

Mogelijke maatregelen om de CO₂-uitstoot in het internationaal transport (lucht- en scheepvaart) te reguleren

Yavuz BAYRAK

promotor :
Prof.dr.ir Frans LEMEIRE

Woord vooraf

Deze eindverhandeling is tot stand gekomen in het kader van mijn opleiding tot Handelsingenieur aan de Universiteit Hasselt. Ik heb dit onderwerp gekozen aan de hand van mijn persoonlijke interesse voor het milieubeleid en het internationale karakter van het behandelde probleem. Een ander interessant aspect aan het onderzoek is het feit dat veel oplossingen nieuwe technologieën inhouden wat ook in het verlengde van mijn studies ligt. In deze eindverhandeling zal ik vooral de situatie van de internationale lucht- en scheepvaart met betrekking tot het milieu proberen te behandelen en waarom dat deze twee sectoren nu feitelijk een voorkeursbehandeling genieten in de klimaatproblematiek.

Het schrijven van deze eindverhandeling vormde een grote uitdaging voor mij en het was nooit tot stand gekomen zonder de hulp en steun van een aantal personen.

In de eerste plaats wil ik mijn promotor, Prof. Dr. Ir. Frans Lemeire, bedanken voor zijn professionele begeleiding, advies en suggesties. Ook wil ik mijn dank betuigen aan Professor Bas Amelung van de Universiteit Maastricht, wier kritische bemerkingen en deskundige aanbevelingen van onmiskenbare waarde waren.

Speciale dank gaat uit naar de instelling TransportEnvironment van de Europese Unie voor het organiseren van een zeer informatief seminarie.

Een laatste woord van dank gaat uit naar mijn ouders voor hun nooit aflatende steun die ze mij gaven de afgelopen jaren.

Yavuz Bayrak

Samenvatting

Deze eindverhandeling bespreekt de situatie van de internationale vervoerssectoren aangaande het globale klimaatbeleid. Tot vandaag lag de nadruk in het milieubeleid voor transport vooral op het transport langs de weg, het spoor en de binnenvaart maar de laatste jaren stelt men zich ook meer en meer de vraag over de uitstoot door internationaal opererende transportmodi. Het International Civil Aviation Organization (ICAO) en het International Maritime Organization (IMO) zijn de uitstoot in de internationale luchtvaart respectievelijk de internationale scheepvaart aan het bekijken. Tot op heden hebben deze twee instanties echter nog niets concreets uitgewerkt omwille van de vele, soms tegenstrijdige, aspecten van mogelijke maatregelen.

In het inleidende hoofdstuk zullen we een schets maken van de situatie vooraf. Hier zullen we vertrekken van een conferentie georganiseerd door de Verenigde Naties in Rio de Janeiro in het jaar 1992 waar men voor het eerst algemene bepalingen vastlegt in een Klimaatverdrag. Het Internationaal Klimaatverdrag is een raamwerkverdrag met weinig concrete afspraken waarvan het doel de stabilisatie van concentraties aan broeikasgassen in de atmosfeer is. Dit met het oog op het vermijden van een gevaarlijke menselijke invloed op het klimaatsysteem. Het Klimaatverdrag werd door 186 landen ondertekend, inclusief de Verenigde Staten en Australië.

De conferentie in Rio de Janeiro werd gevolgd door een Intergouvernementeel Panel in 1995 dat leidde tot het Verdrag van Kyoto. In dit Kyoto-protocol werden er meer concrete verplichtingen opgenomen betreft een globale milieupolitiek. Er werd overeengekomen dat men een beperking beoogt van gemiddeld 5% tegen 2012 in de uitstoot van broeikasgassen in de ontwikkelde landen. Met de recente ratificatie van het Kyoto-protocol door Australië eind 2007 staat de teller van landen die het Protocol bekrachtigd hebben op 169.

Zoals blijkt uit onderstaande tabel is de grootste uitstoter van broeikasgassen in de wereld, per capita of per persoon, de Verenigde Staten. Dit land heeft tot nog toe het Kyoto-protocol getekend maar nog niet bekrachtigd.

Tabel 1: CO₂-emissies in miljoen ton (top 20 landen in de wereld)

| Land/Regio | Totale emissies van 1900 tot '99 | % van totaal | Totale emissies in 1999 | Emissies per capita (ton) |
|-----------------|----------------------------------|--------------|-------------------------|---------------------------|
| • VS | • 77,320 | • 30.3% | • 1,520 | • 5.6 |
| • EU | • 56,280 | • 22.1% | • 915 | • 2.4 |
| • Rusland | • 22,721 | • 8.9% | • 400 | • 2.7 |
| • Duitsland | • 18,644 | • 7.3% | • 230 | • 2.8 |
| • China | • 17,786 | • 7.0% | • 669 | • 0.5 |
| • VK | • 14,336 | • 5.6% | • 152 | • 2.6 |
| • Japan | • 9,360 | • 3.7% | • 307 | • 2.4 |
| • Frankrijk | • 5,981 | • 2.8% | • 109 | • 1.8 |
| • Oekraïne | • 5,831 | • 2.3% | • 104 | • 2.1 |
| • Canada | • 5,198 | • 2.3% | • 151 | • 4.9 |
| • Polen | • 5,831 | • 2.0% | • 85 | • 2.2 |
| • India | • 5,098 | • 2.0% | • 243 | • 0.2 |
| • Italië | • 4,189 | • 1.6% | • 121 | • 2.1 |
| • Zuid-Afrika | • 3,153 | • 1.2% | • 99 | • 2.2 |
| • Australië | • 2,736 | • 1.1% | • 94 | • 5.0 |
| • Tsjechië | • 2,565 | • 1.0% | • 29 | • 2.8 |
| • Mexico | • 2,529 | • 1.0% | • 101 | • 1.0 |
| • België | • 2,426 | • 1.0% | • 38 | • 3.7 |
| • Nederland | • 2,331 | • 0.9% | • 64 | • 4.1 |
| • Spanje | • 2,288 | • 0.9% | • 82 | • 2.1 |
| TOP 20 | 211,736 | 83% | 4,597 | 1.3 |
| Rest van wereld | 43,109 | 16.9% | 1,544 | 0,6 |
| Totaal wereld | 254,845 | | 6,141 | 1.0 |

Bron: WRI (1999)

Wat wij dan ook willen bereiken met dit onderzoek is diegenen die iets willen doen aan het probleem, mogelijke oplossingen aanreiken en dit in het bijzonder in de internationale vervoerssectoren. Deze hebben samen toch een groot aandeel in de globale uitstoot van broeikasgassen die van menselijke oorsprong is. Hun totale aandeel bedraagt ongeveer 5%. Het grote gevaar rust in het feit dat beide sectoren een grote groei kennen en als men geen oplossingen aanreikt, zal hun aandeel in de toekomst dus nog wel groter worden.

In het kader van deze problematiek hebben wij geprobeerd de voorgestelde maatregelen stuk voor stuk te bekijken. Voor we de maatregelen onderzochten, hebben we naar de karakteristieken van elke sector gekeken om te bepalen of we beide sectoren al dan niet samen konden bespreken in het zoeken van mogelijke oplossingen. Op het eerste zicht lijken de internationale lucht- en scheepvaart wel degelijk veel overeenkomsten te hebben maar na verder onderzoek moet men toch besluiten dat de verschillen eveneens groot zijn. Dit is dan ook de belangrijkste reden waarom we aan elke sector een apart hoofdstuk hebben gewijd. Een ander argument is dat een apart hoofdstuk voor iedere sector een duidelijker beeld geeft aan de lezer.

Nadat we elke sector apart hebben onderzocht op algemene karakteristieken, de overkoepelend bevoegde organen, de uitstoot van soort van broeikasgassen van de sector en de mogelijke manieren van toewijzing van de uitstoot zijn we uiteindelijk toegekomen tot mogelijke maatregelen ter matiging van de uitstoot of anders gezegd mitigatie.

Samenvattend kan men stellen dat men zich in de luchtvaartsector meer zou moeten inspannen op dit vlak omdat men hier zit met een degelijk te hoge uitstoot zowel wat de marginale externe kosten betreft als de gemiddelde externe kosten op het niveau van één enkele passagier. Hetzelfde beeld gaat niet op voor de

scheepvaart in het algemeen daar men bij de marginale externe kosten een ander plaatje krijgt dan bij de gemiddelde kosten per ton vracht. Door de hoge capaciteit in de scheepvaart liggen de gemiddelde externe kosten per ton vracht namelijk laag. De moeilijkheid in de scheepvaart ligt dus in het feit dat men reeds een lage externe kost heeft per tonkm. Men kan dus stellen dat om de reeds lage externe kosten in de scheepvaart te internaliseren, er niet al te hoge kosten voor nodig zijn. Wel moet men voor ogen houden dat er een gevaar bestaat dat men het aandeel van de scheepvaart doet verlagen (door te hoge kosten aan te rekenen), waardoor men zou overschakelen op transportmethoden die op hun beurt weer een hogere uitstoot aan broeikasgassen hebben.

Uit dit onderzoek is dan ook naar voren gekomen dat een efficiënte manier om rekening te houden met de uitstoot van broeikasgassen best gebeurt via het systeem van de emissierechten. Dit voor het zetten van druk tot actie bij de stakeholders, een vlotte werking van het systeem in zijn geheel en het bereiken van de doelstelling tegen een optimale kostprijs. Het zou in ieders belang zijn als een dergelijk systeem wereldwijd ingevoerd zou worden. Dit zou dan kunnen gebeuren onder het gezag van het ICAO of het IMO voor de internationale luchtvaart respectievelijk de internationale scheepvaart. Nochtans zijn er veel mogelijkheden om te frauderen waar men rekening mee zou moeten houden.

Natuurlijk kan men uit ervaring zeggen dat dit niet het geval zal zijn daar veel partijen in beide organisaties dit niet zullen willen aanvaarden. Zoals vaker gebeurt, zal men hier ook eerst op regionaal vlak maatregelen moeten nemen alvorens men kan verwachten dat de internationale spelers en beleidsmakers maatregelen zullen nemen. De reden hiervoor is dat het doorvoeren van maatregelen op internationaal vlak moeilijker is omdat men hier te maken heeft met veel en vaak zeer uiteenliggende meningen. Door eerst op regionaal vlak in te spelen op het probleem kan men ook de mening van de maatschappij vormen in een kleiner gebied wat

gemakkelijker zal gaan dan ineens op globaal vlak maatregelen te proberen nemen die niet populair zijn in de wereld. Daarom zullen naar alle waarschijnlijkheid enkele landen of een landengroep de leiding nemen in het opstellen en afdwingen van maatregelen waardoor de individuele spelers op elke markt verplicht zijn te komen met oplossingen. Dit zal er dan ook voor zorgen dat deze spelers of maatschappijen druk zullen zetten binnen het ICAO en het IMO om tot een globale oplossing te komen om oneerlijke concurrentie weg te werken. Een belangrijke regel die wij hier dan ook willen opgeven is dat diegenen die het klimaat kunnen beheren en in dit geval hun uitstoot kunnen beheren, in de toekomst de winsten zullen mogen beheren.

Inhoudsopgave

| | |
|--|-----------|
| Woord vooraf | |
| Samenvatting..... | II |
| Inhoudsopgave..... | VII |
| Lijst van figuren en tabellen..... | X |
| Alfabetische lijst van gebruikte woorden en afkortingen..... | XII |
| | |
| HOOFDSTUK 1: Methodologische aspecten | 1 |
| 1.1 Het onderzoeksplan | 1 |
| 1.1.1 Situering en relevantie van het onderwerp..... | 1 |
| 1.1.2 Praktijkprobleem | 4 |
| 1.2 Onderzoeksvragen | 5 |
| 1.2.1 Centrale onderzoeksvraag | 5 |
| 1.2.2 Afleiden van de deelvragen..... | 5 |
| 1.3 Onderzoeksmethodologie en onderzoeksofzet | 6 |
| | |
| HOOFDSTUK 2: Het globale klimaatbeleid..... | 7 |
| 2.1 Internationale politiek tot aan het Kyoto-protocol..... | 7 |
| 2.2 Het Kyoto-protocol | 9 |
| 2.2.1 Verhandelbare emissierechten | 11 |
| 2.2.2 Het principe van een "bubble" | 12 |
| 2.2.3 Joint Implementation | 12 |
| 2.2.4 "Clean Development" mechanisme (CDM) | 13 |
| 2.3 Verwachtingen voor post-Kyoto | 13 |
| | |
| HOOFDSTUK 3: De internationale vervoerssectoren samen bekeken | 15 |
| 3.1 Argumenten om de internationale vervoerssectoren te integreren in een globaal klimaatbeleid..... | 15 |

| | |
|--|-----------|
| 3.2 Redenen waarom de internationale vervoerssectoren moeilijk te integreren zijn in een globaal klimaatbeleid | 17 |
| 3.2.1 Toewijzing uitstoot | 17 |
| 3.2.2 Externe kosten..... | 18 |
| 3.3 Overeenkomsten en verschillen tussen de internationale lucht- en scheepvaart | 23 |
| HOOFDSTUK 4: De internationale luchtvaart..... | 25 |
| 4.1 Bespreking van de internationale luchtvaart | 25 |
| 4.2 Perspectief van het International Civil Aviation Organization | 25 |
| 4.3 Impact op het klimaat..... | 26 |
| 4.4 Uitstoot van broeikasgassen | 26 |
| 4.5 Toewijzing | 29 |
| 4.6 Mogelijkheden om de globale uitstoot in de internationale luchtvaart te beperken (mitigation)..... | 32 |
| 4.6.1 Instrumenten in handen van beleidsmakers (ICAO/globaal) | 32 |
| 4.6.2 Instrumenten in handen van beleidsmakers (nationaal) | 32 |
| 4.6.3 Andere mogelijke maatregelen (afzonderlijk) | 35 |
| HOOFDSTUK 5: De internationale scheepvaart..... | 43 |
| 5.1 Bespreking van de internationale scheepvaart | 43 |
| 5.2 Perspectief van het International Maritime Organization | 43 |
| 5.2.1 CO ₂ -index van het IMO | 45 |

| | |
|--|-----------|
| 5.3 Impact op het klimaat..... | 45 |
| 5.4 Uitstoot van broeikasgassen | 47 |
| 5.5 Toewijzing | 47 |
| 5.6 Mogelijkheden om de globale uitstoot in de internationale scheepvaart te beperken (mitigation)..... | 50 |
| 5.6.1 Instrumenten in handen van beleidsmakers (IMO/globaal) | 50 |
| 5.6.2 Instrumenten in handen van beleidsmakers (nationaal) | 51 |
| 5.6.3 Andere mogelijke maatregelen (afzonderlijk) | 52 |
| HOOFDSTUK 6: Algemene conclusies | 57 |
| Case: Europese Unie, klimaatverandering en de internationale lucht- en scheepvaart | 60 |

Bibliografie

Lijst van figuren en tabellen

Figuur 1: Internalisering externe kosten

Figuur 2: Gemiddelde verandering in de globale temperatuur doorheen de tijd

Figuur 3a: Gemiddelde externe kosten in 1995 (EU 17) volgens kostencategorie en transportmode (in personenkilometer)

Figuur 3b: Gemiddelde externe kosten in 1995 (EU 17) volgens kostencategorie en transportmode (in tonkilometer)

Figuur 4: Impact van vliegtuigen op de omgeving

Figuur 5: Reductie uitstoot door aanpassing infrastructuur

Figuur 6: Verdeling Ground Support Equipment (GSE)

Figuur 7: Brandstofverbruik bij extra gewicht

Figuur 8: Aanvliegroutes

Figuur 9a: Gebruik van biobrandstoffen of synthetische brandstoffen

Figuur 9b: Gebruik van waterstof

Figuur 9c: Gebruik van ethanol (ethanol vermengd met kerosine)

Figuur 10: Uitstoot van SO_x en NO_x in de scheepvaart

Tabel 1: CO₂-emissies in miljoen ton (top 20 landen in de wereld)

Tabel 2: Annex B landen in het Kyoto-protocol

Tabel 3a: Marginale externe kosten van passagiersvervoer volgens kostencategorie en transportmode (minimum en maximumwaarden onder elke transportmode)

Tabel 3b: Marginale externe kosten van vrachttransport volgens kostencategorie en transportmode (minimum en maximumwaarden onder elke transportmode)

Tabel 4a: Potentiële reductie van de uitstoot door operationele maatregelen

Tabel 4b: Potentiële reductie van de uitstoot door vermindering van de snelheid

Tabel 5: Potentiële reductie van de uitstoot door technische maatregelen

Tabel 6: Potentiële reductie van de uitstoot door verbeterde onderhoud en verandering van brandstof

Tabel 7: Vermindering uitstoot door overschakeling van zware brandstof naar diesel

Tabel 8: Scores per mogelijke maatregel voor de toewijzing van de uitstoot

Alfabetische lijst van gebruikte woorden en afkortingen

Bunker fuel: brandstof voor schepen

Cap: een plafond voor de totale hoeveelheid emissies

CO₂ equivalent: om de invloed van verschillende broeikasgassen te kunnen optellen, wordt gebruik gemaakt van de omrekening naar CO₂-equivalenten

Deep sea shipping: het vervoer van goederen of passagiers over de zee of oceaan waarbij de oceaan wordt gekruist (lange afstanden en in diepe wateren varen)

Emissierechten: deze geven landen of bedrijven het recht om bepaalde broeikasgassen of andere schadelijke gassen uit te stoten

EU: Europese Unie

HDV (heavy-duty vehicle): zware voertuigen (3.5 – 40 ton)

HFO (heavy fuel oil): stookolie

Hub&spoke: term gebruikt in de luchtvaart voor het vervoeren van passagiers van een centraal punt, de hub, naar andere luchthavens in de wereld (vb. London Heathrow)

Hull: ingesloten ruimtes onder het bovendek in een schip

HV (heat of vaporization): verbrandingswarmte

ICAO: International Civil Aviation Organization

IMO: International Maritime Organization

Kn (knot): eenheid voor de snelheid van schepen (1 knot = 1 zeemijl/h = 1,852 km/h)

LDV (light-duty vehicle): lichte voertuigen (< 3.5 ton)

Leercurve: de prijs van een product wordt uitgezet tegen het aantal geproduceerde eenheden waar men voor de productie verwacht dat men naarmate men meer produceert men bijleert over hoe men het product goedkoper kan produceren

MC (motorcycle): motorfiets

MDO: marine diesel oil

Mitigation: matiging of beperking

Nm: nanometer

Passagierkilometer (Pkm): eenheid voor afstand x aantal passagiers

Point to point: term gebruikt in de luchtvaart voor het vervoeren van passagiers tussen twee punten zonder overstappen

Short sea shipping: het vervoer van goederen of passagiers over de zee of oceaan waarbij de oceaan niet wordt gekruist (kortere afstanden)

Stakeholders: economische term waarmee men doelt op belanghebbenden in een industrie of sector (\neq aandeelhouders)

Tg: $1\text{Tg} = 10^{12} \text{ g} = 10^6 \text{ ton} = 1 \text{ Mton}$

Tonkilometer (tkm): eenheid voor afstand x massa

UNFCCC: United Nations Framework Convention on Climate Change

HOOFDSTUK 1: Methodologische Aspecten

1.1 Het Onderzoeksplan

In dit eerste hoofdstuk zullen de methodologische aspecten van voorliggende eindverhandeling behandeld worden. Een eerste situering van de milieuproblematiek en het aanduiden van de relevantie leidt tot de beschrijving van het praktijkprobleem. Door vervolgens de centrale onderzoeksvraag te formuleren en de hieruit voortvloeiende deelvragen te verwoorden, wordt de basis voor het onderzoek gelegd. Ter afsluiting van dit hoofdstuk volgt nog een aanduiding van de gevolgde onderzoeksopzet ter beantwoording van de centrale onderzoeksvraag.

