

MILIEUBELEID COMPROMIS OF PORTER?

DE PORTER-
HYPOTHESE VOOR
DE NEDERLANDSE
PAPIER- EN
KARTONINDUSTRIE

Frits Uilhoorn
November 2002



MILIEUBELEID COMPROMIS OF PORTER?

DE PORTER-HYPOTHESE VOOR DE NEDERLANDSE PAPIER- EN KARTONINDUSTRIE

Mistakes live in the neighbourhood of truth and therefore delude us.

Rabindranath Tagore (1861-1941)

Frits Uilhoorn
November 2002

Afstudeerscriptie Technische Bestuurskunde
Faculteit Techniek Bestuur en Management

Afstudeercommissie:

Prof. dr. A. Kleinknecht - TU-Delft, Economie van Innovatie (afstudeerhoogleraar)

Dr. C. van Beers - TU-Delft, Economie van Innovatie (1^e begeleider)

Dr. ir. I. Bouwmans - TU-Delft, Energie en Industrie (2^e begeleider)

Dr. P. Bots - TU-Delft, Beleidsanalyse (3^e begeleider)

Drs. J. Brinkhoff - Ministerie van Economische Zaken, DG M&E/ESV (externe begeleider)

VOORWOORD

Voor u ligt het rapport ter afronding van de studie Technische Bestuurskunde aan de Technische Universiteit Delft. Het onderwerp is aangedragen door het Ministerie van Economische Zaken, Directoraat-generaal Marktordening en Energie en richt zich centraal op de vraag of stringent milieubeleid aanzet tot innovaties en per saldo de concurrentiepositie verbetert. Dit onderzoek beperkt zich tot één sector maar zou uitgebreid kunnen worden tot andere sectoren.

Voor de discussie en correctie van mijn afstudeerscriptie dank ik dr. C. van Beers, dr. P. Bots, dr. ir. I. Bouwmans, drs. J. Brinkhoff en prof. dr. C. Withagen. Ook dank ik ir. M. Mensink van de Vereniging van Nederlandse Papier- en kartonfabrieken voor het aandragen van waardevolle informatie.

Frits Uilhoorn
Spijk, november 2002

INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING	6
1. Probleemstelling, doelstelling en methodiek van het onderzoek	10
1.1 Inleiding	10
1.2 Probleemstelling en onderzoeksvragen	12
1.3 Doel van het onderzoek	12
1.4 Sectorselectie	13
1.5 Methodiek van het onderzoek	13
2. Relatie tussen milieubeleid, innovaties en concurrentiepositie: theoretisch kader	15
2.1 Doel van het milieubeleid en beleidsinstrumentarium	15
2.2 Beleidsinstrumenten en innovatie	16
2.3 Comparatieve voordelen en concurrentievermogen	18
2.4 Relatie tussen milieubeleid en internationale handelsstromen	19
2.5 Milieubeleid, industriële locatie en vestigingsklimaat	22
2.6 De Porter-hypothese	22
2.6.1 Kritiek op de Porter-hypothese	25
2.6.2 Paradox van het milieubeleid	27
2.7 Conclusies	28
3. De papier- en kartonindustrie	30
3.1 Milieubeleid in de papier- en kartonindustrie	30
3.1.1 Vrijwillige afspraken	30
3.1.2 Milieubelastingen	30
3.1.3 Subsidies	31
3.2 Energie-efficiency in vergelijking met andere landen	31
3.3 Technologiennetwerk	33
3.4 Drijvende krachten achter de concurrentiepositie	34
3.4.1 Technologie	34
3.4.2 Schaalvoordelen en business cyclus	35
3.4.3 Grondstoffen	35
3.5 Conclusies en aanbevelingen	36

