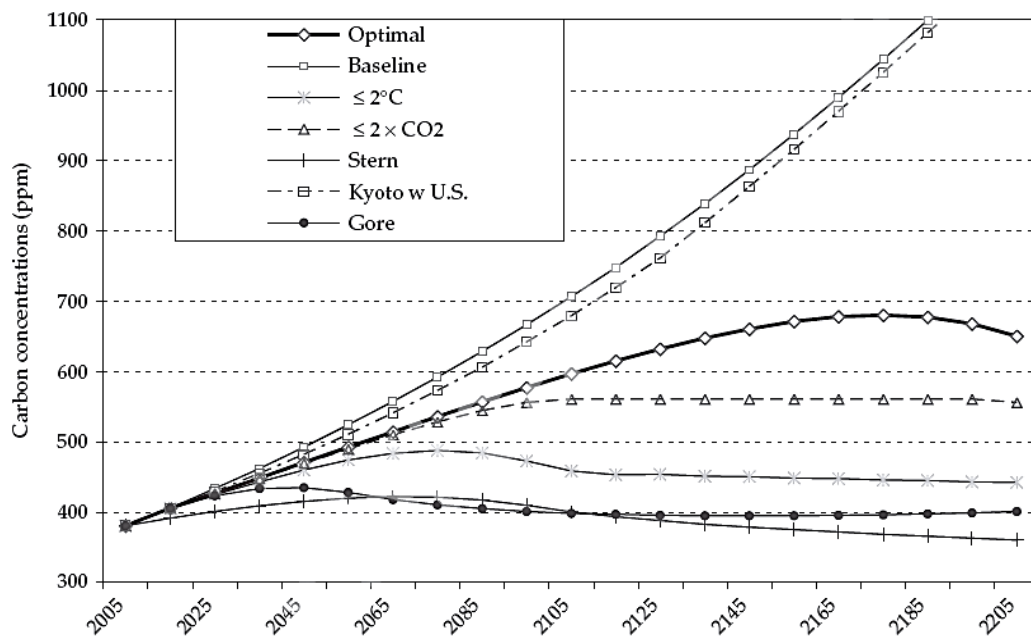
Figuur 19: Globale emissies van industriële CO₂ per optie (Nordhaus, 2008)



Bron: Nordhaus (2008)

Ook de voorspellingen van de CO₂-concentraties in onderstaande figuur tonen een zeer negatief beeld van de doeltreffendheid van de Kyoto-optie. In 2005 bedroeg de CO₂-concentratie ongeveer 380 ppm en zou in 2100 naar 686 ppm stijgen wanneer er geen extra maatregelen genomen worden (basisscenario).

Figuur 20: CO₂-concentraties in de atmosfeer per optie (Nordhaus, 2008)



Bron: Nordhaus (2008)

4.4 CARBON TAKS SYSTEEM

Aangezien de matige prestaties van het “*cap-and-trade*”-systeem, stelt Nordhaus een ander systeem voor dat volgens hem wel significante emissiereducties kan bereiken, namelijk een geharmoniseerde globale koolstofprijs (2008, 2011). Deze koolsoftaks zou een consistent signaal sturen naar zowel de regeringen, bedrijven, investeerders als de individuele consumenten over alle landgrenzen heen (Nordhaus, 2011).

Aangezien koolstofemissies een negatieve externaliteit zijn, waardoor marktfaling ontstaat, zou het verhogen van de marktprijs voor koolstofgebruik dichter aanleunen bij de werkelijke sociale kost van koolstof. Door de verhoging van de prijs zouden vier mechanismen ervoor zorgen dat reductie tot stand zal komen (Nordhaus, 2011). Ten eerste zouden, volgens Nordhaus, consumenten meteen opmerken welke goederen en diensten koolstofintensief zijn. Ook producenten zouden makkelijker een onderscheid kunnen maken tussen de koolstofuitstoot van inputs. Verder worden investeerders door de hogere koolstofprijs gestimuleerd om lage koolstofproducten en nieuwe technologieën te ontwikkelen. Ten slotte brengt het systeem de nodige informatie naar de drie marktparticipanten die hierboven werden vermeld. Zo wordt een “koolstof voetafdruk” meteen zichtbaar in de prijs van de goederen en diensten (Nordhaus, 2008).

Nordhaus (2011) benadrukt dat de marktimperfecties niet volledig zullen verdwijnen door de koolsoftaks, maar een uniforme prijsstijging is een noodzakelijke voorwaarde om een efficiënt milieubeleid te creëren dat een impact heeft op alledaagse beslissingen over heel de wereld.

Nordhaus (2008) schat de optimale koolsoftaks met behulp van zijn DICE-model op 27 dollar per metrische ton in 2005 in prijzen van 2005. Dit komt overeen met een prijs van 7,4 dollar per (metrische) ton CO₂. Bij deze optimale koolsoftaks zouden de incrementele kosten voor koolstofreducties in balans zijn met de incrementele baten van de gereduceerde klimaatschade. Aangezien verwacht wordt dat deze schade in de komende decennia sterk zal stijgen, zullen de optimale koolstofprijzen mee in de hoogte evolueren aan een reëel percentage van twee tot drie percent per jaar (Nordhaus 2008).

Andere auteurs stellen een hogere taks voor, zoals bijvoorbeeld 15 dollar per ton CO₂ (oftewel 55 dollar per ton koolstof) (Mitic, 2007) of zelfs een prijs van 18 dollar per ton CO₂ (Palsev et al., 2007).

4.5 VOORDELEN EN NADELEN VAN CARBON TAKS EN HET BESTAANDE KYOTOSYSTEEM

4.5.1 VOORDELEN CARBON TAKS

- Gemakkelijker en flexibeler de economische kosten en baten van uitstootreducties integreren (Nordhaus, 2008);
- Veel eenvoudiger, transparanter systeem (Nordhaus, 2008);
- Administratief goedkoper, omdat het gekoppeld kan worden aan het bestaande belastingsysteem van een land (Eyckmans, 2010);
- De meeste landen hebben reeds ervaring met belastingsystemen, waardoor implementatie van een koolstoftaks niet voor vele problemen zal zorgen (Nordhaus, 2011);
- Minder hoge volatiliteit in de marktprijs van koolstof dan *cap-and-trade* systeem (Nordhaus, 2008);
- Staat het publiek toe om de opbrengsten van de restricties gemakkelijker te innen dan bij een kwantitatieve benadering. Daarom zal een *price-type approach* gezien worden als eerlijker. Met deze opbrengsten kan dan geïnvesteerd worden in R&D, in hulp voor armere landen enzoverder... (Nordhaus, 2008);
- Economische efficiëntie zal verhogen aangezien landen sterk zullen zoeken naar nieuwe technieken om met minder vervuilende middelen te werken;
- Minder kans voor corruptie dan bij een kwantitatief limiet systeem, want creëert geen schaarste waarbij *rent-seeking* gedrag wordt aangemoedigd (Nordhaus, 2008);
- Het is gemakkelijk dat er geen specifieke hoeveelheidsbeperking bepaald moet worden. Deze beperking vastleggen is namelijk zeer moeilijk aangezien wetenschappers geconfronteerd worden met onzekerheden over de gevolgen van het klimaatbeleid en onzekerheid over de toekomst.

4.5.2 NADELEN CARBON TAKS

- Sturen niet naar een bepaalde specifieke klimaatdoelstelling (vb: maximum CO₂ uitstoot of een globale maximumtemperatuur). Ze zullen dus misschien niet de juiste resultaten behalen om klimaatverandering te beperken. (Nordhaus, 2008);
- Wanneer niet alle landen participeren is er te weinig impact op emissieniveau en op de opwarming van de aarde;

- Discussie over de hoogte van de koolstoftaks. De prijs moet hoog genoeg zijn om gevaarlijke klimaatveranderingen te verhinderen;
- Taksen zijn niet geliefd bij de burgers;
- "*[...] there are serious political obstacles to establishing a level of tax sufficiently high to encourage energy efficiency, let alone to stimulate serious investments in innovation.*" (Prins & Rayner, 2007);
- Een uniforme prijs kan als oneerlijk worden gepercipieerd aangezien het ethische aspect verloren gaat wanneer ontwikkelingslanden even veel moeten betalen als geïndustrialiseerde landen. Zo worden de "onschuldige" landen benadeeld en de "schuldige" landen bevoordeeld (Clive Hamilton, 2009).

4.5.3 NADELEN KYOTOSYSTEEM

- Bij markt voor emissierechten: moeilijke vaststelling van het totale emissieniveau bij vertrek (Vanheusden & Van Hoorick 2011);
- "*The current approach embodied in the Kyoto Protocol will not accomplish the goals of slowing climate change – and, as currently designed, it is both economically inefficient and ineffective and should be supplemented or replaced*" (Nordhaus 2011);
- Hoge volatiliteit in de marktprijs van koolstof door de inelasticiteit van aanbod en vraag naar emissierechten (Nordhaus, 2011). Deze hoge volatiliteit brengt hoge economische kosten met zich mee en geven inconsistente signalen naar private investeerders;
- De doelstellingen moeten goed gekozen zijn, maar het is moeilijk te zeggen wat er in toekomst gaat gebeuren en wat de effecten hiervan op het milieu zijn. Hierdoor zal er grote discussie heersen;
- Te lage participatiegraad in de huidige versie;
- Slechts bindende regels voor de periode 2008-2012 (Nordhaus, 2011). Dus geen lange termijn doelstellingen;
- "*The protocol gives the impression that countries are taking effective action to reduce emissions, when they are not.*" (Gwyn Prins & Steve Rayner, 2008);
- "*[...] the Kyoto Protocol to the U.N. Framework Convention on Climate Change appears incapable of inducing significant participation and compliance.*" (Scott Barrett & Robert Stavins 2003).

4.5.4 VOORDELEN KYOTOSYSTEEM

- Er wordt een bindende limiet voor de hoeveelheid uitstoot vastgelegd. Dat brengt een zekerheid in totale hoeveelheid uitstoot in de toekomst (Eyckmans, 2010);
- Milieu komt op de eerste plaats;
- De volatiliteit van de koolstof prijs is hoger, maar de hoeveelheid uitstoot niet, terwijl dat laatste wel het geval is bij koolstofaks (Clive Hamilton, 2009).

4.6 MENINGEN VAN ANDERE MILIEUECONOMEN

4.6.1 KRITIEKEN OP NORDHAUS EN KYOTO PROTOCOL

Mikael Skou Andersen (1998) vindt dat het DICE-model van Nordhaus veel te simplistisch is en niet als enige evaluatiebasis mag dienen. Wel moet ik hier op aanmerken dat er in tussentijd heel wat aanpassingen en toevoegingen aan het model gebeurd zijn, waardoor het model accurater is geworden.

De **OESO** heeft ook al enkele studies gedaan over de effectiviteit van vele klimaatregelen zoals in *"The Economics of Climate Change Mitigation Policies and Options for Global Action beyond 2012 (2009)"*. De OESO benadrukt vaak het belang van internationale samenwerking zodat onderlinge internationale concurrentie wordt vermeden en dat er eerder een focus op lange termijn moet zijn bij de milieumaatregelen.

Stern (2006) vindt dat er meer stappen op internationaal vlak genomen moeten worden, aangezien hij de internationale samenwerking een essentiële voorwaarde vindt voor effectieve bescherming van het klimaat. Hij wijst erop dat het huidige Kyoto Protocol slechts afspraken maakt over een zeer korte periode, waardoor het effect op langere termijn twijfelachtig is. Hij vindt dat de rijkere landen meer inzet moeten tonen en dat de ontwikkelingslanden, die vaak een sterke groei van emissies kennen, ook betrokken moeten worden.

Volgens zijn berekeningen zullen we elk jaar minstens 5% van het globale BBP verliezen wanneer we niet meteen over gaan tot actie. Wanneer men een bredere range van risico's en impacts in rekening neemt, zal de schade zelfs tot 20% van het globale BBP kunnen oplopen. De kosten om de broeikasgassen actief te verminderen schat hij echter op ongeveer 1% van het globale BBP.

Joseph E. Aldy en Scott Barrett et al. (2003) beschrijven het Kyoto Protocol in de onderstaande tabel. De kritieken zijn gelijkaardig als deze van Nordhaus. Zo worden de milieuresultaten hier ook als zwak bestempeld, omdat het Kyoto Protocol zo gericht is op

korte termijn en er een zeer lage participatie is in combinatie met zwakke nalevingsregels. Ook de kosteneffectiviteit wordt door de hoge non-participatie als matig geklasseerd desondanks de flexibele mechanismen die de effectiviteit verhogen.