1.1.1 Situering en relevantie van het onderwerp

Het onderzoek op dit gebied is relevant voor zowel milieuactivisten, stakeholders uit de internationale vervoerssectoren, de beleidsmakers en de bevolking van de verschillende landen. Met het Kyoto-protocol heeft men een eerste stap gezet in het aanpakken en het reduceren van de uitstoot van broeikasgassen. Echter heeft men door deze sectoren niet op te nemen in het Kyoto-protocol, deze twee sectoren vrij spel gegeven betreft broeikasgassen.

Milieuactivisten zullen protesteren totdat deze twee sectoren geïntegreerd worden in een globaal milieubeleid zodat hetgeen dat bereikt wordt op andere vlakken, niet teniet zal gedaan worden door de groei van de uitstoot hier.

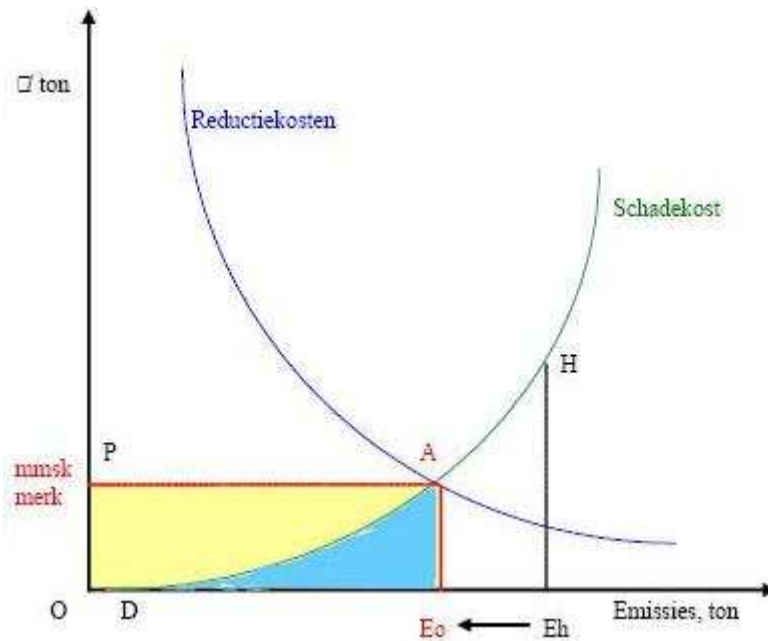
Stakeholders uit deze sectoren zoals de vragers en aanbieders van deze transportmethoden hebben in een steeds competitief wordende wereld behoefte aan zekerheid van de te verwachten kosten. Ze zullen de kosten ook zoveel mogelijk proberen te drukken. Het gedrag dat zowel het ICAO als het IMO ons tot

nu toe hebben laten zien, toont ons dat ze met deze externe kosten geen rekening zullen houden totdat er genoeg druk is vanuit verschillende hoeken.

Beleidsmakers zoals politiekers en economen hebben baat bij het volgen van dit onderwerp omdat een integratie van deze sectoren niet altijd een bedreiging voor hun en de maatschappij hoeft te betekenen. Door mee te denken om het probleem beter te kunnen aanpakken en mee te helpen oplossingen te bedenken zoals nieuwe technologieën kunnen zij deze bedreiging omzetten in een kans om de industrie beter en efficiënter te laten functioneren en meer banen te creëren door nieuwe technologieën. Bij het ontwikkelen van nieuwe technologieën moet men ook rekening houden met multiplicatoreffecten waaronder mogelijk verbeteringen in de algemene vooruitgang van de technologie, banencreatie in andere sectoren,... Als belangrijkste punt hier kan men vermelden dat bij de subsidiering van deze technologieën men de eventueel verstrekte subsidie kan verantwoorden.

Anderzijds is de taak van beleidsmakers in een vrije markteconomie ook het internaliseren van alle externe kosten zodat een maatschappelijk optimum bereikt kan worden. Dit is het niveau waarbij de marginale kosten van de emissies en van de emissiebeperkende maatregelen gelijk zijn. Dit met het oog op het ontwikkelen van een efficiënte economie die rekening houdt met alle kosten waardoor men een juiste en eerlijke prijs krijgt voor iedereen in de maatschappij.

Figuur 1: Internalisering externe kosten



Legende:

H, E_h = huidig emissieniveau

E_o = optimaal emissieniveau (msk = mrd)

A = snijpunt tussen reductiekostencurve en milieuschadekostencurve

mmsk = marginale milieuschadekost bij het optimale emissieniveau

merk = marginale emissiereductiekost bij optimaal emissieniveau

D = drempel, emissies boven de drempel hebben een toenemende marginale milieuschadekost

Driehoek 'ADE_o' = totale milieuschadekost bij optimaal emissieniveau

Vierhoek POAE_o = totale opbrengst van een milieutaks indien milieutaks optimale

mmsk, optimale

Bron: MIRA (2005)

Figuur 1 toont het klassieke voorbeeld uit de leerboeken milieueconomie. We zien enerzijds de kostencurve voor het reduceren van emissies (in euro per ton emissie), die toont dat naarmate er minder emissies worden uitgestoten (naar links op de curve) de kosten steeds hoger oplopen. Anderzijds toont de curve van de milieuschadekosten (in euro per ton emissie) dat deze kosten voor de maatschappij stijgen naarmate de emissies stijgen. Het optimale emissieniveau is dat waarop emissies zijn gereduceerd tot op het punt waarbij de marginale milieuschadekost

(externe kost) en de marginale reductiekost aan elkaar gelijk zijn. Rechts van het punt E_0 zijn de externe kosten hoger dan de reductiekosten en aan de linkerkant van het punt E_0 zijn de reductiekosten hoger dan de marginale schadekosten. (MIRA, 2005)

De bevolking in verschillende landen heeft baat bij het oplossen van het probleem om tot een economie te komen die rekening houdt met alle kosten en dus ook solidair is tussen verschillende landen en generaties. Buiten het feit dat men een economie heeft die rekening houdt met alle kosten, zal men er ook moeten op toezien dat het systeem betrouwbaar is voor iedere partij. Een oplossing vinden op het probleem betekent natuurlijk ook een beter leefmilieu voor iedereen.

1.1.2 Praktijkprobleem

Dit onderwerp, het reguleren van de CO₂-uitstoot in de lucht- en zeevaart, is degelijk relevant op bedrijfseconomisch vlak omdat de privé zichzelf moet vernieuwen en altijd op zoek moet gaan naar nieuwe mogelijkheden om een oplossing te bieden voor de problemen waarvoor wij staan. Men ziet dit duidelijk als men kijkt naar de energiebronnen die de dag van vandaag volop worden gebruikt en de vlug naderende uitputting van deze bronnen. Zeker in deze twee sectoren, waar men zonder de nodige energie staat voor onnodig zeer hoge kosten, moet men werken aan een toekomstperspectief. De afwezigheid van de nodige energie kan in deze sectoren zelfs een volledige stilstand teweegbrengen. Dit kan men beter vatten als men ziet dat de huidige energiebronnen alsmaar schaarser worden waardoor de prijs de kosten enorm in de hoogte duwen. Bedrijven kunnen met hun ideeën en innovaties hierop inspelen om door op tijd alternatieven te bieden aan de vragers van energie.

1.2 Onderzoeksvragen

Om het onderzoek grondig te kunnen uitvoeren heeft men naast de centrale onderzoeksvraag ook enkele afleidende vragen geprobeerd te formuleren. Dit ook om het onderzoek op gang te brengen.

1.2.1 Centrale onderzoeksvraag

Voor dit onderzoek is men vertrokken met de volgende centrale onderzoeksvraag:

Hoe kan men de uitstoot van broeikasgassen in de internationale lucht- en scheepvaart integreren in een globaal klimaatbeleid en er tegelijkertijd voor zorgen dat de wereldeconomie, rekening houdend met alle externe kosten, efficiënter functioneert?

1.2.2 Afleiden van de deelvragen

Om het onderzoek grondig te kunnen voeren met alle mogelijke aspecten, zullen we enkele deelvragen formuleren. Deze deelvragen zullen ons helpen het onderwerp te behandelen rekening houdend met verschillende aspecten.

- De huidige situatie met betrekking tot het globale klimaatbeleid.
- Wie zijn de verschillende partijen waarmee men rekening moet houden bij het aangrijpen van dit onderwerp?
- Wat zijn de redenen om maatregelen te zoeken om dit probleem aan te pakken?
- Welke mogelijkheden bestaan er de dag van vandaag om dit probleem aan te pakken?
- Welke partij of partijen hebben de bevoegdheid om op te treden in de beide sectoren? Hoe staan zij tegenover het onderwerp?
- Wat zijn concreet de gevolgen van mogelijke maatregelen?

1.3 Onderzoeksmethodologie en onderzoeksopzet

In dit onderzoek werd vooral beroep gedaan op de reeds aanwezige literatuur omtrent dit onderwerp. Daar het probleem recent veel aandacht heeft genoten en nog elke dag geniet, is er geen probleem ondervonden op het vlak van voldoende informatie. Een ander punt in dit verband is de aanwezigheid van correcte informatie. Dit is minder het geval omdat niet overal op de juiste manier gegevens worden bijgehouden.

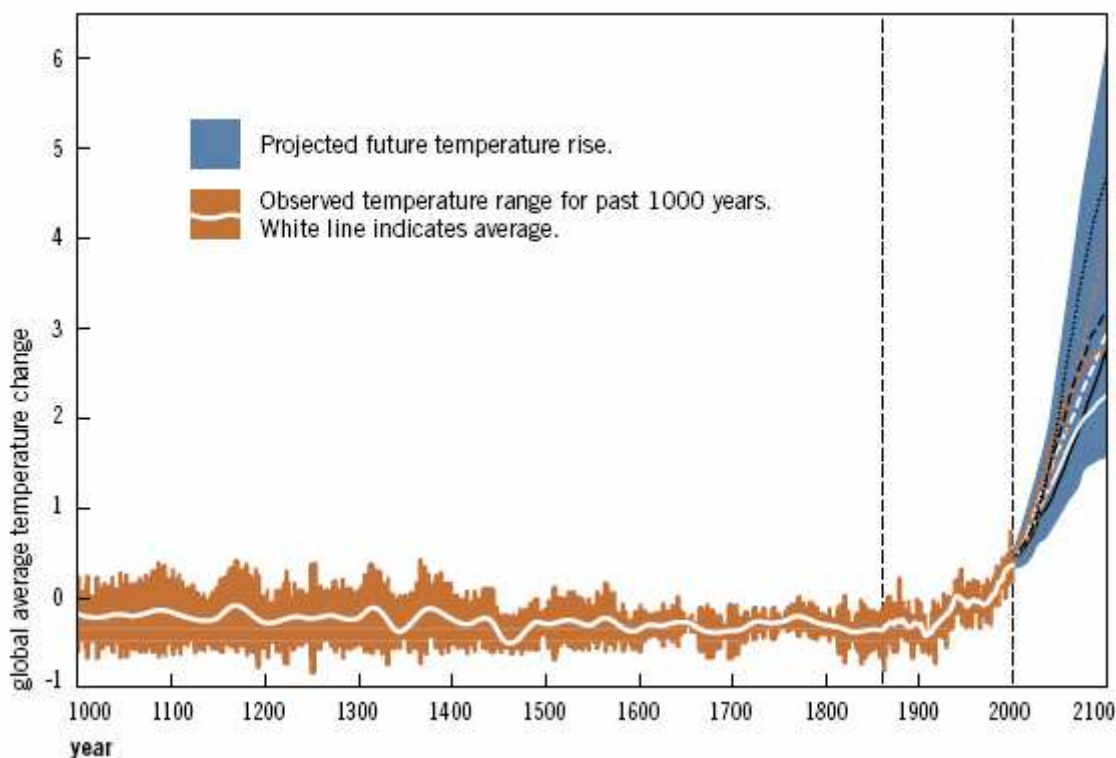
Verder werd er ook gebruik gemaakt van de informatie vergaart tijdens een seminarie georganiseerd door de instelling TransportEnvironment van de Europese Unie (European Federation for Transport and Environment, 2007). Tevens hebben we de mogelijkheid gehad om tijdens deze seminarie gesprekken te hebben met leden van verschillende belangengroepen betreft de problematiek. Hier werd vooral gesproken over de internationale scheepvaart met betrekking tot het klimaat, maar men heeft ook de kans gekregen om informatie te verkrijgen inzake de internationale luchtvaart. Wat het onderzoek vooral heeft vooruitgeholpen is dat men dank zij dit seminarie een duw in de juiste richting heeft gekregen.

HOOFDSTUK 2: Het globale klimaatbeleid

2.1 Internationale politiek tot aan het Kyoto-protocol

De aarde heeft altijd cycli gekend van afkoelen en opwarmen, maar het opwarmen met een snelheid zoals de laatste 100 jaar heeft zich waarschijnlijk nog nooit voorgedaan tijdens het bestaan van de mensheid. Uit figuur 2 kan men afleiden dat in het verleden de temperatuur rond een bepaald gemiddelde schommelde. Nu kunnen wij een trendbreuk opmerken in de figuur die te wijten zou zijn aan het bestaan van een globale opwarming te wijten aan menselijke activiteiten. (New Zealand's Climate Change Solutions, 2007)

Figuur 2: Gemiddelde verandering in de globale temperatuur doorheen de tijd



Bron: New Zealand's Climate Change Solutions (2007)

Als men het vandaag heeft over het broeikaseffect, benadrukt men vooral de niet-natuurlijke of het versterkte broeikaseffect. Al meer dan 10 jaar is de publieke opinie bezorgd over dit broeikaseffect maar nog nooit was het bewustzijn bij de bevolking zo hoog als vandaag. De internationale publieke opinie wordt vandaag de dag gebombardeerd met informatie aangaande dit fenomeen met veel programma's over dit thema op TV, in de kranten en zeer recentelijk nog met de film van oud vice-president Al Gore van de Verenigde Staten met zijn film "An Inconvenient Truth". (An Inconvenient Truth, 2006)

Tegenwoordig trekt de wetenschap het bestaan van een broeikaseffect, veroorzaakt door de mensheid, nauwelijks nog in twijfel. Wel kan men vermelden dat er nog altijd wetenschappers zijn die de invloed van de mens in twijfel trekken, maar deze wetenschappers vormen een kleine minderheid. De vraag is dan ook in hoeverre zij ernstig genomen moeten worden. Dit gezegd zijnde gaan we verder met het onderzoek steunend op de stelling dat de mens een invloed heeft op de klimaatveranderingen die plaatsvinden en zullen we kijken naar wat men kan doen om dit probleem aan te pakken.

Hiermee is de internationale milieupolitiek dan ook één van de meest belangrijke elementen geworden in de internationale arena. Reeds op een conferentie van de VN in Rio de Janeiro in 1992 werden er enkele algemene bepalingen vastgelegd hieromtrent in een Klimaatverdrag. Doch bereikte de aanpak van deze problematiek een eerste hoogtepunt in 1997, wanneer meer precieze verplichtingen werden opgenomen in het Kyoto-protocol. (United Nations Framework on Climate Change, 2006) Hiermee werd een eerste stap gezet in de goede richting in de globale milieupolitiek.

2.2 Het Kyoto-protocol

Na moeizame onderhandelingen werd het Kyoto-protocol in 1997 opgesteld in de Japanse stad Kyoto. De onderhandelingen hiervoor hebben plaatsgevonden onder het koepel van de Verenigde Naties en meer specifiek het Framework Convention on Climate Change (FCC). Het regelt de vermindering van de uitstoot van broeikasgassen op een preciezer manier en ook is de aanpak ditmaal meer doordacht. Het Verdrag is een aanvulling op het Klimaatverdrag van 1992 dat kort samengevat kan worden als het stabiliseren van de concentratie van broeikasgassen in de atmosfeer op een zodanig niveau, dat een gevaarlijke menselijke invloed op het klimaat wordt voorkomen.

Het Kyoto-protocol beoogt de beperking van emissies op verschillende broeikasgassen en slaat niet enkel op CO₂. De zes verschillende broeikasgassen zijn: koolstofdioxide (CO₂), methaan (CH₄), lachgas (N₂O), zwavelhexafluoride (SF₆) en een aantal gehaloganeerde koolwaterstoffen (HFK's en PFK's). Echter omdat CO₂ het belangrijkste broeikasgas is, ligt de nadruk voornamelijk op het verminderen van dit gas en zal er ook meestal naar dit gas verwezen worden in deze eindverhandeling. De uitstoot van de andere gassen is meestal ook omgerekend naar een CO₂ equivalent.

