

**CE**

**Oplossingen voor  
milieu, economie  
en technologie**

Oude Delft 180  
2611 HH Delft  
tel: 015 2 150 150  
fax: 015 2 150 151  
e-mail: ce@ce.nl  
website: www.ce.n

## **De internationale prijs van CO<sub>2</sub>**

Determinanten en schattingen

### **Rapport**

Delft, december 2000

Opgesteld door: ir. Balthasar Klimbie  
drs. Bas Leurs  
ir. Tiny van der Werff



# Colofon

Bibliotheekgegevens rapport:

Klimbie, B., B. Leurs, T. van der Werff

De internationale prijs van CO<sub>2</sub>: determinanten en schattingen

Delft : CE, 2000

Verkeer / Vervoer / Kooldioxide / Emissievermindering / Maatregelen / Beleidinstrumenten / Markt / Handel / Verhandelbare vervuillingsrechten / Prijsstelling / Inventarisatie

Dit rapport kost f 32,50 (€ 14,75) (exclusief verzendkosten).

Publicatienummer: 00.4919.34

De verspreiding van CE-publicaties gebeurt door:

CE

Oude Delft 180

2611 HH Delft

Tel: 015-2150150

Fax: 015-2150151

E-mail: publicatie@ce.nl

Opdrachtgever: Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider de heer B. Klimbie.

© copyright, CE, Delft

## **CE**

### **Oplossingen voor milieu, economie en technologie**

CE is een onafhankelijke onderzoeks- en adviesbureau, gespecialiseerd in het ontwikkelen van structurele en innovatieve oplossingen van milieuvraagstukken. Kenmerken van CE-oplossingen zijn: beleidsmatig haalbaar, technisch onderbouwd, economisch verstandig maar ook maatschappelijk rechtvaardig.

CE is onderverdeeld in vijf secties die zich richten op de volgende werkterreinen:

- economie
- energie
- industrie
- materialen
- verkeer & vervoer

Van elk van deze secties is een publicatielijst beschikbaar. Geïnteresseerden kunnen deze opvragen bij CE tel: 015-2150150. De meest actuele informatie van CE is te vinden op de website: [www.ce.nl](http://www.ce.nl).

# Inhoud

Samenvattende conclusies en aanbevelingen	1
1 Inleiding	5
1.1 Aanleiding	5
1.2 Doelstelling	7
1.3 Andere aanverwante ontwikkelingen	7
1.4 Leeswijzer	7
1.5 Afbakening	8
2 De markt	11
2.1 Inleiding	11
2.2 Marktconforme instrumenten	11
2.3 De Kyoto-mechanismen	13
2.4 Randvoorwaarden en variabelen	16
2.4.1 Randvoorwaarden	16
2.4.2 Variabelen	18
3 De prijs	19
3.1 Inleiding	19
3.2 Methoden	19
3.2.1 Het type kosten	19
3.2.2 Gebruik scenario's	21
3.3 Samenvatting schattingen van de CO <sub>2</sub> -prijs	21
3.3.1 Ieder voor zich	22
3.3.2 Emissiehandel tussen Annex I landen	22
3.3.3 Globale emissiehandel	22
3.3.4 Tot slot	23
4 De overwegingen	25
4.1 Inleiding	25
4.2 Voordelen van buitenlandse maatregelen	25
4.3 Voordelen binnenlandse maatregelen	26
4.4 Overige overwegingen	27
Literatuur	29
A Belangrijkste afspraken op CoP-6	33
B Bespreking van CoP-6	39
C Waarom de preventiekostenmethode?	41
D Analyse van de literatuur	45
E Verhandelbare emissierechten in de VS	53
F Emissiehandel regionale luchthavens	55
G Beleidsontwikkelingen mondiale luchtvaart	57
H Beleidsontwikkelingen EU luchtvaart	61



# Samenvattende conclusies en aanbevelingen

## Inleiding

De afdeling Strategie en Coördinatie van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat wil inzicht in de wijze waarop de komende jaren aan CO<sub>2</sub>-emissiereductie kan worden gewerkt. Hiervoor wordt een discussiestuk geschreven dat ingaat op drie onderwerpen:

- 1 Aandeel verkeer en vervoer in nationale CO<sub>2</sub> emissies.
- 2 Mogelijke emissiereducerende maatregelen binnen Nederlandse sectoren.
- 3 Inventarisatie van internationale marktprijs voor CO<sub>2</sub>.

De Adviesdienst Verkeer en Vervoer van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat heeft CE verzocht om dit derde onderdeel in te vullen. Bij de vergelijking van de internationale handelsprijs voor CO<sub>2</sub>-emissiereductie met de nationale prijs, moeten een aantal overwegingen worden meegenomen die niet in de prijs tot uitdrukking komen. Daarom heeft CE een tweeledige doelstelling gehanteerd in dit onderzoek:

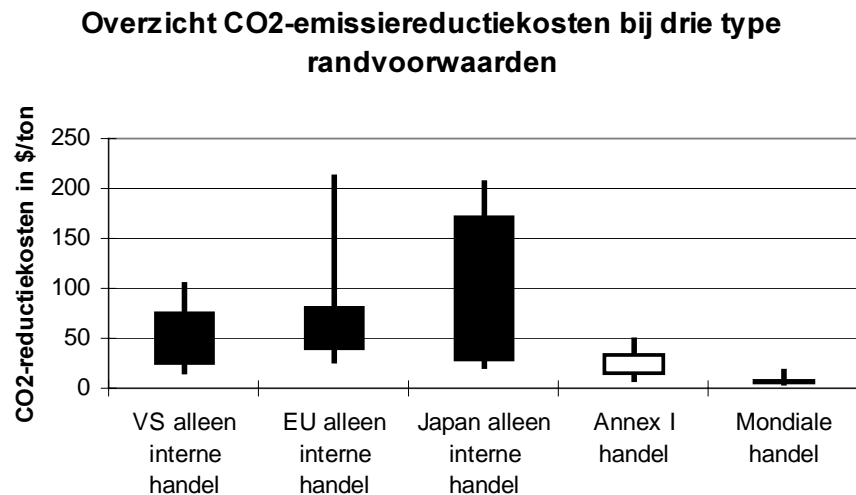
- 1 Het uit de literatuur afleiden van de bandbreedte is van de internationale handelsprijs voor CO<sub>2</sub>-emissiereductie, en
- 2 Om een overzicht te maken van de overwegingen die in acht moeten worden genomen bij de interpretatie van deze prijs.

## De bandbreedte van de prijzen

De bandbreedte waarbinnen de internationale handelsprijs voor CO<sub>2</sub>-emissiereductie valt, wordt bepaald door de randvoorwaarden waaraan de handel moet voldoen en de grootte van de exogene variabelen zoals economische groei en technologische ontwikkeling.

In de onderstaande figuur zijn de bandbreedtes van de prijzen weergegeven. De prijzen zijn berekend door met modellen verschillende scenario's door te rekenen. De brede delen van de balken geven de prijsrange aan waar de meeste scenario's op uitkomen, de dunne balken geven de uitersten weer.

Figuur 1 Overzicht prijs CO<sub>2</sub>-emissierechten bij drie schalen voor handel



De eerste drie staven geven de prijzen aan zoals deze gelden als er alléén handel mogelijk is binnen de genoemde regio's en niet tussen deze regio's of met andere landen. Het totale aanbod van relatief goedkope maatregelen waarvan gebruik kan worden gemaakt is in dit geval kleiner, waardoor er minder mogelijkheden zijn om op een goedkope manier aan de verplichtingen te voldoen.

Als er mag worden gehandeld tussen de Annex I<sup>1</sup> landen komen meer goedkopen maatregelen ter beschikking, hierdoor daalt de prijs.

Bij mondiale handel is het aanbod van goedkopen maatregelen het grootst en daardoor de prijs het laagst.

Op grond van de modelberekeningen kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- 1 De bandbreedte van de prijzen wordt het meest beïnvloed door randvoorwaarden die aan de handel worden gesteld<sup>2</sup>; als er alleen mag worden gehandeld in de landen van de drie grote blokken (de VS, Europa en Japan) zijn de prijzen beduidend hoger dan wanneer mondiale handel is toegestaan.
- 2 Als alleen mag worden gehandeld binnen de drie grote blokken (en niet ertussen), zijn de prijzen in de VS het laagst, omdat daar nog het meest kan worden bereikt met energiebesparing.
- 3 Als meer landen deel mogen nemen aan de handel, daalt niet alleen de prijs, maar ook de onzekerheid rond de prijs. Dit komt door het beschikbaar komen van grote hoeveelheden goedkope maatregelen met een vergelijkbare prijs per ton CO<sub>2</sub>-reductie.

Bij de CoP 6<sup>3</sup> in Den Haag zijn nauwelijks aanvullende afspraken gemaakt over de flexibele instrumenten zoals emissiehandel, Joint Implementation (JI) en het Clean Development Mechanism<sup>4</sup> (CDM). Hierdoor zijn de rand-

<sup>1</sup> De Annex I landen zijn de geïndustrialiseerde landen.

<sup>2</sup> Dit is in overeenstemming met de literatuur [Weynant].

<sup>3</sup> CoP 6: Conference of Parties, de zesde bijeenkomst. De CoP's zijn de internationale bijeenkomsten waar over klimaat wordt gesproken, zoals in Kyoto.

<sup>4</sup> Voor uitleg over JI en CDM, zie paragraaf 3.3.



voorwaarden die in de modellen zijn gebruikt om de prijs van de CO<sub>2</sub>-emissiereductie mee te berekenen nog onzeker. Dit leidt tot een grote spreiding in de mogelijke prijzen die tot stand kunnen komen.

### **De overwegingen rond de prijs**

De internationale handelsprijs voor CO<sub>2</sub>-reductie is niet direct een goede maat om de kosten van binnenlandse maatregelen mee te vergelijken. Bij deze vergelijking moeten de volgende overwegingen in acht worden genomen:

Voordelen van buitenlandse maatregelen

- door kennisoverdracht kunnen de ontvangende landen zich ontwikkelen;
- CO<sub>2</sub>-emissie reductie houdt vaak ook reductie van luchtverontreinigende gassen in, wat goed is voor de lokale luchtkwaliteit.

Voordelen van binnenlandse maatregelen

- stimulans voor kennisontwikkeling, doordat binnen Nederland al meer is gedaan zal extra technologieontwikkeling nodig zijn om nog verder te kunnen komen, deze technologie is in een later stadium weer te verkopen;
- net als bij de voordelen van maatregelen in het buitenland kan in sommige gevallen ook de Nederlandse luchtkwaliteit beter worden door CO<sub>2</sub>-reductie;
- de zekerheid van daadwerkelijke CO<sub>2</sub>-reductie is groter bij maatregelen in het binnenland;
- de reductiedoelstelling voor 2010 is een eerste stap bij het omlaag krijgen van de broeikasemissies, na 2010 zullen soortgelijke aanvullende stappen nodig zijn; de emissiereducerende maatregelen die nu in Nederland worden getroffen helpen bij volgende tranches ook nog mee, wat bij buitenlandse maatregelen onzeker is;
- uit oogpunt van rechtvaardigheid ligt het voor de hand dat de landen die veel emitteren ook zelf aan reductie werken.

Overige overwegingen

- het nemen van maatregelen heeft effect op de werkgelegenheid, gezien de huidige overspannen arbeidsmarkt is het niet duidelijk of dit een voordeel is;
- maximaal 50% van de emissiereducerende maatregelen mag in het buitenland worden genomen.

Hoe zwaar deze overwegingen meetellen, is uiteindelijk een politieke beslissing.

### **Conclusies**

*Sector verkeer kan niet inkopen in buitenland*

De reden van deze studie is dat S&C zich wil voorbereiden op de evaluatie van het klimaatbeleid in 2002. Binnen Europa is al afgesproken dat minimaal 50% van de emissiereductie in het eigen land moet worden bereikt. In de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid is een voorzet gegeven voor de verdeling van de 50% binnenlandse maatregelen over de sectoren. De commissie Vogtländer zoekt op dit moment uit hoe een binnenlands sectoroverschrijdend handelssysteem er uit zou kunnen zien.

De sector verkeer zit 'vast' aan de 7,4% emissiereductie die ten opzichte van het Global Competition Scenario moet worden bereikt. Dit kan door emissiereducerende maatregelen in de eigen sector, of – als de commissie Vogtländer tot een handelssysteem komt – door handel met de andere sectoren in Nederland.

Het is *niet* mogelijk dat de sector verkeer op eigen initiatief maatregelen in het buitenland gaat nemen om de binnenlandse doelstelling te halen.

#### *Sector verkeer kan met eigen kennis maatregelen in buitenland stimuleren*

In Nederland is veel kennis opgebouwd over de mogelijkheid om energie te besparen in verkeer en vervoer. Het Transactieprogramma is hier een voorbeeld van. Deze kennis kan in andere landen worden toegepast, waardoor daar goedkope reductiemogelijkheden ontstaan.

Deze reducties mogen dan onder de Joint Implementation of de Clean Development vlag worden meegeteld voor de Nederlandse reductiedoelstelling. Ze horen dan echter wel bij dat gedeelte van de Nederlandse doelstelling dat in het buitenland wordt gereduceerd, en niet bij de sector verkeer en vervoer.

Vergelijkbare buitenlandse maatregelen worden nu al getroffen door enkele dochterondernemingen van elektriciteitsmaatschappijen. Het verschil is alleen inhoudelijk dat het in het ene geval over de elektriciteitssector gaat en in het andere geval over verkeer en vervoer.

Er zijn ons geen voorbeelden bekend dat dit al op het gebied van verkeer en vervoer gebeurt.

### **Aanbevelingen**

#### *Zekerheid omtrent prijs*

In mei 2001 wordt de CoP 6 vervolgd. Het kan zijn dat dan wél afspraken gemaakt worden over de internationale emissiehandelsmogelijkheden. Dat zou dan meer duidelijkheid moeten geven over de prijzen. De verwachting is dat sinks<sup>5</sup> mogen meetellen, wat een prijsverlagend effect zal hebben.

Als iets meer zekerheid gewenst is, dan is de aanbeveling om deze bijeenkomst af te wachten.

#### *Goedkope emissiereducties in buitenland door verkeer*

Zoals bij de conclusies is gemeld, kunnen met de kennis en geld dat in Nederland aanwezig is over energiebesparing in verkeer en vervoer in het buitenland emissiereducties worden bereikt. Als er nadere afspraken zijn gemaakt omtrent de invulling van het Kyoto-protocol verdient het de aanbeveling om deze mogelijkheden te onderzoeken.

#### *Visievorming rond overwegingen*

In dit rapport worden een aantal overwegingen genoemd die in acht kunnen worden genomen als de afweging tussen binnenlandse of buitenlandse maatregelen moet worden gemaakt. Over veel van deze overwegingen is nog geen officieel standpunt ingenomen.

Wij bevelen aan om hier één of meerdere workshops met politici, beleidsmakers, wetenschappers en belangengroeperingen te organiseren om tot een standpunt te komen over de zwaarte van de verschillende overwegingen.

---

<sup>5</sup> Sinks zijn natuurlijke CO<sub>2</sub>-opslagen, zoals bossen, voor een uitleg zie bijlage A over de afspraken op CoP.





# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

### Het broeikaseffect

Het is boven redelijke twijfel verheven dat de mens een verhoging van het broeikaseffect veroorzaakt. Het broeikaseffect zorgt ervoor dat de temperatuur op aarde op een 'leefbaar' niveau ligt. Dit broeikaseffect wordt veroorzaakt doordat bepaalde gassen in de atmosfeer de infrarode straling die de aarde uitstraalt weer terugkaatst. Een van deze gassen is CO<sub>2</sub>.

Door onder andere het grootschalige verbruik van fossiele brandstoffen neemt de concentratie van CO<sub>2</sub> in de atmosfeer toe, waardoor het broeikas-effect sterker wordt. Dit veroorzaakt een extra opwarming van de aarde.

In de loop van de geschiedenis van de aarde is de temperatuur altijd aan schommelingen onderhevig geweest (zoals tijdens de ijstijden). De verandering in de temperatuur dreigt nu echter zo snel te veranderen dat de natuur op aarde zich niet snel genoeg kan aanpassen. Dit levert een risico op van verstoring van de natuurlijke balans.

### Emissiereductie

Om een destabilisatie van het klimaat te voorkomen is een verregaande reductie van de broeikasgassen nodig. De verwachting is dat uiteindelijk een wereldwijde antropogene emissie van 3,5 Giga ton koolstof per jaar tot een stabiele situatie kan leiden. In 1990 was de wereldemissie nog 7,4 Gt. De totale wereldemissie moet dus met meer dan de helft terug de komende 50 jaar. Omdat de minder ontwikkelde landen in dezelfde periode nog een groei zullen doormaken, moeten de geïndustrialiseerde landen naar verwachting met 80% terug in hun emissies.

Deze stap terug is te groot om in één keer te nemen. Daarom is in Kyoto afgesproken om een eerste deelstap te nemen. Deze stap moet een emissiereductie van 8% ten opzichte van 1990 opleveren. Het is de algemene verwachting dat de in Kyoto gemaakte afspraken een eerste 'tranche' zijn, waarna er nog meerdere zullen volgen om het uiteindelijke doel te bereiken.

### Inzicht in effecten beperkt

Het is wenselijk bij het maken van lange termijn beleid om inzicht te hebben in hoe de internationale ontwikkelingen van emissiereductiemogelijkheden en prijzen zouden kunnen verlopen in de komende vijftig jaar. Op dit moment is de literatuur die over dit onderwerp te vinden is echter beperkt tot de eerste tranche. Van de langere termijn is wel bekend *dat* er meer moet gebeuren maar *hoe* is nog niet bekend. Mede omdat veel afhangt van het verloop van de eerste tranche. Hierdoor is ook nog geen eenduidig inzicht te geven in het verloop van de prijs van emissierechten.

Wel is het mogelijk om een beschrijving te geven van de wijze waarop deze prijzen in deze periode tot stand komen. De mechanismen die hierbij spelen blijven immers hetzelfde.

### Nederland en het Kyoto-protocol

In het kader van het Kyoto-protocol heeft Nederland zich gecommitteerd aan een emissiereductie van broeikasgassen van gemiddeld 6% in de periode

2008-2012<sup>6</sup> ten opzichte van 1990. Uitgaande van het *Global Competition Scenario* komt dit neer op een emissiereductie van 50 Mton CO<sub>2</sub>-equivalenten. Conform het regeerakkoord is Nederland voornemens om 50% van de vereiste reductie binnenlands te realiseren en 50% in het buitenland.

### **Uitvoeringsnota Klimaatbeleid**

Om deze reductie te realiseren is in de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid een reeks van maatregelen opgenomen die tot 2010 uitgevoerd moeten worden. In 2002<sup>7</sup> wordt een tussenevaluatie gehouden om te kijken of het voorgenomen beleid zal voldoen.

### **Doel wordt niet gehaald**

Uit een studie van Ecofys en het Fraunhoferinstituut blijkt dat in het ergste geval van de 25 Mton die in het binnenland moet worden gereduceerd, met het huidige beleid slechts 7 ton wordt gehaald. Ook de niet 'worst-case' varianten geven aan dat de 25 Mton in ieder geval niet wordt bereikt.