Figuur 21: Bespreking Kyoto Protocol

Alternative	Environmental Outcome	Dynamic Efficiency	Cost Effectiveness	Distributional Equity	Flexibility	Incentives for Participation and Compliance
Kyoto Protocol	Probably low, given short-term nature of commitments, and poor incentives for participation and compliance.	Requires reductions that are too large in short run, and silent on reductions required for long run.	Flexible mechanisms help cost effectiveness, but non-participation by key countries reduces cost effectiveness; CDM burdened by transactions costs.	Only industrial countries (ICs) face targets, but developing countries (DCs) help shape rules. DCs receive some adaptation assistance.	Emission ceilings are locked in, but only for five-year periods.	Incentives for participation and compliance are very weak.

Bron: Aldy, J. & Barrett, S. & Stavins, R. (2003)

4.6.2 BJØRN LOMBORG EN TEGENSTANDERS

In het **Copenhagen Consensus project** (2004), dat door Lomborg wordt georganiseerd, worden uiteenlopende beleidsmaatregelen om de welvaart te verbeteren, geanalyseerd. Zo werden beleidsopties omtrent klimaatverandering, educatie, ziektes enzoverder ingedeeld naargelang de resultaten van de projecten. Het Kyoto Protocol wordt in de studie op basis van kosten-batenbenadering geklasseerd als slecht project. Het panel van experts kwam tot de conclusie dat de kosten de baten overtroffen. Niet omdat ze het effect van *global warming* minimaliseren, maar omdat het Protocol zeer abrupt optreedt en zeer korte termijn gericht is en daardoor gewoon te duur is. Ook koolstoftaks-opties kwamen terecht in de categorie slechte projecten.

Bjørn Lomborg is een omstreden figuur, onder andere door zijn extreme standpunten omtrent klimaatverandering die indruisen tegen de milieu-activistische benaderingen. In zijn werk, "*The skeptical environmentalist*" (2001), verklaart hij dat we onze prioriteiten verkeerd leggen. Hij geeft toe dat opwarming van de aarde een probleem is (hoewel hij initieel *global warming* eerder als een mythe zag), maar benadrukt dat er in deze wereld veel grotere problemen zijn die meer aandacht verdienen. Zo wijst hij op problemen met drinkwatervoorziening, het sanitair, malaria enzoverder die veel kosteneffectiever zouden kunnen worden opgelost. Lomborg verdedigt in zijn werk de stelling dat in vele aspecten het milieu er beter op worden in plaats van verslechteren (Grubb, 2001). Hij lijkt te beweren dat de wereld zich niet teveel zorgen moet maken over het milieu. Lomborg vindt het Kyoto-verdrag met andere woorden geldverspilling. Het Kyoto Protocol ziet hij

niet als een goede manier om de problematiek op te lossen, mede door de poevere resultaten en de hoge kost (Steve Maich, 2005).

Zo als eerder werd vermeld, is Lomborg een zeer omstreden figuur waartegen vele kritieken geuit zijn. Zo raakte hij reeds in conflict met economen zoals Meadows, Malhlman, Gleick enzoverder. Ook werd hij door de "*Danish Committees on Scientific Dishonesty*" als wetenschappelijk oneerlijk bestempeld, maar deze beschuldiging werd later ingetrokken door het Deense ministerie van Wetenschap, Technologie en Innovatie (Knack, 2004).

Er zijn natuurlijk ook enkele wetenschappers die dezelfde visie delen met Lomborg. Zo verscheen reeds in 1981 het werk van Julian Lincoln Simon, "The ultimate resource". Later in 1995 schreef ook Gregg Easterbrook in hetzelfde genre, "A moment on the earth, the coming age of environmental optimism". Deze auteurs lieten stuk voor stuk uitschijnen dat de milieuproblematiek niet te serieus genomen moet worden en dat vele andere wetenschappers, Ngo's zich vergissen (Gleick, 2001).

Dennis Meadows heeft totaal andere opvattingen over de milieuproblematiek en dat is één van de redenen waardoor hij en Lomborg sterke kritiek leveren op elkaar. Meadows was in 1972 een van de medeauteurs van het boek "de grenzen aan de groei" dat de mensen waarschuwde voor de catastrofe die zou plaatsvinden wanneer het menselijk gedrag niet zou veranderen. Bij voortdurende groei verwachtten de auteurs dat de populatie en voedselproductie en industriële capaciteit binnen de honderd jaar zou ineenstorten, aangezien de energiebronnen niet even snel zouden groeien als de populaties. Verder vindt hij het Kyoto-verdrag niet de beste oplossing, maar is ervan overtuigd dat het positiever is dan niets doen. Hij duidt er in zijn werk ook steeds op dat er een lange termijnvisie nodig is omdat mensen te vaak gericht zijn op de nabije toekomst (Knack, 2004).

Deze twee voorgaande economen zijn natuurlijk twee extreme uitersten. Volgens mij is geen van beide denkwijzen dé juiste. Elk bevatten ze een bron van waarheid, maar ook ik zie niets doen niet echt als een optie. Het is te simpel om gewoonweg de markt zijn gang te laten gaan en te hopen dat het zichzelf stabiliseert. Het is daarentegen wel belangrijk dat de meest efficiënte en effectieve manier wordt gekozen om in te grijpen aangezien het geld dat in klimaatmaatregelen wordt gestoken, niet meer beschikbaar is voor andere domeinen.

Mahlman (2001) heeft het hoofdstuk *global warming* van het werk, *The Skeptical Environmentalist*, van Lomborg op zijn beurt kritisch geanalyseerd. Hij vindt heel wat

vertekeningen in de studie die de resultaten manipuleren, terwijl het net datgene is waar Lomborg "de groene jongens" van beschuldigd. *"Lomborg gives some scientifically dubious skeptics arguments an unearned degree of physical and statistical acceptance."* (Mahlman 2001). Verder haalt Mahlman uit naar de betrouwbaarheid van het werk van Lomborg: *"The sloppy misuse of climate theory, climate modeling, and climate data statistics leave me to conclude that the author has assembled the preceding sections with preconceived conclusions. This is not science, and it is also not statistics. I am left asking whether this part of the chapter was ever reviewed by either knowledgeable climate scientists or statisticians."* (Mahlman 2001). Lomborg argumenteert bijvoorbeeld correct dat bij het berekenen van het effect van CO₂-uitstoot op de temperatuur er vele onzekerheden zijn, maar hij beweert dan ook meteen zonder bewijs dat het effect van broeikasgassen op de temperatuur momenteel wordt overschat (Mahlman 2001). Verder ontdekte Mahlman dat vele niet-marktkosten zoals het uitsterven van bepaalde diersoorten, miserie in arme landen enzoverder, niet opgenomen zijn in zijn berekeningen. Mahlman gaat wel akkoord met het sceptisch benaderen van onbetrouwbare "Greenpeace wetenschap". Enkele voorspelde consequenties van klimaatopwarming moeten wel degelijk in vraag worden gesteld aangezien ze vaak niet wetenschappelijk gestaafd zijn.

Verder heeft **Peter Gleick** het werk *"The skeptical Environmentalist"* aan een kritische toetsing onderworpen. Gleick (2001) maakte een korte opsomming van enkele conceptuele fouten, misverstanden en data problemen die hij hierin gevonden heeft. Zo merkt hij enkele conceptuele verwarringen op waarbij het lijkt dat Lomborg niet over de nodige basiskennis van milieuwetenschappelijke concepten beschikt. Lomborg negeert bijvoorbeeld gewoonweg de interactie van ecosystemen en de gezondheid van mensen, die reeds bewezen is in voorgaande wetenschappelijke literatuur (Gleick 2001). Ook beschuldigd hij Lomborg van selectieve keuze van problemen die het best aansluiten bij zijn optimistische zienswijze. Zo heeft Lomborg het bijvoorbeeld niet over zeer plausibele risico's van klimaatverandering zoals: impact door overstromingen, impact op ecosystemen en op watervoorziening. Verder krijgt Lomborg kritiek over selectieve keuze van data, fout gebruik van data, misinterpretaties, generalisering, vertekend optimisme, verborgen waardenbeoordelingen enzoverder (Gleick, 2001).

Ten slotte wijst ook **Michael Grubb** (2001) op het feit dat Lomborg vaak selectief te werk gaat in het verzamelen van zijn gegevens, dat hij misleidt, niet correct interpreteert enzoverder.

5 WAT HINDERT EEN VERNIEUWING VAN HET KLIMAATVERDRAG EN KUNNEN DEZE PROBLEMEN VAN DE BAAN WORDEN GEWERKT?

5.1 INLEIDING

De laatste klimaatconferenties bleven zonder concrete oplossingen en konden niet echt succesvol genoemd worden. Er werd geen consensus bereikt tussen de vele landen die op deze top aanwezig waren. Ontwikkelingslanden willen geen bindende regels vastleggen uit schrik voor negatieve gevolgen voor hun opkomende groeiende economieën. Andere landen zien dit als oneerlijke concurrentie waardoor zij ook weigeren toe te treden. Zo wil de VS niet participeren zolang China niet mee afspraken vastlegt aangezien China ondertussen de VS in totale CO₂-uitstoot voorbij aan het steken is. Het lijkt er niet op dat de VS in de eerstkomende jaren zal toestemmen voor bindende vaste regels. Een vicieuze cirkel van economische en politieke factoren waar geen einde aan lijkt te komen.

Verder blijven er vraagtekens over de impact van de maatregelen op de economie, de kosten verbonden aan de strijd tegen klimaatsverandering, de timing van emissiereducties, de risico's voor onomkeerbare schade, de beleidsinstrumenten om de emissiereducties te behalen enzoverder, wat overleg tussen zoveel partijen er niet gemakkelijk op maakt (Nordhaus, 2011).

Ook de grote hoeveelheid participerende landen op klimaatbijeenkomsten maakt het moeilijk om een consensus te bereiken. Er is op vele vlakken een grote verscheidenheid tussen al deze landen: zowel op vlak van economische ontwikkeling, het culturele, sociale, politieke, kans op milieuschade, schuld aan milieuschade, belangrijkste economische sectoren waarin men actief is enzoverder. Vaak wordt daarom voorgesteld dat enkel de grootste wereldmachten zich in eerste instantie rond de tafel zetten, zodat onderhandeling gemakkelijker wordt.

Verder is ook het ethische aspect een sterk discussiepunt tijdens de internationale onderhandelingen. Ontwikkelingslanden die de gevolgen van de opwarming van de aarde het sterkst te verduren krijgen, hebben niet de middelen om zich hiertegen te verweren. En dit alles zonder dat ze een belangrijk aandeel in de emissie-uitstoot vertegenwoordigen. Dit werd reeds in het tweede hoofdstuk kort besproken.

Vervolgens is de effectiviteit en de efficiëntie van het Kyoto Protocol vaak een struikelblok. De wetenschappelijke literatuur hierover staat vol met kritiek op het huidige

systeem, zoals reeds gezien in vorige hoofdstukken. Ook de grote non-participatie staat mede aan de basis van deze ineffectiviteit en inefficiëntie.

Ook het *freerider*-probleem wordt aangekaart als hinderpaal voor het vastleggen van een nieuw verdrag inzake klimaatverandering. Ook het verschil tussen het globale en nationaal optimum zorgt voor problemen. Namelijk op wereldniveau zouden er grote voordelen aan internationale klimaatsamenwerking verbonden zijn, maar voor individuele landen kan deze kost van emissiebeperkingen soms groter zijn dan de baten van de vermeden schade (Eyckmans, 2010). Het nationale belang wordt geprefereerd boven het algemene, globale belang (Eyckmans, 2010).

Nordhaus stelt dat een geharmoniseerde globale prijs voor carbon de enige oplossing is voor al deze problemen. Dit kan volgens hem onder de vorm van een carbon taks zodat er significante reducties behaald kunnen worden omdat zowel de overheden, investeerders, bedrijven als de individuele consumenten over heel de wereld geprikkeld worden om uitstoot te reduceren.

Natuurlijk moeten we er rekening mee houden dat Nordhaus een Amerikaan is en met zijn eerste kosten-batenanalyses mede heeft bijgedragen tot de keuze van de Amerikaanse overheid om het Kyoto Protocol niet te ratificeren (Ayres, 2001). In de Verenigde Staten wordt er trouwens weinig geloof gehecht aan de doeltreffendheid van een zeer sterke regelgeving in verband met milieu. Ze geloven dat niet de regulering, maar wel de markt zelf moet leiden tot een vermindering van emissie, zoals bijvoorbeeld door de uniforme verhoogde koolstofprijs. Het ziet er dus naar uit dat een goedkeuring van de Verenigde Staten voor strenge bindende regels ook in de toekomst niet zal volgen (Nordhaus 2011). Toen president Obama werd verkozen waren er echter hoge verwachtingen op milieuvlak aangezien klimaatverandering in zijn campagne een belangrijk thema was (Eyckmans, 2010).