Om dit even te illustreren aan de hand van cijfers kan men uit onderzoek afleiden dat de aarde 765 Gton aan CO₂ per jaar kan verwerken. Het overgrote deel van de uitstoot gebeurt door de natuur zelf, namelijk 750 Gton CO₂ per jaar waardoor er een reserve bestaat voor het uitstoten van 15 Gton CO₂ per jaar. Omdat de mens nu het dubbele hiervan uitstoot (30 Gton CO₂ per jaar) is het zo dat men naar de toekomst toe de uitstoot zou moeten halveren. Bij een uitstoot van meer dan 15 Gton CO₂ per jaar moet men naast de cumulatieve en versterkende effecten, ook rekening houden met onomkeerbare klimaatveranderingen. (MIRA, 2005)

De beperkingen in het Kyoto-protocol moeten gerealiseerd worden tussen 2008 en 2012 en zijn uitgedrukt als een percentage ten opzichte van de emissies in 1990. Het protocol beoogt een vermindering van de emissies en hiervoor gelden voor verschillende landen een verschillend percentage van vermindering van de uitstoot.

Tabel 2: Annex B landen in het Kyoto-protocol

| land | emissiebeperking |
|---|------------------|
| EU-15, Bulgarije, Tsjechië, Estland, Letland, Liechtenstein, Litouwen, Monaco, Roemenië, Slowakije, Slovenië, Zwitserland | -8% |
| Verenigde Staten | -7% |
| Canada, Hongarije, Polen, Japan | -6% |
| Kroatië | -5% |
| Nieuw Zeeland, Russische Federatie, Oekraïne | 0 |
| Noorwegen | +1% |
| Australië | +8% |
| IJsland | +10% |

Bron: Annex B Kyoto-protocol in UNFCCC (1997)

Zoals men uit Tabel 2 kan afleiden moeten de meeste landen hun uitstoot beperken en mogen drie landen hun emissies constant houden ten opzichte van hun emissies in 1990. Noorwegen, Australië en IJsland mogen hun emissies nog verhogen ten aanzien van het referentiejaar.

Enkele jaren later mogen wij nu opmerken dat uit bovenstaande tabel de Europese Unie (na uitbreiding met de Oost-Europese landen) het Kyoto-protocol getekend en bekrachtigd hebben net zoals de Russische Federatie, Kroatië, Zwitserland, Canada, Japan, IJsland, Noorwegen, Nieuw-Zeeland, Australië en Oekraïne.

Als tussentijds resultaat kunnen we vermelden dat de uitstoot in de meeste landen, met enkele uitzonderingen, gestegen is. Dit zowel bij de landen die het protocol geratificeerd hebben als de landen die dit nog niet hebben gedaan.

In het Verdrag van Kyoto zijn tevens ook een aantal alternatieve manieren opgenomen om deze reducties te realiseren. Deze zogenaamde flexibele mechanismen stellen de industrielanden in staat de financiële gevolgen van hun uitstootbeperkingen in te perken door kostenefficiënt te opereren. De marginale kosten voor emissiereductie zijn namelijk hoger in de geïndustrialiseerde landen dan in ontwikkelingslanden. Ontwikkelingslanden krijgen overigens geen beperkingen opgelegd in het Verdrag. Ook mogen deelnemende landen de uitstoot van CO₂ te verminderen door bossen aanplanten. We bespreken hieronder de bekendste mechanismen in het kort.

2.2.1 Verhandelbare emissierechten

Dit is het soort mechanisme dat de meeste bekendheid geniet onder het publiek. Hierbij wordt aan de verschillende deelnemende landen toegelaten om een markt op te zetten om emissierechten te verhandelen. Een land kan meer of minder uitstoten dan voorzien maar moet dit dan compenseren door emissierechten aan te kopen. Ook kan men bij een eventueel overschot de emissierechten op deze markt verkopen.

Dit systeem garandeert dat alle mogelijkheden tot kostenreductie uitgeput worden omdat het systeem een echt marktsysteem betreft. Een dergelijk systeem kan goed functioneren mits enkele details in te vullen:

- Wie gaat handelen op de markt van emissierechten? Zijn het de individuele landen, verschillende bedrijven of de invoerders van energie?
- Welke boetes zijn voorzien voor degenen die boven hun emissierechten uitstoten?

- Zijn de emissierechten overdraagbaar in de tijd? Overdraagbaarheid in de tijd van deze rechten vergroot de flexibiliteit waardoor de kost zal verminderen.
- Een ander probleem is het aantal emissierechten dat toegekend zal worden. Emissierechten staan voor inkomsten of uitgaven voor verschillende instanties. Hoeveel emissierechten krijgt ieder toegekend?

2.2.2 Het principe van een "bubble"

Onder een "bubble" kan men eigenlijk het samenwerken van verschillende landen ter reductie van de uitstoot verstaan. Het betreft als het ware een cap op de uitstoot van een groep landen. Als voorbeeld kan men de Europese Unie nemen die zich ertoe verbonden heeft om zijn uitstoot met 8% ten opzichte van 1990 te reduceren. Onder deze "bubble" kan men de beoogde totale reductie verdelen over de verschillende landen. Het interessante aan een dergelijk systeem is dat de reductie in uitstoot toegewezen kan worden aan die landen waar ze relatief minder kosten.

2.2.3 Joint Implementation

Dit betreft een mechanisme waarbij de ondertekenaars van het Kyoto-protocol projecten met elkaar kunnen opzetten. Hierbij gaat het dan om een bedrijf of land dat in een ander land een emissiebesparend project kan opzetten en de gerealiseerde reductie in de uitstoot mag aftrekken van zijn Kyoto-verplichting. Hieruit volgt natuurlijk dat het land waar het project plaatsvindt, deze reductie niet kan aftrekken van haar eigen verplichtingen met betrekking tot Kyoto. In dat geval zouden namelijk de totale emissies met het project niet dalen.

2.2.4 "Clean Development" mechanisme (CDM)

Het Clean Development Mechanism betreft ook een bilateraal mechanisme om samen projecten op te zetten. In tegenstelling tot Joint Implementation kan men bij CDM ook projecten opzetten met de niet-ondertekenaars van het Kyoto-protocol waardoor men een reeks nieuwe landen kan betrekken. Omdat men hierbij ook ontwikkelingslanden kan betrekken, wordt CDM gezien als een goedkoop alternatief voor Joint Implementation omdat dit de mogelijkheid biedt om zeer goedkoop reducties te realiseren. Bijkomend voordeel is dat ontwikkelingslanden zichzelf op een milieuvriendelijke manier kunnen ontwikkelen.

2.3 Verwachtingen voor post-Kyoto

Wat we in een volgend Verdrag mogen verwachten is een veel stringenter optreden omdat het huidige Verdrag, het Kyoto-protocol, onvoldoende oplevert om gevaarlijke veranderingen in het klimaat tegen te gaan. Om onomkeerbare gevolgen van een teveel aan uitstoot van broeikasgassen te vermijden, is er een beperking van 50% van de globale uitstoot nodig. Hiermee kunnen we verwachten dat enkele grote uitstoters van broeikasgassen in de toekomst in een soortgelijk Verdrag opgenomen zullen worden. De afgelopen jaren zijn er vele klimaatconferenties gehouden onder de Verenigde Naties. Beginnend in 2001 zijn er bijeenkomsten gehouden in de steden Bonn en Marrakech, Delhi, Montreal, Milaan, Buenos Aires, Nairobi en ten slotte in 2007 in Bali, Indonesië.

Men kan de ontwikkelingen als volgt in het kort samenvatten met de waarden voor de toekomst als assumpties door ons gedaan:

- Kyoto-protocol of Kyoto 1 (2012): reductie van de uitstoot met 7 tot 10%
- post-Kyoto of Kyoto 2 (2020): reductie van de uitstoot met 20 tot 30%
- Kyoto 3 (?): reductie van de uitstoot met 50%

De methoden van transport die niet in het Kyoto-protocol zijn opgenomen zijn ondermeer de internationale luchtvaart en de internationale transport op zee. Deze beide methoden van transport vertegenwoordigen gezamenlijk 5% van de globale uitstoot van broeikasgassen met een aandeel van de internationale luchtvaart van rond de 3% en de internationale scheepvaart ongeveer 2%. (Regjeringen.no, 2007) Dit lijkt misschien weinig maar als men de andere sectoren bekijkt, kan men nergens anders twee sectoren vinden die evenveel uitstoten. Een ander gevaar rust ook in het feit dat deze twee sectoren zeer snel aan het uitbreiden en groeien zijn.

Hier kunnen we ook even toelichten dat de CO₂ emissies van de landen niet behorend tot de Annex I landen gestegen zijn met 40% en 60% voor de luchtvaart respectievelijk de scheepvaart in de periode van 1990 tot 2002. De emissies van de luchtvaart in landen zoals Hong Kong, Thailand, Singapore, Mexico en China zijn zelfs vertweevoudigd en in sommige gevallen zelfs verdrievoudigd. (Ron Wit et al, 2004)

HOOFDSTUK 3: De internationale vervoerssectoren samen bekeken

3.1 Argumenten om de internationale vervoerssectoren te integreren in een globaal klimaatbeleid

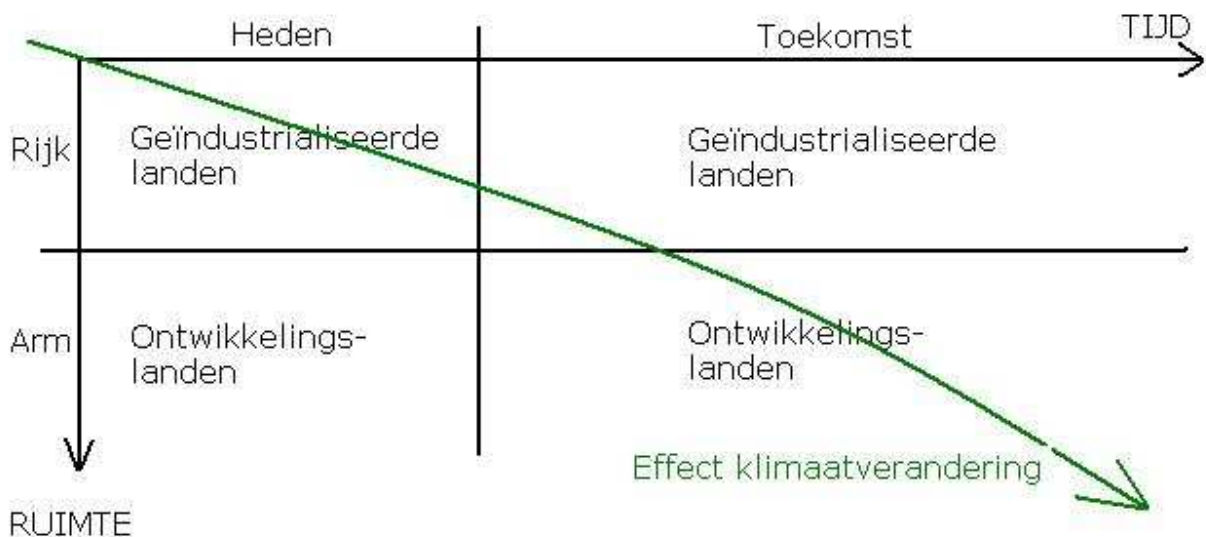
De uitstoot van broeikasgassen zou men over de grenzen heen moeten aanpakken en juist hier zijn de internationale lucht- en scheepvaart zeer belangrijk. Door deze twee sectoren niet op te nemen in een verdrag bestaat het gevaar dat de beperking van de uitstoot in de andere sectoren kan teniet gedaan worden door de groei aan uitstoot in de boven genoemde industrieën. Meer algemene redenen die ook hier van toepassing zijn kan men grotendeels samennemen onder volgende noemers:

- **Economie:** de kost van de globale opwarming is zeer groot en het is een vergissing te denken dat wij ons kunnen beperken tot de beperkingen op een kleiner grondgebied (vb. nationaal of regionaal). Bovendien is het ook zo dat een industrie die efficiënter is, een grotere concurrentiekracht heeft op termijn.
- **Technologie:** samenhangend met de economie kan men stellen dat een beperking van de uitstoot zal leiden naar het op zoek gaan naar efficiëntere methoden voor het gebruik van brandstof en energiemiddelen. Dit zal op zijn beurt een duw in de rug geven van de innovatie, wat op zijn beurt de creatie van banen betekent.
- **Energie:** middelen zoals aardolie en aardgas zijn niet onuitputtelijk en de globale opwarming zal meer druk leggen op het gebruik van CO₂-intensieve producten. Hiermee gepaard zal de prijs van deze producten ook aanzienlijk stijgen zodat een efficiënter gebruik ook de economische kost kan verlagen in de toekomst.
- **Ecologie:** de mens heeft zich altijd kunnen aanpassen aan wijzigingen in het klimaat omdat deze geleidelijke aanpassingen zich over vele duizenden jaren heen aftekenden, maar een te snelle verandering kan gevaarlijke gevolgen

hebben voor ons. Ook zijn er al diverse soorten fauna en flora uitgestorven als gevolg van de opwarming terwijl er nog vele met uitsterven bedreigd worden.

- **Ethiek:** de twee belangrijkste ethische kwesties die we hierbij kunnen halen is (a) de internationale solidariteit en (b) de intergenerationele solidariteit. De gevolgen van de broeikasgassen zullen vooral de ontwikkelingslanden treffen terwijl het grootste aandeel van de uitstoot voor rekening van de ontwikkelde landen is. Ook speelt hier de rol van de afdrak die wij achterlaten voor de volgende generaties mee.

Figuur 3: Effect klimaatverandering doorheen de tijd en ruimte



In figuur 3 heeft men zelf een figuur proberen op te maken met het effect van de klimaatverandering doorheen de tijd en ruimte. In de richting van de groene pijl verhoogt het effect van de klimaatverandering wat ook in de figuur is aangegeven.

3.2 Redenen waarom de internationale vervoerssectoren moeilijk te integreren zijn in een globaal klimaatbeleid

3.2.1 Toewijzing uitstoot

Zoals eerder aangehaald heeft de uitstoot in deze gevallen een internationaal karakter waardoor het moeilijk toewijsbaar is aan verschillende landen. Hieronder geven we enkele manieren hoe dat men de toewijzing eventueel kan doen. Bij de bespreking van een optie moet men altijd voor ogen houden dat misschien niet alle landen zullen deelnemen aan het gekozen systeem.

Omdat de uiteindelijk gekozen manier van toewijzen niet opgaat voor beide sectoren zullen we dit aspect verder opnieuw bekijken voor elke sector apart waar de gekozen manier zal moeten voldoen aan drie criteria die we dan ook telkens zullen vernoemen.

De Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice (SBSTA) heeft volgende manieren van toewijzing van emissies in de internationale lucht- en scheepvaart overwogen:

1. Geen toewijzing.
2. Proportionele toewijzing op basis van de nationale emissies van een partij.
3. Toewijzing van de uitstoot aan het land waar de brandstof verkocht werd.
4. Toewijzing van de uitstoot aan het land waar het *voertuig* ingeschreven is, allocatie aan het land onder welke vlag het vliegt of vaart of de toewijzing op basis van de nationaliteit van het bedrijf dat eigenaar is van het *voertuig* of het *voertuig* opereert.
5. Toewijzing aan het land waar het *voertuig* vertrekt of de bestemming van het *voertuig*.
6. Toewijzing aan het land van waar de passagiers of cargo vertrekken of aankomen.

7. Toewijzing aan het land van origine van de passagiers of de eigenaar van de cargo.
8. Toewijzing op basis van de gegenereerde uitstoot in het luchtruim van elk land waar het *voertuig* passeert.

(UNFCCC, SBSTA, Add.2, 1996)

In 1996 concludeerde het SBSTA vervolgens dat van de bovengenoemde mogelijkheden enkel de opties 3, 4, 5 en 6 voor verder onderzoek gebruikt zullen worden. Wij zullen in ons onderzoek de opties 5 en 6 samennemen en vermelden onder optie 5.

3.2.2 Externe kosten

Ook waren de externe kosten van beide laag te noemen in vergelijking met de traditionele transportmodi zoals het treinverkeer of het wegverkeer. De waarden van lage externe kosten waren vooral toe te schrijven aan een lage waardering of zelfs helemaal geen waardering voor klimaatverandering. In onderstaande tabellen en grafieken is wel degelijk rekening gehouden met de klimaatverandering maar het beeld zonder rekening te houden met deze kosten aan klimaatverandering kan men gemakkelijk zien.

Onderaan kan men twee tabellen met betrekking tot de marginale externe kosten van verschillende transportmodi terugvinden. Om een betere vergelijking te maken zijn de kosten berekend in gevallen van overwegend passagiertransport of vrachttransport. Vervolgens is het ook beter om te kijken naar de marginale externe kosten om de externe kosten van verschillende mogelijkheden van transport beter met elkaar te kunnen vergelijken. Het is namelijk zo dat bij de gemiddelde kosten alle kosten in rekening gebracht worden bij het berekenen van een gemiddelde, dus ook de vaste kosten. In tegenstelling met de gemiddelde kosten worden dus bij de marginale kosten alleen rekening gehouden met de

bijkomende variabele kosten veroorzaakt door één bijkomende eenheid wat ons dus een beter beeld geeft.