4. Ex post onderzoek	38
4.1 Resultaten van de Meerjarenafspraak	38
4.2 Energiebesparingsmaatregelen in de periode 1989-2000	39
4.3 De concurrentiepositie in vergelijking met andere landen	40
4.4 Conclusies	42
5. Ex ante onderzoek	43
5.1 Het energiebesparingspotentieel in de Nederlandse papier- en kartonindustrie	43
5.2 Doelstellingen in het milieubeleid voor radicale innovaties	43
5.3 De effecten van stringent milieubeleid op de concurrentiepositie	45
5.3.1 Het algemeen goederenmarktmodel	46
5.3.2 Uitgangspunten in het model	47
5.3.3 Resultaten	49
5.3.4 Gevoeligheidsanalyse	51
5.4 Re-allocatie van productie naar het buitenland	51
5.5 Conclusies en aanbevelingen	52
6. Conclusies en aanbevelingen	54
Referenties	57
Bijlagen:	
Bijlage I: Tarieven Brandstoffenbelasting en Regulerende Energiebelasting	60
Bijlage II: Kostprijs elektriciteit en aardgas inclusief belastingen	61
Bijlage III: Projecten gericht op energiebesparing	63
Bijlage IV: Potentieel aan energiebesparing op korte en lange termijn	64
Bijlage V: Energiebesparing aanbodcurve	65
Bijlage VI: Cyclisch gedrag in de papier- en kartonindustrie	66
Bijlage VII: Het algemeen goederenmarktmodel	67
Bijlage VIII: Parameters voor de papier- en kartonindustrie	72
Bijlage IX: Resultaten van de gevoeligheidsanalyse	73
Summary	75

SAMENVATTING

Dat milieubeleid een negatief effect heeft op de concurrentiepositie vloeit voort uit een statische visie. Porter (1995) veronderstelt, dat wanneer dynamische aspecten worden meegenomen, stringent milieubeleid aanzet tot innovaties en daardoor tot een betere concurrentiepositie leidt. De hypothese van Porter luidt dan ook: *"By stimulating innovation, strict environmental regulations can actually enhance competitiveness"* (Porter, 1995). Op korte termijn resulteren innovaties in hogere vaste kosten maar op lange termijn is de absolute afname in variabele kosten groter. Het hierbij om radicale innovaties en niet om bewezen end-of-pipe technologieën of incrementele procesaanpassingen. Dit vereist wel een ander soort leerproces binnen bedrijven (double-loop-leren). Dit leren gaat verder dan het dagelijks proces van continue verbetering. Het moet namelijk ook mogelijk zijn om de bestaande productiewijze ter discussie te stellen. Dit vereist dat er tijd en geld vrij wordt gemaakt voor lange termijn, technologische ontwikkelingen.

Geprikkeld door de Porter-hypothese zijn door het Ministerie van Economische Zaken de volgende drie vragen gesteld:

1. Leidt stringent milieubeleid in de vorm van een convenant, energiebelasting of verhandelbare emissierechten, tot energie-efficiënte (radicale) innovaties en per saldo tot een betere concurrentiepositie?
2. Hoe stringent zou het milieubeleid (in de vorm van een convenant, energiebelasting of verhandelbare emissierechten) moeten worden vormgegeven om energie-efficiënte (radicale) innovaties uit te lokken, zodat per saldo een betere concurrentiepositie wordt verworven?
3. Welk beleidsinstrument (convenant, energiebelasting of verhandelbare emissierechten) is het meest geschikt om energie-efficiënte (radicale) innovaties te stimuleren?

De probleemstelling van het onderzoek luidt dan ook: *Hoe moet het milieubeleid worden vormgegeven om energie-efficiënte (radicale) innovaties te stimuleren zodat per saldo een betere concurrentiepositie wordt verworven?*

Het vernieuwende van dit onderzoek is, dat de Porter-hypothese op sectorniveau in Nederland wordt onderzocht. Withagen *et al.* (2002), hebben zowel kwalitatief als kwantitatief de gevolgen onderzocht die klimaatbeleid kan hebben op de concurrentiepositie van Europese landen, waaronder Nederland. In tegenstelling tot het onderzoek van Withagen *et al.*, wordt in dit onderzoek niet gekeken naar de effecten van milieubeleid op landelijk niveau, maar voor Nederland op sectorniveau. De sector die geselecteerd is voor het onderzoek, is de papier- en kartonindustrie. De gebruikte criteria waren daarbij de energie-intensiteit, prijselasticiteit, scherpe concurrentie en beschikbaarheid van informatie.