5.2 CONCURRENTIE

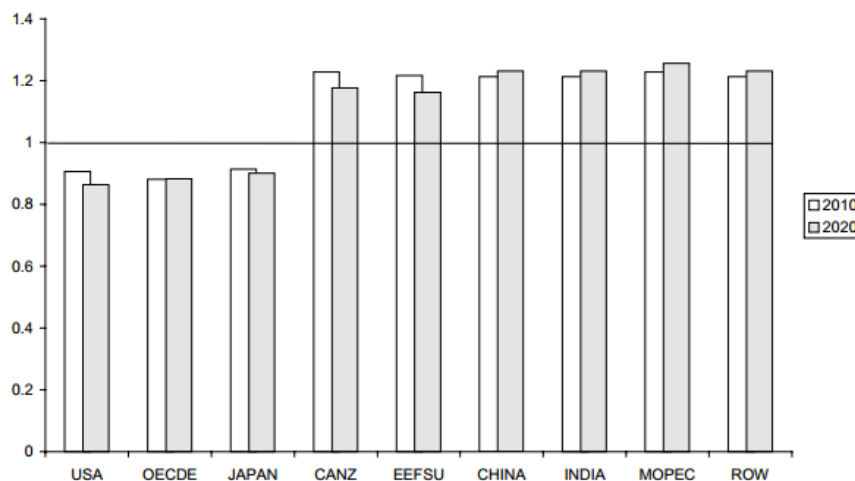
5.2.1 CONCURRENTIENADEEL

Vaak worden nadelige invloeden op de internationale concurrentie als een van de drijfveren gezien om niet te participeren in internationale regelgeving. Aangezien ontwikkelingslanden een veel minder strenge regulering handhaven, is het vaak moeilijk om als geïndustrialiseerd land tegen deze sterk groeiende landen op te boksen.

Manne en Richels (1998) hebben onderzoek gedaan naar de impact van het Kyoto Protocol op energie-intensieve sectoren, wanneer er geen specifieke regels zijn voor

landen buiten de annex I. Er wordt wel handel tussen energie-intensieve sectoren mogelijk gemaakt. Vervolgens vergelijken ze de impact van het Protocol op productie-consumptie ratio's in alle regio's. In onderstaande figuur zien we dat er omwille van het Kyoto Protocol concurrentienadeel kan ontstaan voor de regio's USA, OECD Europa en Japan. Zo kunnen er conflicten ontstaan omwille van oneerlijke concurrentie aangezien het Protocol zal leiden tot reducties in output en werkgelegenheid.

Figuur 22: Ratio's van binnenlandse Energie Intensieve Sectoren Productie ten opzichte van Consumptie (Kyoto Protocol)



Bron: Manne, A. & Richard, R. (1998)

5.2.2 COMPETITIEVE VOORDELEN VOOR LANDEN?

Vele studies, zoals deze van Porter & Kramer (2006), hebben reeds aangetoond dat er een positieve link kan zijn tussen Corporate Social Responsibility (CSR) en Competitive Advantage in bedrijven. CSR houdt in dat aandacht geschonken wordt aan de sociale en ecologische gevolgen door de activiteiten van het bedrijf zelf, zodat er op een maatschappelijk verantwoorde manier gewerkt wordt.

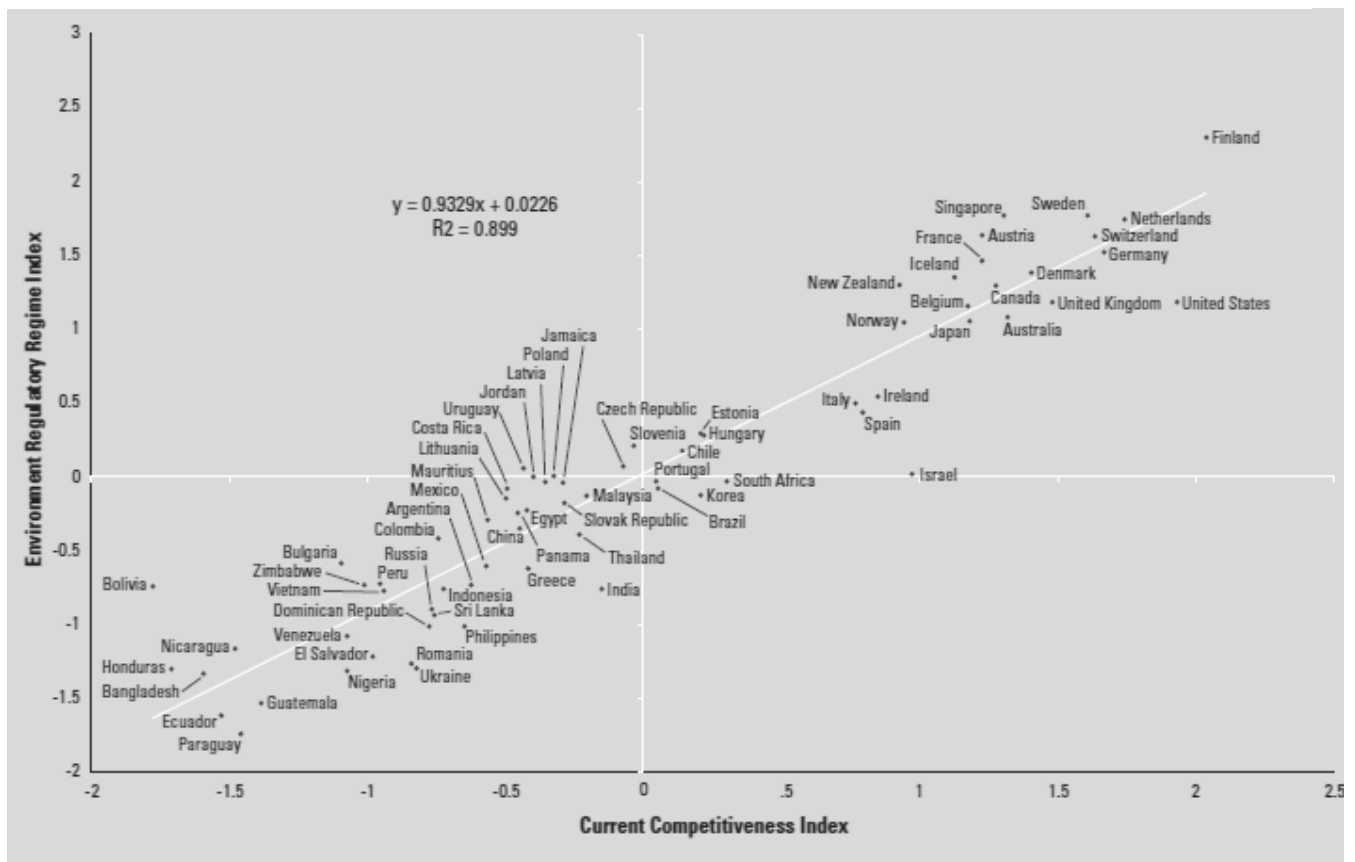
"CSR can be much more than a cost, a constraint, or a charitable deed – it can be a source of opportunity, innovation, and competitive advantage." (Porter & Kramer, 2006).

Zouden deze competitieve voordelen ook op nationaal niveau tot uiting kunnen komen? Esty en Porter concluderen in het "global competitiveness"-rapport van 2001-2002 alvast dat nationale regulering een indicator kan zijn voor de competitiviteit van deze landen. Esty en Porter (2002) wijzen op het feit dat meer en meer onderzoekers het ermee eens zijn dat economische competitiviteit en milieuprestaties verenigbaar zijn en elkaar zelfs

wederzijds versterken. De milieuprestaties zouden een positieve invloed hebben op de gezondheid en veiligheid van de inwoners, maar ook indirect op de capaciteiten van de landen om economische groei te ondersteunen. Zo zullen betere milieuprestaties bijvoorbeeld vaak leiden tot een hogere productiviteit, zodat meer met minder middelen bereikt kan worden.

Esty en Porter (2002) onderzochten empirisch of een strenger milieubeleid ten koste van de competitiviteit en economische ontwikkeling moet gaan. Zo vonden ze een significante correlatie tussen inkomen en milieuprestaties, het bewijs dat milieuprestaties variëren naargelang de kwaliteit van de milieuwetgeving en de ruimere economische en regelgevende context, een positieve correlatie tussen milieuprestaties en competitiviteit enzoverder. In onderstaande figuur zien we de laatst vermelde correlatie. Hoe hoger gerankt op de milieuregelgeving-index, hoe hoger in de huidige competitiviteits-index.

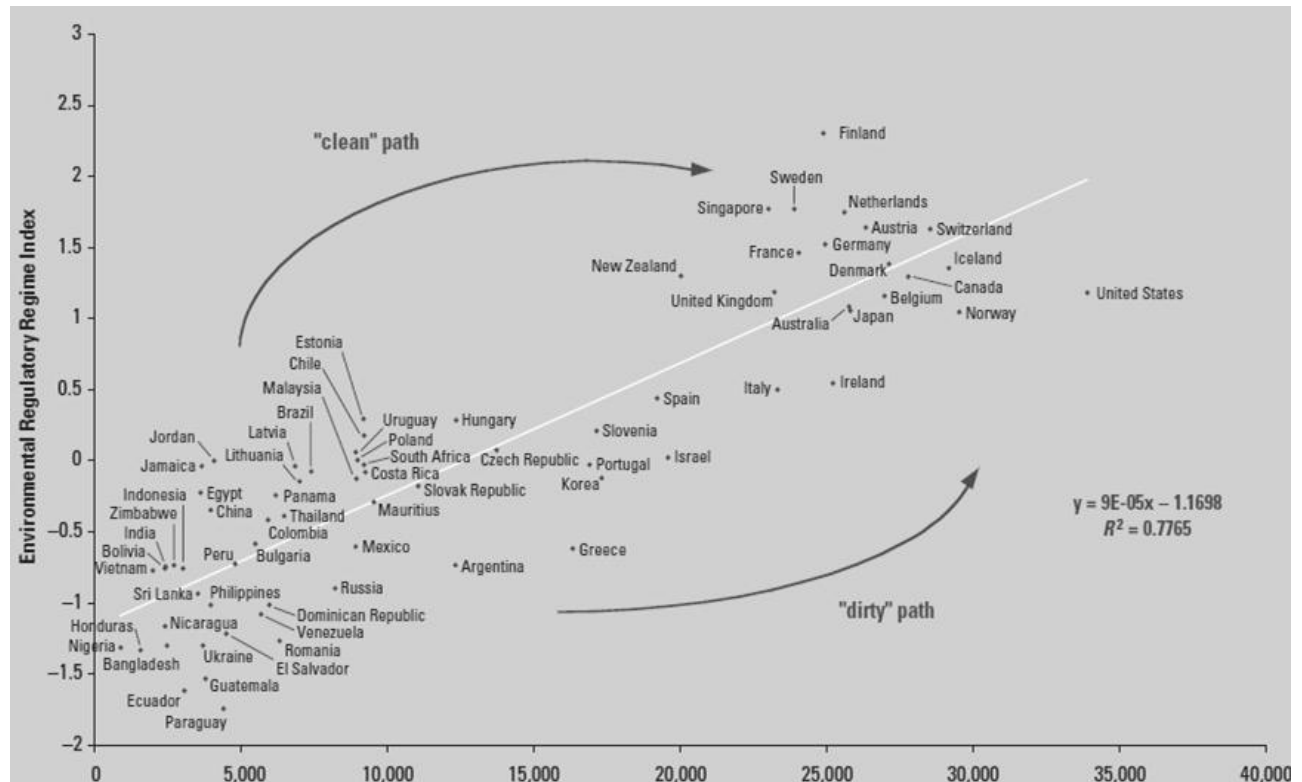
Figuur 23: Relatie tussen Environment Regulatory Regime Index en de Current Competitiveness Index



Bron: Esty & Porter (2002)

Ook de relatie tussen de milieuregelgeving-index en het bruto binnenlands product per capita is opvallend. Zo kunnen we duidelijk een "clean" path en een "dirty" path onderscheiden om het BBP per capita de hoogte in te krijgen. Dit wordt grafisch weergegeven in onderstaande figuur.

Figuur 24: Relatie tussen het milieuregelgevingsregime en het BBP per capita



Bron: Esty & Porter (2002)

De conclusies van Jaffee et al. (1995), in hun onderzoek naar de effecten van milieuregulering op de competitiviteit van Amerikaanse productiebedrijven, zijn minder uitgesproken. Ze vinden weinig bewijs in hun studie om te constateren dat milieuregulering een sterk negatief effect heeft op competitiviteit, maar wijzen wel op de lange termijnkosten die de regelgeving met zich meebrengt. Ze benadrukken verder dat kosten en baten van regelgeving moeten worden afgewogen ten opzichte van elkaar om zo de competitiviteit niet te schaden.