Tabel 3a: Marginale externe kosten van passagiersvervoer volgens kostencategorie en transportmode (minimum en maximumwaarden onder elke transportmode)

Unit: EUR per 10 vehicle-km

| | Road (EUR/10 v-km) | | | | Rail (EUR/10 v-km) | | Aviation (EUR/10 v-km) | | | |
|-----------------------------|-----------------------|------------|------------|------------|-----------------------|------------|---------------------------|------------|-------------|-------------|
| | Car | | Motorcycle | | Bus | | Passenger | | | |
| Accidents | 0.2 | 0.8 | 0.9 | 4.0 | 0.2 | 0.8 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 1.0 |
| Noise | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 0.6 | 0.0 | 1.1 | 0.0 | 0.3 | 2.0 | 11.0 |
| Air pollution | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.8 | 3.8 | 0.5 | 3.6 | 1.0 | 1.0 |
| Climate change | 0.2 | 0.4 | 0.1 | 0.1 | 1.1 | 1.7 | 1.0 | 1.3 | 32.0 | 27.0 |
| Nature | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 2.0 |
| Urban effects | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.6 | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Upstream process | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.6 | 1.0 | 0.3 | 1.5 | 4.0 | 3.0 |
| Total marginal costs | 0.8 | 1.9 | 1.2 | 5.0 | 3.3 | 8.9 | 1.9 | 7.0 | 39.0 | 45.0 |

Bron: Infras (2000)

Tabel 3b: Marginale externe kosten van vrachttransport volgens kostencategorie en transportmode (minimum en maximumwaarden onder elke transportmode)

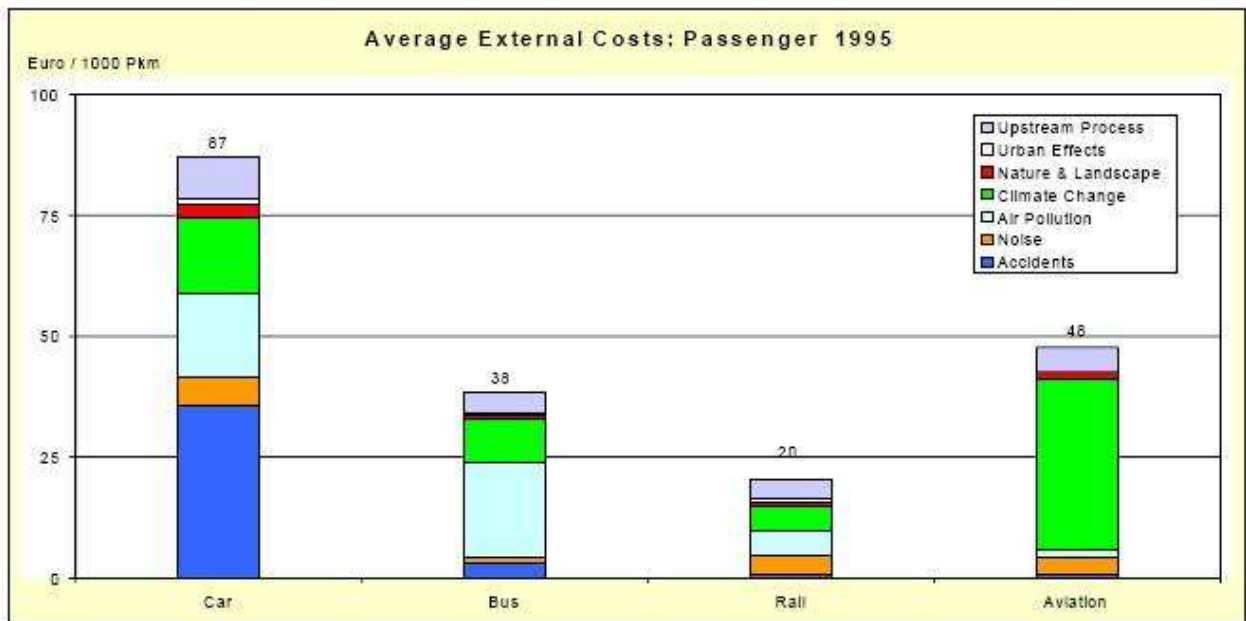
Unit: EUR per 10 vehicle-km

| | Road (EUR/10 v-km) | | Rail (EUR/10 v-km) | | Waterborne (EUR/10 v-km) | | | |
|-----------------------------|-----------------------|------------|-----------------------|------------|-----------------------------|-------------|--------------|--------------|
| | LDV | HDV | Freight | | Freight | | | |
| Accidents | 0.1 | 0.5 | 0.1 | 0.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Noise | 0.0 | 1.5 | 0.0 | 2.9 | 1.0 | 16.0 | 0.0 | 0.0 |
| Air pollution | 0.1 | 0.4 | 0.8 | 2.8 | 5.0 | 36.0 | 51.0 | 110.0 |
| Climate change | 0.4 | 0.4 | 0.9 | 0.9 | 22.0 | 28.0 | 54.0 | 54.0 |
| Nature | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 6.0 |
| Urban effects | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Upstream process | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 1.0 | 9.0 | 7.0 | 16.0 |
| Total marginal costs | 1.0 | 3.3 | 2.6 | 8.3 | 29.0 | 90.0 | 112.0 | 186.0 |

Bron: Infras (2000)

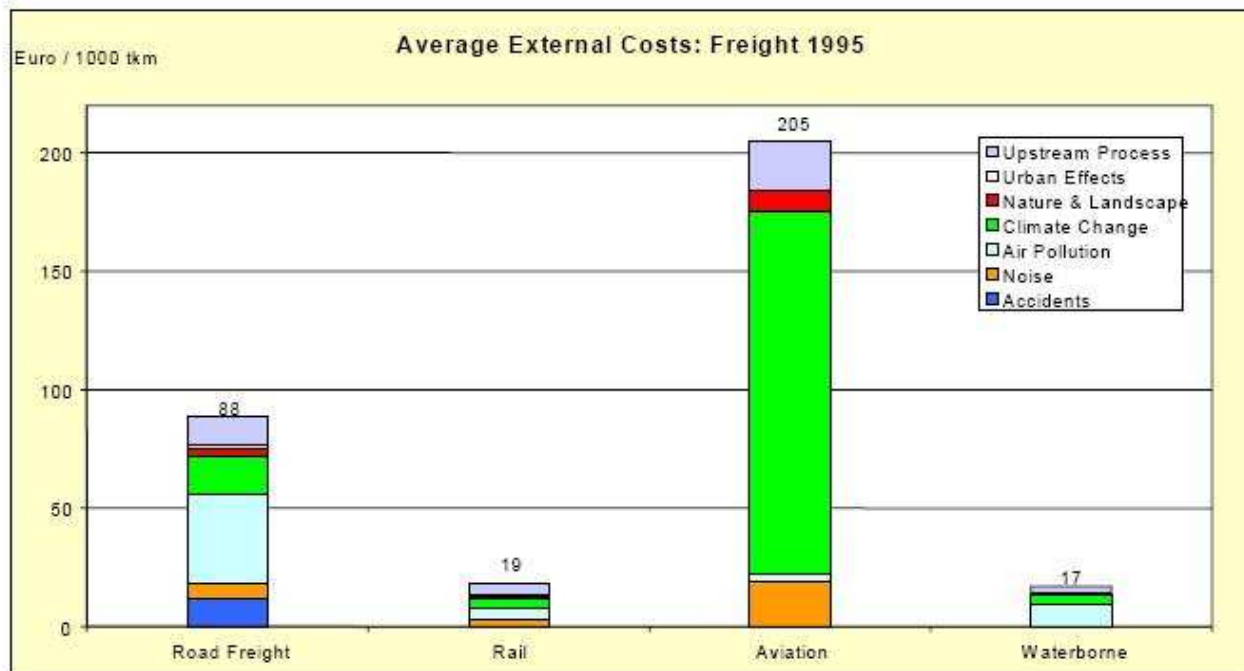
Men kan de kosten ook als een gemiddelde weergeven. Bij overwegend passagiersvervoer in personenkilometers en bij overwegend vrachttransport in tonkilometers. De effecten van de verschillende onderdelen van de externe kosten zijn telkens aangegeven in dezelfde volgorde waarop ze gerangschikt staan in de legende. In bijlage kan men bij de verschillende onderdelen van de externe kosten meer uitleg vinden per transportmethode.

Figuur 4a: Gemiddelde externe kosten in 1995 (EU 17) volgens kostencategorie en transportmode (in personenkilometer)



Bron: Infras (2000)

Figuur 4b: Gemiddelde externe kosten in 1995 (EU 17) volgens kostencategorie en transportmode (in tonkilometer)



Bron: Infras (2000)

Uit de tabellen 3a en 3b en de figuren 4a en 4b kan men afleiden dat als men rekening houdt met de externe kost van klimaatverandering men een beeld voor zich krijgt waarbij het voor de luchtvaart duidelijk wordt dat men met een probleem zit. Zowel bij de marginale als bij de gemiddelde kosten is dit zeer duidelijk te zien. Voor de scheepvaart wordt er een niet al te duidelijk beeld weergegeven. Bij de marginale kosten krijgt men een beeld waarbij de scheepvaart duidelijk een probleem heeft met de externe kosten betreft luchtvervuiling en klimaatverandering. Dit beeld is wel niet zo duidelijk als men naar de gemiddelde kosten kijkt. Dit komt vooral door het feit dat men in de scheepvaart zit met grote schepen die grote hoeveelheden vervoeren en men dus ook per ton met een lage vervuiling zit.

Een andere externe kost waar maar enkele studies rekening mee houden zijn de afhankelijkheidskosten aan energiebronnen zoals olie en aardgas. Als men deze ook in rekening brengt in bovenstaande figuren verwachten we niet al te veel verschuivingen maar kan men een verhoging van de externe kosten verwachten bij de sectoren die meer gebruik maken van fossiele brandstoffen. Als voorbeeld kan men het treintransport aanhalen waar men de energie uit elektriciteit haalt die op zijn beurt, vooral in sommige ontwikkelde landen zoals Frankrijk, België en andere, bekomen wordt uit kernenergie wat op zijn beurt geen uitstoot aan broeikasgassen heeft. Hiermee heeft het treintransport dus twee maal een extra punt, een eerste maal door de vermeden afhankelijkheid aan externe energie en ten tweede door de vermeden uitstoot aan broeikasgassen.

Een studie gedaan door Greene en Ahmad (2005) wijst op vooral drie categorieën die hier meespelen:

- Kosten als gevolg van transfer van welvaart van consumenten van aardolie en aardgas naar landen die deze energiebronnen exporteren.
- Mogelijke verliezen in het BBP: het mogelijk te behalen maximum hier wordt tegengehouden door de verhoogde economische schaarste van aardolie en aardgas.
- Kosten van macro-economische aanpassing: kosten verbonden met het aanpassen aan grote en plotselinge schokken in de prijzen van deze energiebronnen.

Een ander interessant gegeven in dit verband is de prijsevolutie op de markten van aardolie en aardgas. Het is namelijk zo dat als de prijs stijgt van deze grondstoffen, het interessanter wordt om het gebruik van deze grondstoffen te verminderen efficiënter om te gaan met brandstof en ook technologieën te ontwikkelen die geen gebruik maken van deze grondstoffen. Men kan dus stellen dat een stijging in de prijs van aardolie en aardgas het aantrekkelijker maakt om te investeren in CO₂

reducerende maatregelen en technologieën. Naar de toekomst toe verwacht men een stijging in de energieprijzen omwille van het feit dat de vraag naar olie en gas zal stijgen door de gestegen wereldbevolking, er steeds minder olie in de grond zal zitten, er steeds minder nieuwe olievelden ontdekt worden, de kosten voor olie en gasextractie uit de grond stijgt en er nog altijd geen echte alternatieven bestaan voor deze energiebronnen.

3.3 Overeenkomsten en verschillen tussen de internationale lucht- en scheepvaart

Voordat we verder gaan willen we wijzen op de overeenkomsten en verschillen tussen deze sectoren. In dit onderzoek wijden we een apart hoofdstuk aan elke vervoerssector omdat we van mening zijn dat de verschillen tussen de besproken vervoerssectoren de overeenkomsten overtreffen. Dit doen we ook om de lezer een duidelijk beeld te geven.

De overeenkomsten zijn de volgende:

- Beide sectoren vertonen een sterke groei naar de toekomst toe waardoor ze nog een groter aandeel van de globale uitstoot van broeikasgassen zullen vertegenwoordigen.
- Omdat ze beide internationaal zijn, is de uitstoot moeilijk toewijsbaar aan een bepaald land waardoor een overeenkomst op globaal niveau nog moeilijker te bereiken is.

De verschillen kan men opsommen onder de volgende punten:

- Luchtvaart wordt vooral gebruikt voor het transport van mensen terwijl de scheepvaart vooral gebruikt wordt voor het transport van goederen.
- Vliegtuigen zijn onderworpen aan een bepaalde standaard en de meerderheid van de vliegtuigen worden geproduceerd door twee grote maatschappijen terwijl schepen overal ter wereld kunnen geproduceerd worden en aan individuele eisen kunnen voldoen.

- Operatoren van vliegtuigmaatschappijen zijn al jaren van dichtbij gevolgd en in dit geval hebben de relevante autoriteiten toegang tot data aangaande brandstof- en uitstootgegevens.
- In de luchtvaart komen vluchten die langer duren dan 12 uur zelden voor terwijl transport over zee weken kan duren zonder enige tussenstops.
- Gerelateerd aan vorig punt kan men ook melden dat vliegtuigen niet meer brandstof mee hebben dan nodig voor een vlucht terwijl schepen zoveel brandstof als men wil kan meenemen en dat men in de scheepvaart ook op zee kan tanken, wat in de commerciële luchtvaart nog niet het geval is.
- Als laatste punt is er de moeilijkheid van identificatie van operator. Terwijl vliegtuigen direct met een bepaalde operator kunnen verbonden worden geldt dit niet voor schepen. Een schip kan bediend worden door de eigenaar, een ingehuurde operator of een charterer. Hetzelfde geldt dus dan ook in het geval onder welk vlag een schip opereert en onder welke wetten een schip valt.

(Per Kageson, 2007)

Bij later onderzoek zal men terugvallen op verschillen opgenoemd boven. Men zal dan ook proberen in te gaan op eventuele manieren van fraude en de mogelijke ontwikkelingen die kunnen optreden dank zij sommige aspecten in de lucht- respectievelijk de scheepvaart.

HOOFDSTUK 4: De internationale luchtvaart

4.1 Bespreking van de internationale luchtvaart

De huidige vraag en de kenmerken van de vraag in deze sector kan men samenvatten onder volgende punten:

- De internationale luchtvaart wordt vooral gebruikt in het toerisme. Het aandeel van de vraag volgens categorie: toerisme (50%), sociale reizen zoals familiebezoek (30%), zakenreizen (20%).
- De bezetting door de toeristen is vooral hoog tijdens het hoogseizoen of vooral de zomermaanden terwijl het de zakenreiziger niet veel uitmaakt wanneer hij reist (wel vooral tijdens weekdays).

Om later terug te komen op de mogelijk te voeren prijspolitieken bespreken we hier even de prijselasticiteit van de twee groepen. De prijselasticiteit duidt op de prijsgevoeligheid van de vraag door de gebruiker of anders gezegd de vrager. Voor het toerisme is deze groter dan wat duidt op een prijsgevoelige markt terwijl dit bij de zakenreizigers minder het geval is.

Andere ontwikkelingen in de internationale luchtvaart betreffen de opkomst van low-cost carriers, verschillende groottes van vliegtuigen, de vele allianties van luchtvaartmaatschappijen, de verdergaande deregulering in de markt, het opzetten van netwerken zoals hub&spoke versus point to point,... (Rietveld P., 2007)

4.2 Perspectief van het International Civil Aviation Organization (ICAO)

De in 1947 opgerichte ICAO is een gespecialiseerde organisatie van de Verenigde Naties die als doel heeft de principes en standaarden voor de internationale luchtvaart op te stellen ter verbetering van het luchtverkeer. Studies en

maatregelen met betrekking tot het milieu worden gevoerd door het Committee on Aviation Environmental Protection (CAEP).

Elke 3 jaren komt het ICAO samen om het milieu en de internationale luchtvaart te bespreken. Met betrekking tot de impact en de uitstoot van broeikasgassen van de internationale luchtvaart, heeft het ICAO in 2004 besloten om verdere studies in te stellen naar de mogelijke maatregelen in de luchtvaart en zijn er dusver geen concrete maatregelen getroffen. Binnen het ICAO legt men de nadruk wel vooral op technische maatregelen.

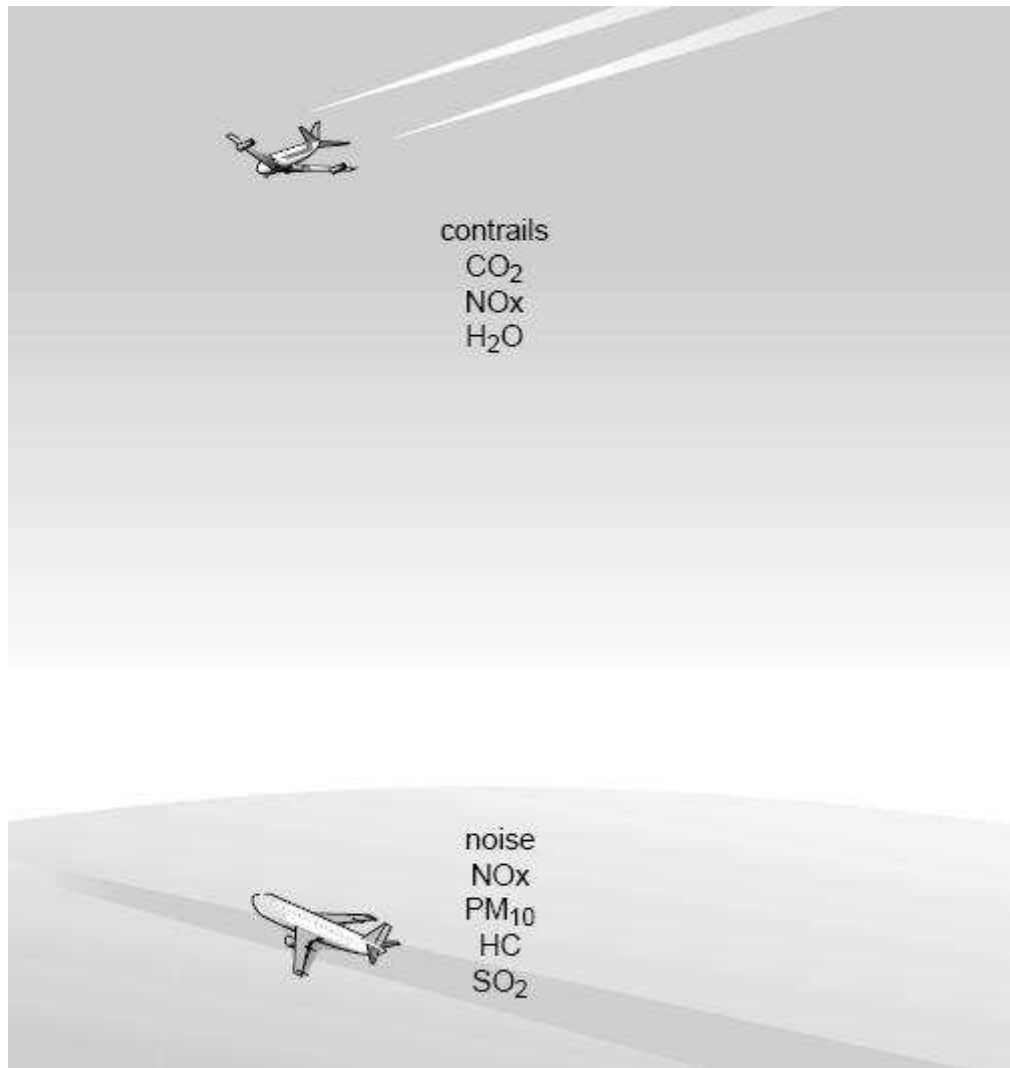
4.3 Impact op het klimaat

Hoewel de internationale luchtvaart nog niet zo lang bestaat, groeit de uitstoot veel sneller dan de uitstoot van traditionele methoden van transport zoals het wegtransport en het transport via het spoor. Dit is vooral de reden dat de impact op het klimaat niet te verwaarlozen is en er manieren gevonden moeten worden om de uitstoot te internaliseren in een soortgelijk verdrag.