De methodiek van het onderzoek is als volgt. Allereerst is een theoretische beschouwing gegeven van de relatie tussen milieubeleid, innovaties en de concurrentiepositie. Vervolgens is de papier- en kartonindustrie in kaart gebracht. Nadat de theorie en sector zijn verkend is ex post onderzocht of het milieubeleid aangezet heeft tot innovaties en in welke mate dit de concurrentiepositie heeft beïnvloed. Ten slotte is ex ante onderzocht hoe stringent het milieubeleid moet zijn om de sector aan te zetten tot radicale innovaties en wat de gevolgen zijn voor de concurrentiepositie. De aanpak van dit laatste deel is als volgt. Allereerst is onderzocht in hoeverre de beleidsinstrumenten aangescherpt moeten worden. Om dit te kunnen bepalen is het potentieel aan energiebesparing vastgesteld, gebaseerd op zowel bestaande technieken als doorbraaktechnologieën (=radicale innovaties). Vervolgens is met behulp van de energiebesparing aanbodcurve-methodologie, voor elk beleidsinstrument een nieuwe doelstelling geformuleerd en zijn de kosten voor de sector bepaald. Dit resulteert in een nieuwe taakstelling voor het convenant, verhoging van de energiebelasting en emissieplafond. Vervolgens is met een systeem dynamisch model op zowel korte als lange termijn, geanalyseerd wat de effecten zijn van dit aangescherpte milieubeleid op de productiekosten, kostprijs en afzet van papier en karton. Aansluitend is onderzocht of

re-allocatie van productie is te verwachten.

De belangrijkste beleidsrelevante conclusie kan als volgt worden samengevat. Uit het ex ante onderzoek komt naar voren dat de Porter-hypothese onder bepaalde condities geldt, maar voor beleidsvorming beperkt is. De doelstellingen in het milieubeleid (conform Porter) zijn namelijk politiek niet haalbaar vanwege de onrealistische verhoging en de lange tijd tot het bereiken van het omslagpunt waarbij concurrentievoordeel wordt behaald. Met inachtneming dat de sector onder hoge druk van prijzen en kleine marges opereert.

Vraagstelling 1. Leidt stringent milieubeleid in de vorm van een convenant, energiebelasting of verhandelbare emissierechten, tot energie-efficiënte (radicale) innovaties en per saldo tot een betere concurrentiepositie?

Het ex ante onderzoek laat zien dat er een positieve relatie is tussen milieubeleid en concurrentiepositie. Het blijkt namelijk dat de variabele kosten op lange termijn verder af nemen door enerzijds de aanzienlijke energiebesparing van de doorbraaktechnologieën en anderzijds schaalvoordelen. De absolute afname in energieverbruik (of CO₂-uitstoot) bedraagt circa 44% (t.o.v. 1989). Dit betekent zowel een verbeterde concurrentiepositie als absolute daling van het energieverbruik. Deze conclusie geldt vanwege vijf belangrijke condities in de papier- en kartonindustrie. Ten eerste, heeft de sector te maken met hoge sunk-cost waardoor re-allocatie onwaarschijnlijk is. Andere factoren die re-allocatie belemmeren zijn: locatie van papier en karton afnemers, een toenemende druk in landen die zachthout als grondstof gebruiken, waardoor het gebruik en beschikbaarheid van oud papier belangrijker wordt en de kwaliteit van de fysieke infrastructuur. Deze factoren zullen er waarschijnlijk toe leiden dat bestaande bedrijven overgaan tot radicale innovaties. Ten tweede, is de vraag van papier en karton inelastisch. Indien de vraag van specifieke papier en karton producten elastisch is, zal stringent milieubeleid leiden tot een verslechterde concurrentiepositie. Ten derde, is een hechte samenwerking tussen de partijen in het technologienetwerk een belangrijke voorwaarde om radicale innovaties te realiseren. De producenten van papier en karton zijn voor de ontwikkeling van technologieën namelijk sterk afhankelijk van andere partijen, met name van de machinebouwers. Door stringent milieubeleid worden zij geprikkeld tot een nauwe samenwerking. Deze samenwerking kan ook leiden tot strategische gedrag met als uitkomst: hogere kosten, vertraging tijdens de ontwikkeling van technologieën en/of sub-optimale oplossingen. Ten vierde, dient stringent milieubeleid ruim van tevoren aangekondigd te worden, oftewel er moet voldoende aanpassingstijd zijn. Deze zekerheid op lange termijn geeft de sector voldoende tijd om kosteneffectieve technologieën te ontwikkelen. Er is namelijk ongeveer 10 jaar aan R&D nodig voor radicale innovaties. Ten slotte, voor de ontwikkeling van nieuwe technologieën moeten de producenten van papier en karton wel toegang tot de kapitaalmarkt hebben om deze behoorlijke investeringen te kunnen financieren.