5.3 VERSCHILLEN TUSSEN LANDEN

5.3.1 VERSCHIL TUSSEN NATIONAAL OPTIMUM EN WERELDOPTIMUM

Johan Eyckmans en Henry Tulkens (2005) hebben onderzoek gedaan naar optimale en stabiele internationale klimaatovereenkomsten. Allereerst onderscheiden ze een nationaal optimum op vlak van klimaatbeleid, waarbij er een volledige afwezig is van coöperatie, van een wereldoptimum dat zeer globaal kijkt naar het klimaatbeleid. Een internationale klimaatovereenkomst zal volgens hen enkel ondertekend worden wanneer dit binnen het interesseveld van het eigen land ligt.

Een uitdaging voor internationale klimaatovereenkomsten is het publieke karakter van het "goed" klimaatbescherming of emissiereductie. Een van de kenmerken van een publiek goed is dat het niet mogelijk is om iemand uit te sluiten voor het genot of gebruik. Zo ontstaan er dus *freeriders* die zonder eigen inspanningen profiteren van een minder sterke klimaatverandering. Zo zal bijvoorbeeld Amerika meeprofiteren van de voordelen van het Kyoto Protocol zonder een eigen bijdrage te leveren om emissies terug te dringen.

Eyckmans en Tulkens (2005) illustreren met behulp van de speltheorie wat de optimale strategie zou zijn voor de Verenigde Staten van Amerika wanneer er slechts twee spelers op de "klimaatmarkt" zouden zijn. De nummers in de onderstaande figuur tonen de preferentie van de Verenigde Staten, hoe hoger hoe beter voor de VS. De meest geprefereerde situatie is voor hen wanneer ze niet ratificeren en toch van de voordelen van klimaatmaatregelen van de EU kunnen genieten. Dus de dominante strategie voor de VS is niet ratificeren aangezien dit de hoogste *payoff* met zich meebrengt, ongeacht wat de EU doet. Maar deze speltheorie concludeert dat er geen enkel land zal ratificeren.

Figuur 25: Speltheorie voor ratificatie

		European Union	
		Ratify	Not Ratify
United States of America	Ratify	3 World optimum	1 free riding by EU
	Not Ratify	4 free riding by USA	2 national optimum

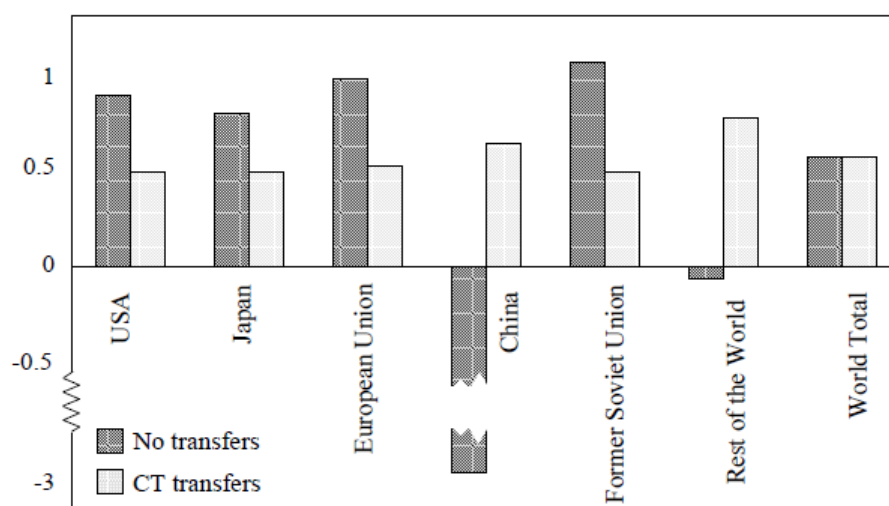
Bron: Eyckmans en Tulkens (2005)

Dit is volgens Eyckmans en Tulkens een veel te pessimistische conclusie, mede omdat de speltheorie veel te simpel is en slechts twee verschillende partijen in kaart brengt. Met deze speltheorie willen de auteurs vooral aantonen dat er een sterke incentive is om aan *freeriding* te doen.

Ook komen ze tot de conclusie dat een zeer grote overeenkomst tussen alle landen ter wereld waarschijnlijk onstabiel zal zijn omwille van het feit dat er voor enkele landen een kloof zal zijn tussen het nationale optimum en het wereldoptimum. Niet elk land zal winnen bij een optimaal globale klimaatovereenkomst terwijl er een positief effect is voor de wereld in zijn geheel, dit wordt in onderstaande figuur geïllustreerd.

In de tabel worden de winsten en verliezen van verschillende landen weergegeven wanneer er een wereldoptimum wordt nagestreefd. De verliezen ten opzichte van de nationale optimum-situatie worden in percentages uitgedrukt. Zo zien we dat de totale wereld zal winnen, maar dat China bijvoorbeeld sterk zal verliezen. Dit terwijl de bestrijdingskosten in China vrij laag liggen aangezien er vele verouderde industrieën zijn die relatief goedkoop kunnen vervangen worden door de efficiëntiewinst van deze nieuwere technieken (Eyckmans & Tulkens, 2005). Het is echter de lage waardering van potentiële schade van klimaatverandering die het deelnemen aan een internationaal klimaatverdrag zo negatief maakt voor China. Om de kosteneffectiviteit te garanderen is het belangrijk dat landen zoals China toch mee in het verdrag opgenomen worden omwille van hun lage reductiekosten en hoge uitstoot.

Figuur 26: Winnaars en verliezers bij "World optimum" vergeleken met de "nationale optimum-situatie" (met en zonder transfers)



Bron: Eyckmans en Tulkens (2005)

(CT-transfers = Chander-Tulkens transfers)

Monetaire transfers zijn volgens Eyckmans en Tulkens een mogelijkheid om een internationale overeenkomst te garanderen en te stabiliseren omdat hierdoor de drang voor *freeriding* zal verminderen. Door het realloceren van het surplus van de coöperatie zal ieder land ten minste zijn nationaal optimum welvaartsniveau behalen (Eyckmans en Tulkens, 2005). Het effect van deze transfers zijn terug te vinden in de voorgaande figuur.

5.3.2 VOORBEELD: CANADA

Zoals eerder vermeld heeft Canada zich eind 2011 teruggetrokken uit het Kyoto Protocol. Het was al lang duidelijk dat Canada niet de beste leerling uit de klas was. Ze kregen initieel een vermindering van hun broeikasuitstoot van 6% opgelegd ten opzichte van de uitstoot van 1990, dit terwijl in werkelijkheid hun uitstoot steeg tot 20,4% in 2009. Laten we onderzoeken wat de reden was voor deze terugtrekking uit het Protocol. Het is ieder geval geen positief signaal voor de internationale samenwerking.

Enkele van de redenen die Peter Kent, minister van milieu van Canada, aanhaalde bij de bekendmaking van de terugtrekking op de klimaattop in Kopenhagen zijn:

- *"The Kyoto Protocol does not cover the world's largest two emitters, United States and China, and therefore cannot work"* (Guardian, 2011)
- *"It's now clear that Kyoto is not the path forward to a global solution to climate change. If anything, it's an impediment."* (Guardian, 2011)

Ook moeten we rekeninghouden dat het Kyoto Protocol geratificeerd is ten tijde dat er een andere politieke partij aan de macht was. Verder zijn de economieën van Canada en de VS sterk verweven, waardoor Canada uit vrees voor concurrentie handelde. We moeten ook rekening houden met het feit dat de economie er in Canada heel anders uitziet dan in Europa. Zo heeft Canada een hoge activiteit in energieproductie en in olieontginning, die meer uitstoot met zich meebrengt.

Volgens Peter Kent hing Canada een kost van 14 miljard dollar boven het hoofd (Scott, 2011) wanneer ze zich niet terugtrokken uit het Kyoto Protocol en toch de doelstellingen wouden bereiken, dit door het kopen van emissierechten. Officiële cijfers zijn hiervan echter moeilijk te vinden.

5.4 HOEVEELHEID LANDEN VERTEGENWOORDIGD OP KLIMAATCONFERENTIES

De mondiale machtsverhoudingen zijn de afgelopen jaren sterk veranderd door de opkomst van enkele nieuwe belangrijke economische spelers op de markt (Vanheusden & Van Hoorick, 2011). Hierdoor zijn ook de machtsverhoudingen op internationale klimaatbijeenkomsten gewijzigd, waardoor het steeds moeilijker wordt om nieuwe verdragen te sluiten (Vanheusden & Van Hoorick, 2011). Ook wijzen Vanheusden en Van Hoorick op de verdragscongestie die er heerst omwille van de vele wetgeving die er reeds bestaat en het belang van controle van de naleving van het internationaal milieurecht. Maar ook zij merken op dat milieuproblemen zoals klimaatverandering enkel via internationale samenwerking kunnen opgelost worden.

Opkomende grootmachten zoals China en Brazilië behoren niet tot de Annex I landen met bindende verplichtingen in het Kyoto Protocol. Naar toekomstige overeenkomsten toe wordt er daarom door andere landen geëist dat deze economisch sterk groeiende landen ook verplichtingen krijgen opgelegd in komende internationale overeenkomsten. Deze opkomende landen kennen een grote economische groei, ten koste van het milieu, waardoor inspanningen van andere landen teniet gedaan worden. Zo zien we dat de emissies van China, India en Brazilië groter zijn dan die van de meeste ontwikkelde landen (Carin & Mehlenbacher, 2010). Het is dus belangrijk om ook met deze opkomende landen rond te tafel te zitten betreffende milieu en klimaatverandering.

Dit heeft tot gevolg dat er steeds meer en meer landen belangrijk zeggenschap hebben binnen de klimaatconferenties. Barry Carin en Alan Mehlenbacher (2010) onderzochten welke landen rond de tafel moeten zitten voor onderhandelingen in verband met klimaatverandering. Ze achten dat een groep van twintig leiders theoretisch in staat is om tot een consensus te komen, dit onder bepaalde voorwaarden. Zo duiden ze op het belang van inspraak voor de landen die het sterkst getroffen worden door de effecten van klimaatverandering zoals extreme weeromstandigheden, die de grootste populatie hebben en die met de meeste landoppervlakte in dreigende overstromingsgebieden enzoverder. Ook landen die het probleem veroorzaakt hebben en natuurlijk ook de landen die de mogelijkheden hebben om er iets aan te doen moeten gehoord worden. Deze laatst vernoemde met de mogelijkheid om er in de toekomst iets aan te doen zijn de landen die verantwoordelijk zullen zijn voor grootste emissies in de toekomst (US, China, Japan, Rusland...), degene met de financiële middelen (China, US, Japan...), diegene met de technologische kennis enzoverder.

Ook Eyckmans (2010) ziet de voordelen van een initieel uitgewerkt akkoord met een beperkte groep van grote landen, in plaats van meteen met alle landen aan tafel te zitten.

5.5 REACTIES VAN AFGELOPEN KLIMAATCONFERENTIES

Alle kranten en milieu-gerelateerde internetsites staan vol met reacties en kritieken van mensen die aanwezig waren op de afgelopen klimaatconferenties. Aangezien de informatie die in deze bronnen terug te vinden is, kan dienen om een globaal beeld te schetsen over de gang van zaken, zal ik deze kort overlopen.

De faling van de klimaatop in Kopenhagen werd sterk uitgesmeerd in de media. Zo werd er kritiek geleverd op de spanningen tussen de VS en China (Nieuwsblad, 2009). Een van de redenen waarom de VS het Kyoto Protocol niet heeft ondertekend is het feit dat landen zoals China en India geen bindende regels kregen opgelegd, omdat ze behoorden tot de ontwikkelingslanden (Nieuwsblad, 2009). De Amerikaanse klimaatonderhandelaar Todd Stern en de Chinese Yu Qingtai gooiden steeds verwijten naar elkaar tijdens deze klimaatop (Nieuwsblad, 2009). Het is belangrijk dat deze twee partijen hun verantwoordelijkheid nemen binnen het klimaatprobleem aangezien beide landen verantwoordelijk zijn voor een groot aandeel van de broeikasuitstoot. De VS zou op de conferentie het streven naar een reductie van 17% ten opzichte van 2005, tegen 2020 hebben willen toezeggen (Guardian, 2009). China wil geen verplichte uitstootbeperkingen, terwijl het wel een vrijwillige uitstootvermindering van 40-45% heeft voorgesteld onder bepaalde voorwaarden (guardian, 2009). We kunnen dus wel stellen dat er slechts een mager akkoord uit de bus gekomen is (Eyckmans, 2010). De eindtekst werd slechts door enkele landen ondertekend en de officiële beloftes van de betrokken landen waren niet zo ambitieus (Eyckmans, 2010). Ook de beloofde financiering van de reductiekosten van ontwikkelingslanden levert in praktijk weinig op en tot slot is het juridisch kader zeer vaag gebleven (Eyckmans, 2010).