4.4 Uitstoot van broeikasgassen

De internationale luchtvaart heeft ongeveer een aandeel van 3% in de werelduitstoot van broeikasgassen van menselijke oorsprong. De uitstoot van vliegtuigen omvat vooral de uitstoot van CO₂ maar ook andere gassen zoals NO_x, CH₄, O₃,... maken deel uit van de uitstoot. Een belangrijk verschil met andere sectoren is dat de uitstoot hier vooral plaats heeft hoog in de atmosfeer. In figuur 5 heeft men dit ook proberen aan te geven door de impact van vliegtuigen onder te verdelen in de effecten op de grond en de effecten in de lucht.

Figuur 5: Impact van vliegtuigen op de omgeving



Bron: Ron, W. et al, Climate impacts from international aviation and shipping (2004)

Zoals eerder vermeldt ligt de uitstoot rond de 3% van de globale uitstoot van menselijke oorsprong maar rond dit cijfer bestaat veel discussie. Een belangrijke reden dat men het niet eens geraakt over dit cijfer is dat bij gebruik van verschillende modellen men verschillende resultaten krijgt.

Een manier om de uitstoot te berekenen is het kijken naar schattingen van verschillende modellen. Doordat de huidige beschikbare databases van de uitstoot modellen betreffen van een vorig decennium is men zowel in Europa als in de Verenigde Staten bezig met het ontwikkelen van nieuwe modellen om de uitstoot van de internationale luchtvaart beter op kaart te brengen.

De AERO2K, dat ontwikkeld wordt in Europa, dient vooral om een gesofisticeerd 4-dimensionaal (tijd, breedtegraad, lengtegraad en hoogte) model te creëren. Specifiek wil men met dit model volgende objectieven bereiken:

- Een database creëren van de globale uitstoot van de internationale luchtvaart voor het jaar 2002.
- Een voorspelling doen voor de uitstoot voor het jaar 2025 gebaseerd op voorspelde vluchten.
- Huidige methoden en analytische hulpmiddelen verbeteren die de effecten van de uitstoot van de internationale luchtvaart op het klimaat moeten onderzoeken.

Een ander model betreft de SAGE (System for Assessing Aviation's Global Emissions). Dit model dat ontwikkeld wordt in de Verenigde Staten, wordt niet ontwikkeld als een wetenschappelijk hulpmiddel, maar meer om de impact van verschillende maatregelen, om de uitstoot te beperken, te kunnen meten. Het is meer een model om gemakkelijk de kosten en baten van eventuele maatregelen te incorporeren.

Een andere manier om de uitstoot te berekenen is door te kijken naar de verkochte hoeveelheden brandstof en hiermee de uitstoot aan gassen te berekenen.

4.5 Toewijzing

Om de toewijzing zo effectief mogelijk te kunnen doen, zullen we de verschillende opties telkens onderwerpen aan volgende drie criteria:

- Aanwezigheid van correcte data: een goede manier van toewijzing zou natuurlijk ervoor moeten kunnen zorgen dat men beschikt over genoeg gegevens en dat deze gegevens correcte zijn.
- De vervuiler betaalt principe: in de gekozen optie zou men duidelijk de vervuiler moeten kunnen identificeren en laten betalen voor de gedane vervuiling.
- Mogelijkheid van ontduiking: om bepaalde distorties op te vangen, moet men vooraleer men een manier voor toewijzing kiest, ervoor zorgen dat het systeem geen of zo weinig mogelijk mogelijkheden biedt tot ontduiking.

Optie3: Toewijzing van de uitstoot aan het land waar de brandstof verkocht wordt

Uitvoeren van deze optie bevat verschillende belemmeringen omdat de reeds aanwezige data veel inconsistenties bevat. Maar een correctie of een aanpassing van de data aan de werkelijk verkochte hoeveelheid brandstof kan gemakkelijk doorgevoerd worden. Ook kan men dit systeem standaardiseren voor de deelnemende landen waardoor men de efficiëntie van het systeem verhoogt.

Betreft het principe van de vervuiler betaalt, is het zo dat er een mogelijkheid bestaat om extra brandstof mee te vervoeren al is dit niet zo een groot probleem vergeleken met de scheepvaart. Men kan extra brandstof aankopen en inslaan in een land dat niet deelneemt aan dit systeem waardoor er dus een manier voor ontduiking ontstaat.

Optie4: Toewijzing van de uitstoot aan het land waar het vliegtuig ingeschreven is, allocatie aan het land onder welke vlag het vliegt of toewijzing op basis van de nationaliteit van het bedrijf dat eigenaar is van het vliegtuig

In de luchtvaart is er reeds een traditie aanwezig van het bijhouden van data met betrekking tot het werkelijke verbruik en het land vanwaar men vertrekt en welk land de bestemming is. Het is anderzijds moeilijker te bepalen wie de eigenaar is van een bepaald vliegtuig omdat veel maatschappijen beursgenoteerd zijn en er naast grote aandeelhouders ook vele kleine aandeelhouders in een luchtvaartmaatschappij zijn.

Deze optie is niet eerlijk voor velen omdat bepaalde landen, omwille van bepaalde redenen, de thuishaven zijn van de hoofdzetels van veel vliegtuigmaatschappijen terwijl ze niet van alle inkomsten kunnen meegenieten. Hier geldt het principe van de vervuiler betaalt dus niet altijd. Ook omdat men in de toekomst meer en meer vliegtuigen van andere maatschappijen zal inzetten op zelf ingestelde vluchten, dus vliegtuigen gaat huren in bijvoorbeeld andere landen, zal dit er voor zorgen dat controle op nationaal niveau bemoeilijkt wordt. Hierdoor zal er dus een mogelijkheid tot ontduiking door de vliegtuigmaatschappij optreden waardoor er minder uitstoot aan een bepaald land wordt toegewezen. Om deze redenen kan men dus besluiten dat er bij deze optie een mogelijkheid tot ontduiking bestaat waardoor deze optie achterwege wordt gelaten.

Optie5: Toewijzing aan het land waar het vliegtuig vertrekt of de bestemming van het vliegtuig. / Toewijzing aan het land van waar de passagiers of cargo vertrekken of aankomen

Met betrekking tot de correcte data zal men in deze optie geen al te grote problemen ervaren daar de data regelmatig wordt bijgehouden. Men kan wel

melden dat de bijgehouden data niet regelmatig worden doorgegeven aan de instantie(s) in kwestie.

Op het vlak van een eerlijke toewijzing doet deze optie het in het algemeen beter dan andere opties. De manier van toewijzen is een eerlijk proces ten opzichte van partijen daar de gekozen optie de partij verantwoordelijk zal stellen die gebruikmaakt van de diensten in kwestie. De vervuiler of de gebruiker betaalt dus. Ook zijn hier de mogelijkheden tot ontduiking beperkt bij deze optie.

Conclusie: In het geval van de internationale luchtvaart lijkt alleen optie 5 een haalbare optie daar de optie voldoet aan alle criteria eerder besproken. Men kan evenwel melden dat de gekozen manier van toewijzing niet al te grote of geen gevolgen heeft voor de te nemen maatregelen. (Ron et al, 2004)

4.6 Mogelijkheden om de globale uitstoot van de internationale luchtvaart te beperken (mitigation)

4.6.1 Instrumenten in handen van beleidsmakers (ICAO/globaal)

1) Opzetten van een markt voor het verhandelen van emissierechten

Het ICAO heeft de mogelijkheid voor het verhandelen van emissierechten in de industrie besproken. Uit eigen standpunt kan men zeggen dat dit een goede mogelijke maatregel zou zijn daar deze maatregel ervoor zorgt dat individuele vliegtuigmaatschappijen ertoe aangezet worden om efficiënter te werken en minder uit te stoten. Het systeem met emissierechten zou hun dan aansporen tot het nemen van maatregelen. Dit systeem zou dan het probleem, theoretisch gezien, tegen een optimale kost oplossen.

Daar het International Civil Aviation Organization geen wetgevende instelling is, zullen we deze maatregel herhalen onder de eventuele instrumenten in handen van nationale beleidsmakers.

4.6.2 Instrumenten in handen van beleidsmakers (nationaal)

1) Opzetten van een markt voor het verhandelen van emissierechten

Een systeem opzetten waarbij men emissierechten toewijst aan elke vliegtuigmaatschappij is de beste oplossing die men kan bedenken. Het enige minpunt hier is dan wel dat dit moet gebeuren in alle landen en dit systeem dus ingevoerd moet worden globaal. Dit gebeurt dus best onder het ICAO.

2) Belasting op brandstof

Volgens verschillende studies is het invoeren van een belasting op brandstof volgens de Chicago Conventie niet verboden. Deze Chicago Conventie was tevens de basis voor de oprichting van het ICAO. Hoewel het een zeer eenvoudig systeem lijkt te zijn, zijn er vele afspraken die men zou moeten doorvoeren voor een

mogelijke invoering van deze maatregel. Ook zou men rekening moeten houden met de vele bilaterale overeenkomsten tussen verschillende. (Ron, W. et al, 2004)

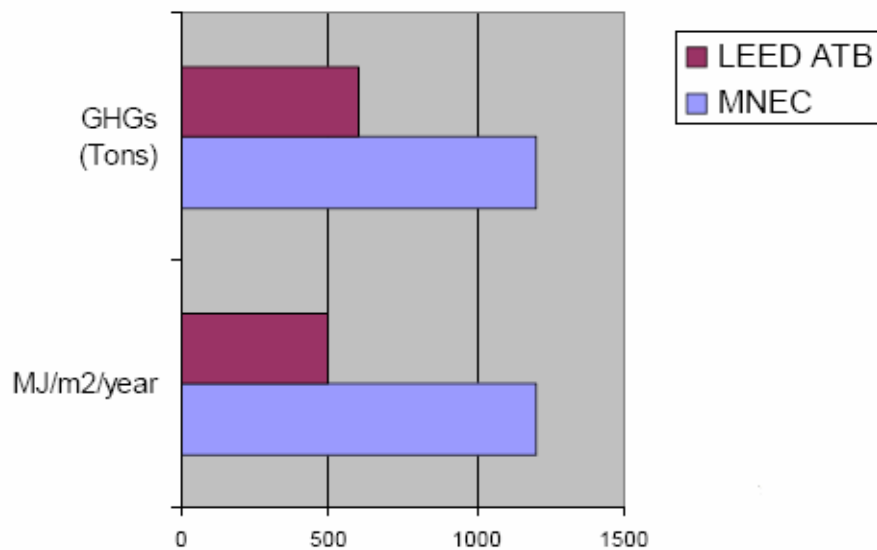
Een andere mogelijkheid voor het heffen van een eventuele belasting is de belasting op vliegtickets, maar ook een indirecte belasting op het inkomen is een mogelijke manier.

3) Het aanbieden van betere infrastructuur in luchthavens

Volgens een studie uitgevoerd door Leanne Shewcuk (2006) kan men de uitstoot van broeikasgassen van de gehele luchtvaartindustrie ook aanpakken op de grond. Hier betreft het een betere infrastructuur in luchthavens ter reductie van de uitstoot. Wat velen vergeten of niet aan denken is de grote uitstoot aan broeikasgassen door de luchthavens zelf. Deze uitstoot wordt vooral veroorzaakt door de verwarming en de verluchting in de grote luchthavens en de geleverde diensten door het grondpersoneel aan vliegtuigen. Ook een betere infrastructuur, zoals de opzet van de banen en de centrales, zou moeten leiden tot CO₂-reducties.

Uit onderstaande figuur kan men afleiden wat men kan besparen door een aanpassing in de werking en de opbouw van luchthavens. De staaf LEED ATB geeft de uitstoot per jaar na aanpassing weer terwijl de staaf van MNEC de huidige uitstoot per jaar weergeeft voor de Winnipeg Internationale luchthaven in de Verenigde Staten.

Figuur 6: Reductie uitstoot door aanpassing infrastructuur

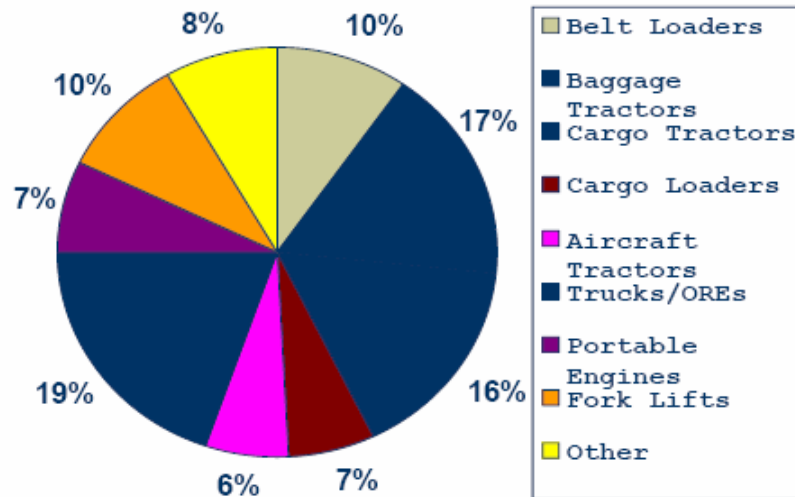


Bron: Shewcuk, L., Airport Infrastructure Enhancements (2006)

Een andere studie verricht door Teresa Ehman (2006) onderzoekt de mogelijke reductie in de uitstoot door aanpassing in de materialen gebruikt door het grondpersoneel of de zogenaamde Ground Support Equipment (GSE). Deze materialen omvatten riemladers, bagagetractoren, cargottractoren en cargoladers, vliegtuigtractoren, draagbare motoren en vorkheftrucks.

Onderstaande figuur (figuur 7) geeft de opbouw van de materialen gebruikt door het grondpersoneel weer. De cijfers zijn gebaseerd op data van de luchthaven van Los Angeles in de Verenigde Staten.

Figuur 7: Verdeling GSE



Bron: Ehman, T., Ground Support Equipment (GSE) and Emissions Reductions (2006)

Resultaat van deze studie is dat een 100% reductie in de uitstoot onmogelijk is. Een eventuele reductie is mogelijk door het gebruik van elektrische motoren of andere brandstoffen maar elke mogelijke verandering heeft zowel zijn voor- als nadelen.

4.6.3 Andere mogelijke maatregelen (afzonderlijk)

1) Operationele maatregelen

De belangrijkste maatregel die onder de eventuele operationele maatregelen valt is het brandstofverbruik zelf reduceren op verschillende manieren.

Een eerste manier voor een lager brandstofverbruik is onderzocht door Olivier Husse (2006). Het betreft vooral een betere verdeling van het gewicht aan boord van een vliegtuig. Ook zijn er verschillende manieren om aan boord gewicht uit te sparen (interieur vliegtuig, catering,...) In onderstaande figuren ziet men het

gebruik bij het transport van een extra 100 kg aan boord van een A330-300 en een A340-500.

Figuur 8: Brandstofverbruik bij extra gewicht

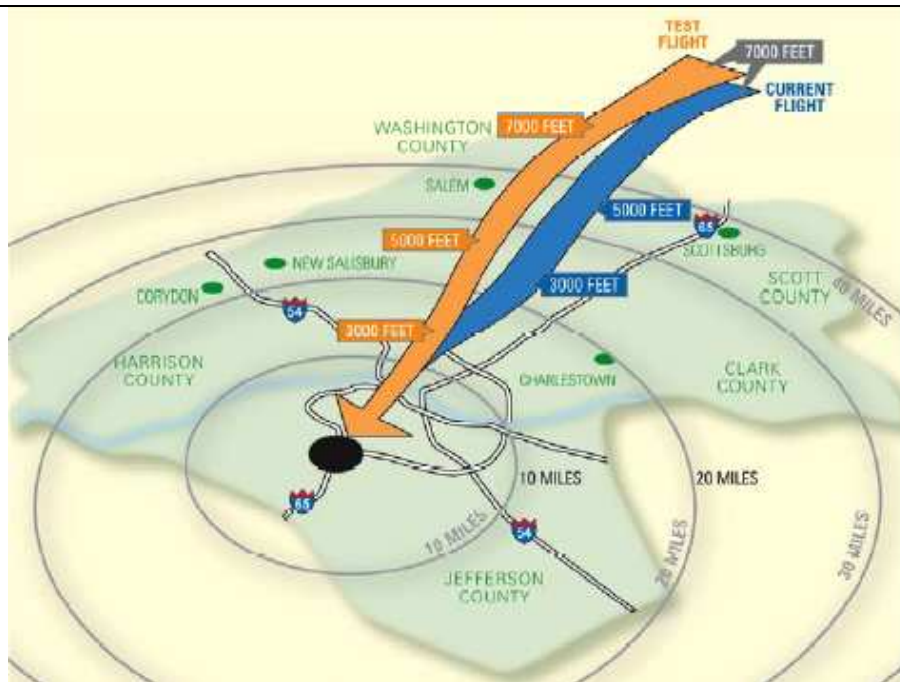
| A330-300 | Extra weight or fuel in Kg | Extra Fuel Used (Kg) | Fuel used over a year in Kg | A340-500 | Extra weight or fuel in Kg | Extra Fuel Used (Kg) | Fuel used over a year in Kg |
|-----------------|----------------------------|----------------------|-----------------------------|-----------------|----------------------------|----------------------|-----------------------------|
| | 100 | 6 | 5650 | | 100 | 45 | 14694 |
| | 500 | 26 | 24500 | | 500 | 226 | 73800 |
| | 1000 | 52 | 49000 | | 1000 | 453 | 147900 |

Bron: Husse, O., Best practices for fuel economy (2006)

Een onderzoek verricht door Ian Waitz (2006) betreft vooral het onderzoek van het effect van een continue afdaling op de uitstoot. De testvlucht, verricht volgens de oranje lijn zoals aangegeven in figuur 9, geeft een geleidelijke afdaling van het vliegtuig weer. Een normale afdaling vindt tegenwoordig plaats volgens de blauwe lijn in de figuur. De gegevens verricht volgens een geleidelijke afdaling ten opzichte van een afdaling verricht volgens de specificaties vandaag geven het volgende:

- 35% reductie in de uitstoot van NO_x
- 13-20% reductie in de uitstoot van CO
- 11-25% reductie in de uitstoot van onverbrande koolwaterstoffen
- >54 kg reductie in brandstofverbruik
- 2 tot 3 minuten reductie van de vliegtijd

Figuur 9: Aanvliegroutes



Bron: Waitz, I., Emissions-operations research (2006)

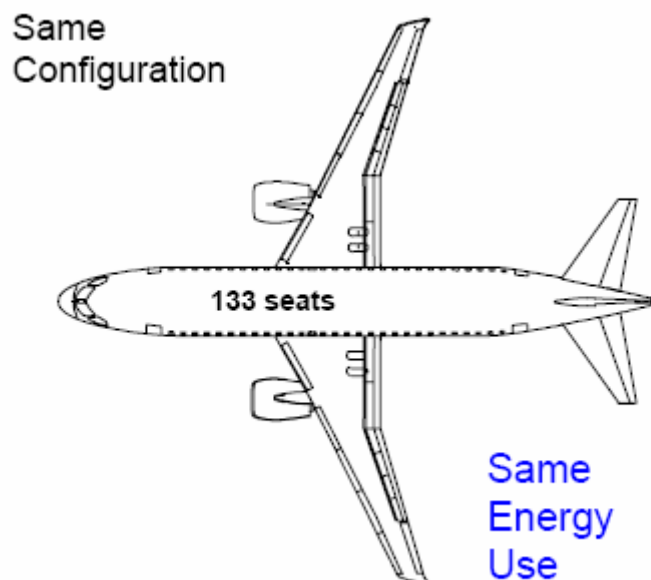
2) Technische maatregelen

De technische maatregelen slaan op de nieuwe vliegtuigen. Deze omvatten ondermeer een lager brandstofverbruik ten gevolge van een aërodynamische bouw van het vliegtuig en het gebruik van alternatieve brandstoffen.