Uit het empirisch onderzoek blijkt, dat het milieubeleid in de periode 1989 t/m 2000 te mild is geweest om de Porter-hypothese te toetsen. Het beleid was vooral gericht op beschikbare technieken. De vrijwillige afspraken met de Vereniging van Nederlandse Papier- en kartonfabrieken, de beperkte regulerende energiebelasting en brandstoffenbelasting hebben in die periode voor onvoldoende prikkels gezorgd om bedrijven aan te zetten tot radicale innovaties (conform Porter).

Vraagstelling 2: Hoe stringent zou het milieubeleid (in de vorm van een convenant, energiebelasting of verhandelbare emissierechten) moeten worden vormgegeven om energie-efficiënte (radicale) innovaties uit te lokken, zodat per saldo een betere concurrentiepositie wordt verworven?

Het vaststellen van strengere doelstellingen in het milieubeleid is gebaseerd op de energiebesparing aanbodcurve-methodologie. Hierbij wordt verondersteld dat bedrijven investeren in energie-efficiënte technologieën tot het punt waar de lange termijn marginale kosten gelijk zijn aan de energieprijs. Rekening houdend met de tijdsduur die nodig is voor radicale innovaties. In Tabel S.1 is per beleidsinstrument aangegeven wat de doelstellingen voor 2010 moeten zijn, om de sector aan te zetten tot radicale innovaties.

TABEL S.1: DOELSTELLINGEN PER BELEIDSINSTRUMENT IN 2010

BELEIDSINSTRUMENT	DOELSTELLING
Verhandelbare emissierechten (relatief emissieplafond)	224 kgCO ₂ /ton
Energieprijs verhoging (energiebelasting)	+80% (=5,8 EUR/GJ)
Taakstelling convenant	4,0 GJ/ton

De energieprijis bedroeg gemiddeld 3,2 EUR/GJ in de periode 1993-1999. De energiebelasting zal zodanig verhoogd moeten worden dat de prijs 5,8 EUR/GJ bedraagt, oftewel een verhoging van 80%. Bij dit niveau zijn de doorbraaktechnologieën (radicale innovaties) kosteneffectief. Dit resulteert in een energiebesparing van 5,6 GJ/ton. Het specifieke energieverbruik bedroeg 9,6 GJ/ton in 2000. Het energieverbruik kan in 2010 dus worden teruggebracht naar 4,0 GJ/ton, oftewel 224 kgCO₂/ton. De doelstellingen in Tabel S.1 betekenen een behoorlijke aanscherping van het huidige milieubeleid.

Welk beleidsinstrument (convenant, energiebelasting of verhandelbare emissierechten) is het meest geschikt om energie-efficiënte (radicale) innovaties te stimuleren?