### **Sector verkeer ontzien**

Tot nu toe is de sector verkeer en vervoer redelijk uit de wind gehouden als het gaat om CO<sub>2</sub> reducerende maatregelen. De internationale scheeps- en luchtvaart zijn zelfs helemaal buiten schot gebleven. In de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid wordt aangegeven dat de sector verkeer een emissiereductie van 7,4 % moet zien te bereiken ten opzichte van het Global Competition Scenario, alle sectoren samen zitten gemiddeld op 10% (zie Tabel 1). Dit komt neer op een emissiereductie van 3 Mton CO<sub>2</sub>. Het is aannemelijk dat ook de sector verkeer meer aan CO<sub>2</sub>-emissiereductie zal moeten gaan doen.

Tabel 1 Setorale emissiereducties in 2010 (Bron: VROM, 1999)

sector	emissie in 2010 bij ongewijzigd beleid [Mton CO <sub>2</sub> -eq.]	reductie in 2010 t.o.v. ongewijzigd beleid [%]	percentage van de nationale doelstel- ling [%]
industrie (incl. raffinaderijen)	89	11,2	17
Energiebedrijven	61	13,1	12
Landbouw	28	7,0	5
verkeer <sup>8</sup>	40	7,4	8
Huishoudens	23	10,0	4
handel, diensten, overheid	12	8,3	2
Overige	6	-	1
TOTAAL	256	10	50

### **Vorbereiding op aanscherping**

Om zich te kunnen voorbereiden op de discussie over eventueel extra te nemen maatregelen is de afdeling Strategie en Coördinatie van het Ministe-

<sup>6</sup> Meestal wordt voor het einde van deze budgetperiode het jaar 2010 gebruikt. De 'controle' vindt achter niet over één jaar plaats, maar in de periode 2008 tot 2012. In de rest van dit rapport wordt ook het jaartal 2010 gebruikt waar de periode 2008-2012 wordt bedoeld.

<sup>7</sup> Volgens de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid deel 1 zijn in 2002 en 2005 ijkmomenten om te bezien of met het basispakket aan maatregelen het beoogde doel wordt behaald, of dat aanvullende maatregelen nodig zijn.

<sup>8</sup> Gezien de marges in de reductieschatting van een aantal verkeersmaatregelen zal de emissiereductie in de sector verkeer tussen 6,25 en 8,5% bedragen. In de tabel is het middenpunt van de bandbreedte gepresenteerd.



rie van Verkeer en Waterstaat een discussiedocument aan het schrijven. In dit document zal worden ingegaan op de nog mogelijke maatregelen in deze sector en de bijbehorende prijzen. Om deze prijzen te kunnen vergelijken met de internationale handelsprijzen voor CO<sub>2</sub>-reductie, heeft de Adviesdienst Verkeer en Vervoer aan CE gevraagd om de literatuur over deze prijzen te bestuderen. Uit deze studie moet een overzicht komen van de te verwachten prijzen voor CO<sub>2</sub>-emissiereductie op de wereldmarkt in 2010 en een overzicht van de overwegingen die in acht moeten worden genomen bij de interpretatie van deze prijzen.

## 1.2 Doelstelling

Dit project heeft twee doelen:

- 1 Het uit de literatuur afleiden van de bandbreedte is van de internationale handelsprijs voor CO<sub>2</sub>-emissiereductie, en
- 2 Om een overzicht te maken van de overwegingen die in acht moeten worden genomen bij de interpretatie van deze prijs.

Uit de literatuur volgen verschillende prijzen voor CO<sub>2</sub>-emissiereductie, daarom zal ook worden aangegeven hoe deze prijzen tot stand komen en waardoor deze verschillen worden bepaald.

## 1.3 Andere aanverwante ontwikkelingen

In het Kyoto-protocol is niet alleen een emissiereductie afgesproken. Ook zijn er afspraken gemaakt over hoe deze reductie mag worden bereikt. Dit hoeft niet perse in het eigen land, maar door bepaalde vormen van emissiehandel kunnen ook in het buitenland bereikte reducties nationaal worden meegeteld (zie hiervoor hoofdstuk 2).

Niet alleen in het Kyoto-protocol wordt gebruik gemaakt van emissiehandel. Omdat emissiehandel een efficiënte manier is om het doel van emissiereductie te bereiken, wordt op steeds meer plaatsen geëxperimenteerd met het opzetten van handelssystemen. De volgende emissiehandelssystemen staan in de belangstelling:

- het bekendste emissiehandelssysteem is dat van de SO<sub>2</sub>-emissie in Amerika (zie bijlage E);
- de commissie Vogtländer onderzoekt of het mogelijk is om een emissiehandelssysteem voor CO<sub>2</sub> in Nederland op te zetten, waarin over de sectorgrenzen heen kan worden gehandeld;
- voor de nationale luchtvaart wordt gewerkt aan een systeem met verhandelbare emissierechten (zie bijlage F);
- in Nederland ook een systeem opgezet voor verhandelbare NO<sub>x</sub>-emissierechten;
- in het NMP 4 wordt besproken wat de voordelen zijn van emissiehandel;
- de Europese Commissie heeft het 'Green Paper on greenhouse gas emissions trading within the European Union' uitgebracht.

## 1.4 Leeswijzer

Er is niet sprake van één internationale prijs voor CO<sub>2</sub>-emissiereductie. Deze prijzen zijn prognoses die worden uitgerekend met modellen. In deze modellen worden verschillende aannames gebruikt. Om inzicht te kunnen krijgen in de betekenis van de prijzen die in de literatuur aangegeven worden, is het noodzakelijk om te weten hoe deze prijzen tot stand komen.

Daarom heeft dit rapport de volgende opzet. In het tweede hoofdstuk wordt een korte beschrijving gegeven van de markt waar de handel in CO<sub>2</sub>-emissierechten plaats gaat vinden, hierbij wordt aandacht besteed aan de emissiehandel als instrument, de afspraken die uit het Kyoto-protocol volgen en de overige randvoorwaarden waaraan de handel moet voldoen. Met deze bagage is het mogelijk om de resultaten van de literatuurstudie, zoals deze in hoofdstuk 3 worden gepresenteerd te begrijpen. In hoofdstuk 4 worden de overwegingen beschreven die in acht kunnen worden genomen bij de afweging of maatregelen binnenlands dan wel buitenlands worden genomen. De conclusies en aanbevelingen zijn in de samenvatting verwerkt.

Aan dit rapport zijn acht bijlagen toegevoegd. Deze zijn:

- A Overzicht van de belangrijkste afspraken die op CoP 6<sup>9</sup> moeten worden gemaakt.
- B Resultaten van CoP 6.
- C Uitleg over de keuze van de preventiekostenmethode.
- D Analyse van de literatuur.
- E Uitleg over het emissiehandelssysteem van SO<sub>2</sub> in de VS.
- F Stand van zaken van de emissiehandel voor regionale luchthavens.
- G Mondiale beleidsontwikkelingen met betrekking tot de luchtvaart.
- H Europese beleidsontwikkelingen met betrekking tot de luchtvaart.

## 1.5 Afbakening

### Onzekerheid

Studies over de hoogte van de prijs van verhandelbare CO<sub>2</sub>-emissiereductiecertificaten zijn met een grote onzekerheid omgeven. Er zijn veel verschillende factoren die deze prijs beïnvloeden, waarbij vaak niet eenduidig is aan te geven hoe groot een bepaalde factor is en welke invloed deze precies heeft.

De uitkomsten van dit onderzoek zullen zo goed mogelijk aangeven wat de te verwachten prijzen zijn onder welke omstandigheden. Dit betekent echter niet dat ze dé werkelijkheid weergeven.

### Geen interne handel

In dit onderzoek is gezocht naar de prijzen van de internationale handel in CO<sub>2</sub> emissiereductiekosten. Er is niet onderzocht wat de invloed is van nationale handel tussen de verschillende sectoren.

### Focus op CO<sub>2</sub>

In het Kyoto-protocol zijn afspraken gemaakt over de reductie van broeikasversterkende gassen<sup>10</sup>. Deze uitspraken zijn uitgedrukt in reductie van CO<sub>2</sub>-equivalenten. Hiervoor is gekozen omdat de verschillende stoffen per eenheid stof een verschillende bijdrage leveren aan het broeikaseffect.

Het aandeel CO<sub>2</sub> in de bijdrage aan het broeikaseffect is 75%. Dit is de reden dat in de internationale literatuur over de prijzen van emissiereductie wordt vrijwel alleen aandacht wordt besteed aan CO<sub>2</sub>.

De prijzen die in deze studie worden genoemd worden berekend met modellen waarin ook de maatregelen voor niet CO<sub>2</sub> broeikasgassen zijn opgenomen.

---

<sup>9</sup> CoP 6: Conference of Parties, de zesde bijeenkomst. De CoP's zijn de internationale bijeenkomsten waar over klimaat wordt gesproken, zoals in Kyoto.

<sup>10</sup> Naast CO<sub>2</sub> zijn dit ook N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub> en een aantal fluorverbindingen.



**Ratificatie**

Verder wordt er in deze studie vanuit gegaan dat de partijen het eens worden over de uitvoeringskwesties van het Kyoto-protocol en dat voldoende landen overgaan tot ratificatie van het protocol waardoor het in werking treedt. Dit zijn geen triviale veronderstellingen omdat het niet uit te sluiten is dat het protocol mislukt vanwege grote belangentegenstellingen.

**Valuta**

Tenzij anders aangegeven, zijn alle prijzen in dit rapport uitgedrukt in US\$ 1995.



## 2 De markt

### 2.1 Inleiding

De prijzen van de CO<sub>2</sub>-emissiereductie komen tot stand op de internationale markt. In deze markt ontmoeten vraag naar emissiereductie en aanbod ervan elkaar. De regels waaraan de vragende en aanbiedende partijen zich moeten houden én de grootte van vraag en aanbod bepalen de uiteindelijke prijs.

In dit hoofdstuk wordt de internationale markt voor CO<sub>2</sub>-emissiereductie beschreven. In de eerst volgende paragraaf staat een korte uitleg over verschillende marktconforme handelsmechanismen, waarna in paragraaf drie wordt aangegeven hoe deze mechanismen voor het Kyoto-protocol zijn ingevuld. In de vierde paragraaf wordt aangegeven welke randvoorwaarden en variabelen in deze markt de prijzen beïnvloeden.

### 2.2 Marktconforme instrumenten

Er bestaat een hele waaier aan beleidsinstrumenten om een bepaald beleidsdoel te halen. Deze waaier loopt van voorlichting tot aan regelgeving met harde sancties of zelfs het technisch onmogelijk maken van ongewenst gedrag<sup>11</sup>.

Een bijzondere set van beleidsinstrumenten zijn de marktconforme instrumenten. Bij het gebruik van deze instrumenten wordt een omgeving geschapen waarin het financieel aantrekkelijk is om een beleidsdoel na te streven. Er zijn drie verschillende die hieronder voor een emissiedoelstelling worden uitgewerkt<sup>12</sup>:

- emissiehandel met een absoluut maximum verhandelbare rechten dat gelijk is aan het milieudoel; in dit systeem stelt de overheid een absolute grens aan de emissies en worden emissierechten verdeeld onder de emitenten<sup>13</sup>, als deze de hun toebedeelde rechten niet nodig hebben, kunnen deze worden verkocht aan emitenten die rechten te kort komen;
- emissiehandel met een maximum emissie per productie-eenheid; bij dit systeem stelt de overheid een maximum aan de hoeveelheid emissies die mogen worden gedaan om één eenheid van een bepaald goed te produceren. Producenten die minder emissies hebben per eenheid product, kunnen de niet gebruikte rechten verkopen aan producenten die rechten te kort komen;
- reductiehandel; hierbij kunnen de hoeveelheid emissies die zijn gereduceerd door een bepaalde maatregel worden verhandeld. Een voorbeeld hiervan is een oude elektriciteitscentrale die wordt gemoderniseerd waardoor het rendement toe- en de emissies afnemen. De hoeveelheid emissies die hierdoor zijn gereduceerd kunnen worden verkocht.

<sup>11</sup> De invoering van de 3-wegkatalysator is hier een voorbeeld van.

<sup>12</sup> In het NMP4 en in andere literatuur wordt hier uitgebreider op ingegaan.

<sup>13</sup> Met emitent wordt in dit rapport een partij bedoeld die emissies veroorzaakt.

Het grootste voordeel van emissiehandel is dat bij een volledig open en doorzichtige markt zullen de emissiereducties plaatsvinden op de plaats waar dit het goedkoopst is. Het is dus een effectief en efficiënt instrument.

Alle drie de systemen hebben als gemeenschappelijk kenmerk dat de prijs voor de emissie op de markt van vraag en aanbod tot stand komt. Een bedrijf dat emissie heeft, kan zelf de afweging maken tussen het nemen van emissiereducerende maatregelen en het kopen van emissierechten.

Het eerste en het derde systeem hebben een echt plafond, waarvan de beleidsmaker zeker weet dat (mits men zich aan de regels houdt) daar niet overheen wordt gegaan. In het tweede systeem is de totale emissie afhankelijk van de totale productie.

Een nadeel van de emissiehandel met een absoluut maximum, is dat de ruimte onder dat maximum moet worden verdeeld onder de emitenten. Dit kan door veiling (de partij die het meest voor de rechten over heeft krijgt deze, denk aan de UMTS veiling), of door 'grandfathering' waarbij de overheid op basis van historische emissies de rechten verdeelt.

Bij reductiehandel is het bepalen van het ijkpunt een probleem, er moet immers worden vastgesteld wat de emissies in de toekomst zouden zijn. Deze zijn vaak afhankelijk van diverse onzekerheden, waardoor de verkregen emissieruimte als een reducerende maatregel is genomen niet echt 'hard' te maken is.

In de onderstaande tabel zijn de voor- en nadelen van de drie emissiehandelssystemen op een rijtje gezet. Deze tabel is overgenomen uit het concept NMP 4.





Tabel 2 Overzicht van de voor- en nadelen van verschillende emissiehandelssystemen

	Emissieplafond "cap-and-trade"	Prestatienorm "performance standard based trading"	Reducties "baseline-and-credit trading"	Belastingen
<i>Verhandelbare object of quantum</i>	Eenheden ver- vuiling	Feitelijke emissies vergeleken met algemeen geldende prestatienormen	Feitelijke emissie- reducties t.o.v. het ijkpunt	geen
<i>Plafond aan totale emissies van een groep bronnen</i>	Ja	Ja, met een beperkte tijdelijke marge als economische groei afwijkt van prognose	Nee	Nee, tenzij het (marginale) belastingtarief voortdurend wordt aangepast aan de te bereiken milieukwaliteit
<i>Eenvoud van de initiële toedeling van titels (quota) om niet</i>	Eenvoudig tot gecompliceerd.	Eenvoudig, als er al (aanzetten tot) prestatienormen zijn	Niet relevant	Niet relevant
<i>Opbrengst over- heid</i>	Ja, bij veiling Nee, bij grandfa- thering	Nee	Nee	Ja
<i>Hoeveelheid emissies die elke afzonderlijke bron mag uitstoten</i>	Gelijk aan het aantal verworven titels (emissie- quota)	Gelijk aan de pres- tatiennorm, + of - de gekochte c.q. verkochte quota	De voor de bron geldende baseline, verminderd met de verkochte quota	Het staat de bron vrij te emitteren wat hij wil, zolang hij de belasting maar be- taalt
<i>Verificatie / moni- toring</i>	Eenvoudig en goedkoop	Eenvoudig en goedkoop	Complex en duur	Eenvoudig en goedkoop
<i>Kosten van een handelstransactie</i>	Laag	Laag	Hoog	Niet relevant
<i>Economische efficiëntie</i>	Zeer efficiënt	Zeer efficiënt	Weinig efficiënt	Zeer efficiënt, als het marginale belastingtarief maar voor alle bronnen hetzelfde is. Weinig efficiënt, als de marginale tarieven voor de verschillende bronnen uiteenlopen
<i>Toetredingsbarri- ères nieuwkomers</i>	Eventueel	Geen	Geen	Beperkt (afhankelijk van het totale fiscale klimaat voor een bedrijf)
<i>Relatie met het bestaande sys- teem van regule- ring</i>	emissie-eisen in de vergunning vervallen	emissie-eisen in de vergunning verval- len	Aanvulling op het vergunningensys- teem	Complementair aan elk systeem van regulering (wordt zelden of nooit alleen toegepast)

### 2.3 De Kyoto-mechanismen

In Kyoto is niet alleen een emissiereductiedoel bepaald voor geïndustrialiseerde landen, maar er zijn ook afspraken gemaakt over de wijze waarop dat doel mag worden bereikt. Voor een uitgebreidere bespreking van het Kyoto-protocol verwijs ik u naar bijlage A.

Het reductiedoel mag op vier manieren worden bereikt:

- 1 Emissiereductie in eigen land.
- 2 Emissiehandel met andere landen die een reductiedoelstelling hebben.
- 3 Reductiehandel met Annex I landen (dit heet Joint Implementation), en
- 4 Reductiehandel met niet Annex I landen (dit heet het Clean Development Mechanism).

De uitwerking van met name de Joint Implementation (JI) en het Clean Development Mechanism (CDM) is nog niet uitgekristalliseerd. De Conference of Parties (CoP) in Den Haag had meer helderheid moeten scheppen over wat wel en wat niet kan met deze twee mechanismen.

Met deze mechanismen hangen een aantal problemen samen die moeten worden opgelost voordat daadwerkelijk met de uitvoering van dergelijke projecten kan worden begonnen. En – belangrijk voor deze studie – zolang de randvoorwaarden van deze mechanismen niet bekend zijn, is het onmogelijk om aan te geven hoeveel handelsmogelijkheden voor emissie er zijn. En zolang er geen zicht is op het aanbod van emissiereductie, kan er ook geen prijs worden vastgesteld.

Het probleem van het ijkpunt bij reductiehandel, dat in de vorige paragraaf is aangekaart, levert bij de uitwerking in dit protocol nog een extra probleem op. Bij emissiereductie in eigen land is zeker hoeveel 'winst' daarmee wordt behaald. Bij emissiehandel met een ander land, zijn de belangen tegengesteld, in het land waar de maatregel plaats vind is er een drang om het effect laag in te schatten, maar het land dat de maatregel betaald heeft een belang om het effect hoog in te schatten. Deze belangen houden elkaar in evenwicht (in theorie). Maar bij JI en CDM is het in het belang van beide landen om het effect zo hoog mogelijk in te schatten. Het land waar de maatregel wordt genomen heeft immers geen eigen reductiedoelstelling die in het gevaar komt als de maatregel niet zo effectief is als afgesproken.



## Internationale scheep- en luchtvaart

De internationale scheep- en luchtvaart zijn op dit moment niet onderworpen aan de afspraken die in Kyoto zijn gemaakt over emissiereductie. Een van de problemen die voor deze sectoren geldt is dat het lastig is om de CO<sub>2</sub> die ze emitteren toe te rekenen aan een bepaald land.

Normaal wordt de CO<sub>2</sub>-emissie bepaald aan de hand van de hoeveelheid gebruikte brandstof (in dit geval zware stookolie en kerosine). Bij de industrie, de huishoudens en (in mindere mate) het wegverkeer bestaat er een duidelijke relatie tussen het land waar zijn hun brandstof kopen en het land waar de emissies plaatsvinden. Hierdoor is de toerekening van de CO<sub>2</sub>-emissies aan een land eenvoudig.