Volgens Juergen Haacker (2006) moet men meer rekening houden met de mogelijke luchtweerstand ten gevolge van oneffenheden in het oppervlak van het vliegtuig. Deze hebben een kleine impact op het brandstofverbruik maar een beter design in het algemeen is wat men beoogt. Daar het in dit geval om een moeilijk te testen maatregel gaat, hebben we hier geen concrete cijfers. Ook kan men het gebruik van de kleppen tijdens het vliegen optimaliseren.

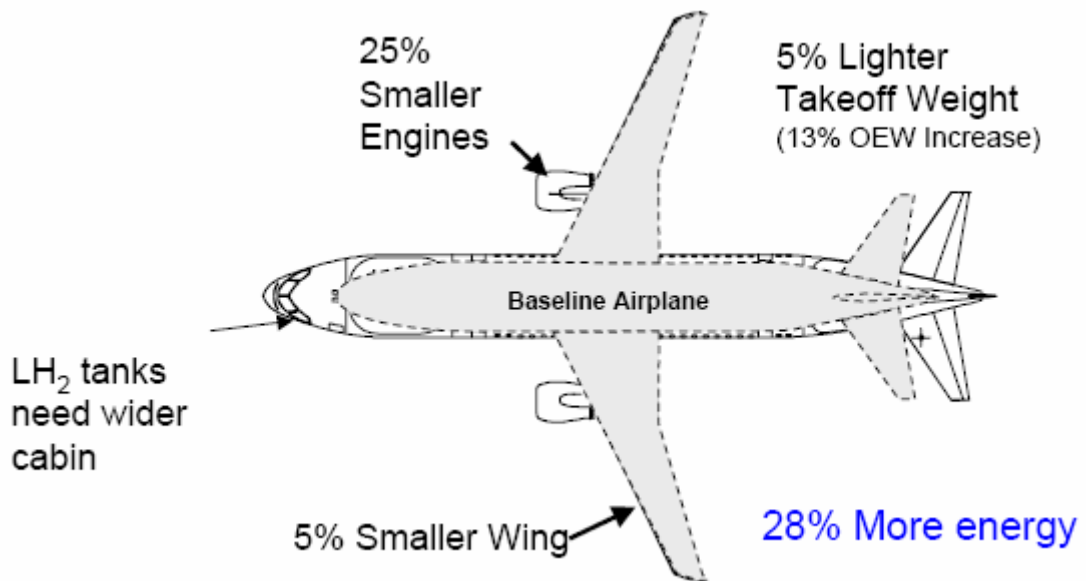
Een meer gekende maatregel betreft het gebruik van alternatieve brandstoffen. Het gebruik van andere brandstoffen zal anderzijds ook de kost aan afhankelijkheid van olie verminderen. De drie onderzochte brandstoffen door Lourdes Maurice (2006) betreffen 100% biobrandstoffen of synthetische brandstoffen, waterstof en ethanol vermengt met kerosine. Voor het gebruik van verschillende brandstoffen hebben we soms een andere indeling nodig van onderdelen van het vliegtuig waardoor we een ander uitzicht kunnen krijgen. Hieronder staan er figuren (Dave Dagget) gegeven horend bij het gebruik van een bepaalde brandstof.

Figuur 10a: Gebruik van biobrandstoffen of synthetische brandstoffen



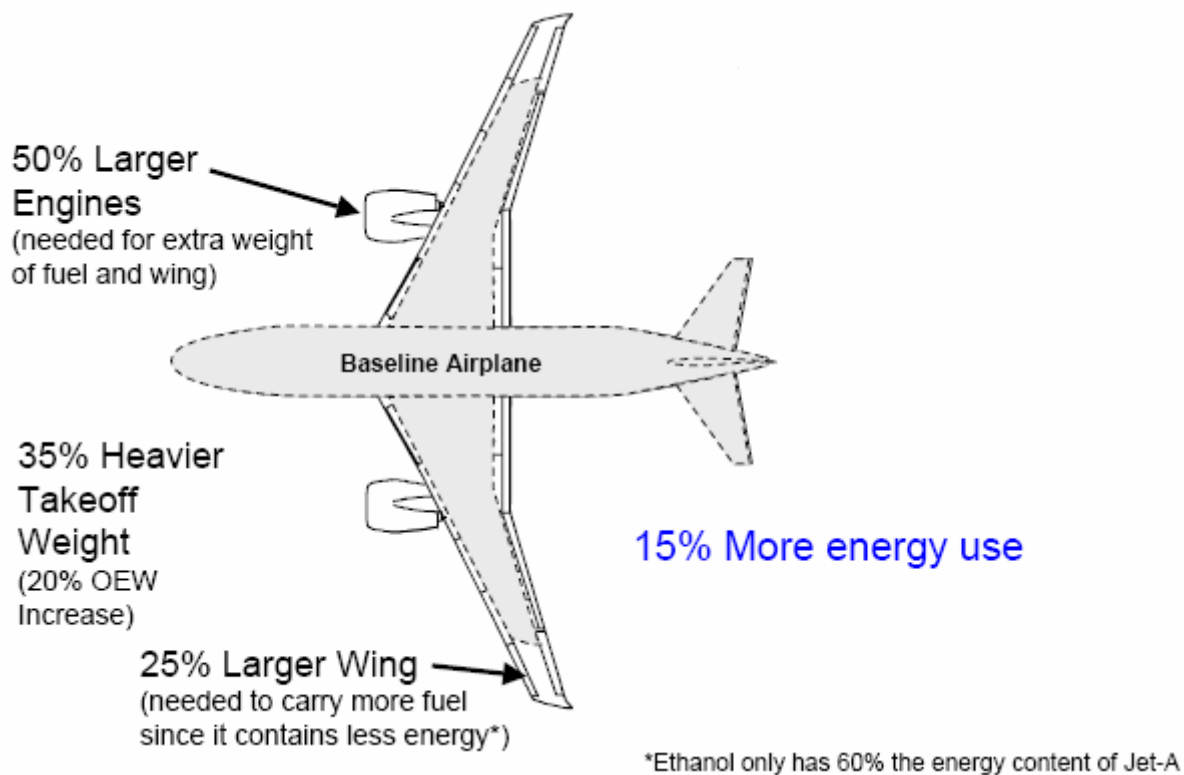
Het gebruik van biobrandstoffen heeft noch invloed op de configuratie van het vliegtuig als op het uiteindelijke energieverbruik.

Figuur 10b: Gebruik van waterstof



Het gebruik van waterstof als energiebezorger bij vliegtuigen zal ervoor leiden dat men kleinere motoren zal hebben en ook de vleugels van het vliegtuig tot 5% kleiner zullen zijn. Anderzijds heeft men een wijdere cabine nodig. Uiteindelijk zal het energieverbruik stijgen met 28%.

Figuur 10c: Gebruik van ethanol (ethanol vermengd met kerosine)



Een vliegtuig op ethanol zal naast grotere motoren (+50%), grotere vleugels nodig hebben waardoor het gewicht bij opstijgen ook zal stijgen met 35%. Dit alles zal ertoe leiden dat het totale energieverbruik zal stijgen met 15%. Dit ook mede doordat de energetische waarde van ethanol lager is dan de brandstof vandaag de dag gebruikt bij vliegtuigen.

Bron: Maurice, L., *Alternative Fuels, Aviation and the Environment* (2006)

Zoals aangegeven in de figuren 10a-b-c betreffen het gebruik van waterstof of het gebruik van ethanol vermengd met kerosine een verhoging in verbruik van 28% respectievelijk 15% meer energie. Een ander nadeel van het gebruik van ethanol vermengd met kerosine betreft ook de intensievere landbouw die nodig is voor het groeien van sojabonen voor de aanmaak van ethanol. Het gebruik van ethanol zal

dus naast de CO₂ uitstoot tijdens productie ook een impact hebben op de globale voedselprijzen. Dit laatste geldt namelijk voor alle biobrandstoffen.

Naast het feit dat het gebruik van 100% biobrandstoffen of synthetische brandstoffen een nadeel heeft in de productie ervan en ook de impact op de globale voedselprijzen, is het verbruik gelijk aan het verbruik van kerosine. Hierdoor heeft men geen aanpassing van het vliegtuig zelf nodig.

Men kan dus concluderen dat het gebruik van 100% biobrandstoffen een verbetering teweegbrengt omdat het milieuvriendelijker is. Alleen de aanmaak van biobrandstoffen zelf stelt een probleem. Hier kan men vermelden dat men voor de toekomst een verbetering in het procédé voor de aanmaak. Dit als gevolg van de leercurve in de productie.

3) Verbetering in onderhoud

Volgens Ivan Hutter (2006) zorgt een regelmatig en beter onderhoud ervoor dat de motoren van een vliegtuig minder snel verslijten en daarom dus ook het brandstofverbruik reduceert. Dit zorgt er ook voor dat men de bestaande motor minder snel zal moeten vervangen en dus ook geld zal uitsparen. Ook het beter onderhoud van het oppervlak van een vliegtuig kan ervoor zorgen dat bijvoorbeeld bouten in de romp die lichtjes uitsteken geen kans krijgen om via de luchtweerstand het brandstofverbruik te verhogen.

4) Trager vliegen en vermijden van het rondvliegen

Een andere optie voor vliegtuigmaatschappijen dat geen extra kosten met zich meebrengt is het trager vliegen. Hierover zijn er geen exacte cijfers gevonden maar de Scandinavische luchtvaartmaatschappij SAS heeft op een binnenlandse vlucht van 360 kilometer 130 kg minder brandstof verbruikt waarbij de uitstoot van

broeikasgassen is vermindert met 420 kg. De enige kost van dit gebeuren was een iets langere vliegtijd van maar 3 minuten. (ReallyNatural.com, 2008) Een dergelijke maatregel bespaart dus niet alleen geld uit maar ook brandstof en de uitstoot van broeikasgassen en dit door maar 730 kilometer per uur te vliegen, slechts 15 kilometer per uur trager dan nu. Hierbij kan men eveneens melden dat zulke praktijken ook door andere vliegtuigmaatschappijen worden overgenomen waaronder het Belgisch Brussels Airlines. Dit zou een mogelijk extern concurrentievoordeel zijn want door deze maatregel in te stellen zouden de ticketprijzen voor de consument hetzelfde blijven. (Brusselbruxelles.blogspot.com, 2008)

Ook kan men de kilometers die gemaakt worden door het omvliegen proberen te reduceren en eventueel totaal vermijden. Door een zo optimaal mogelijke route van tevoren te bepalen kan men het gevlogen aantal kilometers terugdringen waardoor men naast een economische winst ook een winst zal maken door de reductie aan de uitstoot.

HOOFDSTUK 5: De internationale scheepvaart

5.1 Bespreking van de internationale scheepvaart

De huidige vraag en de kenmerken van de vraag in deze sector kan men samenvatten onder volgende punten:

- De scheepvaart wordt vooral gebruikt voor het vervoer van goederen (massatransport), een klein percentage voor pleziervaarten, cruises,...
- Volgens operatoren van de schepen en reders is het moeilijk om iets te bereiken met de prijspolitiek omdat een zeer kleine verandering in de prijs hun failliet zou betekenen. Ook vindt men in de sector dat de scheepvaart al het milieuvriendelijkst is.

Recente ontwikkelingen en trends in de scheepvaart kan men als volgt samenvatten:

- Ontwikkelingen: groei wereldhandel leidt tot sterke groei scheepvaart
- Vaartuigen worden groter (langer, breder, dieper)
- Groei deep sea shipping vanuit Azië en groei short sea shipping vanuit Zwarte Zee, Noord-Afrika, Scandinavië en Baltische Staten
- Vaartuigen worden specialistischer (meer speciale tankschepen, meer containerschepen,...)
- Groeimarkt: personenvervoer over water neemt toe

5.2 Perspectief van het International Maritime Organization (IMO)

Het IMO is een organisatie die zorgt voor het coördineren van overheden en de scheepvaartindustrie met name op het technische vlak, om maritieme veiligheid te verbeteren en om watervervuiling vanaf schepen te voorkomen en te verminderen. Het is tevens een gespecialiseerde organisatie van de Verenigde Naties. Men moet ook vermelden dat het IMO geen macht heeft om regels op te leggen aan de

deelnemende landen waardoor mogelijke maatregelen niet in handen van het IMO kunnen worden gelegd.

Doordat de scheepvaart vooral gekenmerkt wordt door de relatief hoge uitstoot van SO_x en NO_x concentreert het IMO zich vooral op de beperking van deze traditionele vervuilende gassen. De belangrijkste politiek van het IMO in dit verband is de vermindering van zwavel in bunker fuels tot een maximum van 4,5% en het opzetten van zogenaamde Emissie Controle gebieden (Noordzee Kanaal en het Baltische Zeegebied) waar het zwavelgehalte beperkt moet worden tot 1,5%. Dit werd overeengekomen en toegevoegd aan een bestaande overeenkomst, Annex VI van de MARPOL overeenkomst, wat van kracht is sinds 19 mei 2005.

Volgend op aanbevelingen van het UNFCC om de uitstoot van broeikasgassen te beperken in de internationale scheepvaart, is het IMO reeds in 1998 begonnen met verschillende studies naar de impact van de scheepvaart en de uitstoot van broeikasgassen. Deze studies hebben aangetoond dat de uitstoot op korte termijn door het doorvoeren van technische maatregelen alleen al een significante vermindering van broeikasgassen kan geven. Mogelijke maatregelen en hun effecten zullen we verder nader bekijken. Wat wij hier nog kunnen vermelden is dat het IMO van mening is dat dit probleem best via deze overkoepelende organisatie wordt aangepakt en niet door de verschillende overheden en instanties zelf. Dit omwille van het feit dat het IMO de hele internationale scheepvaart omvat.

Doch kunnen we vermelden dat het IMO zich tot nu toe vooral heeft beziggehouden met het voeren van studies en geen maatregelen getroffen heeft om serieuze beperkingen op te leggen aan de leden. Het heeft succesvol standaarden voortgebracht voor de sector, maar het was minder succesvol in het opleggen van deze standaarden (Nieuwpoort en Meijnders, 1998). Wil het IMO een concretere rol

spelen in de wereld, zullen zij dwingende maatregelen moeten nemen in de toekomst

5.2.1 CO₂-index van het IMO

Het doel van deze CO₂-index van het IMO is ervoor zorgen dat eigenaars en/of operatoren van schepen over een formule beschikken waarmee men gemakkelijk de uitstoot met betrekking tot de vervoerde vracht kan berekenen. Tot heden is nog altijd het gebruik van de formule steeds onduidelijk voor velen.

Uiteindelijk zou men met deze moeten zien of men al dan niet gebruikmaakt van alle mogelijkheden om het niveau van de uitstoot tot een optimum te brengen. Deze index zou stakeholders ook voor een stuk inzicht moeten geven in hoe dat energie gebruikt wordt in schepen en ook hoe dat men schepen efficiënter kan maken.