Het ex ante onderzoek wijst uit dat het convenant op lange termijn tot de meeste afname in productiekosten leidt en daarmee tot een betere concurrentiepositie. Echter, na het realiseren van de taakstelling, is er geen prikkel meer tot verdere innovaties. Anderzijds zal de sector zich zeer waarschijnlijk niet committeren aan een dergelijke taakstelling. Zoals in de theorie al naar voren kwam werken bedrijven niet kostenminimaliserend vanwege enerzijds onzekerheid over de markt en technische ontwikkelingen. Anderzijds door onvoldoende informatie om steeds optimale beslissingen te nemen. Paradoxaal genoeg blijkt dat het toch beter is om te investeren in de doorbraaktechnologieën, omdat dit op lange termijn tot een betere concurrentiepositie leidt. Bedrijven zijn dus bijziend.

Het instrument energiebelasting zal, mits voldoende hoog, radicale innovaties stimuleren. Dit instrument zorgt vanwege de financiële prikkel voor een constante vraag naar innovaties. In geval van verhandelbare emissierechten wordt steeds de afweging gemaakt tussen het kopen van emissierechten of investeren in nieuwe technologieën. De kostprijs waarbij de doorbraaktechnologieën reële opties zijn bedraagt EUR 141/tonCO₂. De ramingen voor de kostprijs van één tonCO₂ in een Europees handelssysteem liggen tussen de 5 en 25 euro. Gezien deze schattingen zullen bedrijven waarschijnlijk investeren in bewezen end-of-pipe technologieën en incrementele procesaanpassingen en emissierechten gaan kopen. Er zullen naar verwachting geen radicale innovaties plaatsvinden. Hoewel, in de theorie naast de energiebelasting ook verhandelbare emissierechten genoemd wordt als instrument dat innovaties uitlokt, zal dit zal alleen gelden als het plafond juist is gekozen. Convenanten stimuleren voornamelijk diffusie van technieken.

Het empirisch onderzoek wijst uit dat het milieubeleid in de periode 1989-2000 vooral gericht was op beschikbare technieken. De energiebesparing in die periode is voor een groot deel afkomstig van warmtekrachtkoppelingen (WKK's). Echter, door de economische situatie rond WKK's zijn deze minder uren gaan draaien of stilgezet. De energiebesparing in het verleden wordt dus op dit moment weer tenietgedaan. De maatregelen in die periode hebben alleen maar betrekking gehad op incrementele procesaanpassingen en end-of-pipe technologieën. Dit wijst erop dat het niveau van double-loop-leren niet is bereikt. De prikkel tot een hechte samenwerking met andere partijen in het technologienetwerk om buiten het bestaande referentiekader te zoeken naar nieuwe concepten ontbrak. Indien het milieubeleid voldoende wordt aangescherpt zal een crisissituatie ontstaan waarin radicale innovaties eerder als reëel worden gezien en incrementele veranderingen sneller als onvoldoende. Dit kan vervolgens resulteren in een tijdelijk voorsprong op de concurrenten "first mover advantage".

Het is moeilijk om de conclusies voor de papier- en kartonindustrie te vertalen naar algemene beleidsaanbevelingen. Desondanks wordt een poging gedaan om een aantal algemene aanbevelingen te doen. Deze beperken zich tot de energie-intensieve sectoren.