Dit alles zou een foutief beeld kunnen geven, want er zijn natuurlijk ook positieve punten aan het Kopenhagenverhaal. Zo zijn er voor de eerste maal internationale lange termijn klimaatdoelstellingen vastgelegd door de ondertekenaars van de Kopenhagetekst (Eyckmans, 2010). Ook zullen deze ondertekenaars de uitstoot van broeikasgassen verder in kaart brengen enzoverder (Eyckmans, 2010).

In Durban is er op de klimaatconferentie beslist om het Kyoto Protocol voort te zetten. Een bindend akkoord zou tegen 2015 vastgelegd moeten worden, om in 2020 in werking te treden (de redactie, 2011). Dit zijn echter heel vage plannen voor de toekomst. Ook

de terugtrekking van Canada in 2011, zoals eerder besproken, heeft op de klimaatop van Durban voor heel wat opschudding gezorgd.

Hieronder vindt u enkele reacties van de genodigden op de klimaatop in Kopenhagen (2009) en deze van Durban (2011).

	Quotes klimaatop Kopenhagen (2009) & Durban (2011)
Yang Ailun (Greenpeace China)	<i>"This is definitely a very positive step China is taking, but we think China can do more" (BBC, 2009)</i>
John Ashe (Voorzitter van de ad-hocwerkgroep over het Kyoto Protocol)	<i>"Given where we started and the expectations for this conference, anything less than a legally binding and agreed outcome falls far short of the mark. On the the other hand... perhaps the bar was set too high and the fact that there's now a deal... perhaps gives us something to hang our hat on." (BBC, 2009)</i>
Mohamed Nasheed (President van de Maldiven)	<i>"Anything above 1.5 degrees, the Maldives and many small islands and low-lying islands would vanish. It is for this reason that we tried very hard during the course of the last two days to have 1.5 degrees in the document. I am so sorry that this was blatantly obstructed by big-emitting countries." (BBC, 2009)</i>
Barack Obama (President VS)	<i>"We're going to have to build on the momentum that we've established here in Copenhagen to ensure that international action to significantly reduce emissions is sustained and sufficient over time. We've come a long way but we have much further to go." (BBC, 2009)</i>
Jairam Ramesh (Indiase minister van milieu)	<i>The biggest stumbling block in my view is the desire on the part of some parties to abandon the Kyoto Protocol unilaterally and I think there has been an absence of trust and I think the blame game has begun. (BBC, 2009)</i>

Peter Kent (Canadese minister van milieu)	- "The Kyoto Protocol does not cover the world's largest two emitters, United States and China, and therefore cannot work" - "It's now clear that Kyoto is not the path forward to a global solution to climate change. If anything it's an impediment." (The guardian, 2011)
Philippe Henry (Waalse minister van milieu)	"Het Kyoto-protocol moet absoluut een vervolg krijgen. De planeet zal niet op een diplomatiek wonder wachten; ze eist echte politieke wil op internationaal niveau." (Knack, 2011)
An Lambrechts (Greenpeace)	"België neemt tijdens de onderhandelingen een progressief standpunt in en slaagt er zo in om de EU op de juiste koers te houden" (De Morgen, 2011)
Claudia Roth (co-leader of Germany's Greens)	"The fact that Canada wants to withdraw from the Kyoto Protocol is a fatal flight from responsibility," (Spiegel, 2011)

5.6 ENKELE AANDACHTSPUNTEN VOOR INTERNATIONALE SAMENWERKING

Stern (2006) somt enkele belangrijke elementen op voor een toekomstig internationale samenwerking:

- Aanwezigheid van emissiehandel om de kosteneffectiviteit te verbeteren;
- Coöperatie op vlak van technologie. Stern stelt dat de investeringen voor energie-R&D minstens moeten verdubbelen. De energie efficiëntie moet sterk de hoogte in om lage-carbon technologieën mogelijk te maken;
- Actie om ontbossing te verminderen;
- Meer aandacht voor adaptatie. Zeker de armste landen kunnen op korte termijn reeds getroffen worden door gevolgen van klimaatverandering. Daarom is het belangrijk dat adaptatie niet uit het oog verloren wordt.

- Ook ontwikkelingslanden moeten significante acties ondernemen. Wel moet er rekening mee gehouden worden dat zij niet in kunnen staan voor de volledige kost hiervan.

Ook haalt Stern enkele elementen aan die nodig zijn om tot een effectief globaal beleid te komen. Ten eerste is er de prijs voor koolstof, door middel van een taks, handel of regulatie. Ten tweede is de ondersteuning voor innovatie en de lage-koolstof technologieën belangrijk. Ten slotte is het belangrijk om de mensen te informeren en aan te zetten tot nadenken over wat ze kunnen doen om klimaatverandering tegen te gaan.

Ook **Gwyn Prins en Steve Rayner** (2007) geven enkele centrale elementen voor een klimaatbeleid in het artikel "*Time to ditch Kyoto*":

- *Focus op de grootste uitstoters voor de mitigatie-inspanningen*
Hoe meer partijen er rond de tafel zitten, hoe lager de kans is dat er een akkoord gevormd wordt. Er zijn minder dan 20 landen die verantwoordelijk zijn voor 80% van de wereldemissies. Dus in de beginfasen van de onderhandelingen is het beter om met een kleinere groep te onderhandelen, in plaats van met een 150-tal landen rond de tafel te zitten.
- *Investeren in energie R&D*
Er zijn grote investeringen in R&D nodig om nieuwe duurzame energietechnologieën te ontwikkelen. Het is dus de taak van de overheid om hier in te voorzien, zodat decarbonisatie mogelijk wordt in de energie sector. Prins en Rayner merken op dat in de Verenigde Staten meer geld wordt gestoken in militaire onderzoeken dan in duurzame milieuprojecten.
- *Meer investeren in adaptatie*
Adaptatie staat voor de maatregelen die we nemen om ons aan te passen aan de gevolgen van de klimaatverandering, bijvoorbeeld dijken bouwen, natuurlijke opvangsystemen voor CO₂ zoals bossen enzoverder. De werkelijke oorzaak van broeikasuitstoot wordt hier niet aangepakt maar het levert wel voordelen op kortere termijn op. Mitigatie en adaptatie moeten hand in hand gaan.

Verder doet **Sevasti-Eleni Vezirgiannidou** (2009) een voorstel voor een succesvol post-Kyoto klimaatregime waarbij hij de nadruk zowel op effectiviteit als op naleving legt. Volgens hem kan effectiviteit verbeterd worden door wereldwijde participatie te garanderen met behulp van handelsmaatregelen.

6 CONCLUSIE

De klimaatproblemen waar we de afgelopen decennia mee te kampen kregen, kunnen niet meer genegeerd worden. Zo verwarmt onze aarde met schadelijke gevolgen voor zowel plant, dier en mens; smelten gletsjers en poolkappen; dreigen er gebieden te overstromen enzoverder. Er is in de loop van de jaren genoeg wetenschappelijke *evidence* verzameld die aantoont dat de mens zelf verantwoordelijk is voor al deze dramatische klimaatproblemen. Als gevolg van de industrialisering verhoogde namelijk de concentratie broeikasgassen aan een zeer snel tempo, waardoor de aarde begon op te warmen. Het is dus van groot belang dat de klimaatproblematiek op de voet gevolgd wordt en dat er acties ondernomen worden om de opwarming af te remmen.

Het probleem is dat het klimaat een globaal goed is, waar geen enkele persoon in geen enkel land van kan uitgesloten worden en waarbij geen rivaliteit mogelijk is. Reducties aan de ene kant van de wereld kunnen bijvoorbeeld teniet worden gedaan door extra uitstoot aan de andere kant van de wereld, waardoor ook de minder-vervuilende landen te kampen krijgen met klimaatsveranderingen.

De opwarming van de aarde kan op haar beurt gezien worden als een negatieve externaliteit. Alle negatieve gevolgen verbonden aan de verhoogde uitstoot zijn niet opgenomen in de marktprijs van uitstoot-creërende goederen en diensten. Het zijn echter derden die met extra kosten geconfronteerd worden, zonder zelf noodzakelijk schuld te treffen. Laten we ook in ons achterhoofd houden dat de landen met de grootste schadelijke gevolgen vaak niet de landen zijn die de klimaatverandering veroorzaakt hebben, zoals we zagen in deel 2.1.

Daarom is het volgens mij van groot belang dat het klimaatprobleem een internationale aanpak geniet. Alle landen zullen inspanningen moeten leveren om klimaatverandering te milderen. De meeste landen zijn akkoord dat er inspanningen nodig zijn, maar het probleem is dat de keuze van de manier waarop sterk kan verschillen. Verschillende landen hebben verschillende schade van opwarming, verschillende kosten om uitstoot te reduceren, verschillende financiële en technologische mogelijkheden, verschillend aantal inwoners, verschillende oppervlaktes, verschillende cultuur enzoverder. Dit zorgt voor sterke strubbelingen op vlak van internationale klimaatsamenwerking. Ook Nordhaus en Eyckmans & Tulkens wijzen op de gevolgen van deze verschillen tussen landen.

Een eerste poging tot internationale samenwerking in klimaatcontext was het Kyoto Protocol dat ondanks de aanzet in 1992 in Rio de Janeiro uiteindelijk pas in 2005 in

werking trad. Dit was een eerste stap in de goede richting om de concentratie broeikasgassen op internationaal niveau terug te dringen. De deelnemende landen kregen elk een bepaalde emissiereductie ten opzichte van het basisjaar 1990 opgelegd, met een globaal gemiddelde van ongeveer 5% in de periode van 2008 tot 2012. Deze reductie zal dit jaar door de participerende landen gehaald worden, mede door de gevolgen van de economische crisis waardoor de uitstoot afnam door de teruggedrongen economische activiteiten.

Een van de grootste problemen verbonden aan het Protocol, is echter de lage participatiegraad. Ontwikkelingslanden (met inbegrip van China, Brazilië, India) werden vrijgesteld van bindende reducties omdat zij niet verantwoordelijk gesteld konden worden voor de hoge concentraties broeikasgassen die toen reeds aanwezig waren en omwille van het tekort aan financiële middelen om reducties ter verwezenlijken in hun nog groeiende economie. Geïndustrialiseerde landen zoals de Verenigde Staten en Australië voelden zich ook niet geroepen om het Kyoto Protocol te ratificeren, aangezien zij het Kyoto Protocol percipieerden als een concurrentienadeel ten opzichte van landen zonder sterk bindende reducties. Dit ondanks de inspanningen om het Kyoto Protocol zo flexibel mogelijk te maken.

Wetende dat momenteel China en de VS net de landen zijn met de grootste uitstootpercentages van broeikasgassen ter wereld, samen ongeveer 43% in 2008, maakt het vanzelfsprekend dat het Kyoto Protocol geen wonderen kan verrichten. Ook al zullen participerende landen dit jaar slagen in gemiddelde emissiereductie van meer dan 5%, zullen deze resultaten teniet gedaan worden door de alsmaar stijgende emissies in andere landen. Toch blijft het nog steeds op ecologisch vlak een relatieve stap vooruit. Economisch gezien ervaren participerende landen meer kosten dan niet-participerende landen, terwijl alle landen van de baten kunnen meegenieten. Dit was een van de redenen waarom ook Canada eind 2011 besloot uit het verdrag te stappen.

Over de effectiviteit van het Kyoto Protocol zijn er dus terecht zeer veel kritieken, maar ook de efficiëntie van het systeem wordt in vraag gesteld doordat het Protocol zich sterk focust op korte termijn. Dit ondanks de flexibele mechanismen die er net voor moesten zorgen dat de efficiëntie steeg. Vele studies onderzoeken dan ook of er misschien meer met minder middelen bereikt kan worden. Er zijn vele kosten-batenanalyses die rond deze materie handelen. We mogen echter niet uit het oog verliezen dat deze analyses gepaard gaan met zeer veel onzekerheid betreffende wetenschappelijke informatie over de exacte gevolgen op het klimaat, de ruimte en tijd van schade enzoverder. Ook de graad van verdiscontering beïnvloedt de haalbaarheid van klimaatopties zeer sterk, zoals ook Davidson (2004) opmerkt. Het is volgens mij dus van groot belang dat er

verschillende mogelijke scenario's worden bestudeerd, waardoor de gevoeligheid van de analyse verhoogd wordt.

Aangezien het Kyoto Protocol dit jaar ten einde loopt, zijn er hoogdringend nieuwe afspraken op internationaal niveau nodig om te voorkomen dat er aan de aarde steeds meer schade wordt berokkend. Maar er duiken heel wat problemen op die kort hieronder vermeld worden.