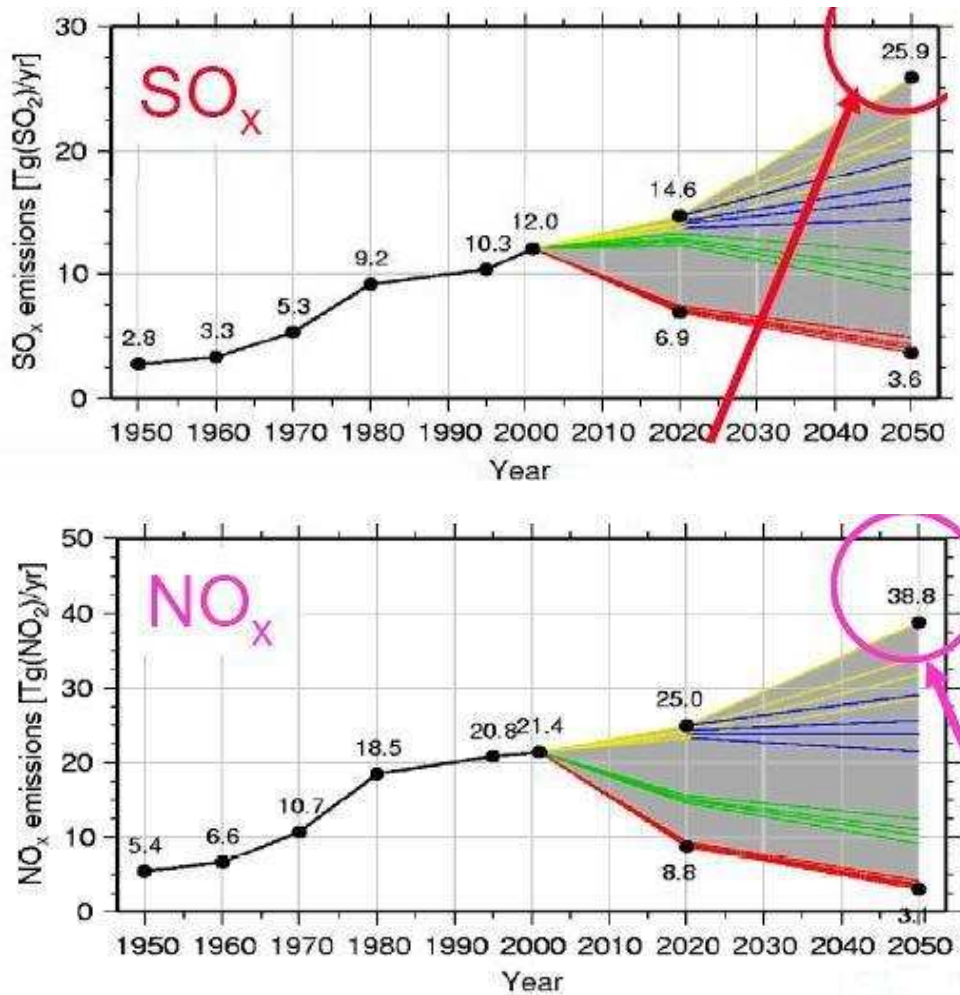
5.3 Impact op het klimaat

De internationale scheepvaart is al langer actief dan de luchtvaart en heeft daarmee ook een grotere impact gehad op het milieu. Volgens een studie van Europese academici is de uitstoot van de internationale scheepvaart groter dan die van de internationale luchtvaart en groeit deze uitstoot aan een alarmerende snelheid. (The Guardian, 2007)

In de voorbije decennia werd de uitstoot gekenmerkt door een forse groei. De uitstoot in de scheepvaart bestaat vooral uit de uitstoot van traditionele vervuilende gassen zoals SO_x en NO_x. Uit de onderstaande figuren kunnen we afleiden dat de uitstoot van beide gassen in het jaar 2050 zonder het nemen van agressieve beperkingsmaatregelen de uitstoot van het wegtransport kunnen overtreffen en qua hoeveelheid kunnen verdubbelen in vergelijking met de uitstoot van vandaag. (Eyring et al, 2005)

Figuur 11: Uitstoot van SO_x en NO_x in de scheepvaart

- technology scenario 1 (TS1)
- technology scenario 3 (TS3)
- technology scenario 2 (TS2)
- technology scenario 4 (TS4)



Bron: Eyring et al (2005)

"People are becoming more aware of the shipping emissions problem, but there is still uncertainty as to the exact amount of fuel being used" (Dr Veronika Eyring)

Wel moet men vermelden dat er in de scheepvaart een tekort is aan correcte gegevens waardoor men de modellen opmaakt door schatting. Dit komt vooral

doordat men in de scheepvaart geen traditie heeft van gegevens verzamelen en bijhouden zoals in de luchtvaart wel het geval is.

5.4 Uitstoot van broeikasgassen

Endresen et al (2003) hebben verschillende modellen gebruikt om een schatting te maken maar hebben ondervonden dat er zeer grote verschillen kunnen optreden naargelang het model dat men gebruikt. Dit komt vooral door het feit dat er in de scheepvaart geen traditie is van allerhande gegevens verzamelen zoals dat wel het geval is in de luchtvaart. Zij raden het gebruik van AMVER (Automated Mutual assistance Vessel Rescue System) aan voor het nagaan van de geografische spreiding van de uitstoot.

5.5 Toewijzing

Net zoals bij de luchtvaart gaan wij ook hier de mogelijke opties onderwerpen aan dezelfde drie criteria. De verschillende criteria zullen hier alleen opgesomd worden:

- Aanwezigheid van correcte data
- De vervuiler betaalt principe
- Mogelijkheid van ontduiking

Optie3: Toewijzing van de uitstoot aan het land waar de brandstof verkocht wordt

Dit zal voor een distortie zorgen omdat de verkochte hoeveelheden brandstof niet overeenstemt met de getransporteerde hoeveelheden. Anderzijds overtreedt men het principe van de vervuiler betaalt doordat schepen gemakkelijk veel meer brandstof kunnen mee hebben en dus ook hun brandstof het goedkoopst kunnen aankopen waar ze willen. Door al het voorgaande punt kan men ook stellen dat deze optie voor toewijzing niet echt voldoet aan het criterium van de mogelijkheid tot ontduiking waardoor men deze optie dus buiten beschouwing kan laten.

Optie4: Toewijzing van de uitstoot aan het land waar het vaartuig ingeschreven is, allocatie aan het land onder welke vlag het vaart of toewijzing op basis van de nationaliteit van het bedrijf dat eigenaar is van het schip of het schip opereert

De data, die benodigd zijn bij deze optie, zijn de uitstoot aan broeikasgassen gebaseerd op het werkelijke verbruik van brandstof van het schip en het land waar het schip is ingeschreven of onder welke vlag het schip vaart.

Het probleem bij de data in de scheepvaart komt door het feit dat het werkelijke verbruik niet regelmatig en juist wordt bijgehouden zoals in de luchtvaart. Een ander probleem is dat de eigenaar van een schip van een bepaald land is maar dat de operator meestal een andere nationaliteit heeft. Ook kan het eigendom verdeeld zijn aan de hand van aandelen die op hun beurt weer verdeeld zijn in verschillende landen. Ten slotte kan men ook zeggen dat een schip gemakkelijk kan veranderen van land waar dat het is ingeschreven of van land onder welke vlag het vaart.

Het principe dat de vervuiler betaald kan hier gemakkelijk omzeild worden of ook kan een bepaald land ten onrechte gestraft worden doordat er bijvoorbeeld veel schepen onder de vlag van dat land varen terwijl de inkomsten naar een ander land gaan.

Er bestaan dus enkele manieren tot ontduiking door de eigenaar en/of operator van het schip en men kan dan ook besluiten dat ook deze optie buiten beschouwing gelaten kan worden.

Optie5: Toewijzing aan het land waar het vaartuig vertrekt of de bestemming van het vaartuig. / Toewijzing aan het land van waar de passagiers of cargo vertrekken of aankomen.

De benodigde data omvatten de uitstoot aan broeikasgassen gebaseerd op het werkelijke verbruik van brandstof van het schip en het land ter sprake. Net zoals bij de vorige optie hebben we hier weer een probleem met de eerste data die we nodig hebben met betrekking tot het werkelijke verbruik maar de data aangaande het land waaruit men vertrekt of de bestemming is gemakkelijk te achterhalen.

Deze optie beantwoordt het beste aan de territoriale principes reeds overeengekomen in het Kyoto-protocol met betrekking tot het principe van de vervuiler betaald. Verder zijn de mogelijkheden tot ontduiking bij deze optie beperkt ten opzichte van de andere opties maar bestaan er nog altijd mogelijkheden. Deze mogelijkheden tot ontduiking zou men eventueel kunnen aanpakken door extra maatregelen.

Conclusie: Aangaande de verdeling van de uitstoot aan broeikasgassen vermeldt de CE Delft dat er grote inconsistenties bestaan in de beschikbare data. Een ander voorbeeld zijn bijvoorbeeld het transport van lege containers. Men kan dus concluderen dat er heden geen enkele optie voldoet aan de drie criteria eerder besproken. Het is ook zo dat een correcte toewijzing geen beleid op zichzelf is betreft de uitstoot van broeikasgassen en dat men beter eerst naar eventueel door te voeren maatregelen kijkt. (Ron et al, 2004)

5.6 Mogelijkheden om de globale uitstoot van de internationale scheepvaart te beperken (mitigation)

5.6.1 Instrumenten in handen van beleidsmakers (IMO/globaal)

1) Opzetten van een markt voor het verhandelen van emissierechten

In dit systeem is het totaal van het volume aan emissies gelijk aan het aantal verdeelde vergunningen. Als men meer wil uitstoten dan toegelaten door de vergunningen die men in zijn bezit heeft, moet men vergunningen bijkopen en indien men minder zou uitstoten, heeft men de mogelijkheid vergunningen te verkopen op de markt. Opdat men een efficiënte markt zou kunnen creëren, moet men iedereen van de sector betrekken en zouden dus de onderhandelingen betreft een cap van de emissies het best binnen het IMO plaatsvinden. Landen met investeringen in het terugdringen van de uitstoot in de internationale scheepvaart, kunnen de reductie aftrekken van hun nationale cap en men zou dergelijke projecten dus kunnen behandelen als Joint Implementation. Indien er helemaal geen cap overeengekomen zou zijn voor de reductie van broeikasgassen, kan men opgezette projecten in deze sector beschouwen als Clean Development-projecten.

Doordat het IMO geen institutie is die maatregelen kan opleggen of afdwingen vallen vele maatregelen onder de nationale bevoegdheden en is het aan hun om de maatregelen op te leggen. Het IMO is dus vooral beperkt tot het voeren van studies, aanbevelingen doen naar de industrie en vrijwillige afspraken tussen naties. De keuze is dus weggelegd voor nationale overheden om dit eventueel via het IMO te doen waardoor iedereen van de industrie aan dezelfde voorwaarden moet voldoen. Een voorbeeld hiervan is een eventuele belasting op brandstof dat verder besproken zal worden onder eventuele maatregelen die men kan treffen op nationaal vlak maar die eventueel globaal kan worden ingevoerd aan de hand van afspraken binnen het IMO. Uit ervaring kan men nu al zeggen dat dit moeilijk zal

gaan omdat een afspraak bereiken met zoveel partijen en belangen onmogelijk lijkt in een beginstadium.

5.6.2 Instrumenten in handen van beleidsmakers (nationaal)

1) Opzetten van een markt voor het verhandelen van emissierechten

Een dergelijk systeem is al eerder besproken maar het enige verschil met het voorgaande is dat emissierechten in een bepaald land of regio worden uitgegeven en dus ook enkel daar gelden. Dit systeem zal theoretisch de beoogde vermindering in broeikasgassen bekomen, maar dit zal men niet kunnen bekomen aan de optimale kostprijs daar het systeem niet de globale scheepvaartindustrie omvat en er dus ruimte is voor fraude en ontduiking.

2) Belasting op brandstof

Een andere mogelijkheid betreft een belasting op de brandstof naargelang het koolstofgehalte. Deze mogelijkheid is wel zeer moeilijk uitvoerbaar daar het een moeilijke kwestie is in de politieke arena nationaal, dus ook zeker internationaal. Een ander gevaar rust ook in het feit dat schepen veel brandstof kunnen vervoeren zodat een belasting opgelegd in een bepaald land gemakkelijk ontweken kan worden door brandstof te kopen en in te slaan waar het het goedkoopst is.

Om al deze redenen is deze maatregel dan ook geen mogelijke optie meer en zal het achterwege gelaten worden in verder onderzoek.

3) Basislijn en kredieten

Dit systeem is gelijkaardig aan het systeem dat men bij de banken kent waar er een bepaalde kredietlijn verschaft wordt aan ontleners. Het krediet moet niet altijd opgenomen worden en wanneer men het krediet zou opnemen is men totaal vrij of men al dan niet het gehele krediet opneemt. Toegepast in de scheepvaartindustrie krijgen eigenaars en/of operatoren van schepen een bepaalde limiet opgelegd aan

de hand van bijvoorbeeld de CO₂-uitstoot per Tonnenmaat (GT) die ze niet mogen overschrijden. Wanneer men deze limiet aan broeikasgassen overschrijdt, krijgt men een bijvoorbeeld een geldboete opgelegd of wordt men verplicht om extra kredieten aan te kopen. Het interessante aan dit systeem is dat degene die niet aan zijn limiet komt kredieten ontvangt die hij eventueel kan verkopen aan anderen die hun limiet overschreden hebben. Zo is er in het systeem zelf het principe van dat de vervuiler betaalt én ook dat de andere beloond wordt, ingebouwd.

4) Invoeren van een variabele havenbelasting

Een andere mogelijkheid onderzocht door de CE Delft betreft het invoeren van een variabele havenbelasting. De variabelen kan men bepalen aan de hand van bijvoorbeeld de CO₂-index van het IMO.

Dit systeem lijkt op het eerste zicht haalbaar omdat alle instanties voor het berekenen van de belastingvoet en het innen van de belasting reeds aanwezig zijn. Het enige dat ontbreekt hier is een goede en eenvoudige basis voor het berekenen van de hoogte van de heffing. Deze moet bepaald worden aan de hand van de criteria dat de mogelijkheid voor ontwijken wegvalt, er geen ruimte is voor fraude en dat het systeem eerlijk is voor iedereen.

5.6.3 Andere mogelijke maatregelen (afzonderlijk)

1) Operationele maatregelen

In onderstaande tabel kan men verschillende maatregelen vinden met hun respectievelijke opbrengst in procentuele reductie van de uitstoot. Zoals uit de tabel af te lezen is, is de meeste vermindering te bereiken door een betere planning en gebruik van de beschikbare capaciteit. Toch is het zo dat marktvoorwaarden het niet altijd toelaten om het volledige potentieel te benutten. Veel operatoren van schepen maken nu al gebruik van routing op basis van weersomstandigheden en ze

houden meer en meer rekening van de sterkte en richting van stromingen in het water. Het overblijvende netto potentieel zou dus lager kunnen liggen dan aangegeven in de tabel gebaseerd op gegevens van het IMO.

Tabel 4a: Potentiële reductie van de uitstoot door operationele maatregelen

| <u>Maatregelen</u> | <u>Percent reductie</u> |
|---|-------------------------|
| Verbeterde planning en gebruik van de vloot | 5 - 40 |
| "Just in time" routeplanning | 1 - 5 |
| Routen op basis van weersomstandigheden | 1 - 5 |
| Constance motor lading | 0 - 2 |
| Optimale versiering en minimale ballast | 0 - 2 |
| Optimale propeller en roerposities | 0 - 2 |
| Verminderde tijd in haven en betere cargo behandeling | 1 - 7 |

Bron: IMO (2000)

Een andere maatregel die men ook kan toepassen is de snelheid van schepen. Zoals uit onderstaande tabel blijkt, is de vermindering die men hier kan bekomen terwijl men een constante capaciteit aanhoudt substantieel.

Tabel 4b: Potentiële reductie van de uitstoot door vermindering van de snelheid

| | <u>Eenheid</u> | <u>Snelle schepen</u> | <u>Trage schepen</u> | <u>Verandering (%)</u> |
|------------------------------------|----------------|-----------------------|----------------------|------------------------|
| Aantal schepen | | 5 | 6 | +20 |
| Snelheid | kn | 16 | 12,63 | -21 |
| <u>Parameters voor de uitstoot</u> | | | | |
| Motorkracht/schip | kW | 13.250 | 5.800 | -56 |
| Jaarlijks brandstofverbruik | t | 71.460 | 45.180 | -37 |
| CO ₂ -uitstoot per t | g/t.nm | | | |

| | | | | |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|----|
| en nm | | | | |
| SO ₂ -uitstoot per t en nm | g/t.nm | | | |
| NO _x -uitstoot per t en nm | g/t.nm | | | |
| <u>Dimensies van het schip</u> | | | | |
| Lengte | m | 260 | 248,6 | |
| Breedte | m | 32,2 | 31,4 | |
| Draft | m | 12,9 | 12,9 | |
| Waterverplaatsing | t | 87.550 | 82.740 | -5 |

Bron: Lee (1983)

Toch is het hier niet zo eenvoudig om alles in kosten uit te drukken. Hoewel de kosten lager liggen bij tragere schepen door een lager brandstofverbruik en lagere investeringen per schip, moet men er rekening mee houden dat het aantal werknemers zal stijgen doordat men meer schepen nodig heeft voor dezelfde capaciteit en ook dat men een hogere kapitaalkost heeft doordat meer kapitaal vastligt in voorraden.

2) Technische maatregelen

De meeste maatregelen opgesomd in volgende tabel kunnen eventueel gebruikt worden in de bouw van nieuwe schepen.

Tabel 5: Potentiële reductie van de uitstoot door technische maatregelen

| <u>Maatregelen</u> | <u>Percent reductie</u> |
|--|-------------------------|
| Verbetering in design van de hull van nieuwe schepen | 5 - 20 |
| Verbeterde propellers | 5 - 10 |
| Efficiëntere motoren | 10 - 12 |
| Innovatieve aandrijvingssystemen | 5 |

| | |
|-----------------------------------|-------|
| Elektronische injectie | 2 - 3 |
| Brandstofinjectie onder hoge druk | 1 - 2 |
| Verbeterde turbolader | 5 - 7 |

Bron: IMO (2000)

3) Verbetering in onderhoud en gebruik van brandstof

Zoals uit tabel af te leiden is, is het onderhoud van het schip heel belangrijk om de consumptie van brandstof laag te houden.

Tabel 6: Potentiële reductie van de uitstoot door verbeterde onderhoud en verandering van brandstof

| <u>Maatregelen</u> | <u>Percent reductie</u> |
|--|-------------------------|
| Beter onderhoud van de hull | 3 - 5 |
| Onderhoud van de propeller | 1 - 3 |
| Overschakelen van HFO naar MDO brandstof | 4 - 5 |

Bron: IMO (2000)

Een overschakeling van zware brandstof naar diesel kan ook een vermindering van de uitstoot opleveren, maar hier zou men er ook rekening mee moeten houden dat de raffinage van zware brandstof naar diesel zelf ook een verhoogde uitstoot van broeikasgassen betekent.