- Uit het onderzoek is gebleken dat sunk-costs, prijselasticiteit, een hechte samenwerking tussen partijen in het technologienetwerk, aanpassingstijd en toegang tot de kapitaalmarkt een cruciale rol spelen bij het aanscherpen van milieubeleid. Dit zal ook essentieel zijn bij de andere energie-intensieve sectoren, echter de parameters kunnen anders zijn. Voor een goede invulling van het milieubeleid is het dan ook zeer wenselijk om het onderzoek uit te breiden naar de andere sectoren.
- Het marktconforme instrument energiebelasting, verdient de voorkeur om innovaties uit te lokken, mits de belasting voldoende hoog is. De hoogte van de energiebelasting kan voor elke sector anders zijn. In dat geval moeten verschillende belastingpercentages voor de vervuilers worden gebruikt. Dit betekent een meer sector gericht milieubeleid. De politieke haalbaarheid is geringer, vanwege het discriminatoire karakter.
- Het inzetten van een convenant kan resulteren in radicale innovaties, mits de sector in het vooruitzicht wordt gesteld dat als zij zich niet committeren aan een ambitieuze taakstelling voor 2010, de energiebelasting aanzienlijk zal worden verhoogd. Het afsluiten van een ambitieus convenant vereist echter wel voldoende kennis en vaardigheid van procesmanagement.
- Tot op heden zijn de REB-gelden teruggesluisd in de vorm van verlaging van de inkomsten- en/of vennootschapsbelasting. De vraag is of dit geld niet op een effectievere manier aangewend kan worden, namelijk meer gericht op het stimuleren van innovaties. Denk bijvoorbeeld aan het stimuleren van samenwerkingsverbanden die nodig zijn voor radicale innovaties of informatie-uitwisseling.

1. PROBLEEMSTELLING, DOELSTELLING EN METHODIEK VAN HET ONDERZOEK

1.1 INLEIDING

De overheid bepaalt, door het scheppen van randvoorwaarden en faciliterend op te treden, mede de uitkomst en richting van innovaties in ondernemingen. Een belangrijke reden om als overheid in te grijpen is bijvoorbeeld vanwege externe effecten. Externe effecten ontstaan door handelingen van consumenten en producenten, die buiten de markt om positieve of negatieve effecten hebben op consumptie en productie van derden. Innovatie is een voorbeeld van positieve externe effecten. Het leidt namelijk tot een vergroting van de kennisvoorraad waarop anderen kunnen voortbouwen en versterkt de concurrentiekracht. Schadelijke stoffen die bij de productie in het milieu terecht komen zijn een voorbeeld van negatieve externe effecten. Een manier om dit probleem aan te pakken is de vervuiler te laten betalen voor de milieuschade door de effecten 'te prijzen'. Dat noemt men internaliseren. Om marktfalen tegen te gaan kan de overheid verschillende instrumenten inzetten, denk hierbij aan het invoeren van een energiebelasting, een systeem van verhandelbare emissierechten, subsidies, voorlichting of het afsluiten van een convenant.

De doelstelling van het huidige Nederlandse klimaatbeleid, als resultaat van het Kyoto-protocol, is een reductie in de emissie van broeikasgassen met 6% in 2010 ten opzichte van 1990. Dit is geen gemakkelijke opgave omdat de meest bedrijfseconomisch aantrekkelijke oplossingen om CO₂-reducties te behalen, zeker in de grote, energie-intensieve delen van de industrie, vaak al zijn ingevoerd. Bovendien worden energie-efficiency verbeteringen weer deels te niet gedaan door de economische groei. Anderzijds kan een lagere energierekening resulteren in nieuwe investeringen, waardoor het energieverbruik weer toeneemt, het zogenaamde "rebound-effect". Daarom wordt het steeds moeilijker om in Nederland tot aanzienlijke CO₂-reducties te komen.

Welke bijdrage wil en kan Nederland leveren om de CO₂-emissies in eigen land te reduceren? De successen van het milieubeleid in de afgelopen jaren zijn voornamelijk het resultaat van de relatief goedkope technieken. De afspraken in het Kyoto-protocol maken het mogelijk om 50% van de CO₂-reducties in het buitenland te realiseren en de credits in mindering op de nationale emissies te brengen, simpelweg omdat dit per geïnvesteerde euro goedkoper is dan in Nederland. Door de lagere prijzen in het buitenland, importeert Nederland een groot deel van haar elektriciteit. Echter, de CO₂-emissies die bij de opwekking vrijkomen worden niet op Nederlandse conto bijgeschreven. Het (demissionair) kabinet Balkenende pleit er momenteel voor om de kerncentrale in Borssele langer open te houden, immers bij de opwekking van kernenergie komt geen CO₂ vrij.