Bij de scheep- en luchtvaart is deze koppeling minder eenvoudig te maken. In de scheepvaart speelt dit probleem al langer, daar wordt o.a. om de sociale wetgeving te omzeilen onder de vlag van een ander land gevaren dan dat van het land waar de moedermaatschappij zetelt. Als de internationale scheep- en luchtvaart uit de landen met een emissiedoelstelling ook dure brandstofbesparende maatregelen moeten treffen, dan delven zij het onderspit ten opzichte van de concurrenten uit landen waar dat niet hoeft. Het zal dan voor de hand liggen om ook hier een bureau te openen in een niet Annex I land om de schepen en vliegtuigen daar te registreren.

Het toerekenen van de CO<sub>2</sub>-emissies aan het land waar de brandstof wordt getankt is ook geen oplossing. Het land waar veel wordt getankt zal de kosten voor de extra te nemen CO<sub>2</sub>-emissiereductie door een heffing op de brandstof willen terugverdienen. Hierdoor wordt de brandstof duurder en zal er alleen elders worden getankt.

Per saldo is dit zelfs slecht voor het milieu, omdat vliegtuigen gemiddeld meer kerosine bij zich zullen hebben, waardoor hun verbruik toeneemt.

Door deze lastige toerekening zijn de internationale scheep- en luchtvaart tot nu toe buiten beschouwing gebleven. Alleen de luchtvaart binnen een land valt onder het protocol.

Binnen Europa is het echter wel mogelijk om de kust- en binnenvaart en de regionale luchtvaart<sup>1</sup> te betrekken bij de emissiereductie. Voor alle binnen Europa gemaakte verplaatsingen met deze modaliteiten kan immers een CO<sub>2</sub>-heffing worden opgelegd. De hoogte van de heffing kan worden bepaald door uit te berekenen hoeveel brandstof voor de verplaatsing nodig is en dit brandstof om te rekenen naar CO<sub>2</sub>-emissies. Een studie die is verricht naar dit onderwerp is A European environmental aviation charge Feasibility study, Bleijenberg en Wit, CE 1998.

Zowel de regionale scheep- en luchtvaart bieden nog mogelijkheden om door efficiëntie en technische verbeteringen brandstof te besparen. Als deze mogelijkheden worden benut, dan wordt het makkelijker om de emissiedoelstellingen van een land te bereiken, immers het aantal mogelijkheden is uitgebreid.

Uit milieutechnisch oogpunt is het wenselijk om ook de scheep- en luchtvaart te betrekken bij de emissiereducties. Door de uitsluiting van internationale luchtvaart telt het als emissiereductie als iemand met het vliegtuig van Amsterdam naar Madrid gaat in plaats van met de auto. Het brandstofverbruik van de auto valt onder het protocol, maar die van het vliegtuig niet.

Daarnaast zal de concurrentie verhouding nog schever komen te liggen ten opzichte van modaliteiten die niet onder het protocol vallen, deze hoeven immers geen dure maatregelen te nemen waardoor ze relatief goedkoper worden dan hun concurrenten die daar wel onder vallen.

Meer informatie over dit onderwerp staat in de bijlagen F, G en H.

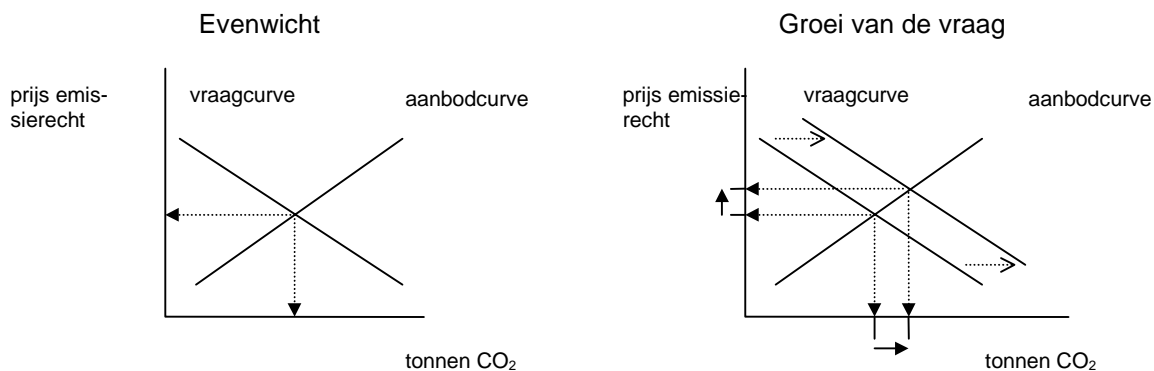
## 2.4 Randvoorwaarden en variabelen

Door de Kyoto-mechanismen wordt dus een internationale markt geschapen, waarop vraag en aanbod van emissierechten elkaar ontmoeten. Deze markt is sector- en landoverstijgend. Er komt dus één prijs tot stand die zowel geldt voor de Nederlandse transportsector als voor de Belgische bonbonindustrie.

Net als in een reguliere markt wordt de prijs bepaald door vraag en aanbod. Is de vraag groot en het aanbod klein, dan zal de prijs hoog zijn en vice versa. Op microniveau werkt dat als volgt. Stel dat een transportondernemer meer emissies wil maken dan dat hij rechten heeft, dan kan deze ondernemer kiezen tussen het kopen van extra rechten, of het kopen van een lichtere en zuinigere vrachtwagen. Welke van deze twee oplossingen het goedkoopst is, zal worden genomen. Of als de transportondernemer door de inbouw van snelheidsbegrenzers brandstof weet te besparen en daarmee emissierechten 'overhoudt', dan kan hij ze verkopen.

In de onderstaande figuren is weergegeven hoe (volgens de klassieke economie) de prijs tot stand komt en wat de invloed van vraag- en aanbodschommelingen zijn.

Figuur 2 Tot stand komen van prijs van emissierechten bij evenwicht en groei van de vraag



In de bovenstaande figuren zijn de vraag en aanbodcurves weergegeven. Deze snijden elkaar in het evenwichtspunt, dat de prijs voor dit emissierecht bepaald. Als de vraag toeneemt (tweede grafiek), dan verschuift het evenwichtspunt naar een hogere prijs.

Bij het bepalen van de internationale prijs van CO<sub>2</sub>-emissiereductie zijn zowel de randvoorwaarden van de markt als een aantal variabelen van belang bij het bepalen van de prijs.

### 2.4.1 Randvoorwaarden

De randvoorwaarden bepalen de grenzen van de markt. De randvoorwaarden worden in dit geval vooral bepaald door de invulling van de Kyoto-mechanismen (zie bijlage A). Als bijvoorbeeld de sinks mogen worden meegeteld, dan neemt het aanbod van goedkope reductiemogelijkheden toe, waardoor de prijs zal dalen. In het onderstaande overzicht, zijn de randvoorwaarden onderverdeeld in drie groepen. De eerste groep van randvoor-

waarden heeft betrekking op het aanbod, de tweede op de vraag en de derde op beide.

### **Randvoorwaarden die het aanbod beïnvloeden**

#### *Sinks*

Het toestaan van sinks als mogelijkheid om CO<sub>2</sub>-emissie te reduceren, zal het aanbod van goedkope maatregelen vergroten en leiden tot een verlaging van de prijs.

#### *Hot Air<sup>14</sup>*

Het toestaan van de handel in Hot Air zal een grote invloed hebben op het aanbod van CO<sub>2</sub>-emissierechten en daardoor een sterk drukkend effect op de prijs.

#### *Duurzaamheidstoets Joint Implementation*

Als de JI projecten aan een duurzaamheidstoets worden onderworpen ligt het voor de hand dat sommige JI projecten niet aan de eisen van de toets zullen voldoen. Hierdoor neemt het aanbod af en de prijs toe.

#### *Afbakening Clean Development Mechanism*

Naarmate er meer eisen worden gesteld aan wat mag onder CDM, zal het aanbod aan maatregelen afnemen. Dit heeft een verhogend effect op de prijs.

### **Randvoorwaarden die de vraag beïnvloeden**

#### *Suplementariteit*

In het Kyoto-protocol staat dat de maatregelen die in het buitenland mogen worden genomen aanvullend moeten zijn op de maatregelen die binnen de landsgrenzen moeten worden genomen. Naarmate dit strenger wordt geïnterpreteerd (en dus meer in het binnenland moet gebeuren), zal dit een verlaging van de internationale vraag tot gevolg hebben en daardoor een verlaging van de prijs.

#### *Heffing op Joint Implementation projecten*

Er bestaat een mogelijkheid dat er een heffing komt op JI projecten. Dit zorgt voor een directe verhoging van de prijs, waardoor het aanbod afneemt.

#### *Handhaving*

Onduidelijk is nog wat gebeurd als landen niet aan hun reductieverplichting tegemoet komen. Hoe strenger de handhaving, hoe groter de vraag zal zijn naar maatregelen. Naarmate de handhaving strenger is zal de prijs toenemen.

### **Randvoorwaarden die vraag en aanbod beïnvloeden**

#### *Aantal deelnemende landen aan handel*

Naarmate er meer landen zijn die goedkope maatregelen aanbieden op de markt, zal de marktprijs voor CO<sub>2</sub>-emissierechten afnemen. Als aan de andere kan het aantal vragende partijen op de markt groter wordt, dan zal dit een prijsverhogend effect hebben.

---

<sup>14</sup> In bijlage A wordt uitgelegd wat Hot Air is.

## 2.4.2

### Variabelen

De exogene variabelen bepalen de autonome ontwikkeling. De groei van de wereldbevolking is bijvoorbeeld een variabele. Als deze groeit, dan zullen meer mensen emitteren en daardoor een grotere vraag naar emissiereductie ontstaan. Deze stijgende vraag leidt tot een hogere prijs.

Net als bij de randvoorwaarden zijn ook de variabelen over te verdelen in drie groepen.

#### **Variabelen die het aanbod beïnvloeden**

##### *Transparantie van de markt*

Als de internationale markt minder transparant is, zal het waargenomen aanbod van maatregelen afnemen. De maatregelen zijn er wel, maar de potentiële koper 'ziet' ze niet en moet kiezen uit een kleiner aantal maatregelen die wel worden waargenomen. Dit verkleint het aanbod en verhoogt de prijs.

##### *Snelheid technologische ontwikkeling*

Technologische ontwikkeling (T.O.) heeft verschillende effecten:

- door T.O. komen meer emissiereducerende maatregelen beschikbaar;
- de bestaande maatregelen worden door T.O. goedkoper;
- door T.O. wordt de economische groei gestimuleerd.

De eerste twee effecten hebben een positief effect op het aanbod van maatregelen en zullen daardoor de prijs doen dalen. Voor de invloed op de economische groei, zie hieronder.

#### **Variabelen die de vraag beïnvloeden**

##### *Economische ontwikkeling*

Door economische groei gaat het besteedbare inkomen van mensen omhoog. Dit geld zal voor een deel worden gespendeerd aan producten die directe en indirecte emissies veroorzaken. Om deze emissies (voor zover het broeikasversterkende emissies zijn) teniet te doen, zijn er aanvullende maatregelen nodig. De vraag naar maatregelen groeit en de prijs stijgt.

##### *Grootte bevolking*

Ieder mens veroorzaakt emissies. Hoe groter de bevolking is, hoe meer emissies gereduceerd moeten worden, wat leidt tot een vergroting van de vraag naar maatregelen en daarmee tot een verhoging van de prijs.

Naast de grootte van de bevolking is ook de wijze waarop zij samenleven van belang. In de westerse wereld is een trend tot individualisering waarneembaar, waardoor o.a. het aantal huishoudens toeneemt. Dit heeft een negatieve invloed op het totale energiegebruik en daarmee op de emissies.

##### *Prijs energie*

Hoe hoger de prijs van energie is, hoe lager de vraag zal zijn. Een lage vraag naar energie heeft tot gevolg dat er minder emissies ontstaan waardoor de vraag naar emissiereductie afneemt. Een hoge energieprijs heeft een prijsverlagend effect op de prijs van emissierechten.



## 3 De prijs

### 3.1 Inleiding

De prijzen die in dit hoofdstuk gepresenteerd worden, zijn de prijzen zoals deze tot stand kunnen komen in de internationale markt. Omdat op dit moment die markt nog niet bestaat, wordt bij alle studies die voor dit project zijn bestudeerd gebruik gemaakt van modellen die deze markt simuleren. De gepresenteerde prijzen zijn dus met allerlei onzekerheden omgeven en derhalve indicatief.

In dit hoofdstuk wordt eerst een korte uitleg gegeven van de werking van deze modellen. Deze uitleg bestaat uit twee delen, één deel gaat over het type van de kosten dat wordt berekend en het tweede deel geeft uitleg over hoe de prijs wordt bepaald.

Na deze uitleg wordt in paragraaf 3.3 een samenvatting gegeven van de uitkomsten van de literatuurstudie naar de prijzen. De hele literatuurstudie staat in bijlage D.

### 3.2 Methoden

#### 3.2.1 Het type kosten

Tot nu toe is in dit rapport steeds gesproken over de prijs van CO<sub>2</sub>-emissiereductie. De 'prijs' is eigenlijk het bedrag dat straks op de internationale markt moet worden betaald – of wordt ontvangen – voor het recht om één ton CO<sub>2</sub> te emitteren Net als in de reguliere economie wordt deze prijs vastgesteld op basis van de kosten die moeten worden gemaakt om dit product aan te bieden.

In de bestudeerde modellen wordt altijd van de kosten van CO<sub>2</sub>-emissiereductie gesproken. Vandaar dat deze terminologie in dit hoofdstuk ook zal worden gehanteerd.

Er zijn verschillende methoden<sup>15</sup> om de kosten van CO<sub>2</sub>-emissiereductie te bepalen. In vrijwel alle literatuur wordt gekozen voor de preventiekostenmethode. Zoals het woord al aangeeft, gaat deze methode uit van de kosten die moeten worden gemaakt om te voorkomen dat het doel niet wordt gehaald.

Bij het gebruik van deze methode gaat men als volgt te werk. Om te beginnen wordt een overzicht gemaakt van alle mogelijke maatregelen die mogelijk zijn. Van elk van deze maatregelen wordt bepaald hoe groot het potentieel is (in dit geval in aantallen tonnen CO<sub>2</sub>-emissiereductie) en wat de prijs hiervan is (in US \$/ton CO<sub>2</sub>).

Vervolgens worden deze maatregelen op een rij gezet, met de goedkoopste vooraan en de duurste achteraan. Hierdoor ontstaat een grafiek met op de horizontale as het reductiepotentieel en op de verticale as de kosten (zie Figuur 3).

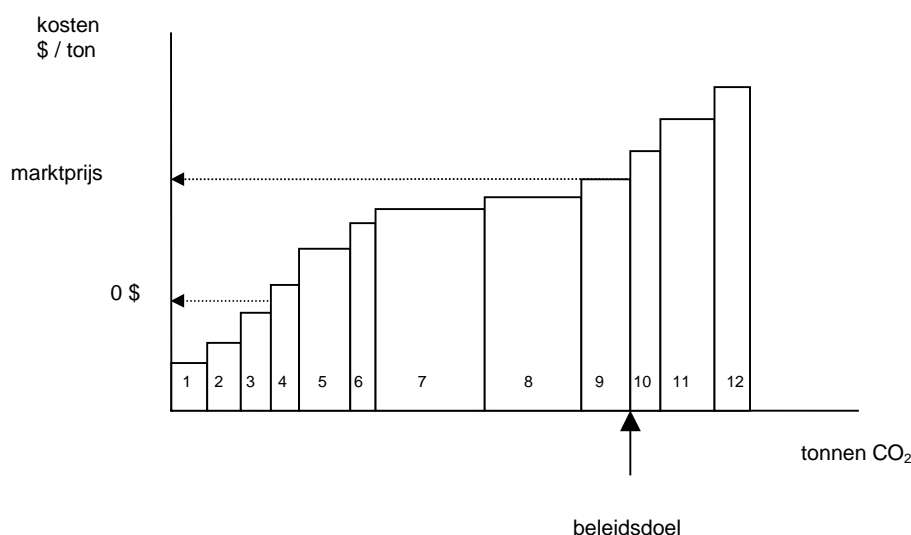
---

<sup>15</sup> Zoals preventiekosten, schadekosten of revealed preference.

Door te berekenen hoeveel ton CO<sub>2</sub> gereduceerd moet worden, kan in de grafiek op de horizontale as worden gekeken welke maatregelen allemaal genomen moeten worden om zo goedkoop mogelijk het doel te bereiken. De laatste maatregel die genomen moet worden bepaald dan de 'prijs'.

Deze prijs is niet gelijk aan alle kosten, maar aan de kosten die moeten worden gemaakt om de laatste maatregel – en daarmee het doel – te realiseren.

Figuur 3 Bepaling van de marktprijs en de preventiekosten aan de hand van het beleidsdoel



In de bovenstaande figuur zijn alle (fictieve) emissiereductiemaatregelen op basis van hun kosteneffectiviteit gesorteerd, hierbij staan de goedkoopste maatregelen vooraan. De breedte van de maatregel is een maat voor de hoeveelheid mogelijke CO<sub>2</sub>-reductie.

De maatregelen met een kosteneffectiviteit die lager zijn dan 0 \$ per ton CO<sub>2</sub>, zijn de maatregelen die nog geld opleveren (maatregelen 1-3). Om het beleidsdoel te halen, zullen alle maatregelen tot en met 9 genomen moeten worden. De marktprijs die dan uit de preventiekostenmethode volgt, is die van deze 9<sup>e</sup> maatregel.

De preventiekosten zijn de kosten die moeten worden gemaakt om maatregel 1 tot en met 9 te nemen.

De maatregelen 1-3 leveren bedrijfseconomische winst op. De maatregelen 4 tot en met 8 kosten geld om uit te voeren, maar zijn goedkoper dan maatregel 9, die de norm zet voor de marktprijs. Dit houdt in dat een marktpartij bijvoorbeeld maatregel 4 niet uit zichzelf zal nemen, tenzij de emissiereductie die hierdoor kan worden bereikt tegen de marktprijs kan worden verkocht. Dan is het verschil tussen de hoogte van de staaf van maatregel 4 en de marktprijs de winst die de marktpartij maakt. Deze winst heet het producentensurplus.

Voorbeelden van maatregelen in de categorie 1-3 zijn snelheidsverlaging, betere logistiek en rijopleidingen.

In tegenstelling tot de *schadeprijsmethode* geeft deze *preventiekostenmethode* niet de kosten van de schade die vergoed moet worden, maar de kosten die moeten worden gemaakt om deze schade te voorkomen.





### 3.2.2 Gebruik scenario's

De gebruikte modellen simuleren de wereldmarkt. Dat wil zeggen dat zeer veel maatregelen die over de hele wereld genomen kunnen worden in het model zijn verwerkt. Omdat het onmogelijk is om alle maatregelen in een model te stoppen (dit zijn er immers oneindig veel), wordt een zeker abstractieniveau gehanteerd.