- De ethische kwestie of ontwikkelingslanden zich mee actief moeten inzetten zorgt voor heel wat verdeeldheid. Wat zijn ontwikkelingslanden? Kan China bijvoorbeeld nog steeds geclassificeerd worden als ontwikkelingsland? Moet er onderscheid gemaakt worden tussen ontwikkelingslanden? Moet er vanuit de industrielanden financiële steun komen om deze ontwikkelingslanden te helpen, zo ja hoeveel? Moeten ontwikkelingslanden die zichzelf niet kunnen beschermen tegen de negatieve effecten van de klimaatverandering geholpen worden?
- De strubbelingen tussen China en de VS zorgen ook voor heel wat problemen. De Verenigde Staten geloven niet in een systeem met bindende regels, ze willen dat de markt zelf leidt tot emissiereducties. Ook ligt de vrees voor concurrentienadeel en andere negatieve effecten voor de Amerikaanse economie aan de basis van de weigeringen tot verplichte, vastliggende maatregelen. China heeft ondertussen de VS ongeveer ingehaald op vlak van emissie. Daarom eist de VS ook grote emissiereducties voor China. China op haar beurt, waardeert de potentiële schade van klimaatverandering ondermaats, waardoor het voor hun voordeliger lijkt om hun gedrag niet te veranderen. (Dit zagen we in deel 4.7.1). Dit jammer genoeg ten koste van inspanningen andere landen. De verantwoordelijkheid ligt in handen van de landen met de grootste uitstoot die hun eigen belang boven dit van het wereldbelang plaatsen. Misschien wordt het eens tijd dat China en de VS meer samenwerken en hun verantwoordelijkheden opnemen?
- Een van de redenen waardoor internationale samenwerking afgelopen jaren belemmerd werd, is het feit dat het thema milieu ten tijde van de economische crisis sterk aan aandacht heeft verloren. Het redden van de economieën werd naar de voorgrond getrokken en milieuprojecten werden uitgesteld. Op internationale agenda's stonden veeleer economisch getinte onderwerpen op de eerste plaats, terwijl klimaatverandering niet als hoogdringend werd bestempeld.

- Wanneer het Kyoto Protocol ten einde loopt, dient zich de vraag aan of er een soortgelijk systeem gaat ingevoerd worden of dat er een volledig nieuw systeem ontwikkeld zal worden. De Amerikaanse wetenschappers lijken meer te vinden voor een belastingsysteem voor koolstof, maar ook dit systeem zal niet de ideale oplossing zijn. Om efficiënt te werken zou deze koolstofprijs namelijk overal ter wereld moeten gelden, maar ook hier komt het ethische aspect weer om de hoek loeren. Maar wanneer het systeem zoals het huidige blijft, zijn grote vervuilers als China, de VS, Rusland enzoverder niet bereid deel te nemen.
- Vele landen vrezen bij deelname aan internationale samenwerkingsverbanden voor hun economische situatie. Maar naar mijn mening moet van de nood een deugd gemaakt worden door zoveel mogelijk te investeren in koolstofarme productietechnieken, waardoor de efficiëntie mee verhoogd en minder grondstoffen nodig zullen zijn.
- Bij de klimaatonderhandelingen zitten vaak zoveel partijen rond de tafel dat consensus praktisch onmogelijk is. Dit werd besproken in deel 5.3. Misschien is het gemakkelijker om eerst met de grootste vervuilers samen te gaan zitten om sneller tot concrete voorstellen te komen. Maar wat dan bijvoorbeeld met landen die het sterkst getroffen worden door de klimaatverandering zonder hiervoor zelf verantwoordelijk te zijn. Steeds moeten de economische factoren afgewogen worden met de ethische. Ook zijn de afgelopen jaren de machtsverhoudingen in de wereld gewijzigd door opkomende grootmachten. Jammer genoeg gaat die economische groei vaak ten koste van het milieu. Dit maakt het er niet gemakkelijker op om een nieuw verdrag te sluiten.
- Internationale samenwerking wordt ook bemoeilijkt door het feit dat landen zo sterk verschillen van elkaar. Daarom verschillen kosten-batenstudies ook tussen landen. De kosten en effecten zijn in land A niet hetzelfde als in land B. Noordelijk gelegen landen zullen misschien zelfs baat hebben bij gedeeltelijke smelting van ijskappen zodat een nieuwe noordelijke vaarroute misschien mogelijk wordt of nieuwe landbouwmogelijkheden door stijgende temperaturen. Andere landen zullen gedeeltelijk overstroomd, waardoor het logisch is dat voor deze landen de baten van emissiereducties zeer hoog gewaardeerd worden.
- Verder is de grote onzekerheid een hinderende factor. Niemand kan precies voorspellen wat de klimaatschade zal zijn voor elk land en binnen welke termijn dit zichtbaar zal zijn, wat de effecten zijn van emissiereductie op de economische

situatie in een land, wat de effecten op de mens zullen zijn, wat de uitgaven in de toekomst zullen zijn om zichzelf te beschermen, wanneer goedkopere alternatieven voor koolstof intensieve productie ontwikkeld zullen zijn enzoverder. Het is enkel gissen naar wat de toekomst ons exact zal brengen, maar alles zijn gewone gang laten gaan, zonder iets te doen, lijkt mij geen optie. Het is altijd makkelijker om acties uit te stellen naar de toekomst, maar dan is het voor enkele landen misschien al te laat.

Een nieuw verdrag zal enkel mogelijk zijn wanneer bepaalde belangrijke vervuilers hun eigenbelang deels aan de kant kunnen schuiven. Dit wil niet zeggen dat kosteneffectiviteit geen plaats moet krijgen in het klimaatverhaal. Integendeel, het is belangrijk dat resultaten aan de laagst mogelijke kost kunnen worden behaald. Het is dan ook de taak van de economisch opgeleiden om zich mee over het probleem te buigen. Zo zal een hoge participatie een must zijn om tot een goed werkend verdrag te komen. Verder zal er meer gefocust moeten worden op lange termijn. Ook flexibele mechanismen zoals reeds vervat in het Kyoto Protocol zijn noodzakelijk om ernaar te streven dat de marginale baten dichterbij de marginale kosten zullen leunen.

Maar het klimaatprobleem is echter niet op te lossen met pure rationele wetenschap, waarbij we gewoon kiezen voor de optie die ons het meeste opbrengt. De ethische, sociale en politieke invloeden maken de problematiek van het klimaat nog ingewikkelder.

LIJST VAN GERAADPLEEGDE WERKEN

INTERNETBRONNEN

- www.ipcc.ch
- www.klimaat.be
- <http://www.news.wisc.edu/14419>
- www.unep.org/climatechange
- www.unfccc.int

KRANTEN

- België maakt goede beurt in Durban. (2011, 12 november). *De morgen*. Opgevraagd op 8 mei, 2012, via <http://www.demorgen.be/dm/nl/990/Buitenland/article/detail/1360825/2011/12/09/Belgie-maakt-goede-beurt-in-Durban.dhtml>.
- Canada pulls out of Kyoto Protocol. (2011, 13 december). *The Guardian*. Opgevraagd op 10 mei, 2012, via <http://www.guardian.co.uk/world/feedarticle/9992409>.
- Canada Should Be Shunned for Kyoto Ignorance. (2011, 14 december). *Spiegel*. Opgevraagd op 12 mei, 2012, via <http://www.spiegel.de/international/world/the-world-from-berlin-canada-should-be-shunned-for-kyoto-ignorance-a-803670.html>.
- Copenhagen deal reaction in quotes BBC. (2009, 19 december). *BBC*. Opgevraagd op 10 mei, 2012, via http://www.nieuwsblad.be/article/detail.aspx?articleid=DMF20091210_060.
- De Ceulaer, J. (2004, 28 januari). Ze wilden mij pakken (Interview met Björn Lomborg). *Knack*. Opgevraagd op 10 mei, 2012.
- De VS en China bekvechten in Kopenhagen. *Het nieuwsblad*. (2011, 10 december). *Het Nieuwsblad*. Opgevraagd op 10 mei, 2012, via http://www.nieuwsblad.be/article/detail.aspx?articleid=DMF20091210_060.
- Greenpeace buitengezet op klimaatop Durban. (2011, 10 december). *Knack*. Opgevraagd op 12 mei, 2012, via <http://www.knack.be/nieuws/planet-earth/greenpeace-buitengezet-op-klimaatop-durban/article-4000016880105.htm>
- Maich, S. (2005, 6 december). Why the Kyoto accord is doomed to fail, and what we can do about it. *Macleans*. Opgevraagd op 26 april, 2012, via http://www.macleans.ca/science/environment/article.jsp?content=20051205_117053_117053.

- Wachten tot 2020 voor opvolger Kyoto Protocol. (2011, 11 november). De redactie. Opgevraagd op 10 mei, 2012, via <http://www.deredactie.be/cm/vrtnieuws/buitenland/1.1174235>.
- What do the US and China's emissions targets actually mean? (2009, 26 november). *The guardian*. Opgevraagd op 12 mei, 2012, via <http://www.nrdc.org/international/copenhagenaccords/>.

WETENSCHAPPELIJKE ARTIKELS

Aldy, J.E., Barrett, S., & Stavins, R.N. (2003). "Thirteen Plus One: A Comparison of Global Climate Policy Architectures" [Elektronische versie]. *Climate Policy* 3 (2003), 373–397.

Ayres, R.U. (2001). "How Economists Have Misjudged Global Warming" [Elektronische versie]. *World Watch Magazine*, 14(5), 12-25.

Bauwens, D. (2011). "*Perverse milieuhandel met koelkastgassen*", Opgevraagd op 29 september, 2011, via http://www.standaard.be/artikel/detail.aspx?artikelid=DMF20110528_017.

Berk, M., Bollen, J., & Van Dorland, R. (2005). "*De kleine vraagbaak van het Kyoto Protocol : vragen en antwoorden over ontstaan, inwerkingtreding en uitvoering van het Kyoto Protocol*". Wageningen : PCCC.

Boardman, A.E., Greenberg, D.H., Vining, A.R., & Weimer, D. (2011). "Cost-Benefit Analysis: concepts and practice". Upper Saddle River (New Jersey), Pearson Education, inc.

Bollen, A., & Van Humbeeck, P. (2002). "*Klimaatverandering en klimaatbeleid : een leidraad*". Gent: Academia Press.

Bollen, J., Manders, A., et al. (2004). "*Wat kost een emissiereductie van 30%? Macroeconomische effecten in 2020 van post-Kyoto klimaatbeleid*". Opgevraagd op 10 oktober, 2011, via <http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/500035001.pdf>

Calcoen, S., & Vanden Brande, E. (2007). "Het Klimaat na 2012: wat met Kyoto?" [Elektronische versie]. *Oikos (Brussel)*, 43, 51-59.

Campos-Náñez, E., & Jeev, K. (2010). "Dynamic Competition under Cap and Trade Programs" [Elektronische versie]. *INFOR*, 48, 229-238.

Carin, B. & Mehlenbacher, A. (2010). "GLOBAL INSIGHTS: Constituting Global Leadership: Which Countries Need to Be Around the Summit Table for Climate Change and Energy Security?" [Elektronische versie]. *Global Governance*, 16, 21-37.

Copenhagen Consensus Center (2004), "Copenhagen Consensus 2004: The Results" Opgevraagd op 15 mei, 2012, via http://www.hetn.org/pdf/CC_2004.pdf.

Davidson, M.D. (2004). "Discontovoet voor klimaatschade behoeft politieke keuze" [Elektronische versie]. *ESB*, 4436, 290-294.

Eizenstat, S. (1998). "Stick with Kyoto: A sound Start on Global Warming" [Elektronische versie]. *Foreign Affairs*, 77, 119-121.

Esty, E. & Porter, M. (2002). "The global competitiveness report 2001-2002, Chapter 2.1. Ranking National Environmental Regulation and Performance: A Leading Indicator of Future Competitiveness?" [Elektronische versie]. *Oxford University Press, Inc.*, 78-100.

Eyckmans, J. (2010). "Het internationaal klimaatbeleid tussen Kopenhagen en Cancún". [Elektronische versie]. *Leuven Economisch Standpunt* 2010/134.

Eyckmans, J. & Tulkens, H. (2005). "Optimal and Stable International Climate Agreements". Opgevraagd op 10 april, 2012, via http://www.ulouvain.be/cps/ucl/doc/core/documents/E2M2_37.pdf.

Gleick, P.H. (2001). "Where's Waldo? A Review of The Skeptical Environmentalist (Bjørn Lomborg)". [Elektronische versie]. Union of Concerned Scientifics.

Grubb, M. (2001). "Relying on Manna from Heaven?" [Elektronische versie]. *Science*, 294, 1285-1287.

Grubb, M. (2003). "The Economics of the Kyoto Protocol." [Elektronische versie]. *World Economics*, 4, 143- 189.

Haites, E., & Yamin, F. (2004). "Overview of the Kyoto Mechanisms." [Elektronische versie]. *International Review for Environmental Strategies*, 5, 199-216.

Hamilton, C. (2009). "Nordhaus' Carbon Tax: An Excuse to Do Nothing?" . Opgevraagd op 15 november, 2011, via http://www.clivehamilton.net.au/cms/media/critique_of_nordhaus.pdf.