Om de concurrentiepositie van de energie-intensieve sectoren niet in gevaar te brengen heeft de Nederlandse overheid in het milieubeleid, tot op heden deze sectoren een uitzonderingspositie gegeven. Deze bijzondere positie lijkt voor een deel de uitkomst te zijn van het poldermodel, waarbij de overheid op het moment dat er voldoende consensus is, inhoud geeft aan het milieubeleid. Tijdens "groene" polderoverleg vertonen partijen, in het bijzonder de belangenbehartigers van de energie-intensieve sectoren, sterk strategisch gedrag. Het belangrijkste uitgangspunt in het polderoverleg is, dat de concurrentiepositie niet mag worden aangetast anders zullen bedrijven stoppen met de productie of zich elders gaan vestigen. Dat energie-intensieve sectoren worden ontzien in het milieubeleid blijkt uit enerzijds het nultarief bij de regulerende energiebelasting (REB) indien meer dan 1 miljoen m³ aardgas of meer dan 10 miljoen kWh elektriciteit wordt verbruikt. Anderzijds maakt de overheid vrijwillige afspraken met de sector over de energie-efficiency per eenheid product. Ter compensatie vindt er voor een deel terugsluizing van de REB-gelden plaats in vorm van inkomsten- en vennootschapsbelasting verlaging en kunnen bedrijven een beroep doen op subsidies en fiscale voordelen. De overheid zal tussentijds niet met aanvullende beleidsmaatregelen komen. Tot nu toe is dan ook een milieubeleid gevoerd dat de kool en de geit spaarde.

De wijze waarop milieubeleid de concurrentiepositie beïnvloedt is een belangrijk onderwerp, zowel in wetenschappelijke als politieke kringen. Recent is in Bonn en Marrakesh het internationale klimaatakkoord afgesloten. In dit klimaatakkoord staat onder andere de vraag centraal, in hoeverre een internationaal systeem van verhandelbare emissierechten de concurrentiepositie van bedrijven aantast, in het bijzonder van de energie-intensieve sectoren. De traditionele zienswijze veronderstelt, dat er een negatief verband is tussen milieubeleid en de concurrentiepositie. Uit wetenschappelijk onderzoek, blijkt dat de effecten van milieubeleid op de concurrentiepositie van de Verenigde Staten niet groot zijn (zie Jaffe *et al.*, 1995). Porter (1995) veronderstelt juist, dat er een positief verband is tussen milieubeleid en de concurrentiepositie.

De hypothese van Porter luidt:

"By stimulating innovation, strict environmental regulations can actually enhance competitiveness" (Porter, 1995).

De achterliggende gedachte is, dat stringent milieubeleid bedrijven aanzet tot innovaties, waardoor de productiviteit en prestaties toenemen, zodat per saldo een betere concurrentiepositie wordt verkregen. Internationale concurrentie is namelijk dynamisch en gebaseerd op innovaties. Het gaat hierbij wel om radicale innovaties, oftewel nieuwe concepten of totaal nieuwe benaderingen om hetzelfde als wel geheel nieuwe producten en diensten tot stand te brengen.

De vraag is of we een dergelijke conclusie ook kunnen trekken voor Nederland aangezien de Verenigde Staten een meer gesloten economie kent en Nederland een meer open economie, die relatief afhankelijk is van de export. Geprikkeld door de Porter-hypothese wil het Ministerie van Economische Zaken graag de volgende drie vragen beantwoord zien:

1. Leidt stringent milieubeleid in de vorm van een convenant, energiebelasting of verhandelbare emissierechten, tot energie-efficiënte (radicale) innovaties en per saldo tot een betere concurrentiepositie?
2. Hoe stringent zou het milieubeleid (in de vorm van een convenant, energiebelasting of verhandelbare emissierechten) moeten worden vormgegeven om energie-efficiënte (radicale) innovaties uit te lokken, zodat per saldo een betere concurrentiepositie wordt verworven?
3. Welk beleidsinstrument (convenant, energiebelasting of verhandelbare emissierechten) is het meest geschikt om energie-efficiënte (radicale) innovaties te stimuleren?