Natuurlijk mogen alleen die maatregelen in het model worden opgenomen, die voldoen aan de criteria die straks aan de markt worden gesteld. Stel dat uit de CoP-onderhandelingen volgt dat CDM géén geoorloofde manier is om aan de reductie-inspanningen te voldoen, dan mogen in de modellen ook geen CDM maatregelen worden meegenomen. Hierdoor zijn de scenario's die worden doorgerekend representatief voor een markt onder bepaalde randvoorwaarden.

In de gebruikte scenario's zijn niet alleen de maatregelen opgenomen die kunnen worden gebruikt om de CO<sub>2</sub>-emissie te reduceren, maar ook die van de *niet* CO<sub>2</sub> broeikasgassen. Bij deze gassen wordt de mate waarin zij bijdragen aan het broeikaseffect teruggerekend tot CO<sub>2</sub>-equivalenten, zodat de maatregelen onderling vergelijkbaar worden.

In de volgende paragrafen wordt een samenvatting gegeven van verschillende prijzen die zijn berekend. Deze prijzen kennen een grote bandbreedte, die wordt veroorzaakt doordat verschillende modellen worden gebruikt en doordat verschillende scenario's worden doorgerekend.

Zoals in het vorige hoofdstuk is aangegeven, zijn er randvoorwaarden en variabelen die de hoeveelheid vraag en aanbod beïnvloeden. In de volgende paragrafen zijn steeds de uitkomsten gegroepeerd die bij bepaalde randvoorwaarden van de markt horen, de overgebleven spreiding wordt dan ook geheel veroorzaakt door het gebruik van verschillende variabelen (groei wereldbevolking, diffusie technologie, groei economie, etc.).

### 3.3 Samenvatting schattingen van de CO<sub>2</sub>-prijs

In deze paragraaf wordt een samenvatting van de gevonden CO<sub>2</sub>-emissiereductiekosten gepresenteerd. Het volledige overzicht staat in bijlage D.

De ranges van waarden die we gevonden hebben presenteren we in 4 blokken:

- 1 Allereerst de variant waarin de verschillende regio's hun doelstelling moeten halen in eigen regio zonder handel tussen de regio's.
- 2 Vervolgens de variant waarin internationale emissiehandel tussen de Annex I landen is toegestaan.
- 3 Een variant waarin mondiale emissiehandel is toegestaan, i.e. de maximale variant van CDM.
- 4 We sluiten af met enkele voorbeelden van waarden waarbij sinks toegestaan zijn, ook andere broeikasgassen kunnen worden gereduceerd, of juist niet, een double-bubble<sup>16</sup> wordt afgesproken, etc.

---

<sup>16</sup> De double bubble betekent dat de Australië, de VS en Japan (= bubble 1) onderling emissierechten mogen verhandelen en dat de overige OECD (= bubble 2) emissierechten onderling mogen verhandelen, maar dat tussen deze 'bubbles' geen emissiehandel is toegestaan.

### 3.3.1 Ieder voor zich

Allereerst geven we hieronder de ranges voor de belangrijkste regio's die in de modellen onderscheiden zijn. Daarbij presenteren we eerst de range in geval de uiterste waarden genegeerd worden, en daarna tussen haakjes de hele range.

Het betreft verder de kosten voor het bereiken van de Kyoto-doelstellingen voor ieder van de regio's wanneer alle reducties in eigen land moeten worden genomen.

Tabel 3 Iedere regio voor zich

Regio	Marginale reductiekosten (in \$ 1995 per ton CO <sub>2</sub> )
VS	24 – 76 (17 – 103)
EU	39 – 81 (28 – 212)
Japan	28 – 173 (22 – 205)

Uit deze tabel blijkt dat de VS naar alle waarschijnlijkheid het goedkoopste in eigen land de doelstelling zouden kunnen halen. Dit wordt veroorzaakt door de energie-inefficiënte structuur van de Amerikaanse economie, waar met behulp van energiebesparing en 'good-housekeeping' nog veel win-win maatregelen te nemen zijn. Europa is al verder dan Amerika in het nemen van efficiëntie verhogende maatregelen, waardoor het hier duurder is om verdergaande maatregelen te treffen.

### 3.3.2 Emissiehandel tussen Annex I landen

Wanneer we gaan kijken naar de prijs per vermeden ton CO<sub>2</sub> wanneer emissiehandel tussen de Annex I landen is toegestaan komen we tot de volgende range van waarden:

\$ 14,5 – 34 (10 – 48)

Dit is het scenario waarin Joint Implementation toegestaan wordt, maar het Clean Development Mechanism niet.

### 3.3.3 Globale emissiehandel

In de variant waarbij globale emissiehandel plaatsvindt om de totale kosten voor het bereiken van de Kyoto-doelstellingen te minimaliseren komen meer goedkope maatregelen beschikbaar, wat de prijs drukt.

Overigens is voor deze situatie in alle modellen aangenomen dat de niet Annex I landen emissierechten krijgen voor de voorspelde emissies van dat land in 2010. Daardoor komt een emissieplafond tot stand, dat leidt tot een echte markt. Verder kan deze variant worden gezien als een bovengrens van de mogelijkheden dat CDM biedt.

De gevonden range van waarden ziet er als volgt uit (met tussen haakjes de range zonder uiterste waarden):

\$ 6 – 8 (4,7 – 17)



### 3.3.4 Tot slot

In de geanalyseerde literatuur zijn we ook bronnen tegengekomen die extra varianten door hebben gerekend. Daarvan onderstaand kort de karakteristieken met bijbehorende waarden.

Tabel 4 Uitkomsten gevoelig voor andere aannames

Karakteristieken	Waarde	Referentiewaarde met karakteristiek
Annex I handel + alle sinks tellen mee	7	22 (Annex I handel)
Annex I handel + helft sinks telt mee	14	22 (Annex I handel)
Annex I handel + oneindig hoge kosten voor reductie niet-CO <sub>2</sub> gassen	28	22 (Annex I handel <sup>17</sup> )
Double-bubble	9 (VS, Jap. en Austr.) 72 (rest OECD)	17 (Annex I handel)

Naast deze varianten zijn er ook modelberekeningen uitgevoerd waarbij de doelstellingen voor Kyoto doorgetrokken zijn naar 2020. De verschillen in prijzen per vermeden ton CO<sub>2</sub> in dat geval hebben we hieronder weergegeven.

Tabel 5 Kyoto-doelstellingen gelden ook in 2020

Literatuurbron	Prijzen in 2010 en 2020	Karakteristiek
McKibben et al. (1999)	17 -> 30	Annex I handel
McKibben et al. (1999)	6 -> 10	globale emissiehandel
MacCracken et al. (1999)	22 -> 35	Annex I handel

Uit de laatste twee tabellen blijkt dat:

- het volledig meetellen van sinks de prijs van CO<sub>2</sub> met 2/3<sup>e</sup> verlaagt;
- het voor de helft meetellen van sinks de prijs van CO<sub>2</sub> met 1/3<sup>e</sup> verlaagt;
- oneindig hoge kosten voor niet-CO<sub>2</sub>-gassen de prijs voor broeikasgasen bijna 1/3 verhoogt<sup>18</sup>;
- het instellen van een double-bubble de reductieprijs per vermeden ton CO<sub>2</sub> sterk verschilt tussen de 'bubbles';
- het doortrekken van Kyoto-doelstellingen naar 2020 hogere reductiekosten in 2020 veroorzaakt, ongeveer met 60% kostenverhoging per vermeden ton.

<sup>17</sup> Bij deze variant is aangenomen dat de niet-CO<sub>2</sub>-gassen tegen dezelfde proportionele kosten kunnen worden gereduceerd. Proportioneel staat hier voor de verhouding tussen de bijdrage aan het broeikas effect van het betreffende broeikasgas en de bijdrage van CO<sub>2</sub>.

<sup>18</sup> Bij oneindig hoge kosten voor de niet CO<sub>2</sub>-gassen, zullen de gehele reducties met CO<sub>2</sub> moeten worden gehaald. Dit verkleint het aanbod van reductiemogelijkheden en verhoogt daarmee de prijs.



## 4 De overwegingen

### 4.1 Inleiding

Uit de literatuurstudie is een prijsrange naar voren komen. Deze prijzen kunnen worden vergeleken met de prijzen die gelden voor de realisatie van binnenlandse maatregelen. Omdat de mogelijkheden in het buitenland groter zijn om te reduceren tegen lage kosten en in Nederland al diverse maatregelen genomen zijn, zullen de internationale prijzen lager liggen dan de nationale.

Het is echter niet zinvol om puur en alleen naar de hoogte van de internationale prijs te kijken en deze te vergelijken met prijzen zoals deze in Nederland tot stand komen. Emissierechten inkopen in het buitenland betekent immers ook een kapitaalstroom naar buiten. Kapitaal dat – als het in Nederland wordt aangewend – nog een meerwaarde kan hebben. Deze meerwaarde kan bijvoorbeeld bestaan uit werkgelegenheid en kennisontwikkeling.

In dit hoofdstuk wordt aangegeven welk overwegingen er zijn die kunnen worden gebruikt bij de keuze tussen binnen- en buitenlandse maatregelen. Hiervoor wordt eerst ingegaan op de voordelen van het nemen van maatregelen in het buitenland en vervolgens worden de voordelen van het nemen van maatregelen in Nederland besproken. In de laatste paragraaf worden nog twee overwegingen besproken die 'neutraal' zijn.

### 4.2 Voordelen van buitenlandse maatregelen

#### Lagere prijs

Zoals hierboven ook al is aangegeven, zal de internationale prijs van CO<sub>2</sub>-eissiereductie lager zijn dan de Nederlandse. Naarmate er meer maatregelen genomen worden die de emissie van CO<sub>2</sub> tegen gaan, zullen deze maatregelen steeds duurder worden. Omdat in Nederland al veel gedaan is, zullen de extra stappen duurder zijn dan wanneer dezelfde maatregelen die in Nederland al genomen zijn ook in het buitenland worden ingezet.

#### Kennisoverdracht

Er zijn veel landen (de niet Annex I landen) die op dit moment een snelle ontwikkeling doormaken. Deze ontwikkeling bestaat uit een groei van de bevolking en de economie.

Als deze ontwikkeling niet in goede banen wordt geleid, dan gaat het 'pad' dat wordt gevolgd sterk lijken op dat wat de westerse wereld doorlopen heeft in haar ontwikkeling. Dit houdt in dat deze landen ook eerst energie inefficiënte apparatuur zullen gaan gebruiken en pas bij toenemende welvaart door zullen ontwikkelen naar een hogere efficiëntie.

De westerse wereld kan door kennisoverdracht ervoor zorgen dat de ontwikkelende landen de inefficiënte fase overslaan (leap frogging). Deze kennisoverdracht kan worden gefaciliteerd door middel van CDM projecten.

### **Gezondheid**

Het reduceren van de CO<sub>2</sub>-emissies heeft bij veel maatregelen ook tot gevolg dat andere emissies dalen. Als een bruinkoolcentrale bijvoorbeeld wordt vervangen door een moderne gasgestookte centrale, daalt niet alleen de CO<sub>2</sub>, maar ook roet, NO<sub>x</sub> en SO<sub>2</sub> uitstoot.

Omdat de elektriciteitscentrales in de ontwikkelingslanden over het algemeen niet modern zijn, heeft het verbeteren van deze installaties ook een sterk verbeterend effect op de lokale luchtkwaliteit en dus gezondheid.

## **4.3 Voordelen binnenlandse maatregelen**

### **Kennisontwikkeling**

In Nederland zijn veel voor de hand liggende maatregelen om energie te besparen al genomen. Elke maatregel die nog extra genomen zal worden wordt kostbaarder. Om toch aan de emissiereductiedoelstellingen te kunnen voldoen, zal nieuwe kennis moeten worden ontwikkeld. Deze kennis zal zowel technisch van aard kunnen zijn als niet technisch (zoals good house-keeping).

Deze ontwikkelde kennis kan vervolgens de Nederlandse industrie een concurrentievoorsprong bieden wat weer goed is voor de Nederlandse economie. Een illustratief voorbeeld hiervan is de Deense windmolenindustrie. Doordat Denemarken jarenlang veel geld en energie heeft gestoken in het ontwikkelen van windenergie, hebben zij nu een sterke industrie op dit gebied. Deze industrie levert nu geld op, nu ook andere landen Deense windmolens kopen.

### **Gezondheid**

Hier geldt hetzelfde voordeel als wat onder de vorige paragraaf is beschreven, alleen geldt het nu voor de Nederlandse luchtkwaliteit. Bij het reduceren van de CO<sub>2</sub>-emissie zullen ook andere luchtverontreinigende gassen worden gereduceerd. Dit heeft een positieve invloed op de lokale luchtkwaliteit en gezondheid.

### **Zekerheid**

Eén van de randvoorwaarden van de JI en CDM maatregelen is dat alle betrokken partijen het eens zijn over de verdeling van de CO<sub>2</sub> winst. Op dit moment blijkt dit bij het opstarten van projecten nog een groot probleem te zijn, omdat in het ontvangende land geen verklaring kan worden verkregen dat een deel van de CO<sub>2</sub>-emissiereductie aan Nederland toekomt. Zonder deze verklaring gaat de maatregel niet door. Bij het nemen van maatregelen in het binnenland is deze verdelingsproblematiek er niet.

Ook ontstaat er een onzekerheid doordat er een minder goed zicht is op de uitwerking en het in stand houden van de maatregel.

Een laatste punt van onzekerheid is dat van de ontwikkeling van de prijzen. Hoe dichter bij huis, hoe zekerder de prijs van de maatregelen op voorhand vast te stellen is.

### **Volgende tranches**

Zoals het er nu naar uit ziet, zijn de afspraken die zijn gemaakt in Kyoto de eerste van een serie tranches waarin verdergaande emissiereductie wordt overeengekomen. Maatregelen die in het buitenland worden genomen, hebben maar een beperkte 'levensduur', voor JI wordt hierbij gedacht aan 10 jaar. Maatregelen die in eigen land worden genomen (zoals isolatie) hebben een langere levensduur en werken ook nog een de volgende tranches mee. Daarnaast ontstaat er nog een probleem als de ontvangende landen de komende jaren zelf een versnelde ontwikkeling doormaken. Het is denkbaar



dat de maatregelen die we nu daar nemen, in een volgende tranche niet meer mogelijk zijn, omdat het ontvangende land deze ruimte geheel voor zichzelf nodig heeft. Op dat moment moet die besparing alsnog in het eigen land worden gerealiseerd, wat dan extra moeilijk zal zijn.

### **Rechtvaardigheid**

De nu gemaakte afspraken voor emissiereductie gelden voor de Annex I landen. In de volgende tranches worden vermoedelijk ook andere landen bij de reductieafspraken betrokken. De bereidheid van deze landen om zich te committeren aan emissiereductie, zal mede afhankelijk zijn van de mate waarin het 'rijke westen' zelf al maatregelen in eigen land heeft genomen.

## **4.4 Overige overwegingen**

### **Werkgelegenheid**

Met betrekking tot de werkgelegenheid spelen er twee tegenovergestelde effecten van CO<sub>2</sub>-emissiereductie. Het eerste effect is dat het werkgelegenheid genereert. Door de investeringen in betere isolatie, schone energie en efficiëntere apparatuur, zullen meer banen ontstaan in deze sectoren. Aan de andere kant zullen energie-inefficiënte sectoren moeilijker het hoofd boven water kunnen houden. In deze sectoren zal de werkgelegenheid dan ook afnemen.

Per saldo wordt een positief werkgelegenheidseffect verwacht.

In hoeverre dit goed is voor de Nederlandse economie laten we hier in het midden, omdat bij volledige werkgelegenheid het scheppen van nieuw werk alleen meer risico's op een oververhitte economie geeft.

### **50 / 50**

Binnen Europa is afgesproken dat maximaal 50% van de emissiereductie in het buitenland wordt bereikt. Deze bovengrens geeft al aan dat minimaal 50% in het binnenland moet worden gereduceerd.





## Literatuur

BG (2000)

*Klimaatprobleem: Oplossing in Zicht*,  
Bezinningsgroep Energiebeleid, Delft.

Capros, P., en L. Mantzos, 2000

*The economic effects of EU-wide industry-level emission trading to reduce greenhouse gasses: results from PRIMES energy systems model*  
National Technical University of Athens

CPB/RIVM, 2000

*De economische gevolgen van het Kyoto-protocol voor sectoren en wereld-regio's*, notitie voor de Minister van VROM, nr. 00/31  
Den Haag

CE, 1998

Bleijenberg A.N., Wit R.C.N.  
*A European environmental aviation charge Feasibility study*  
Delft

CE, 1999

Dings, J.M.W., P. Janse, B.A. Leurs en M.D. Davidson  
*Efficiënte prijzen voor het verkeer: raming van maatschappelijke kosten van het gebruik van verschillende vervoermiddelen*,  
Delft.

ECN/AED/SEI, 1999

*Potential and cost of Clean Development Mechanism options in the energy sector: inventory of options in non-Annex I countries to reduce GHG emissions*

ECN, 1998

M. Beeldman e.a.  
*Mogelijkheden voor CO<sub>2</sub>-reductie in 2020*  
Petten

ECN/RIVM, 1998

*Optiedocument voor emissiereductie van broeikasgassen: inventarisatie in het kader van de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid.*

IPCC (1996)

Bruce, J.P., H. Lee and E.F. Haites (eds.),  
*Climate Change 1995: economic and social dimensions of climate change, Contribution of Working Group III to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*,  
UNEP, New York, VS.

MacCracken, C.N., J.A. Edmonds, S.H. Kim and R.D. Sands, 1999

*The economics of the Kyoto-protocol*, in: *The Energy Journal: special issue*,  
May 1999, p. 25 – 72

- Manne, A.S. and R. Richels, 1999  
*The Kyoto-protocol: a cost-effective strategy for meeting environmental objectives ?*, in: The Energy Journal: special issue, May 1999, p. 1 – 24
- McKibbin, W., M. Ross, R. Shackleton and P. Wilcoxon, 1999  
*Emissions trading, capital flows and the Kyoto-protocol*, in: The Energy Journal: special issue, May 1999, p. 287 – 334
- PEW Center on Global Climate Change, 1999  
*International emissions trading and global climate change*  
Arlington, USA
- PNNL, 1997  
*Return to 1990: The cost of mitigating United States carbon emissions in the post-2000 period* (nr. PNNL-11819)
- VROM (1999)  
*Uitvoeringsnota Klimaatbeleid, Deel I: Binnenlandse maatregelen*,  
Ministerie van VROM, Den Haag.
- VROM (2000)  
*Uitvoeringsnota Klimaatbeleid, Deel II: Samenwerking met het buitenland*,  
Ministerie van VROM, Den Haag.
- VROM (2000)  
*NMP 4, concept*  
Ministerie van VROM, Den Haag
- Wereldbank, Prototype Carbon Fund, [www.prototypecarbonfund.org](http://www.prototypecarbonfund.org)
- Weyant (2000)  
*An introduction to the economics of climate change policy*,  
Stanford University and Pew Center, Arlington, VS.