Jaffee, A., Peterson, S., Portney, P. & Stavins, R. (1995). Environmental Regulations and the Competitiveness of U.S. Manufacturing: What Does the Evidence Tell Us?. *Journal of Economic Literature*, XXXIII, 132-163.

Lomborg, B. (2001). *"The Skeptical Environmentalist: The Real State of the World"*. Cambridge University Press. (Oorspronkelijk verschenen in het Deens 1998).

Mahlman, J.D. (2001). "Global Warming: Misuse of Data and Ignorance of Science A review of the "global warming" chapter of Bjørn Lomborg's The Skeptical Environmentalist: Measuring the Real State of the World". [Elektronische versie]. Union of Concerned Scientifics.

Manne, A. S., & Richels, R. G. (1998). "Kyoto Protocol: A Cost-Effective Strategy for Meeting Environmental Objectives?" [Elektronische versie]. *The Energy Journal* , 20, 1-24.

Metcalf, G.E. (2007). *"A Proposal for a U.S. Carbon Tax Swap: An Equitable Tax Reform to Address Global Climate Change"*. Opgevraagd op 15 november, 2011, via http://www.brookings.edu/~media/research/files/papers/2007/10/carbontax%20metcalf/10_carbontax_metcalf.pdf.

Nordhaus, W. (1991). "To Slow Or Not To Slow: The Economics Of The Greenhouse Effect" [Elektronische versie] *The Economic Journal*, 101, 920-937.

Nordhaus, W. (2007). "The Challenge of Global Warming: Economic Models and Environmental Policy." Opgevraagd op 10 oktober, 2011, via <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.128.808&rep=rep1&type=pdf>.

Nordhaus, W. (2007). "To Tax or Not to Tax: Alternative Approaches to Slowing Global Warming". Opgevraagd op 29 september, 2011, via <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.138.1008&rep=rep1&type=pdf#page=28>.

Nordhaus, W. (2008). "A Question of Balance: Weighing the Options on Global Warming Policies" [Elektronische versie]. New Haven & London, Yale University Press.

Nordhaus, W. (2009). "Economic Issues in a Designing a Global Agreement on Global Warming". Opgevraagd op 17 mei, 2011, via <http://climatecongress.ku.dk/speakers/professorwilliamnordhaus-plenaryspeaker-11march2009.pdf>.

Nordhaus, W. (2011). "The architecture of climate economics: Designing a global agreement on global warming" [Elektronische versie]. *Bulletin of the Atomic Scientists*, 67(1), 9-18.

Paltsev, S., Reilly, J.M., Jacoby, H.D., Gurgel, A.C., Metcalf G.E., Sokolov A.P., & Holak, J.F. (2007). "Assessment of U.S. Cap-and-Trade Proposals." *MIT Joint Program on the Science and Policy of Global Change*, 146, Cambridge.

Porter, M., & Kramer, M. (2006). Strategy and Society: The Link Between Competitive Advantage and Corporate Social Responsibility. *Harvard Business Review*, 78-93.

Prins, G., & Rayner, S. (2007). "Time to ditch Kyoto" [Elektronische versie]. *Nature*, 449, 973-975.

Prins, G., & Rayner, S. (2008). "The Kyoto Protocol" [Elektronische versie]. *Bulletin of the atomic scientists*, 64, 45-48.

Rabl, A., & van der Zwaan, B. (2009). "Cost-benefit analysis of climate change dynamics: uncertainties and the value of information". *Springer Science + Business Media B.V.*, 96, 313-333.

Rekacewicz, P. (2005). "Vital Climate Change Graphics" [Elektronische versie]. UNEP/GRID-Arendal.

Scott, A. (2011). "Canada Withdraws from Kyoto Protocol" [Elektronische versie]. *Chemical Week*, 173,12.

Slabbinck, S. (2001). "Kyoto-Protocol: De tijd dringt" [Elektronische versie]. *De Gids*, 33-38.

Stern, N. (2001). "Stern Review: The Economics of Climate Change (Summary of conclusions)". Opgevraagd op 4 maart, 2012, via http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/~rmclima/pdfs/destaques/sternreview_report_complete.pdf.

Stern, N. (2006). "What is the Economics of Climate Change?" [Elektronische versie]. *World Economics*, 7, 1-10.

Stock, J.H, & Watson, M.W. (2007). "Introduction to econometrics". Pearson Education, Inc.

Teuben, R. (2005). "*Verhandelbare emissierechten: Juridische aspecten van emissiehandel voor CO2 in Nederland en in de Europese Unie*". Deventer, Kluwer.

van den Bergh, J.C.J.M. (2002). "Economie van klimaatbeleid: kritiek en alternatief" [Elektronische versie]. *ESB*, 4350, 184-187.

Vanden Brande, E. (2006). "Europa: klimaatleider ook na Kyoto?" [Elektronische versie]. *Internationale Spectator*, 60, 78-81.

Vanheusden, B., & Van Hoorick, G. (2011). "Milieurecht in kort bestek". Intersentia.

Vezirgiannidou, S. (2009). "The Climate Change Regime Post-Kyoto: Why Compliance is Important and How to Achieve it" [Elektronische versie]. *Global Environmental Politics*, 9:4, 41-63.

Wara, M. (2007). "Is the global carbon market working?" [Elektronische versie]. *Nature*, 445, 595-596.

Wara, M. (2008). "Measuring the Clean Development Mechanism's Performance and Potential" [Elektronische versie]. *UCLA Law Review*, 55, 1759-1803.

BIJLAGE 1

Landen het verdrag getekend hebben en of geratificeerd hebben:

Participant	Signature	Ratification	Entry into force
ALBANIA		1 Apr 2005 a	30 Jun 2005
ALGERIA		16 Feb 2005 a	17 May 2005
ANGOLA		8 May 2007 a	6 Aug 2007
ANTIGUA AND BARBUDA	16 Mar 1998	3 Nov 1998	16 Feb 2005
ARGENTINA	16 Mar 1998	28 Sep 2001	16 Feb 2005
ARMENIA		25 Apr 2003 a	16 Feb 2005
AUSTRALIA*	29 Apr 1998	12 Dec 2007	11 Mar 2008
AUSTRIA*	29 Apr 1998	31 May 2002	16 Feb 2005
AZERBAIJAN		28 Sep 2000 a	16 Feb 2005
BAHAMAS		9 Apr 1999 a	16 Feb 2005
BAHRAIN		31 Jan 2006 a	1 May 2006
BANGLADESH		22 Oct 2001 a	16 Feb 2005
BARBADOS		7 Aug 2000 a	16 Feb 2005
BELARUS*		26 Aug 2005 a	24 Nov 2005
BELGIUM*	29 Apr 1998	31 May 2002	16 Feb 2005
BELIZE		26 Sep 2003 a	16 Feb 2005
BENIN		25 Feb 2002 a	16 Feb 2005
BHUTAN		26 Aug 2002 a	16 Feb 2005
BOLIVIA	9 Jul 1998	30 Nov 1999	16 Feb 2005
BOSNIA AND		16 Apr 2007 a	15 Jul 2007
BOTSWANA		8 Aug 2003 a	16 Feb 2005
BRAZIL	29 Apr 1998	23 Aug 2002	16 Feb 2005

BRUNEI DARUSSALAM		20 Aug 2009 a	18 Nov 2009
BULGARIA*	18 Sep 1998	15 Aug 2002	16 Feb 2005
BURKINA FASO		31 Mar 2005 a	29 Jun 2005
BURUNDI		18 Oct 2001 a	16 Feb 2005
CAMBODIA		22 Aug 2002 a	16 Feb 2005
CAMEROON		28 Aug 2002 a	16 Feb 2005
CANADA*	29 Apr 1998	17 Dec 2002	16 Feb 2005
CAPE VERDE		10 Feb 2006 a	11 May 2006
CENTRAL AFRICAN		18 Mar 2008 a	16 Jun 2008
CHAD		18 Aug 2009 a	17 Nov 2009
CHILE	17 Jun 1998	26 Aug 2002	16 Feb 2005
CHINA	29 May 1998	30 Aug 2002	16 Feb 2005
COLOMBIA		30 Nov 2001 a	16 Feb 2005
COMOROS		10 Apr 2008 a	9 Jul 2008
CONGO		12 Feb 2007 a	13 May 2007
COOK ISLANDS	16 Sep 1998	27 Aug 2001	16 Feb 2005
COSTA RICA	27 Apr 1998	9 Aug 2002	16 Feb 2005
COTE D'IVOIRE		23 Apr 2007 a	22 Jul 2007
CROATIA*	11 Mar 1999	30 May 2007	28 Aug 2007
CUBA	15 Mar 1999	30 Apr 2002	16 Feb 2005
CYPRUS		16 Jul 1999 a	16 Feb 2005
CZECH REPUBLIC*	23 Nov 1998	15 Nov 2001 AA	16 Feb 2005
DEMOCRATIC PEOPLE'S		27 Apr 2005 a	26 Jul 2005
DEMOCRATIC REPUBLIC OF		23 Mar 2005 a	21 Jun 2005
DENMARK*	29 Apr 1998	31 May 2002 (3)	16 Feb 2005
DJIBOUTI		12 Mar 2002 a	16 Feb 2005

DOMINICA		25 Jan 2005 a	25 Apr 2005
DOMINICAN REPUBLIC		12 Feb 2002 a	16 Feb 2005
ECUADOR	15 Jan 1999	13 Jan 2000	16 Feb 2005
EGYPT	15 Mar 1999	12 Jan 2005	12 Apr 2005
EL SALVADOR	8 Jun 1998	30 Nov 1998	16 Feb 2005
EQUATORIAL GUINEA		16 Aug 2000 a	16 Feb 2005
ERITREA		28 Jul 2005 a	26 Oct 2005
ESTONIA*	3 Dec 1998	14 Oct 2002	16 Feb 2005
ETHIOPIA		14 Apr 2005 a	13 Jul 2005
EUROPEAN UNION*	29 Apr 1998	31 May 2002 AA	16 Feb 2005
FIJI	17 Sep 1998	17 Sep 1998	16 Feb 2005
FINLAND*	29 Apr 1998	31 May 2002	16 Feb 2005
FRANCE*	29 Apr 1998	31 May 2002 AA	16 Feb 2005
GABON		12 Dec 2006 a	12 Mar 2007
GAMBIA		1 Jun 2001 a	16 Feb 2005
GEORGIA		16 Jun 1999 a	16 Feb 2005
GERMANY*	29 Apr 1998	31 May 2002	16 Feb 2005
GHANA		30 May 2003 a	16 Feb 2005
GREECE*	29 Apr 1998	31 May 2002	16 Feb 2005
GRENADA		6 Aug 2002 a	16 Feb 2005
GUATEMALA	10 Jul 1998	5 Oct 1999	16 Feb 2005
GUINEA		7 Sep 2000 a	16 Feb 2005
GUINEA-BISSAU		18 Nov 2005 a	16 Feb 2005
GUYANA		5 Aug 2003 a	16 Feb 2005
HAITI		6 Jul 2005 a	4 Oct 2005
HONDURAS	25 Feb 1999	19 Jul 2000	16 Feb 2005

HUNGARY*		21 Aug 2002 a	16 Feb 2005
ICELAND*		23 May 2002 a	16 Feb 2005
INDIA		26 Aug 2002 a	16 Feb 2005
INDONESIA	13 Jul 1998	3 Dec 2004	3 Mar 2005
IRAN (ISLAMIC REPUBLIC		22 Aug 2005 a	20 Dec 2005
IRAQ		28 Jul 2009 a	26 Oct 2009
IRELAND*	29 Apr 1998	31 May 2002	16 Feb 2005
ISRAEL	16 Dec 1998	15 Mar 2004	16 Feb 2005
ITALY*	29 Apr 1998	31 May 2002	16 Feb 2005
JAMAICA		28 Jun 1999 a	16 Feb 2005
JAPAN*	28 Apr 1998	4 Jun 2002 A	16 Feb 2005
JORDAN		17 Jan 2003 a	16 Feb 2005
KAZAKHSTAN	12 Mar 1999	19 Jun 2009	17 Sep 2009
KENYA		25 Feb 2005 a	26 May 2005
KIRIBATI		7 Sep 2000 a	16 Feb 2005
KUWAIT		11 Mar 2005 a	9 Jun 2005
KYRGYZSTAN		13 May 2003 a	16 Feb 2005
LAO PEOPLE'S		6 Feb 2003 a	16 Feb 2005
LATVIA*	14 Dec 1998	5 Jul 2002	16 Feb 2005
LEBANON		13 Nov 2006 a	11 Feb 2007
LESOTHO		6 Sep 2000 a	16 Feb 2005
LIBERIA		5 Nov 2002 a	16 Feb 2005
LIBYAN ARAB JAMAHIRIYA		24 Aug 2006 a	22 Nov 2006
LIECHTENSTEIN*	29 Jun 1998	3 Dec 2004	3 Mar 2005
LITHUANIA*	21 Sep 1998	3 Jan 2003	16 Feb 2005
LUXEMBOURG*	29 Apr 1998	31 May 2002	16 Feb 2005