Tabel 7: Vermindering uitstoot door overschakeling van zware brandstof naar diesel

| | Kosten (\$/ton) | CO-inhoud (%) | HV (kJ/g) | Massa voor equivalent HV (kg) | Kosten (\$/HV _{eq}) | CO ₂ -emissies (kg/HV _{eq}) |
|-----------------|-----------------|---------------|-----------|-------------------------------|-------------------------------|--|
| Zware brandstof | 180 | 89,1 | 40,5 | 1.000 | 180 | 3.564 |
| Diesel | 250 | 86,7 | 43 | 942 | 235,5 | 3.267 |
| Vershil | | | | | 54,5 | 297 |

Bron: IMO (2000)

Een economische analyse van een dergelijk project mag niet alleen directe kosten in rekening brengen maar ook de indirecte kosten zoals lagere investeringskosten, de verminderde kosten voor onderhoud en een betere betrouwbaarheid van dieselmotoren.

HOOFDSTUK 6: Algemene conclusies

In dit laatste deel worden de diverse bevindingen en de hieruit afgeleide conclusies samenvatten aangehaald.

Zoals uit het gevoerde onderzoek gebleken is, is dat de internationale instanties terughoudend zijn met het voeren van een proactieve politiek met betrekking tot de milieuproblematiek. Zowel het ICAO als het IMO wachten op resultaten van de gevoerde onderzoeken in dit verband voordat ze over willen gaan tot het opleggen van maatregelen.

Voordat er werd ingegaan op de aparte hoofdstukken voor de lucht- en scheepvaart, heeft men eerst nog de verschillende opties betreft de toewijzing van de uitstoot bekeken. De verschillende opties geven we in onderstaande tabel mee, samen met een score toegekend door het UNFCCC, enkele experts en onze eigen mening.

Tabel 8: Scores per mogelijke maatregel voor de toewijzing van de uitstoot

| | UNFCCC (SBSTA) | Experten | Eigen mening |
|--|-------------------|----------|--------------|
| 1. Geen toewijzing | --- | 0 | --- |
| 2. Proportionele toewijzing op basis van nationale emissies | – | | ++ |
| 3. Toewijzing uitstoot aan het land waar brandstof verkocht werd | + | - | + |
| 4. Toewijzing uitstoot aan het land waar het <i>voertuig</i> ingeschreven is, allocatie aan het land onder welke vlag het vliegt of vaart of toewijzing op basis van nationaliteit van bedrijf dat eigenaar is van het <i>voertuig</i> of het <i>voertuig</i> opereert | + | + | ++ |

| | | | |
|--|---|-----------------------------------|-----|
| 5.Toewijzing aan land waar het <i>voertuig</i> vertrekt of de bestemming van het <i>voertuig</i> | + | + (luchtvaart) - (scheepvaart) | + |
| 6.Toewijzing aan land van waar de passagiers of cargo vertrekken of aankomen | + | - | ++ |
| 7.Toewijzing aan land van origine van de passagiers of de eigenaar van de cargo | - | | +++ |
| 8.Toewijzing op basis van de gegenereerde uitstoot in het luchtruim van elk land waar het <i>voertuig</i> passeert | - | | - |

Alleen de mogelijkheden onder de nummers 3, 4, 5 en 6 waren volgens het SBSTA voor verder onderzoek bruikbaar. Verder moeten we vermelden dat de score per maatregel vermeld onder de kolom van de experts, door ons is afgeleid uit de commentaren van deze experts in hun eigen onderzoek van elke maatregel. Voor een uitgebreidere bespreking van de maatregelen aangeduid door het SBSTA als bruikbaar, verwijzen we de lezer naar de pagina's 29, 30 en 31 voor de luchtvaart en de pagina's 47, 48 en 49 voor de scheepvaart.

Het toewijden van een apart hoofdstuk voor zowel de internationale luchtvaart als de internationale scheepvaart heeft zowel ons als de lezer een duidelijker beeld gegeven van de belangrijke verschillen tussen beide vervoerssectoren. Uit deze verschillen is men ook toegekomen tot verschillende maatregelen voor iedere sector in het specifiek.

Men kan verder nog concluderen dat beide sectoren best kunnen opgenomen worden in een internationaal systeem met betrekking tot een globaal te voeren klimaatpolitiek. Het opzetten van een internationale markt voor het verhandelen van emissierechten waarbij de markt bestaat uit zowel nationale als internationale

vervoerssectoren, zal een eerste belangrijke stap vormen voor het beperken van de uitstoot van broeikasgassen. Om een concretere beperking te bekomen op nationaal vlak en/of op basis van een enkel schip of vliegtuig, zal men best een kosten-batenanalyse maken om *optimale* maatregelen te kunnen vaststellen.

Deze maatregelen zullen, naar onze mening, op de lange termijn iedere partij ten goede moeten komen. Het doel van een efficiëntere en een sterkere globale economie gaat voor ons via het internaliseren van zoveel mogelijk externe kosten om voor alle goederen en diensten een juiste prijs vast te leggen.

Case: Europese Unie, klimaatverandering en de internationale lucht- en scheepvaart

Zoals we eerder vermeld hebben zijn de twee overkoepelende organisaties, het ICAO en het IMO, niet snel geneigd om maatregelen te nemen om tot een oplossing te komen in het licht van deze materie. Omwille van deze argumenten is de Europese Unie dan ook bezig met het voeren van eigen onderzoeken om een mogelijke aanpak af te dwingen. Dit ook omdat de EU een leidende rol wil aannemen in de milieuproblematiek. Een voorbeeld hiervan is de ambitieuze doelstelling van de EU om tegen het jaar 2020 de uitstoot van broeikasgassen met 20% te verminderen. (EUobserver.com, 2008)

De aanpak van de EU omvat behalve onderzoek dus ook het actief zoeken en implementeren van te nemen maatregelen. In dit verband wil de Unie ook, in tegenstelling met het ICAO of het IMO, overgaan tot dwingende maatregelen. Men wil ook overgaan tot het invoeren van maatregelen ook al als andere landen of de globale gemeenschap niet mee wil. Dit met het risico van oneerlijke concurrentie in het nadeel van de Europese Unie op de korte termijn. Men hoopt anderzijds op de lange termijn beter af te zijn dan de achtervolgers op het gebied van het afdwingen van maatregelen. Door een efficiëntere industrie hoopt men op een concurrentievoordeel in beide sectoren alsook het aanmoedigen van innovatie en de creatie van banen in de Unie.

Als objectieve kijker in het handelen van de Europese Unie kan men alleen maar vaststellen dat het voeren van onderzoek en het op zoek gaan naar mogelijke oplossingen alleen maar kan toegejuicht worden. Dit omdat men hiermee het debat op gang brengt en de innovatie en ontwikkeling van nieuwe technologieën aanmoedigt wat dan weer ten goede komt aan de regionale economieën en de banencreatie. Dit blijkt ook uit de woorden van de vertegenwoordiger van de Europese Unie op de seminarie van het Transport&Environment.

In het kader van de milieuproblematiek heeft de Europese Unie reeds maatregelen afgesproken met verschillende industrieën. Een voorbeeld hiervan is een vrijwillige overeenkomst van de auto-industrie met de Europese Commissie waarbij de uitstoot van personenwagens tegen 2008 tot 140 gram CO₂ per km vermindert zou moeten worden en de uitstoot tegen 2012 vermindert zou moeten worden tot 120 gram CO₂ per kilometer. (Bond Beter Leefmilieu, 2008)

Ook in verband met de luchtvaart zijn er al concrete plannen waarbij men de luchtvaart zou willen onderbrengen in de EU-emissiehandel. Volgens de milieucommissaris van de Europese Commissie Stavros Dimas is dit de meest doeltreffende en kostenefficiënte manier. Het voorstel van de Commissie houdt in dat luchtvaartmaatschappijen ieder jaar verhandelbare CO₂-emissierechten krijgen waarbij ze aan het eind van ieder jaar het gedeelte van hun rechten inleveren dat overeenkomt met de hoeveelheid CO₂ die zij hebben uitgestoten. De totale rechten voor alle luchtvaartmaatschappijen zouden worden beperkt tot de gemiddelde uitstoot (in tonnen CO₂) in de periode 2004-2006. Het voorstel zal gelden voor alle vluchten binnen de EU vanaf 2011 en vanaf 2012 voor alle internationale vluchten die aankomen op of vertrekken vanaf een luchthaven binnen de Europese Unie. (European Commission, 2008)

Nadat men overeenkomsten heeft afgesloten met verschillende sectoren en een voorstel heeft uitgewerkt in de luchtvaart, wil de EU proberen de scheepvaart te integreren in een milieuproblematiek zodat de reductie van de uitstoot in de ene sector niet teniet gedaan wordt door een groei van de uitstoot in een andere sector. Dit zou immers de globale uitstoot binnen de EU kunnen laten stijgen terwijl er zoveel gedaan wordt. De Europese Unie wil daarom na studie en dialoog tussen de lidstaten en eventueel de sector overgaan tot maatregelen om het probleem aan te pakken. Volgens de Europese Agentschap voor Maritieme Veiligheid (EMSA, opgericht in 2003, staat het vinden van oplossingen voor gemeenschappelijke

problemen via een voortdurende dialoog met deskundigen van de lidstaten, de Europese Commissie en zo nodig de sector, centraal. (European Maritime Safety Agency, 2006)

Bibliografie

Bode et al, 2002, *Analysis of ecological, technical and economic implications for international maritime transport*, International Journal of Maritime Economics, Vol. 4, p.164-

CE Delft, 1998, *A European environmental aviation charge. Feasibility study*

CE Delft, 2007, *Handbook on estimation of external costs in the transport sector*

Ehman, T., 2006, *Ground support equipment (GSE) and emissions reductions*

Endresen, O. et al, 2003, *Emission from international sea transportation and environmental impact*, J. Geophys. Res., Vol. 108, NO. D17, 4560

European Federation for Transport and Environment (T&E), 2007, *How to Make the Sea Green: Seminar on Air Pollution and Greenhouse Gas Emissions from Maritime Transport*, 17 oktober 2007

Eyring, V. et al, 2005, *Emissions from international shipping: 1. The last 50 years*, J. Geophys. Res., 110

Faber, J. et al, 2006, *Aviation and maritime transport in a post 2012 climate policy regime*, CE Delft

Greene en Ahmad, 2005, *Costs of U.S. Oil Dependence*

Haacker, J., 2006, *IATA fuel efficiency campaign*

Husse, O., 2006, *Best practices for fuel economy*

Hutter, I., 2006, *Engine deterioration and maintenance actions*

IMO, 2000a, *Prevention of air pollution from ships. Report on the outcome of the IMO study on greenhouse gas emissions from ships*, MEPC 45/8, New York

IMO, 2000b, *Prevention of air pollution from ships. Consideration of an IMO strategy for greenhouse gases reduction*, MEPC 45/8/3, New York

Kageson, P., 2007, *Linking CO₂ emissions from international shipping to the EU ETS*

Lee, K.-Y., 1983, *Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen beim Schiffsentwurf*, Schiffstechnik (30), p.68-83

Lloyd's Register, 2000, *World fleet statistics*, London, Verenigd Koninkrijk

Maurice, L., 2006, *Alternative fuels, aviation and the environment*

Meijers, D., 2005, *Tax flight: an investigation into the origins and developments of the exemption from various kinds of taxation of international aviation*, International centre for integrative studies: Maastricht

MIRA, 2005, *Internalisering van externe kosten voor de productie en de verdeling van elektriciteit in Vlaanderen*, MIRA/2005/02

Nieuwpoort, G. en Meijnders, E.L.M., 1998, *The integration of economic and safety policy for shipping: The need for self-organisation, Quality Shipping, market mechanisms for safer shipping and cleaner oceans*, Rotterdam, p. 191-216

Rietveld, P., 2007, *Naar een duurzaam en hoogwaardig transportsysteem*, VUB leerstoel

Ron, W. et al, 2004, *Climate impacts from international aviation and shipping*

Shewcuk, L. , 2006, *Airport infrastructure enhancements*

UNFCCC, 1999a, *Methods used to collect data, estimate and report emissions from international bunker fuels*, rapport geschreven door Det Norske Veritas

Waitz, I., 2006, *Emissions-operations research*

Online bronnen

An Inconvenient Truth, 2006, geraadpleegd op 11 augustus 2008 via <URL: <http://www.imdb.com/title/tt0497116>>

Bond Beter Leefmilieu, 2008, *Auto-industrie komt beloofde Kyoto-inspanningen niet na*, geraadpleegd op 9 mei 2008 via <URL: <http://www.bondbeterleefmilieu.be>>

Brusselbruxelles.blogspot.com, 2008, *Belgen gaan trager vliegen*, geraadpleegd op 7 juni 2008 via <URL: <http://brusselbruxelles.blogspot.com/2008/04/belgen-gaan-trager-vliegen.html>>

European Commission, 2008, *Uitstoot door luchtvaart begrenzen in de strijd tegen klimaatverandering*, geraadpleegd op 9 mei 2008 via <URL: http://ec.europa.eu/news/environment/061220_1_nl.htm>

European Maritime Safety Agency, 2006, Geraadpleegd op 12 augustus 2008 via <URL: <http://www.emsa.eu.int>>

EUobserver.com, 2008, geraadpleegd op 8 mei 2008 via <URL: <http://euobserver.com/877/25513>>

Infras, 2000, *External costs of transport*, geraadpleegd op 22 mei 2008 via <URL: <http://www.infras.com>>

New Zealands Climate Change Solutions, 2007, *More than global warming*, geraadpleegd op 4 januari 2008 via <URL: <http://www.climatechange.govt.nz>>

ReallyNatural.com, 2008, *Scandinavian Airline Slows Down to Cut Carbon and Save Fuel*, geraadpleegd op 7 juni 2008 via <URL: http://www.reallynatural.com/archives/business/scandinavian_airline_slows_down.php>

Regjeringen.no, 2007, *No reason for international aviation and maritime transport to be excluded from a new climate regime*, geraadpleegd op 15 oktober 2007 via <URL: http://www.regjeringen.no/nb/dep/md/dep/politisk_ledelse/Tidligere-statssekretarer-og-radgivere/Henriette_Westhrin/taler_artikler/2007/--No-reason-for-international-aviation-a.html?id=484638>

The Guardian, 2007, *CO2 output from shipping twice as much as airlines*, geraadpleegd op 12 november 2007 via <URL: <http://www.guardian.co.uk/environment/2007/mar/03/travelsenvironmentalimpact.transportintheuk>>

UNFCCC, 1996, *FCCC/SBSTA/1996/7/ADD.2* , geraadpleegd op 12 november 2007 via <URL: <http://unfccc.int/cop4/resource/docs/1996/sbsta/07a02.htm>>

UNFCCC, 1997, *Annex B Kyoto-protocol*, geraadpleegd op 14 februari 2008, <URL: http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/3145.php>

United Nations Framework on Climate Change, 2006, geraadpleegd op 14 december 2007 via <URL: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf>>

Bijlagen

Bijlage 1: De belangrijkste externe kosten per transportmethode – p1

Bijlage 2: De commerciële wereldvloot volgens categorie – p2

Bijlage 1: De belangrijkste externe kosten per transportmethode

| <u>Kostencomponent</u> | <u>Weg</u> | <u>Spoor</u> | <u>Lucht</u> | <u>Water</u> |
|----------------------------|--|--|---|---|
| Kosten van infrastructuur | Individueel transport is verantwoordelijk voor collectieve opstoppingen, geconcentreerd op knelpunten en op piektijden. | Gepland transport veroorzaakt schaarste (toewijzing van spoor/slot allocation) en vertragingen (operationele tekortkomingen). | Zie spoor. | Als er geen beschikbare ruimte is in havens en/of kanalen, is opstopping individueel. |
| Ongevalkosten | Niveau van externaliteit hangt af van de behandeling door de bestuurder zelf (individueel of collectief risico). De verzekering betaalt maar een deel van de kosten. | Verschil tussen bestuurder en slachtoffers. De verzekering betaalt maar een deel van de kosten. | Zie spoor. | Geen groot probleem. |
| Kosten aan luchtvervuiling | Wegen en woongebieden liggen dicht bij elkaar. | Gebruik van diesel en de elektriciteitsproductie onderscheiden. | Men moet rekening houden met luchtvervuiling in hogere gebieden. | Luchtvervuiling in havengebieden is moeilijk toewijsbaar. |
| Geluid/Lawaai | Wegen en woongebieden liggen dicht bij elkaar. | Lawaai veroorzaakt door treinen is minder vervelend als het lawaai veroorzaakt door andere transportmodi (afhankelijk van tijdstip door de dag en plaats). | Lawaai van luchthavens is complexer dan bij andere transportmodi. (afhankelijk van tijdstip en vliegbewegingen en geluidsniveau van het | Geen groot probleem. |

| | | | | |
|-------------------------|---|--|---|--|
| | | | vliegtuig) | |
| Klimaat- verandering | Alle broeikasgassen zijn relevant. | Alle broeikasgassen zijn relevant (+ gebruik van diesel en elektriciteits- productie). | Alle broeikasgassen zijn relevant (+ uitstoot in hogere gebieden). | Alle broeikasgassen zijn relevant. |
| Natuur en landschap | Differentiatie tussen historische aanleg en de huidige verlengingen. | Differentiatie tussen historische aanleg en de huidige verlengingen. | Geen groot probleem. | Nieuwe binnenvaartwegen zijn relevant. |

Bron: Handbook on estimation of external costs in the transport sector, CE Delft (2007)

Bijlage 2: De commerciële wereldvloot volgens categorie

| <u>Categorie schip</u> | <u>Aantal schepen</u> |
|---------------------------------|-----------------------|
| LNG tanker | 174 |
| LPG tanker | 1.020 |
| Tanker voor chemische producten | 2.970 |
| Tanker voor ruwe olie | 1.850 |
| Tanker voor vloeibare producten | 5.412 |
| Bulk en droog | 5.267 |
| Bulk en droog/olie | 152 |
| Self discharging bulk dry | 166 |
| Bulk en droog anders | 1.205 |
| Algemene cargo | 15.859 |
| Passagiers algemene cargo | 339 |
| Container | 3.283 |
| Gekoelde cargo | 1.242 |
| Roll-on/Roll-off cargo | 1.959 |

| | |
|-----------------------------------|---------------|
| Passagiers roll-on/roll-off cargo | 2.743 |
| Passagiersschip | 2.873 |
| Andere droge cargo | 240 |
| Totaal | 46.654 |

Bron: Lloyds Register (2000)