**CE**

**Oplossingen voor  
milieu, economie  
en technologie**

Oude Delft 180  
2611 HH Delft  
tel: 015 2 150 150  
fax: 015 2 150 151  
e-mail: ce@ce.nl  
website: www.ce.n

## **De internationale prijs van CO<sub>2</sub>**

Determinanten en schattingen

### **Bijlagen**

Delft, december 2000

Opgesteld door: ir. Balthasar Klimbie  
drs. Bas Leurs  
ir. Tiny van der Werff





# A Belangrijkste afspraken op CoP-6

## A.1 Inleiding

Aangezien het Kyoto-protocol de spelregels voor de internationale handel in CO<sub>2</sub> bepaalt, zal de uiteindelijke vormgeving van het protocol mede bepalend zijn voor de internationale prijs van CO<sub>2</sub>-emissierechten. We wijden daarom eerst een apart hoofdstuk aan dit protocol. Paragraaf A.2 schetst kort de ontstaansgeschiedenis van het Kyoto-protocol. Vervolgens gaat paragraaf A.3 in op de belangrijkste elementen van het protocol. Hierbij zal vooral aandacht worden besteed aan de zogenaamde Kyoto-mechanismen. Lezers die bekend zijn met het protocol kunnen gevoeglijk de eerste twee paragrafen overslaan. In paragraaf A.4 is aangegeven welke zaken in het protocol, die van invloed zijn op de internationale handelsprijs, nog niet zijn uitgewerkt. Het is de bedoeling dat hierover op CoP-6 verdere afspraken worden gemaakt. Paragraaf A.5 gaat kort in op de mogelijkheden voor inwerkingtreding van het protocol omdat dit eveneens van invloed kan zijn op de prijs van de Kyoto-mechanismen. Tenslotte gaat paragraaf A.6 kort in op de mogelijke ontwikkelingen na de eerste budgetperiode, die in 2012 eindigt.

## A.2 Achtergrond van het Kyoto-protocol

Het Kyoto-protocol is een uitvloeisel van het VN-klimaatverdrag dat in 1992 in Rio de Janeiro is gesloten. Het Klimaatverdrag bevat het raamwerk voor het huidige mondiale klimaatbeleid. Het verdrag bevat geen kwantitatieve afspraken over de hoogte waarop en over het tijdpad waarin uiteindelijk stabilisatie van de broeikasgasconcentratie plaats zou moeten vinden. Het verdrag omvat wel inspanningsverplichtingen om de emissies van broeikasgassen te reduceren. Voor geïndustrialiseerde landen<sup>19</sup> zijn kwantitatieve streefwaarden voor 2000 geformuleerd: de emissies zouden in 2000 tot het niveau van 1990 moeten zijn teruggedrongen. Omdat de in 1992 gemaakte afspraken slechts een eerste stap waren en omdat ook duidelijk werd dat deze afspraken vermoedelijk niet zouden worden nagekomen, zijn in 1997 in het Kyoto-protocol bindende, verdergaande emissiereductieverplichtingen voor de geïndustrialiseerde landen vastgesteld. Voor de niet-geïndustrialiseerde landen zijn geen aanvullende verplichtingen opgenomen.

## A.3 Belangrijkste elementen van het Kyoto-protocol

Voor de geïndustrialiseerde landen is een gezamenlijke gemiddelde emissiereductie van 5,2% ten opzichte van 1990 voor de periode 2008-2012 vastgesteld. De EU heeft zich daarbij gecommitteerd aan een reductie van 8%. Concreet gaat het hierbij om de volgende zes broeikasgassen: kooldioxide (CO<sub>2</sub>), methaan (CH<sub>4</sub>), lachgas (N<sub>2</sub>O) en om de fluorverbindingen HFK, PFK en SF<sub>6</sub>.

---

<sup>19</sup> In het protocol worden deze landen aangeduid als Annex I groep. Deze groep bestaat uit OESO-landen, Oost-Europa en de voormalige Sovjet-Unie.

Om aan de verplichtingen van het Kyoto-protocol te voldoen, kunnen de geïndustrialiseerde landen kiezen uit de volgende opties:

- 1 Binnenlandse maatregelen: reduceren van binnenlandse emissies van broeikasgassen of opnemen van CO<sub>2</sub> uit de lucht via binnenlandse projecten op het gebied van bebossing en herbebossing<sup>20</sup>.
- 2 Handelen in emissiereducties met andere geïndustrialiseerde landen (Emission Trading).
- 3 Uitvoeren van emissiereducerende projecten in andere geïndustrialiseerde landen (Joint Implementation).
- 4 Uitvoeren van emissiereducerende projecten in niet-geïndustrialiseerde landen (Clean Development Mechanism).

De laatste drie opties staan ook wel bekend als Kyoto-mechanismen. Deze mechanismen maken het mogelijk om emissiereductie elders tegen lagere kosten te realiseren dan die van binnenlandse maatregelen. In het Kyoto-protocol is vastgelegd dat de buitenlandse maatregelen, die via deze mechanismen kunnen worden getroffen, *aanvullend* moeten zijn aan de binnenlandse maatregelen.

Onderstaand zullen we dieper ingaan op de verschillende Kyoto-mechanismen.

### **Internationale emissiehandel**

Internationale emissiehandel komt neer op het onderling uitruilen van emissierechten tegen betaling. De verhandelde emissierechten worden afgetrokken van het emissiebudget van verkopende land en opgeteld bij het emissiebudget van kopende land. Aangezien alleen Annex I landen een emissieplafond kennen, is handel alleen toegestaan tussen Annex I landen.

Internationale emissiehandel telt pas vanaf 2008 mee voor het halen van de Kyoto-doelstellingen.

In bijlage E staat een beschrijving van het systeem van de verhandelbare emissierechten in de VS met betrekking tot SO<sub>2</sub>.

### **Joint Implementation**

*Joint Implementation* (JI) heeft betrekking op gezamenlijke investeringsprojecten in Annex I landen, ter vermindering van de emissies van broeikasgassen en opname in 'sinks'. De bereikte emissiereducties mogen worden afgetrokken van het emissiebudget van het ontvangende land en opgeteld bij het emissiebudget van het investerende land. Aan JI worden onder meer de volgende voorwaarden gesteld:

- projecten moeten de goedkeuring van alle betrokken partijen hebben;
- de reducties c.q. opname van emissies moet additioneel zijn, dat wil zeggen dat deze reductie c.q. opname niet had plaats gevonden zonder het JI-project.

Emissiereducties via JI-projecten tellen pas vanaf 2008 mee voor het halen van de Kyoto-doelstellingen.

### **Clean Development Mechanism**

Het doel van het *Clean Development Mechanism* (CDM) is om via emissiereducerende projecten in ontwikkelingslanden een bijdrage te leveren aan duurzame ontwikkeling aldaar en tegelijkertijd industrielanden te helpen om

---

<sup>20</sup> Eventuele ontbossingsactiviteiten moeten hiervan worden afgetrokken.



hun verplichtingen na te komen. Dit laatste wordt bereikt door emissiereductiecertificaten toe te kennen aan het investerende Annex I land. Deze certificaten kunnen worden gebruikt om aan de Kyoto-doelstellingen van het investerende land te voldoen. Om voor certificatie in aanmerking te komen moet, naast aan de reeds genoemde duurzaamheidseisen, aan een aantal extra voorwaarden worden voldaan:

- de deelname aan een CDM-project is voor alle betrokken partijen op basis van vrijwilligheid;
- een CDM-project moet bijdragen aan daadwerkelijke, meetbare, langetermijn verbeteringen waarmee een bijdrage wordt geleverd aan het tegengaan van klimaatverandering;
- de emissiereducties die via CDM-projecten worden bewerkstelligd moeten additioneel zijn ten opzichte van de situatie zonder deze projectactiviteit.

Het Kyoto-protocol laat in het midden of 'sinks' als CDM in aanmerking komen. In het protocol wordt hierover niet gerept, terwijl deze optie bij emissiehandel en JI expliciet het geval is. Sommigen interpreteren dit als uitsluiting van 'sinks'.

Op CDM-projecten is, in tegenstelling tot emissiehandel en JI, een heffing van toepassing, waarvan de opbrengst ten goede komt aan ontwikkelingslanden die kwetsbaar zijn voor klimaatverandering (adaptatie) en gedeeltelijk voor administratieve lasten.

Emissiereducties in de periode vanaf 2002 tot 2008 worden gerealiseerd via CDM-projecten, kunnen opgespaard worden ('banking') en mogen worden gebruikt om aan de Kyoto-doelstelling te voldoen.

#### A.4 Op CoP-6 uit te werken open einden

Het Kyoto-protocol heeft een groot aantal zaken rondom de Kyoto-mechanismen nog opengelaten. Verdere uitwerking zal plaats vinden op de zesde Conferentie van de Partijen onder het klimaatverdrag (CoP-6). Onderstaand is aangegeven wat de belangrijkste zaken zijn die nog uitonderhandeld moeten worden en die van invloed zijn op de internationale handelsprijs van CO<sub>2</sub>-emissierechten zijn. Het gaat hierbij vooral om beperkingen in het gebruik van de mechanismen waardoor de flexibiliteit en keuzevrijheid afnemen.

##### **Kyoto-mechanismen**

- *Supplementariteit*  
De Kyoto-mechanismen moeten *aanvullend* zijn op binnenlandse maatregelen, dit wordt *supplementariteit* genoemd. Wat onder *aanvullend* wordt verstaan is nog niet verder gedefinieerd. Het EU-standpunt is dat maximaal 50% buitenlandse maatregelen mogen worden genomen voor het nakomen van de verplichtingen. De Verenigde Staten daarentegen kiezen voor maximale flexibiliteit, zij willen geen enkele beperking aan het gebruik van de Kyoto-mechanismen toekennen. Milieu-organisaties en ontwikkelingslanden willen, vanuit het oogpunt van geloofwaardigheid, een beperking van het gebruik van de Kyoto-mechanismen.

Daarnaast wordt de optie besproken om ook handel en JI van het aanbiedende land aan banden te leggen. Hiermee wordt gepoogd om de handel in 'hot-air'<sup>21</sup> te beperken.

- *De concrete invulling van Joint Implementation*

Sommige partijen willen aan JI-projecten vergelijkbare eisen gaan stellen als aan CDM-projecten. Het gaat hierbij enerzijds om een heffing op JI-projecten en anderzijds om het invoeren van een duurzaamheidstoets voor JI-projecten.

In het Kyoto-protocol is afgesproken dat een heffing op CDM-projecten van toepassing is (zie paragraaf A.3). Voor internationale emissiehandel en JI geldt een dergelijke heffing niet. Er zijn geen overtuigende argumenten aan te voeren waarom deze heffing niet voor alle Kyoto-mechanismen zou gelden. Vanuit het oogpunt van onderlinge concurrentie tussen de mechanismen is het zelfs gewenst dat een heffing voor *alle* mechanismen geldt. Daarnaast eisen sommige partijen de invoering van een duurzaamheidstoets voor JI. Deze eis is vooral ingegeven door de zorg voor kernenergieprojecten.

Met name Oost-Europese landen (potentiële gastlanden voor JI-projecten) verzetten zich tegen dergelijke extra eisen.

- *De concrete invulling van het Clean Development Mechanism*

Onduidelijk is welke activiteiten in het kader van CDM worden gehonoreerd. Sommige partijen willen verdere beperkingen opleggen aan projecten die binnen het CDM zijn toegestaan om hiermee te voorkomen dat onduurzame projecten via het CDM worden gefinancierd. De EU is voorstander van een positieve lijst, een lijst die aangeeft welke activiteiten wél zijn toegestaan. Concreet zijn dit projecten die betrekking hebben op een verhogen van de energie-efficiency en op de implementatie van duurzame technologie. Anderen prefereren een negatieve lijst van activiteiten die expliciet worden uitgesloten. Hierbij gaat het bijvoorbeeld om kerncentrales, grootschalige waterkracht en schone kolentechnologie. Anderen daarentegen zijn voorstander van een meer uitgebreide 'sustainability screen' op projectbasis. De Verenigde Staten en ook het merendeel van de ontwikkelingslanden lijken weinig behoefte te hebben aan verdere beperkingen.

Verder dient op CoP6 tevens duidelijk te worden of 'sink'-activiteiten wel of niet in het kader van CDM worden gehonoreerd. Ook hier kiezen de Verenigde Staten weer voor maximale flexibiliteit. De ontwikkelingslanden lijken verdeeld over deze kwestie. De EU wijst 'sink'-activiteiten binnen het CDM af.

Sommige ontwikkelingslanden, waaronder de minst ontwikkelde landen, zijn minder interessant voor investeerders. Ze willen daarom voorzieningen treffen die een geografische spreiding van CDM-projecten afdwingt. Verder verdient controle en handhaving in het kader van CDM speciale aandacht. In tegenstelling tot emissiehandel en CDM, zijn de betrokken partijen gebaat bij het zo groot mogelijk voorstellen van de bereikte emissiereductie. Het ontwikkelingsland krijgt namelijk meer inkomsten terwijl het investerende land meer emissierechten krijgt.

---

<sup>21</sup> 'Hot air' is een overschot aan emissierechten. Deze situatie treedt bijvoorbeeld op in Rusland en de Oekraïne. Deze landen zullen als gevolg van de economische crisis in de eerste budgetperiode een aanzienlijk lagere uitstoot hebben dan waarop ze volgens het Kyoto-protocol recht hebben. Dit betekent dat deze landen een deel van hun emissierechten kunnen verkopen zonder dat daar een binnenlandse emissiereductie tegenover hoeft te staan.





### **'Sink'-activiteiten**

- *Toegestane activiteiten voor opname van CO<sub>2</sub>*  
Het Kyoto-protocol staat toe dat de opname van CO<sub>2</sub> uit de lucht op het gebied van bebossing en herbebossing meetelt voor het halen van de doelstellingen. Over de definitie van projecten op het gebied van bebossing en herbebossing bestaat nog geen consensus. Bovendien is de mogelijkheid opengelaten om in de toekomst nieuwe projectcategorieën toe te voegen zoals moerassen, wijzigingen in de landbouw en bosbeheersprojecten. Omdat het bepalen van de CO<sub>2</sub>-opname er lastig en onstreden is en ook omdat de CO<sub>2</sub>-opname langdurig gegarandeerd moet kunnen worden, staat de EU op het standpunt dat voor de eerste budgetperiode (2008-2012) geen nieuwe 'sink'-activiteiten moeten worden toegestaan. Anderen stellen voor om een limiet op te leggen aan de emissierechten die door middel van 'sinks' worden verkregen.

### **Handhavingsregime**

- *De vormgeving van het handhavingsregime*  
Om redenen van geloofwaardigheid moeten afspraken worden gemaakt over de controle van naleving van de afspraken en eventuele bijbehorende sancties. Er zijn verschillende voorstellen voor sancties gedaan: het betalen van boetes in een nalevingsfonds ('compliance fund'), het opleggen van additionele reducties in een volgende budgetperiode, het opleggen van beperkingen aan het gebruik van de Kyoto-mechanismen in een volgende budgetperiode of het verplicht opstellen van actieplannen.

Naast de genoemde kwesties staan nog tal van andere uitvoeringskwesties op de agenda tijdens CoP-6. Deze hebben echter geen directe invloed op de internationale handelsprijs van CO<sub>2</sub>-emissierechten en worden hier daarom niet verder genoemd.

## **A.5 Ratificatie van het Kyoto-protocol**

Het Kyoto-protocol treedt in werking als ten minste 55 partijen, die samen een aandeel van minstens 55% in de broeikasgasemissies van Annex I hebben, het protocol ratificeren. Vooral de ratificatie door de Verenigde Staten is op korte termijn bijzonder onzeker omdat er binnen het congres onvoldoende draagvlak voor bestaat.

Intussen wordt de mogelijkheid verkend om het protocol zonder ratificatie van de Verenigde Staten in werking te laten treden. Dit betekent dat de EU samen met andere landen een grote coalitie moet bouwen. In ieder geval zouden Rusland, Japan en landen in voormalig Oost-Europa mee moeten doen.

Alhoewel de ratificatie vanuit het oogpunt van effectiviteit van het protocol gewenst is, is het vanuit economisch oogpunt voordelig als de Verenigde Staten niet meedoen. De prijs van de verschillende Kyoto-mechanismen neemt vanwege de lagere vraag namelijk af (CPB/RIVM, 2000).

## **A.6 Doorblik naar volgende budgetperiodes**

In het algemeen wordt er van uitgegaan dat na de eerste budgetperiode meerdere budgetperiodes volgen waarbij een steeds groter aantal landen steeds verdergaande reductiemaatregelen op zich neemt. Vooral landen met grote en snel stijgende emissies zullen zich bij het protocol (moeten) aansluiten.

Er is echter ook een andere ontwikkeling denkbaar. Een toenemend aantal zuidelijke landen (o.m. India en China) en organisaties (b.v. milieuorganisaties en Noord-Zuid-organisaties) pleit voor een mondiaal systeem van handelbare emissierechten waarbij de rechten gelijkelijk per capita worden verdeeld. Een geleidelijke overgang van historische emissierechten naar gelijkelijk verdeelde rechten wordt daarbij acceptabel geacht. Dit model staat ook wel bekend als 'Contraction and convergence', waarbij 'contraction' slaat op een geleidelijke afname van het mondiale emissiebudget en 'convergence' op de convergentie naar gelijke rechten per capita. In dit geval blijft emissiehandel als instrument bestaan en vervallen de instrumenten zoals JI en CDM. De Bezinningsgroep Energiebeleid heeft recentelijk een beeld geschetst van een dergelijk systeem (BG, 2000). Ook andere partijen zoals CSE (Centre for Science and Environment, India) en het Global Commons Institute (Groot-Brittannië) propageren actief een dergelijke aanpak.

Het is echter ook denkbaar dat men er geheel niet in slaagt om tot internationale afspraken te komen. Sommigen verwachten dat er dan een grimmig klimaat ontstaat waarbij de geïndustrialiseerde landen waar mogelijk emissiereductie zullen afdwingen, zonder zich te bekommeren om de rechtvaardigheid van de aanpak. Hierbij zijn verschillende scenario's denkbaar. Noordelijke consumenten zouden bijvoorbeeld producten waarbij de productie met een grote CO<sub>2</sub>-emissie gepaard gaat, kunnen boycotten. Maar ook zouden grote financiële instellingen ertoe over kunnen gaan om hun leningen uitsluitend op basis van conditionaliteit te verstrekken. Hiermee wordt bedoeld dat eisen gesteld zullen worden aan beperking van CO<sub>2</sub>-emissies die met de te financieren activiteit gepaard gaan. Het is denkbaar dat langs dit soort wegen de zuidelijke landen er via dwang toe worden gebracht om CO<sub>2</sub>-emissieplafonds te accepteren.

*Deze bijlage zal na afloop van CoP-6 (na 24 november 2000) aan het rapport worden toegevoegd. Centraal staan daarbij afspraken die van invloed zijn op de prijs van CO<sub>2</sub>-emissiereducties.*



## B Bespreking van CoP-6

Van 13 tot 25 november 2000 is de zesde *Conference of Parties* (CoP-6) in Den Haag gehouden. Doel van de conferentie was om de afspraken die in 1997 in Kyoto zijn gemaakt verder te operationaliseren. Het is uiteindelijk niet gelukt om hierover een akkoord te bereiken. Afgesproken is om de vergadering te schorsen en over enkele maanden, vermoedelijk in mei of juni 2001, te hervatten. Intussen heeft president Clinton erop aangedrongen om nog voor het einde van zijn ambtstermijn tot een akkoord te komen. 6 december jl. is inderdaad een informeel overleg gestart waar onder meer vertegenwoordigers van de VS, Canada, een aantal EU-landen, Australië, Nieuw-Zeeland en Japan aan meedoen. Mochten deze landen overeenstemming bereiken dan moet zo'n akkoord echter nog goedgekeurd worden door de ontwikkelingslanden.