MADAGASCAR		24 Sep 2003 a	16 Feb 2005
MALAWI		26 Oct 2001 a	16 Feb 2005
MALAYSIA	12 Mar 1999	4 Sep 2002	16 Feb 2005
MALDIVES	16 Mar 1998	30 Dec 1998	16 Feb 2005
MALI	27 Jan 1999	28 Mar 2002	16 Feb 2005
MALTA*	17 Apr 1998	11 Nov 2001	16 Feb 2005
MARSHALL ISLANDS	17 Mar 1998	11 Aug 2003	16 Feb 2005
MAURITANIA		22 Jul 2005 a	20 Oct 2005
MAURITIUS		9 May 2001 a	16 Feb 2005
MEXICO	9 Jun 1998	7 Sep 2000	16 Feb 2005
MICRONESIA (FEDERATED	17 Mar 1998	21 Jun 1999	16 Feb 2005
MONACO*	29 Apr 1998	27 Feb 2006	28 May 2006
MONGOLIA		15 Dec 1999 a	16 Feb 2005
MONTENEGRO		4 Jun 2007 a	2 Sep 2007
MOROCCO		25 Jan 2002 a	16 Feb 2005
MOZAMBIQUE		18 Jan 2005 a	18 Apr 2005
MYANMAR		13 Aug 2003 a	16 Feb 2005
NAMIBIA		4 Sep 2003 a	16 Feb 2005
NAURU		16 Aug 2001 a	16 Feb 2005
NEPAL		16 Sep 2005 a	15 Dec 2005
NETHERLANDS*	29 Apr 1998	31 May 2002 A (4)	16 Feb 2005
NEW ZEALAND*	22 May 1998	19 Dec 2002 (5)	16 Feb 2005
NICARAGUA	7 Jul 1998	18 Nov 1999	16 Feb 2005
NIGER	23 Oct 1998	30 Sep 2004	16 Feb 2005
NIGERIA		10 Dec 2004 a	10 Mar 2005
NIUE	8 Dec 1998	6 May 1999	16 Feb 2005

NORWAY*	29 Apr 1998	30 May 2002	16 Feb 2005
OMAN		19 Jan 2005 a	19 Apr 2005
PAKISTAN		11 Jan 2005 a	11 Apr 2005
PALAU		10 Dec 1999 a	16 Feb 2005
PANAMA	8 Jun 1998	5 Mar 1999	16 Feb 2005
PAPUA NEW GUINEA	2 Mar 1999	28 Mar 2002	16 Feb 2005
PARAGUAY	25 Aug 1998	27 Aug 1999	16 Feb 2005
PERU	13 Nov 1998	12 Sep 2002	16 Feb 2005
PHILIPPINES	15 Apr 1998	20 Nov 2003	16 Feb 2005
POLAND*	15 Jul 1998	13 Dec 2002	16 Feb 2005
PORTUGAL*	29 Apr 1998	31 May 2002 AA	16 Feb 2005
QATAR		11 Jan 2005 a	11 Apr 2005
REPUBLIC OF KOREA	25 Sep 1998	8 Nov 2002	16 Feb 2005
REPUBLIC OF MOLDOVA		22 Apr 2003 a	16 Feb 2005
ROMANIA*	5 Jan 1999	19 Mar 2001	16 Feb 2005
RUSSIAN FEDERATION*	11 Mar 1999	18 Nov 2004	16 Feb 2005
RWANDA		22 Jul 2004 a	16 Feb 2005
SAINT KITTS AND NEVIS		8 Apr 2008 a	7 Jul 2008
SAINT LUCIA	16 Mar 1998	20 Aug 2003	16 Feb 2005
SAINT VINCENT AND THE	19 Mar 1998	31 Dec 2004	31 Mar 2005
SAMOA	16 Mar 1998	27 Nov 2000	16 Feb 2005
SAN MARINO		28 April 2010	27 Jul
SAO TOME AND PRINCIPE		25 Apr 2008 a	24 Jul 2008
SAUDI ARABIA		31 Jan 2005 a	1 May 2005
SENEGAL		20 Jul 2001 a	16 Feb 2005
SERBIA		19 Oct 2007 a	17 Jan 2008

SEYCHELLES	20 Mar 1998	22 Jul 2002	16 Feb 2005
SIERRA LEONE		10 Nov 2006 a	8 Feb 2007
SINGAPORE		12 Apr 2006 a	11 Jul 2006
SLOVAKIA*	26 Feb 1999	31 May 2002	16 Feb 2005
SLOVENIA*	21 Oct 1998	2 Aug 2002	16 Feb 2005
SOLOMON ISLANDS	29 Sep 1998	13 Mar 2003	16 Feb 2005
SOMALIA		26 July 2010	24 Oct
SOUTH AFRICA		31 Jul 2002 a	16 Feb 2005
SPAIN*	29 Apr 1998	31 May 2002	16 Feb 2005
SRI LANKA		3 Sep 2002 a	16 Feb 2005
SUDAN		2 Nov 2004 a	16 Feb 2005
SURINAME		25 Sep 2006 a	24 Dec 2006
SWAZILAND		13 Jan 2006 a	13 Apr 2006
SWEDEN*	29 Apr 1998	31 May 2002	16 Feb 2005
SWITZERLAND*	16 Mar 1998	9 Jul 2003	16 Feb 2005
SYRIAN ARAB REPUBLIC		27 Jan 2006 a	27 Apr 2006
TAJIKISTAN		29 Dec 2008 a	29 Mar 2009
THAILAND	2 Feb 1999	28 Aug 2002	16 Feb 2005
THE FORMER YUGOSLAV		18 Nov 2004 a	16 Feb 2005
TIMOR-LESTE		14 Oct 2008 a	12 Jan 2009
TOGO		2 Jul 2004 a	16 Feb 2005
TONGA		14 Jan 2008 a	13 Apr 2008
TRINIDAD AND TOBAGO	7 Jan 1999	28 Jan 1999	16 Feb 2005
TUNISIA		22 Jan 2003 a	16 Feb 2005
TURKEY*		28 May 2009 a	26 Aug 2009
TURKMENISTAN	28 Sep 1998	11 Jan 1999	16 Feb 2005

TUVALU	16 Nov 1998	16 Nov 1998	16 Feb 2005
UGANDA		25 Mar 2002 a	16 Feb 2005
UKRAINE*	15 Mar 1999	12 Apr 2004	16 Feb 2005
UNITED ARAB EMIRATES		26 Jan 2005 a	26 Apr 2005
UNITED KINGDOM OF	29 Apr 1998	31 May 2002 (6)	16 Feb 2005
UNITED REPUBLIC OF		26 Aug 2002 a	16 Feb 2005
UNITED STATES OF	12 Nov 1998		
URUGUAY	29 Jul 1998	5 Feb 2001	16 Feb 2005
UZBEKISTAN	20 Nov 1998	12 Oct 1999	16 Feb 2005
VANUATU		17 Jul 2001 a	16 Feb 2005
VENEZUELA		18 Feb 2005 a	19 May 2005
VIET NAM	3 Dec 1998	25 Sep 2002	16 Feb 2005
YEMEN		15 Sep 2004 a	16 Feb 2005
ZAMBIA	5 Aug 1998	7 Jul 2006	5 Oct 2006
ZIMBABWE		30 Jun 2009 a	28 Sep 2009

* indicates an Annex I Party to the United Nations Framework Convention on Climate Change

"w" indicates effective date of withdrawal

BIJLAGE 2

Annex I landen: de geïndustrialiseerde landen. Deze annex I-landen worden onderverdeeld in twee groepen: de landen die op het moment van de aanneming van het Verdrag tot de Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling (OESO) behoorden en bijkomende financiële middelen ter beschikking moeten stellen van de ontwikkelingslanden (kruisje bij annex B) en de landen met een overgangseconomie. (*klimaat.be, 2008*)

	Annex I	Annex B
Australië	x	x
Belarus*	x	-
België	x	x
Bulgarije*	x	-
Canada	x	x
Denemarken	x	x
Duitsland	x	x
Estland*	x	-
Europese Economische Gemeenschap	x	x
Finland	x	x
Frankrijk	x	x
Griekenland	x	x
Hongarije*	x	-
Ierland	x	x
IJsland	x	x
Italië	x	x
Japan	x	x
Letland*	x	-
Litouwen*	x	-
Luxemburg	x	x
Nederland	x	x
Nieuw-Zeeland	x	x

Noorwegen	x	x
Oostenrijk	x	x
Polen*	x	-
Portugal	x	x
Roemenië*	x	-
Russische Federatie*	x	-
Spanje	x	x
Tjechoslowakije*	x	-
Turkije	x	x
Oekraïne*	x	-
Verenigd Koninkrijk van Groot-Brittannië en	x	x
Verenigde Staten van Amerika	x	x
Zweden	x	x
Zwitserland	x	x

* Landen die het proces van overgang naar een markteconomie doormaken

Bron: <http://www.klimaat.be/spip.php?article228>

ⁱ **Misbruik Clean Development Mechanism (CDM):** Bijvoorbeeld: Enkele fabrikanten verhoogden de gevaarlijke productie van koelkastgassen, waarbij het ongewenst broeikasgas HFC-23 vrijkomt. Industrielanden konden goedkope CDM-credits verkrijgen door het verbranden van deze stof. Maar zowel de koelkastgassen als het ongewenst bijproduct zijn broeikasgassen, waardoor uiteindelijk door deze CDM-praktijken extra broeikasgassen de atmosfeer ingaan. (*Bauwens, D. (2011) & Wara M. (2007)*)

ⁱⁱ **Klimaatverdrag:** "In juni 1992 werd in Rio de Janeiro, tijdens de Conferentie van de Verenigde Naties over Milieu en Ontwikkeling (ook wel de wereldmilieutop "UNCED" genoemd), het **Klimaatverdrag** afgesloten. Dit "Raamverdrag van de Verenigde Naties inzake Klimaatverandering", zoals het voluit heet (in het Engels UNFCCC: United Nations Framework Convention on Climate Change), bindt de strijd aan tegen de klimaatwijziging, die wordt veroorzaakt door het door de mens versterkte broeikaseffect." (<http://www.klimaat.be/spip.php?article38>)

ⁱⁱⁱ **Kyoto Protocol:** "The Kyoto Protocol is an international agreement linked to the United Nations Framework Convention on Climate Change. The major feature of the Kyoto Protocol is that it sets binding targets for 37 industrialized countries and the European community for reducing greenhouse gas (GHG) emissions. These amount to an average of five per cent against 1990 levels over the five-year period 2008-2012." (http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php)

^{iv} **IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change):** Het IPCC werd in 1988 opricht om de wetenschappelijke basis voor het internationale klimaatbeleid te vormen (Bollen & De Clercq 2006). De doelstelling van het IPCC wordt verduidelijkt op hun website: "*The IPCC assesses the scientific, technical and socio-economic information relevant for the understanding of the risk of human-induced climate change.*" Verder publiceert het IPCC op regelmatige basis een aantal interessante rapporten in verband met het milieubeleid. (www.IPCC.ch)

Auteursrechtelijke overeenkomst

Ik/wij verlenen het wereldwijde auteursrecht voor de ingediende eindverhandeling:

Zijn economische aspecten dé hinderpaal voor een vernieuwd internationaal klimaatverdrag?

Richting: **master in de toegepaste economische wetenschappen-beleidsmanagement**

Jaar: **2012**

in alle mogelijke mediaformaten, - bestaande en in de toekomst te ontwikkelen - , aan de Universiteit Hasselt.

Niet tegenstaand deze toekenning van het auteursrecht aan de Universiteit Hasselt behoud ik als auteur het recht om de eindverhandeling, - in zijn geheel of gedeeltelijk -, vrij te reproduceren, (her)publiceren of distribueren zonder de toelating te moeten verkrijgen van de Universiteit Hasselt.

Ik bevestig dat de eindverhandeling mijn origineel werk is, en dat ik het recht heb om de rechten te verlenen die in deze overeenkomst worden beschreven. Ik verklaar tevens dat de eindverhandeling, naar mijn weten, het auteursrecht van anderen niet overtreedt.

Ik verklaar tevens dat ik voor het materiaal in de eindverhandeling dat beschermd wordt door het auteursrecht, de nodige toelatingen heb verkregen zodat ik deze ook aan de Universiteit Hasselt kan overdragen en dat dit duidelijk in de tekst en inhoud van de eindverhandeling werd genotificeerd.

Universiteit Hasselt zal mij als auteur(s) van de eindverhandeling identificeren en zal geen wijzigingen aanbrengen aan de eindverhandeling, uitgezonderd deze toegelaten door deze overeenkomst.

Voor akkoord,

Séré, Anneleen

Datum: **1/06/2012**