De voorzitter van de klimaatconferentie, Jan Pronk, heeft op 23 november 2000 een compromisvoorstel gedaan. Op grond van dit voorstel zijn de laatste onderhandelingsrondes gestart en zijn de partijen dichtbij een akkoord gekomen. Ondanks het feit dat dit voorstel is verworpen, zullen we onderstaand kort ingaan op de elementen van dit voorstel die van belang zijn voor de internationale prijs van CO<sub>2</sub>-reductie. Hierbij wordt slechts kwalitatief op het prijseffect ingegaan. Het voorstel geeft een impressie van de tendensen tijdens de onderhandelingen. Wel moet worden benadrukt dat een nieuw akkoord niet noodzakelijkerwijs op dit voorstel zal voortborduren.

Algemeen kan worden gesteld dat het compromisvoorstel een hoge mate van flexibiliteit kent. Volgens de milieuorganisatie Climate Action Network komt het voorstel vooral aan de wensen van VS tegemoet. Hierbij gaat het concreet om:

### *Meetellen van 'sinks'*

Het voorstel laat in beperkte mate toe dat het vastleggen van CO<sub>2</sub> in gewassen of in de grond ook mee mag tellen. Concreet gaat het om beheer van grasland, akkerland en bossen en om herbepplanting. De reductie die via 'sinks' mag worden gerealiseerd mag maximaal 3% van de emissies in het referentiejaar (1990) in het betreffende land bedragen. Het gaat hier om een aanzienlijk deel van de reductieverplichtingen aangezien de totale verplichtingen van de Annex I landen gezamenlijk 5,2% van de emissies in 1990 bedragen. Voor sommige landen, waaronder de VS en Canada, betekent dit dat de feitelijke *reductie*-inspanningen substantieel verlaagd worden.

Voor de internationale handelsprijs van CO<sub>2</sub> zou dit een prijsverlagend effect hebben. 'Sink'-maatregelen behoren namelijk in het algemeen tot de goedkoopste maatregelen.

### *Supplementariteit*

Het gebruik van Kyoto-instrumenten moet *aanvullend* zijn op binnenlandse maatregelen. Het voorstel van de voorzitter bevat geen harde beperkingen aan het gebruik van Kyoto-instrumenten: "Annex-I parties shall meet their commitments primarily through domestic action since 1990".

Voor de internationale handelsprijs van CO<sub>2</sub> werkt dit eveneens gunstig uit: hoe minder beperkingen hoe lager de prijs.

### *Clean Development Mechanism*

Aan projecten die in het kader van het *Clean Development Mechanism* (CDM) worden uitgevoerd, worden, met uitzondering van kernenergie, geen nieuwe beperkingen opgelegd. Ook 'sink'-projecten mogen meetellen. Wel wordt een voorkeur uitgesproken voor hernieuwbare energieprojecten en projecten ter verhoging van de energie-efficiency.

Over CDM-projecten wordt 2% van de waarde van de CO<sub>2</sub>-reductie-certificaten geïnd. Hiermee worden maatregelen voor het aanpassen aan de gevolgen van klimaatverandering in ontwikkelingslanden gefinancierd.

Door weinig regels aan de aard van CDM-projecten te stellen, werkt dit gunstig uit voor de internationale handelsprijs van CO<sub>2</sub>. De heffing werkt echter weer prijsverhogend. Het saldo van deze effecten is nog onduidelijk.

### *Joint Implementation*

Er zijn geen nieuwe eisen aan *Joint Implementation* (JI) gesteld. Wel kan een heffing op JI worden ingevoerd, indien niet via andere wegen voldoende middelen beschikbaar worden gesteld voor klimaatactiviteiten in ontwikkelingslanden.

Mocht zo'n heffing worden ingevoerd, dan werkt dit verhogend voor de prijs van internationale CO<sub>2</sub>-emissiereducties.

### *Emissiehandel*

Er zijn geen nieuwe eisen aan emissiehandel gesteld. Wel kan, net als bij JI, een heffing op emissiehandel worden ingevoerd, indien niet via andere wegen voldoende middelen beschikbaar worden gesteld voor klimaatactiviteiten in ontwikkelingslanden.

Mocht zo'n heffing worden ingevoerd, dan werkt dit eveneens verhogend voor de prijs van internationale CO<sub>2</sub>-emissiereducties.

### *Handhaving*

Het voorstel gaat uit van een betrekkelijk zwak handhavingsregime. Er zullen geen financiële boetes worden opgelegd. Niet gehaalde reducties zullen van de emissierechten in een volgende periode worden afgetrokken. Als straf zal bovendien 1,50 tot 1,75% van de niet gehaalde reducties worden opgeteld bij de reductieverplichtingen in een volgende periode. Bovendien moet het betreffende land een actieplan opstellen waarin wordt aangegeven hoe de doelstellingen gehaald gaan worden.

Wat de effecten hiervan voor de internationale handelsprijs zullen zijn is niet geheel duidelijk. Een zwak handhavingregime verkleint de risico's voor de verdragspartijen van het niet nakomen van de verplichtingen en kan ook leiden tot het calculerend uitstellen van maatregelen tot een volgende commitment periode. Hierdoor zou de vraag naar emissiereducties kleiner kunnen worden waardoor de prijs daalt.

Samenvattend kan worden gesteld dat de flexibiliteit van het voorstel veel prijsverlagende elementen bevat. Vooral het grootschalig toestaan van 'sinks' zal sterk prijsbepalend zijn. Wel moet worden opgemerkt dat de vertraagde besluitvorming een prijsverhogend effect heeft. Zoals in hoofdstuk 4 is aangegeven, nemen hierdoor de transitiekosten toe. Producenten en consumenten worden afwachtend, verliezen misschien zelfs het vertrouwen in de totstandkoming van een akkoord. Gevolg is dat ze niet tijdig anticiperen op beleid.

Geraadpleegde bronnen: Earth Negotiations Bulletin (27 november 2000), President of CoP (23 november 2000), ECO Newsletter (24 november 2000) en Climate-I Digest (5 december 2000).



## C Waaron de preventiekostenmethode?

In deze bijlage beschrijven we kort hoe we de schadekostenmethode werkt. Daarbij geven we ook een overzicht van de prijzen voor CO<sub>2</sub>-reductie die daarmee tot stand komen. Vervolgens gaan we in op de nadelen van deze methode.

De reden hiervoor is dat er een groot aantal publicaties de schadekostenmethode gebruikt om een prijs voor CO<sub>2</sub> te bepalen. Het is dus een methode die veel gebruikt wordt.

Om aan het doel van voorliggend onderzoek te voldoen, verdient de preventiekostenmethode de voorkeur, omdat met die methode de (variaties in) de internationale marktprijs kunnen worden gepresenteerd. Daarnaast is er nog een aantal redenen om de preventiekostenmethode te gebruiken, waarop we in het tweede deel van deze bijlage ingaan.

### *Beschrijving van de schadekostenmethode*

Naast de preventiekostenmethode is er ook veel aandacht in de literatuur voor de schadekostenmethode.

De schadekostenmethode begint met de invloed van broeikasgassen op het klimaat en berekent daarmee de mogelijke schade, die daardoor ontstaat.

Ze gaat ervan uit dat de voorspelde hoeveelheid CO<sub>2</sub> in de atmosfeer leidt tot een bepaalde temperatuurstijging. Bij die temperatuurstijgingen zal het ecosysteem reageren: het waterpeil komt hoger te liggen, waardoor wereldwijd land verloren gaat, de klimaatzones zullen verschuiven, waardoor op andere en wellicht op meer plekken in de wereld droogte zal voorkomen.

Deze en andere veranderingen in het ecosysteem leiden tot schade aan de economie, bijvoorbeeld in de landbouw, opschuiven van zones waar tropische ziektes voorkomen, verlies aan land (of hoge kosten om land te behouden door het bouwen van dijken), etc.

De verschillende studies die deze methode gebruiken om te komen tot een schatting van de schade die door een ton CO<sub>2</sub> ontstaat komen tot verschillende resultaten.

Die verschillen hangen voornamelijk af van (i) verschillende dosis-responsrelaties en (ii) verschillende discontovoeten.

Die verschillen in de relatie tussen de dosis (CO<sub>2</sub>) en de respons (schade), zijn als volgt te verklaren. Welke categorieën economische schade worden meegenomen in de analyse en hoe reageren deze categorieën op de dosis. Ter illustratie: in sommige studies wordt het effect van hogere temperaturen op de landbouw als zeer groot ingeschat, in andere studies laag, in sommige studies wordt het effect van grotere gebieden met mogelijk tropische ziektes wel meegenomen, in andere niet.

De verschillen door het hanteren van verschillende discontovoeten in de analyse kunnen ook groot zijn. Wat is immers het geval? De schade die voorspeld wordt, vindt in het algemeen niet plaats in het jaar dat de emissie

van CO<sub>2</sub> plaatsvindt. Om de schade terug te rekenen naar het basisjaar, waarin de emissie plaatsvond, moet een discontovoet gehanteerd worden die de tijdsvoorkeur van de maatschappij weergeeft.

Ter illustratie staan in Tabel 6 de resultaten van een overzichtstabel uit IPCC (1996), waaruit te zien is hoe de gekozen discontovoet de schade van een ton CO<sub>2</sub> kan beïnvloeden.

Tabel 6 De invloed van de discontovoet is groot

Discontovoet (per jaar)	Schadekosten per ton CO <sub>2</sub> (in \$1995)	
	laag	hoog
2%	16	38
5%	1,6	3,8

Enkele andere studies die de schadekostenmethode gebruiken om te komen tot een prijs voor CO<sub>2</sub>, of tot een afkapgrens voor marginale kosten waarboven verdere emissiereductie te duur zou worden, zijn Nordhaus (1991, 1993) en Fankhauser (1994). Nordhaus berekent in zijn studies kosten per ton vermeden CO<sub>2</sub> van rond \$8, Fankhauser komt uit op kosten van \$20 - \$25.

#### *Nadelen van de schadekostenmethode*

In deze studie zullen we alleen gebruik maken van de preventiekostenmethode om de prijs per vermeden ton CO<sub>2</sub> te bepalen. Hiervoor hebben we twee redenen, die hieronder beschreven staan.

Ten eerste zijn directe schadewaarderingstudies met grote onzekerheden en p.m.-posten omgeven, gezien de grote onzekerheid in de effecten van het versterkte broeikaseffect, waaraan de emissie van CO<sub>2</sub> bijdraagt. Deze onzekerheid wordt soms verbloemd door het feit dat vele studies resultaten opleveren in dezelfde orde van grootte. Reden hiervan is slechts dat de studies dezelfde veronderstellingen hanteren. Wij illustreren de noodzaak om zorgvuldig om te gaan met directe schadewaarderingstudies aan de hand van het volgende voorbeeld. In vele studies (waaronder de gezaghebbende studie van Nordhaus, 1991) wordt het maximale welvaartsverlies ten gevolge van schade aan de landbouw door het versterkte broeikaseffect geschat op 3% van het wereldwijde BNP, aangezien dit ook de bijdrage is van de landbouw aan het wereldwijde BNP. Dat een dergelijke schatting ten onrechte hogere orde-effecten bij een wegvallen van de landbouw verwaarloost, zal evident zijn. Hoe zou een wereld(economie) kunnen draaien zonder voedsel? Het genoemde voorbeeld is echter illustratief voor de grote onzekerheden in directe schadewaarderingen in het geval van de uitstoot van broeikasgassen, zoals CO<sub>2</sub>. Daarbij komt dat directe schadewaarderingen maar moeilijk kunnen omgaan met risico's, wanneer wetenschappelijke onzekerheid normatieve keuzen noodzakelijk maakt hoe met risico's om te gaan, zoals de normatieve keuzen die ten grondslag liggen aan het voorzorgsprincipe. Alleen in politiek-maatschappelijke afwegingen kan dan met zowel wetenschappelijke als normatieve informatie worden omgegaan.

Ten tweede is het zeer de vraag of de maatschappelijke kosten van extra broeikasgasemissies worden gevormd door de kosten van extra milieuschade. De reden hiervoor is dat de wereldgemeenschap zich ten aanzien van de klimaatproblematiek doelen heeft gesteld, waardoor het niveau van milieuschade in zekere zin al vast ligt. Het Kyoto-protocol bepaalt immers dat de meest ontwikkelde landen hun emissies van broeikasgassen in de periode



2008-2012 met gemiddeld 5,2 % ten opzichte van het niveau 1990/1995 moeten reduceren. Dit betekent dat extra emissies niet zullen leiden tot een toename van de concentratie aan broeikasgassen, maar tot de noodzaak extra emissiereducerende maatregelen te treffen.

De emissie en concentratie van broeikasgassen zullen door de internationale afspraken immers vast komen te liggen. De maatschappelijke kosten van broeikasgasemissies bestaan dan uit de kosten van maatregelen elders in de maatschappij.





## D Analyse van de literatuur

In deze bijlage beschrijven we de analyse van de verschillende literatuurbronnen die gevonden zijn.

In de gevonden en geanalyseerde literatuur worden schattingen gemaakt van de prijs per vermeden ton CO<sub>2</sub> middels modelberekeningen

Daarbij zijn per publicatie in het algemeen enkele scenario's doorgerekend (met handel, zonder handel, met 'sinks', zonder 'sinks' etc.) en zijn er natuurlijk verschillende modelspecificaties tussen de verschillende modellen.

Een andere bron die we kort aanstippen is het fonds dat de Wereldbank recent gestart is, waarin projecten kunnen worden aangemeld.

Tot slot de volgende opmerking: in veel gevallen hebben we hieronder niet overal letterlijk de resultaten uit de betreffende bronnen overgenomen. Daarvoor zijn twee redenen:

- (i) De resultaten gelden in sommige gevallen voor de reductie van een ton C, in andere gevallen per ton CO<sub>2</sub>; we hebben besloten om alle cijfers in prijzen per vermeden ton CO<sub>2</sub> weer te geven. Hiervoor hebben we waar nodig de prijzen van C vermenigvuldigd met 12/44. Immers de reductie van een ton C komt overeen met de reductie van 44/12 ton CO<sub>2</sub><sup>22</sup>.
- (ii) De resultaten zijn soms gegeven in Euro's en soms in Amerikaanse dollars. Daarbij varieert ook nog het basisjaar voor deze verschillende valuta. We hebben ervoor gekozen om alle waarden om te rekenen naar US\$1995. Hiervoor hebben we onderstaande omreken tabel gebruikt.

Tabel 7 Omrekenfactoren van \$ naar

Jaar	CPI (US, 1989 = 100)	Wisselkoers (1 = .. \$US) <sup>23</sup>
1990	105,4	1,40
1991	109,8	1,30
1992	113,1	1,44
1993	116,5	1,19
1994	119,5	1,25
1995	122,9	1,32
1996	126,5	1,28
1997	129,4	1,11
1998	131,4	1,19
1999	134,3	1,07

Kortom: alle resultaten zijn gepresenteerd in US\$1995 per vermeden ton CO<sub>2</sub>.

<sup>22</sup> Hierbij maken we gebruik van de atoomgewichten van C en O, die respectievelijk liggen op 12 en 16.

<sup>23</sup> Deze wisselkoers is de wisselkoers aan het einde van het jaar.

De afzonderlijke literatuurbronnen die we gevonden hebben en geanalyseerd staan hieronder gepresenteerd.

**Capros, P., en L. Mantzos, 2000, The economic effects of EU-wide industry-level emission trading to reduce greenhouse gasses: results from PRIMES energy systems model, National Technical University of Athens**

Deze studie beschrijft de resultaten van modeloefeningen met het PRIMES-model, een partieel evenwichtsmodel dat gericht is op de energiemarkten binnen de Europese Unie.

Vijf scenario's om de Kyoto-doelstellingen binnen de Europese Unie te realiseren worden in deze studie behandeld. Daarbij komen de kostenvoordelen duidelijk naar voren die behaald kunnen worden bij handel.

De vijf scenario's zijn de volgende:

- (i) Iedere lidstaat haalt de eigen doelstelling, zonder handel.
- (ii) Iedere sector binnen een lidstaat haalt de procentuele reductie zoals voor die lidstaat is vastgesteld.
- (iii) Iedere lidstaat haalt de eigen doelstelling waarbij handel tussen de energieproducenten is toegestaan.
- (iv) Iedere lidstaat haalt de eigen doelstelling waarbij handel tussen de energieproducenten en de energie-intensieve industrieën is toegestaan.
- (v) De EU haalt de doelstelling, waarbij handel tussen alle sectoren in alle lidstaten is toegestaan.

De kosten om de doelstelling van de EU te halen variëren fors tussen de verschillende scenario's. In Tabel 8 staat het overzicht van de scenario's en de marginale reductiekosten van de laatste ton CO<sub>2</sub> die nodig is om de doelstelling te halen.

Tabel 8      Geschatte prijs per vermeden ton CO<sub>2</sub>

Scenario	Marginale reductiekosten (in \$ 1995 per ton CO <sub>2</sub> )
(i) Iedere sector binnen lidstaat hetzelfde doel als de lidstaat.	108
(ii) Iedere lidstaat een doel.	46
(iii) Handel tussen energieproducenten.	39
(iv) Handel tussen energieproducenten en energie-intensieve sectoren.	37
(v) Vrijhandel binnen de EU.	28

Hieruit blijkt dat de Kyoto-doelstelling van de EU tegen relatief lage kosten kan worden gehaald als er een EU-interne emissiehandel opgezet wordt.

Een belangrijke aanname in deze modellering is dat de transactiekosten van een emissiehandelssysteem op nul zijn gezet.

**CPB/RIVM, 2000, De economische gevolgen van het Kyoto-protocol voor sectoren en wereldregio's, notitie voor de Minister van VROM, nr. 00/31, Den Haag**

In deze notitie hebben de onderzoekers modelberekeningen uitgevoerd met het model WorldScan. Doel van de notitie was het in kaart brengen van met name de economische gevolgen van het Kyoto-protocol, waarbij de focus lag op de gevolgen voor energie-exporterende landen en ontwikkelingslanden.



WorldScan is een mondiaal algemeen evenwichtsmodel, dat voornamelijk dient om lange termijn ontwikkelingen te beschrijven. De uitspraken over ontwikkelingen over de periode 2008 – 2012 moeten daarom met voorzichtigheid worden geïnterpreteerd.

De simulaties beperken zich tot alleen CO<sub>2</sub> als broeikasgas en voorts is de basisvariant gegeven door het individueel halen van de emissiedoelstellingen door de verschillende landen.

De mogelijke kostenverlagende mechanismen als Clean Development Mechanism, Joint Implementation en het gebruik maken van sinks kunnen in WorldScan niet worden gesimuleerd.

Emissiehandel (tussen Annex I landen) kan wel worden gesimuleerd en dient als alternatieve variant. Overigens zijn in deze notitie geen handelsbeperkingen gesimuleerd, dus in de alternatieve variant mag de volledige emissiereductiedoelstelling gehaald worden door handel met andere Annex I landen.

De resultaten van de (twee) gesimuleerde situaties zijn als volgt samen te vatten.

Tabel 9 Resultaten van (twee) gesimuleerde situaties

Regio	Marginale reductiekosten (in \$ 1995 per ton CO <sub>2</sub> )	
	zonder emissiehandel	met emissiehandel
VS	39	14,5
Japan	28	14,5
Pacific OECD	31	14,5
EU	51	14,5
Oost-Europa	3	14,5
Voormalige Sovjet Unie	0	14,5

#### **ECN/RIVM, 1998, Optiedocument voor emissiereductie van broeikasgassen: inventarisatie in het kader van de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid.**

In deze publicatie is een overzicht gepresenteerd van de mogelijkheden om de emissiereductiedoelstelling van Nederland in het binnenland te kunnen halen. Analyse van de resultaten geeft aan dat de maatregelen die in Nederland genomen kunnen worden en ook genomen zouden moeten worden (het zogenoemde 'basispakket') niet de goedkoopste maatregelen zijn.

Een dergelijk analyse is uitgevoerd door Dings et al. (1999) en daaruit blijkt dat de duurste maatregel in het basispakket niet gelijk is aan de goedkoopste maatregel in het extra pakket. Toch kiezen we ervoor om de duurste maatregel in het basispakket te beschouwen als de marginale kosten van laatste maatregel die in Nederland nodig is om de Kyoto-doelstelling te halen.

De kosten bedragen ruwweg \$ 70 per ton CO<sub>2</sub>. Deze prijs betreft echter alleen binnenlandse maatregelen en kan dus niet gebruikt worden als internationale prijs voor het reduceren van een ton CO<sub>2</sub>. Het geeft wel een goed beeld van de mogelijkheden om binnen de landsgrenzen de Kyoto-doelstellingen te halen.

**ECN/AED/SEI, 1999, Potential and cost of Clean Development Mechanism options in the energy sector: inventory of options in non-Annex I countries to reduce GHG emissions**

Deze publicatie geeft een inschatting van de mogelijkheden om middels het CDM kostenbesparingen te halen. In onderstaande tabel staan de uitkomsten van een eenvoudige simulatie, waarbij een volledige mededingingsmarkt is verondersteld.

De publicatie beschrijft een handelssysteem binnen OECD, een systeem waarbij handel binnen de Annex I landen is toegestaan en een wereldwijd handelssysteem. Deze wereldwijde handel kan gezien worden als de extreme variant van CDM.

De volgende uitkomsten kwamen daaruit.

Tabel 10 Uitkomsten van een eenvoudige simulatie

Handel binnen	Marginale reductiekosten (in \$ 1995 per ton CO <sub>2</sub> )
OECD	66,5
Annex I	21,0 – 33,8
wereldwijd	4,7 – 17,5

Hierbij dient te worden opgemerkt dat de lagere prijzen in de range de werkelijkheid het dichtste zullen benaderen. De lagere prijzen resulteren immers als ook de zogenoemde 'no regret'-maatregelen meetellen voor het behalen van de Kyoto-doelstellingen. De 'no regret'-maatregelen zijn die maatregelen die ook zonder stringenter klimaatbeleid economische rendabel zijn. Deze splitsing, tussen rendabele en niet-rendabele maatregelen, wordt in deze publicatie expliciet gemaakt.

**MacCracken, C.N., J.A. Edmonds, S.H. Kim and R.D. Sands, 1999, The economics of the Kyoto-protocol, in: The Energy Journal: special issue, May 1999, p. 25 – 72**

Met het zogenoemde 'Second Generation Model' hebben deze auteurs een schatting gemaakt van de marginale kosten die nodig zijn om de Kyoto-doelstellingen te halen. Deze marginale kosten geven weer wat de kosten per ton CO<sub>2</sub> zijn bij de laatste maatregel die nodig is om de doelstellingen te halen. Dit hebben ze gedaan voor vijf scenario's:

- (i) Alle regio's voldoen aan hun Kyoto-doelstelling, geen handel.
- (ii) Handel is toegestaan tussen Annex I-landen.
- (iii) Handel is toegestaan tussen Annex I-landen en CDM is toegestaan.
- (iv) Niet-CO<sub>2</sub> broeikasgassen worden meegenomen.
- (v) 'Sinks' zijn toegestaan in bepaalde mate.

Hieronder volgen de resulterende prijzen per vermeden ton CO<sub>2</sub> voor 2010. Tussen haakjes staan de waarden die uit het model komen voor 2020, onder de aanname dat de doelstellingen van Kyoto ook in 2020 nog van kracht zijn.



Tabel 11 Resulterende prijzen per vermeden ton CO<sub>2</sub> voor 2010

regio	scenario	Marginale reductiekosten (in \$ 1995 per ton CO <sub>2</sub> )				
		(i)	(ii) <sup>b</sup>	(iii) <sup>c</sup>	(iv) <sup>d</sup>	(v) <sup>e</sup>
Australië		35 (42)	22 (35)	8 (-)	28 (-)	7 (-)
Europa		39 (62)				
VS		50 (59)				
Canada		104 (115)				
Japan		136 (127)				

- a Wanneer er geen uitbreiding van kernenergiecapaciteit plaatsvindt lopen de marginale reductiekosten in Europa op tot \$ 43.
- b Wanneer Oost-Europa zich op de markt van verhandelbare emissierechten gedraagt als monopolist, zal voor dit scenario de handelsprijs hoger komen te liggen, namelijk op \$ 31.
- c Deze prijs is tot stand gekomen door de niet-Annex I landen de emissies in het referentie-scenario toe te kennen en vervolgens wereldwijde handel te laten plaatsvinden. Hierbij wordt dus een fictieve markt gecreëerd, waardoor er inderdaad schaarste van emissiereductie optreedt.
- d Deze prijs is gebaseerd op de aanname dat de niet-CO<sub>2</sub>-gassen slechts tegen oneindige kosten kunnen worden teruggedrongen; wanneer die gassen gratis kunnen worden teruggedrongen blijkt ieder van de regio's zonder kosten aan de Kyoto-doelstellingen te kunnen voldoen en is de resulterende marktprijs voor CO<sub>2</sub> nul. De prijs in het tweede scenario is gebaseerd op de aanname dat de niet-CO<sub>2</sub>-gassen tegen dezelfde proportionele kosten als CO<sub>2</sub> kunnen worden teruggedrongen.
- e De hier genoemde prijs is gebaseerd op de aanname dat alle sinks meetellen voor het bereiken van de Kyoto-doelstellingen, terwijl verder handel tussen de Annex I landen toegestaan is. Wanneer slechts de helft van de sinks meegeteld mag worden, neemt de handelsprijs toe tot \$ 14.

Uit de resultaten in Tabel 11 blijkt dat de verschillende veronderstellingen over de definitieve invulling van het Kyoto-protocol een belangrijke invloed hebben op de kosten die in de verschillende regio's gemaakt moeten worden.

Handel tussen alle landen om de Kyoto-doelstellingen te halen levert *ceteris paribus* de laagste kosten op voor het bereiken van de doelstellingen, namelijk omgerekend \$ 8 per ton CO<sub>2</sub><sup>24</sup>.

**McKibbin, W., M. Ross, R. Shackleton and P. Wilcoxon, 1999, Emissions trading, capital flows and the Kyoto-protocol, in: The Energy Journal: special issue, May 1999, p. 287 – 334**

Deze publicatie beschrijft de schatting van de kosten voor het bereiken van de Kyoto-doelstellingen met behulp van het zogenoemde G-Cubed model. Dit model beschrijft maatregelen en aanpassingen in meerdere regio's en sectoren in een intertemporeel evenwichtsmodel.

In de studie worden vijf scenario's doorgerekend:

- (i) Alleen de VS voldoen aan de Kyoto-doelstellingen.
- (ii) Alle Annex I landen halen hun Kyoto-doelstellingen, handel is niet toegestaan.
- (iii) Alle Annex I landen halen hun Kyoto-doelstellingen, handel is toegestaan tussen alle Annex I landen.
- (iv) Alle Annex I landen halen hun Kyoto-doelstellingen, handel is toegestaan binnen twee handelsblokken 'other OECD'<sup>25</sup> en 'other Annex I', terwijl er geen handel is toegestaan tussen de handelsblokken.

<sup>24</sup> Deze prijs is berekend door gebruik te maken van de volgende verhouding in gewicht tussen C en CO<sub>2</sub>: CO<sub>2</sub> is 44/12 keer zo zwaar en de kosten per ton CO<sub>2</sub> liggen dus een factor 12/44 lager.

- (v) Wereldwijde handel is toegestaan, waarbij de ontwikkelingslanden, die niet in het Kyoto-protocol voorkomen, hun referentie-emissies toege-deeld krijgen.

Het model is niet in staat om reductie van niet-CO<sub>2</sub>-emissies mee te nemen. Deze aanpak geldt voor meerdere modellen die we in deze studie aan bod laten komen, en veronachtzaamt relatief goedkope reductiemaatregelen bij andere broeikasgassen.

In dit model wordt een stringent klimaatbeleid in 2000 afgekondigd, zodat de economische actoren tien jaar hebben om te anticiperen op het beleid en actie te ondernemen.

De resulterende prijzen per vermeden ton CO<sub>2</sub> presenteren we in Tabel 12 voor 2010 en 2020 (in \$ 1995).

Tabel 12 Resulterende prijzen per vermeden ton CO<sub>2</sub>

		Marginale reductiekosten per ton CO <sub>2</sub> (in \$ 1995)				
regio	Scenario	(i)	(ii)	(iii)	(iv)	(v)
Australië		-	49 (63)	17 (30)	9 (19)	6 (10)
VS		22 (26)	24 <sup>a</sup> (28)			
Japan		-	31 (44)			
rest van OECD		-	71 (86)			

- a Het verschil tussen deze prijs (\$ 24) en de prijs van \$ 22 in geval van eenzijdige actie door de VS (scenario 1) kan als volgt worden verklaard: als alle landen hun CO<sub>2</sub>-emissies moeten terugdringen zal de vraag naar olie fors afnemen en daarmee ook de prijs van olie. Het is dan moeilijker en relatief duurder, ten opzichte van het referentiescenario om de doelstelling in de VS te halen.

De prijs die tot stand komt bij wereldwijde handel ligt per ton CO<sub>2</sub> dus op \$ 6 in 2010.

**Manne, A.S. and R. Richels, 1999, The Kyoto-protocol: a cost-effective strategy for meeting environmental objectives ?, in: The Energy Journal: special issue, May 1999, p. 1 – 24**

Uit dit artikel is geen goed beeld te destilleren van de aannames die gemaakt zijn voor de modellering van klimaatbeleid en de daaruit resulterende kosten voor dat beleid.

De volgende prijzen staan genoemd voor de marginale reductiekosten per ton CO<sub>2</sub> (in \$ 1995):

- (i) \$ 76 bij eenzijdige actie van de VS in het binnenland;
- (ii) \$ 32 bij handel tussen de Annex I landen en inzet van het CDM;
- (iii) \$ 22 bij volledige handel wereldwijd.

Overigens is licht het verschil tussen de varianten (ii) en (iii) in het potentieel van CDM dat meegenomen wordt: in variant (ii) hebben de auteurs de aanname gemaakt dat slechts 15% van het totale potentieel van CDM werkelijk kan worden ingezet. Dit weerspiegelt de grote complexiteit van het CDM. Bij volledige handel wereldwijd wordt wel het volledige potentieel van CDM meegenomen. Dit weerspiegelt ook de grote (theoretische) gelijkheid tussen

<sup>25</sup> Other OECD omvat de OECD-landen met uitzondering van de Verenigde Staten, Japan en Australië.



globale emissiehandel en het CDM: de bovengrens van CDM zal in alle gevallen volledige globale emissiehandel zijn.

**PEW Center on Global Climate Change, 1999, International emissions trading and global climate change, Arlington, USA**

Deze publicatie geeft een overzicht van de voordelen die er zijn te behalen met internationale emissiehandel ter reductie van broeikasgassen. Hierbij gaan de onderzoekers ook in op de verschillen tussen een aantal modellen die veel gebruikt worden om de effecten van reductie van broeikasgassen in kaart te brengen.

Onderstaande tabel uit deze publicatie biedt een overzicht van de marginale kosten zoals in de verschillende modellen berekend. Zowel de reductiekosten bij het halen van de doelstellingen in iedere regio apart als in geval van handel tussen Annex I landen zijn hier gegeven, in \$ 1995 per ton CO<sub>2</sub>.

Tabel 13 Grote verschillen tussen verschillende modellen

regio	Marginale reductiekosten per ton CO <sub>2</sub> (in \$ 1995)									
	SGM		EPPA		GTEM		G-Cubed		OECD Green	
	geen handel	Annex I handel	geen handel	Annex I handel	geen handel	Annex I handel	geen handel	Annex I handel	geen handel	Annex I handel
VS	50	22	55	48	103	34	17	10	43	19
Japan	136	22	173	48	205	34	69	10	22	19
West Europa	43	22	81	48	212	34	46	10	57	19
Voormalige Sovjet Unie	0	22	0	48	0	34	0	10	0	19

Deze verschillen komen voort uit de factoren zoals die in hoofdstuk 3 en in de paragraaf 3.2 zijn beschreven.

**PNNL, 1997, Return to 1990: The cost of mitigating United States carbon emissions in de post-2000 period (nr. PNNL-11819)**

Deze publicatie geeft op hoofdlijnen de mogelijkheden weer om de kosten van het bereiken van een bepaalde doelstelling terug te brengen. Het probleem van deze publicatie is dat niet de doelstellingen van Kyoto als uitgangspunt worden genomen, maar vier fictieve doelstellingen voor de Verenigde Staten, die wel in de buurt van de Kyoto-doelstellingen uitkomen.

De resultaten bespreken we daarom niet verder in detail, mede omdat de resultaten die uit het gebruikte (Second Generation) model volgen reeds onder MacCracken et al. (1999) staan beschreven.

**Wereldbank, Prototype Carbon Fund, [www.prototypecarbonfund.org](http://www.prototypecarbonfund.org)**

Dit fonds is door de Wereldbank opgericht om projecten te inventariseren en selecteren, die genomen kunnen worden in 'economieën in transitie' (e.g. Oost-Europa) en in ontwikkelingslanden. De projecten kunnen aangemeld worden en de Wereldbank put dan uit een fonds van maximaal \$ 150 miljoen bronnen om dit project te financieren. De CO<sub>2</sub>-reducties die dan behaald worden, brengt de Wereldbank in voor certificering voor het CDM of voor Joint Implementation. De kosten per vermeden ton CO<sub>2</sub> liggen bij voorkeur onder \$ 3. Dit zijn de maatregelen met een zeer hoge kosteneffectiviteit.

Binnen dit project worden verder geen uitspraken gedaan over de prijs die wereldwijd tot stand zal komen. Ook in het overige werk van de Wereldbank zijn we geen schattingen tegengekomen over CO<sub>2</sub>-prijzen. Wel heeft de Wereldbank in 1997 een studie uitgevoerd waarin ze analyseerden wat de invloed zou zijn geweest op de kosten van door hen gefinancierde projecten bij schaduw prijzen voor CO<sub>2</sub> in de range van \$ 5 – 40 per ton CO<sub>2</sub>. Dit geeft aan dat dit de door de Wereldbank in 1997 verwachte prijs voor CO<sub>2</sub> was.





## E Verhandelbare emissierechten in de VS

In de Verenigde Staten is al sinds enige jaren ervaring met systemen van verhandelbare emissierechten. Verhandelbare emissierechten zijn ingezet om lokale luchtverontreiniging tegen te gaan, de concentratie lood in benzine te verminderen, de uitstoot van de ozonlaag aantastende stoffen te verminderen en de uitstoot te verminderen van stoffen die bijdragen aan vorming van zure regen zoals SO<sub>2</sub>.

Vanaf 1 januari 1995 is een nationaal systeem in werking getreden waarbij de elektriciteitscentrales alleen rechtmatig SO<sub>2</sub> kunnen uitstoten wanneer zij in het bezit zijn van verhandelbare rechten. Alleen centrales boven de 25 MWe, verantwoordelijk voor ongeveer 70% van de SO<sub>2</sub>-uitstoot, vallen onder het systeem. De andere emissies van verzurende stoffen worden via directe regelgeving aangepakt.

Jaarlijks worden over de 111 centrales gratis emissierechten verdeeld, waarbij een verdeelsleutel wordt gehanteerd op basis van hun gemiddelde brandstofverbruik in de jaren 1985 tot 1987. Het totale initiële emissieplafond, gelijk aan het totaal aan uitgegeven rechten, wordt om de vijf jaar verlaagd. Desondanks is de verwachting dat de kosten voor emissiereductie nog steeds lager zijn dan in het geval van directe regulering<sup>26</sup>.

De SO<sub>2</sub>-rechten geven de bezitters het recht om eenmalig een bepaalde hoeveelheid SO<sub>2</sub> uit te stoten in het jaar waarin het recht is uitgegeven of in een later jaar. Er is dus de mogelijkheid om rechten op te sparen. Dit wordt 'banking' genoemd. De rechten zijn in de gehele VS verhandelbaar. Gebruik van de rechten is wel gelimiteerd door normen voor de lokale luchtkwaliteit.

Kleine elektriciteitscentrales die willen uitbreiden en nieuwkomers die na 1995 de vergunningsmarkt willen betreden, dienen rechten te kopen. Om in hun behoefte te voorzien en de markt op gang te brengen, houdt de overheid 2,8% van de rechten achter de hand bij de initiële verdeling en brengt deze vervolgens jaarlijks op de markt. Nieuwe centrales kunnen echter alleen onafhankelijk worden van deze jaarlijkse reserve en de rechten die door andere bedrijven worden aangeboden door de historische rechten over te kopen van andere bedrijven<sup>27</sup>.

Op de markt voor verhandelbare emissierechten worden speculanten en milieugroeperingen toegelaten. Zij delen niet mee in de initiële verdeling, maar kunnen wel als de markt op gang is gekomen rechten opkopen. Mogelijke participatie was voor de milieubeweging een van de redenen om met het systeem akkoord te gaan.

Volgens Petsonk<sup>28</sup> heeft het SO<sub>2</sub> handelssysteem geresulteerd in een versneld bereiken van de milieudoelen. Ondanks dat er uiteindelijk weinig handel heeft plaatsgevonden, is de totale SO<sub>2</sub> emissie 35% lager uitgekomen dan het oorspronkelijk gestelde doel. De kosten die hiermee gepaard gingen waren lager dan in bij een vergelijkbaar doel als dat via emissieregelgeving

<sup>26</sup> Het is om deze reden dat de elektriciteitscentrales in samenspraak met de overheid en de milieubeweging hebben ingestemd met een sterkere emissiereductie.

<sup>27</sup> De rechten per ton SO<sub>2</sub> kosten rond de \$200. Voor de historische rechten zijn geen prijzen bekend.

<sup>28</sup> Petsonk a. et al, 1998, *Market mechanisms & global climate change*.

zou zijn bereikt. Dit was het gevolg van versnelde technologische ontwikkeling. Volgens het Massachusetts Institute of Technology zijn deze resultaten toe te schrijven aan het emissiehandelssysteem.

De prijs van SO<sub>2</sub> uitwasinstallaties is in deze periode ook gedaald. Deze daling wordt toegeschreven aan de concurrentie die deze technologie heeft gekregen van andere technologieën.

In Californië is het hierboven beschreven systeem op een aantal punten aangepast. Zo is in Californië het initiële emissieplafond gesteld op de som van de hoogste uitstoot van de afzonderlijke centrales tussen 1989 en 1992. Het emissieplafond is dus initieel minder streng ingesteld, maar de reductie van het emissieplafond vindt sneller plaats dan in het nationale systeem. Bovendien wordt in Californië het emissieplafond jaarlijks verlaagd. Emissie-reductietrajecten worden daarbij per bedrijf vastgesteld.

Ten slotte willen wij wijzen op de manier waarop in de Verenigde Staten verhandelbare CFK-rechten zijn ingevoerd. In dit geval heeft de overheid besloten om een gedeelte van de vermogensschenking die was ontstaan met de invoering van verhandelbare rechten af te romen. Dit werd bereikt door tegelijkertijd met invoering van het systeem een heffing op CFK-productie in te voeren die langzaam in de tijd werd verhoogd (Tietenberg, 1992).



## F Emissiehandel regionale luchthavens

Op 12 November 1999 heeft de Minister van Verkeer en Waterstaat, mede namens haar ambtgenoten van Economische Zaken, VROM en de staatssecretaris van Defensie de **Hoofdpijnennotitie Structuurschema Regionale en Kleine Luchthavens (SRKL)** aangeboden aan de Tweede kamer. De Hoofdpijnennotitie SRKL is opgesteld ter voorbereiding van het vaststellen van een Planologische Kernbeslissing (PKB) in 2003. "De Hoofdpijnennotitie beschrijft een nieuw beleid voor de kleine en regionale luchthavens. In het kort houdt dit in dat de besluitvorming over de kleine en regionale luchthavens wordt gedecentraliseerd naar de provincies, waarbij het Rijk de milieuruimte bevest. De basis voor de *stand-still* wordt gevormd door de milieuruimte die bestaat op het moment dat over alle momenteel nog niet afgeronde aanwijzingsprocedures een besluit is genomen. Voorts geeft het SRKL het milieukader voor het burgermedegebruik van militaire luchtvaart-terreinen".

Om uitvoering te geven aan de *stand-still* worden plafonds ingesteld voor geluidsbelasting, veiligheid en CO<sub>2</sub>. Verwacht wordt dat dit ook een positieve invloed heeft op de overige milieuaspecten. In de Hoofdpijnennotitie wordt aangegeven dat een plafond wordt vastgesteld voor de cumulatieve CO<sub>2</sub>-uitstoot, uitgaande van de bestaande situatie op het moment dat elk veld gezoned is. Het CO<sub>2</sub>-plafond wordt bepaald door de berekende CO<sub>2</sub>-emissie van al het luchtverkeer dat plaatsvindt van en naar Nederlandse regionale velden, voor zover de emissies plaats vinden in het Nederlandse luchtruim. Dit maximum zal vertaald worden in emissierechten die vervolgens uit te ruilen zijn.

Aangegeven wordt dat de manier waarop het CO<sub>2</sub>-beleid voor de luchtvaart wordt vormgegeven nader zal moeten worden onderzocht.

Op dit moment worden de richtlijnen voor de MER opgesteld, deze zijn naar verwachting eind januari 2001 klaar. Tussen januari en september wordt de MER zelf opgesteld, zodat het kabinet eind 2001 een beslissing kan nemen over de PKB.



## G Beleidsontwikkelingen mondiale luchtvaart

### **Klimaatverdrag en Kyoto-protocol**

In 1997 is door de Conferentie van Partijen (Conference of Parties) het Kyoto-protocol vastgesteld. Dit Protocol stelt dat OECD-landen en landen in transitie (Annex-I landen) hun totale emissies van de zes broeikasgassen met tenminste 5% moeten reduceren in de periode 2008-2012 ten opzichte van het niveau in 1990. Het protocol wordt van kracht als tenminste 55 Partijen het protocol hebben geratificeerd.

Volgens het protocol vallen de emissies van broeikasgassen van de internationale lucht- en scheepvaart niet onder de nationale doelstellingen zoals afgesproken in het Protocol. Volgens de IPCC-richtlijnen voor het opstellen van de 'National communications' dienen de Partijen wel apart een schatting te geven van de hoeveelheid emissies die worden uitgestoten door de internationale luchtvaart op basis van de hoeveelheid vliegtuigbrandstof die verkocht is. Emissies van de binnenlandse lucht- en scheepvaart vallen wel onder de afgesproken nationale doelstellingen.

Om het probleem van de allocatie van de emissies van de internationale lucht- en scheepvaart op te lossen heeft de 'Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice (SBSTA)' van de UNFCCC in 1996 de volgende acht opties geformuleerd:

- 1 Geen allocatie.
- 2 Allocatie van de wereldwijd verkochte bunkerbrandstoffen en daaraan gerelateerde emissies op basis van het nationale aandeel van Partijen in de totale wereldwijde antropogene emissies.
- 3 Allocatie naar Partijen waar de bunkerbrandstoffen worden verkocht.
- 4 Allocatie op basis van de nationaliteit van een luchtvaartmaatschappij, of naar het land waar de luchtvaartmaatschappij is geregistreerd, of naar het land van waaruit de luchtvaartmaatschappij zijn thuisbasis heeft.
- 5 Allocatie naar het land van waaruit een vliegtuig vertrekt of aankomt. Eventueel kan ook 50% worden toebedeeld aan het land van vertrek en 50% aan het land van bestemming.
- 6 Allocatie naar het land van vertrek of aankomst van de passagiers en de vracht. Ook kan gekozen worden voor een 50/50 verdeling.
- 7 Allocatie naar het land op basis van de nationaliteit van passagiers of eigenaar van de vracht.
- 8 Allocatie op basis van de emissies die worden uitgestoten in het luchtruim van een land.

In 1997 heeft SBSTA besloten dat de opties 1, 3, 4, 5 en 6 het meest kansrijk zijn en de verdere voorbereiding van besluitvorming zich daarop dient te richten (UNFCCC, 1997).

SBSTA onderscheidt de volgende drie issues wat betreft beleid ten aanzien van beheersing van de emissies van de internationale luchtvaart:

- opstellen van adequate en consistente rapportage van emissies volgens IPCC richtlijnen (o.a. duidelijk onderscheid tussen 'domestic' en 'international' emissies);
- regelen van allocatie van emissies (verdelingsvraagstuk);
- ontwikkelen en implementatie emissiereductie instrumenten.

Qua rolverdeling is afgesproken dat SBSTA/UNFCCC verantwoordelijk is voor de voortgang op de eerste twee issues, terwijl ICAO middels het Kyoto-protocol verantwoordelijk is gesteld voor het nastreven van emissiebeperking van de internationale luchtvaart.

Het Kyoto-protocol refereert speciaal aan emissies gerelateerd aan bunkerbrandstoffen voor internationale luchtvaart en ICAO. De relevante tekst (artikel 2.2) luidt als volgt:

*“The parties included in Annex I shall pursue limitation or reduction of emissions of greenhouse gases not controlled by the Montreal Protocol from aviation and marine bunker fuels, working through the International Civil Aviation Organisation and the International Maritime Organisation, respectively.”*

In de volgende paragraaf wordt beschreven hoe ICAO bovengenoemd artikel van het Kyoto-protocol heeft vertaald in acties.

Tot op heden zijn de Partijen niet tot overeenstemming kunnen komen over één van de allocatieopties. Tijdens de Conference of Parties in Den Haag staat dit onderwerp niet op de agenda. Naar verwachting zal dit echter in de komende jaren weer op de agenda van het internationale Klimaatoverleg komen.

Opvallend is verder het volgende. Zoals reeds opgemerkt vallen emissies van de binnenlandse luchtvaart van Partijen binnen de doelstellingen zoals vastgelegd in het Kyoto-protocol. Dit betekent bijvoorbeeld dat de emissies van de binnenlandse luchtvaart van de VS moeten worden gerekend tot hun ‘national totals’. Aangezien de EU in het Kyoto-protol een partij is, kan analoog aan andere partijen worden beredeneerd dat de emissies van intra-EU vluchten onder de doelstelling van Kyoto vallen. Hiervan is echter nog geen melding gemaakt in de beleidstukken en zou nader moeten worden geverifieerd.

### **International Civil Aviation Organisation (ICAO)**

In 1998 heeft de milieuc commissie van ICAO, de ‘Committee on Aviation and Environmental Protection’ (CAEP) een werkgroep opgericht (Market Based Options Group, Working Group 5) met als doel *“to identify and evaluate the potential role of market based options, including charges, fuel taxes, carbon offsets and emissions trading regimes”*.

Het mandaat van CAEP en haar verantwoordelijkheden werden vastgelegd in september 1998 tijdens de 32<sup>ste</sup> bijeenkomst van de ICAO Assembly in Resolutie A32-8. Deze Resolutie zegt dat de Assembly:

*“Requests the ICAO Council, through CAEP, to study policy options to limit or reduce the greenhouse gas emissions from civil aviation, taking into account the findings of the IPCC special report and the requirements of the Kyoto-protocol, and to report to the next ordinary sessions of the Assembly (in 2001).”*



De Resolutie zegt ook, terwijl de Council een eerste rapport heeft ontvangen van CAEP over opties voor emissie gerelateerde heffingen<sup>29</sup>, dat:

*“Requested CAEP in its further work on this subject to focus on an en-route levy or a fuel levy to address global emissions, taking into account ICAO’s policy regarding reciprocal exception from taxation of aviation fuel, on an airport levy to address local emissions, and on other market based options such as emissions trading”.*

Inmiddels hebben de ‘Market Based Option’ Groep van CAEP en de werkgroep die ondersteunende economische analyses verricht (FESG) een aantal ‘market based’ opties geëvalueerd. Deze resultaten zijn besproken in een stuurgroepvergadering eind september 2000 als voorbereiding van CAEP/5 in januari 2001. De conclusies van de Stuurgroep luiden als volgt:

“After discussing the options and the status and results of their cost benefit analysis, CAEP Members concluded<sup>30</sup> that it is too early to narrow down the market based options, however:

- Closed emissions trading systems did not show evidence to justify further consideration by the groups.
- Based on the interim results of the analysis to date, an open emissions trading system shows good opportunities for emissions reductions and should be taken into account for further consideration.
- Based on the interim analysis to date, charges, taxes and voluntary agreements seem to be less cost effective than an open emissions trading system but it was found important by Members to maintain those options for further study and to develop guidelines for Contracting States to take short term action.”

Uit bovengenoemde conclusies kan worden opgemaakt dat CAEP/5 niet zal komen met definitieve adviezen over de implementatie van concreet uitgewerkte instrumenten zoals oorspronkelijk de bedoeling leek te zijn. Verder kan uit de conclusies worden geïnterpreteerd dat CAEP lidstaten vinden dat voor de luchtvaartsector samen met de andere sectoren onder het Kyoto-protocol een systeem van verhandelbare emissierechten moet worden ontwikkeld en niet langer als een aparte sector dient worden behandeld.

De Market Based Options Groep van CAEP is ook verzocht om samen met het ICAO secretariaat elementen voor een concept Assembly Resolutie op te stellen die is gebaseerd op bovenstaande conclusies van de stuurgroep. Doel is dat de Resolutie gericht is op implementatie in de eerste commitment periode van het Kyoto-protocol. De Raad (Council) van ICAO zal in het late voorjaar van 2001 vergaderen (33<sup>ste</sup> Assembly) over de concept-Resolutie.

---

<sup>29</sup> Charges in aviation, Report of the Focal Point on Charges (CAEP, 1997).

<sup>30</sup> Steering Group Meeting CAEP, Seattle, 25 – 29 September 2000.





## H      Beleidsontwikkelingen EU luchtvaart

### **Mededeling “Luchtvaart en Milieu” van de Europese Commissie**

Op 1 december 1999 heeft de Europese Commissie met de publicatie van de “Communication on Air Transport and the Environment” voor het eerst een analyse gemaakt en prioriteiten gesteld op het gebied van milieubeleid en integratie daarvan voor de luchtvaart. De Mededeling kan als relatief progressief worden opgevat, bijvoorbeeld vanwege de aankondiging van eenzijdige acties op EU-niveau indien in ICAO-verband niet voldoende vorderingen worden geboekt in 2001.

De Mededeling vormt het referentiepunt voor het werkprogramma voor de Commissie voor de komende 5 jaar en wellicht daar voorbij. Echter in de Mededeling wordt aangekondigd dat eind 2001, op basis van de resultaten in ICAO-verband een her-beoordeling zal worden uitgevoerd ten aanzien van de realisatie van de milieudoelen zoals die zijn vastgelegd in het Verdrag van Amsterdam en het Kyoto-protocol. Indien vereist zullen dan nieuwe prioriteiten worden gesteld over de balans tussen mondiale, EU en lokale maatregelen, afhankelijk van de voortgang in ICAO en mogelijk nieuwe wetenschappelijke inzichten.

In de Communication stelt de Commissie het volgende:

“The overall environmental impact is bound to increase since the gap between the rate of growth and the rate of environmental improvement appears to widen in important field such as emissions greenhouse gases. This trend is unsustainable and must be reversed because of its impact on climate and the quality of life and health of the European citizens. The long-term goal, therefore must be to achieve improvements to the environmental performance of air transport operations that outweigh the environmental impact of the growth of this sector.”

En:

“Meeting this challenge necessitates, in line with the provisions of the Amsterdam Treaty, significantly enhanced integration of environmental requirements into sectoral policies as part of the European Community’s responsibilities for the promotion of sustainable development and an efficient functioning of the internal market”.

In de Communication worden onder meer de volgende acties aangekondigd met betrekking tot de aanpak van luchtverontreiniging van luchtvaart:

- actieve participatie in het CAEP/5 werkprogramma met als doel het bereiken van overeenstemming over certificering voor climb and cruise emissies in het jaar 2001. De Commissie wil tevens overeenstemming bereiken over complementaire maatregelen om de milieueffectiviteit van de recent afgesproken NO<sub>x</sub>-standaard te versterken;
- de Commissie gaat voort met het ondersteunen van werk, onder andere met Eurocontrol, om de verkeersleidingsysteem te verbeteren en daarmee de potentiële emissiereductie te realiseren;

- de Commissie wil het beleid ten aanzien van economische instrumenten van milieubeleid versterken. Zij wil met name richting een transport systeem in Europa waarbij geldt "Reward the best, punish the worst" door een duidelijke scheidslijn te trekken op basis van milieukwaliteit;
- de Commissie heeft aangegeven dat een belasting op kerosine op alleen vluchten van EU-carriers ongewenst is vanwege nadelige economisch effecten. Een kerosine belasting op alle carriers is niet mogelijk vanwege strijdigheid met het merendeel van de bilaterale overeenkomsten. De Commissie handhaaft derhalve de vrijstelling van accijnzen op kerosine COM(96)549. De Commissie heeft daarom aangekondigd, mede op basis van resultaten van de CE-studie "A European Aviation Charge" om een implementatie onderzoek uit te zetten naar de haalbaarheid van een emissieheffing die gebruik maakt van de structuur van de route charges van Eurocontrol;
- nieuwe veelbelovende economische instrumenten zoals emissiehandel verdienen nader onderzoek volgens de commissie, maar deze geeft vooralsnog de voorkeur aan het verder uitwerken van heffingen;
- de Commissie wil onderzoeken wat de mogelijkheden en voordelen zijn van het bereiken van convenanten met als doel het reduceren van CO<sub>2</sub>-emissies met een grotere inzet dan Business-as-usual.

In de **Transportraad van 28 maart 2000** werd de Mededeling Luchtvaart en Milieu van de Commissie besproken en daarin werden onder meer de volgende relevante conclusies unaniem aangenomen:

- het maken van een op volledige analyse gebaseerde voorstellen voor de invoering van economische incentives ter beperking van de milieueffecten;
- de verdere ontwikkeling van een algemeen communautair kader van richtsnoeren voor de uit milieuoogpunt duurzame ontwikkeling van luchthavens als objectieve basis voor door de bevoegde autoriteiten te nemen maatregelen om met name aan de wensen van de bevolking rond luchthavens tegemoet te komen.

Ten aanzien van de belasting op vliegtuigbrandstoffen werden in de **Ecofinraad van 28 maart 2000** de volgende mededelingen gedaan.

Commissaris Bolkestein gaf een toelichting op de drie aanbevelingen die de Commissie voorstelt in haar mededeling van begin maart (doc. 6743/00 Fisc 31):

- de Raad dient zo snel mogelijk over te gaan tot aanvaarding van de energierichtlijn: de Commissie wil daarin opnemen de bevoegdheid aan lidstaten om kerosinebelasting te heffen op binnenlandse vluchten of op intracommunautaire vluchten indien daartoe een bilaterale overeenkomst is gesloten;
- de lidstaten dienen in het kader van de Organisatie voor de Internationale Burgerluchtvaart (ICAO) te ijveren voor een wereldwijde invoering van een brandstofbelasting of van een heffing met een vergelijkbaar effect;
- de Raad dient na een volgende vergadering van de ICAO te bekijken in hoeverre er resultaten in ICAO-verband zijn geboekt.

Een aantal lidstaten gaf aan de benadering van de Commissie te steunen. Nederland riep de Commissie op een hoger ambitieniveau na te streven. De nadruk zou moeten liggen op een effectieve heffing op vluchten in Europa. In dit kader zou de Commissie wederom dienen te kijken naar de zogenoemde en-route heffing als alternatief. Dit is een heffing die voor alle maatschappijen en lidstaten gelijk uitpakt en die wordt geheven naar het aantal



kilometers dat boven de EU wordt gevlogen en die bovendien wordt gedifferentieerd op basis van de milieukarakteristieken van het vliegtuig. Een aantal andere lidstaten liep niet erg warm voor een dergelijke heffing. Dit zou geen enkele invloed hebben op het milieu en slecht zijn voor de werkgelegenheid. Een kleine Lidstaat suggereerde dat het Comité van Permanente Vertegenwoordigers nog eens kijkt naar het effect van de verbruiksbelasting op vliegtuigbrandstof. Voorzitter Pina Moura concludeerde dat de Ecofin Raad de Commissie-mededeling doorverwijst naar het Comité van Permanente Vertegenwoordigers en naar de Groep Fiscale Vraagstukken, die tijdens een volgende Ecofin Raad hun conclusies zullen presenteren.

### **Witboek Europese Commissie**

Uit oogpunt van eerlijke concurrentie tussen vervoerssectoren pleit het Witboek infrastructuurheffingen van de Europese Commissie<sup>31</sup> voor doorberekening van kosten van infrastructuur en voor gelijke behandeling van alle vervoerwijzen. Daarbij gaat het nog niet om kosten van aanleg, maar wel om alle kosten die gerelateerd zijn aan het gebruik, zoals kosten van beheer en onderhoud en (marginale) milieukosten<sup>32</sup>.

---

<sup>31</sup> *Fair Payment for Infrastructure Use*, Witboek Europese Commissie, 1998.

<sup>32</sup> Marginale kosten zijn de extra kosten die ontstaan wanneer één voertuig, vaartuig of vliegtuig aan het verkeer wordt toegevoegd.