Het is namelijk van belang om de wisselwerking tussen het gebruikte beleidsinstrumentarium en prikkels, die bedrijven ondervinden om te innoveren en daarmee een grotere concurrentiekracht verwerven, goed te begrijpen. Zo zegt Porter:

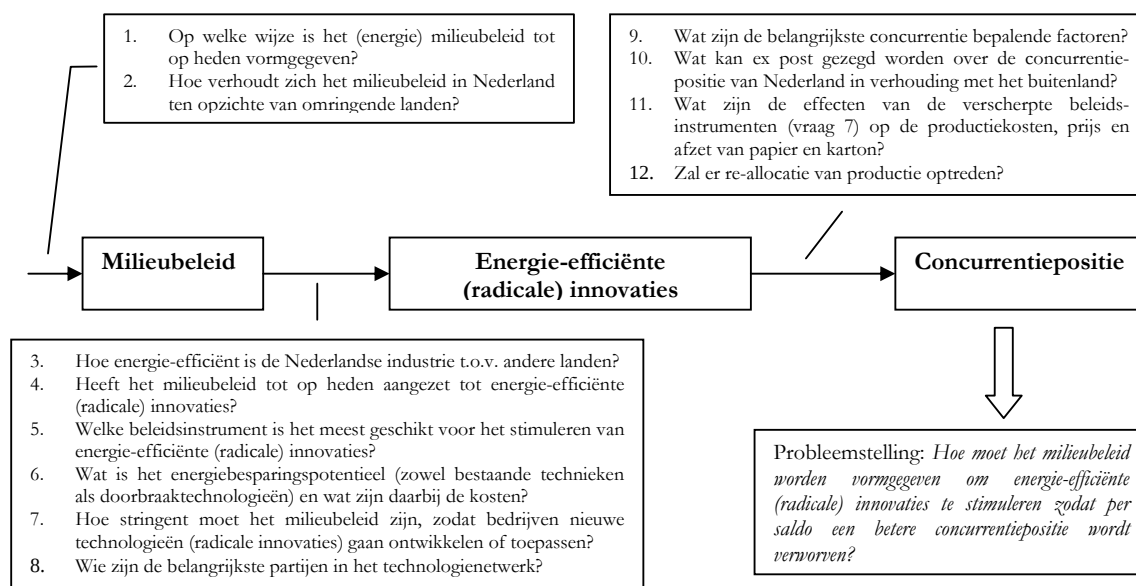
"Tuning environmental concern into competitive advantage demands that we establish the right kind of regulations" (Porter, 1996).

1.2 PROBLEEMSTELLING EN ONDERZOEKSVRAGEN

In het verlengde van de drie vragen van het Ministerie van Economische Zaken is de volgende probleemstelling geformuleerd:

Hoe moet het milieubeleid worden vormgegeven om energie-efficiënte (radicale) innovaties te stimuleren zodat per saldo een betere concurrentiepositie wordt verworven?

Om de probleemstelling te kunnen beantwoorden zijn twaalf deelvragen afgeleid, toegespitst op de drie centrale thema's: milieubeleid, energie-efficiënte (radicale) innovaties en concurrentiepositie. In het onderstaande schema is per thema aangegeven welke deelvragen relevant zijn, om uiteindelijk de probleemstelling te kunnen beantwoorden.



1.3 DOEL VAN HET ONDERZOEK

Doel van het onderzoek is enerzijds het analyseren of stringent milieubeleid aanzet tot energie-efficiënte (radicale) innovaties en per saldo tot een betere concurrentie leidt. Aansluitend wordt onderzocht welk instrument - convenant, energiebelasting of verhandelbare emissierechten - daarvoor het meest geschikt is. Anderzijds wordt onderzocht hoe stringent het instrument moet worden vormgegeven om bedrijven aan te zetten tot energie-efficiënte (radicale) innovaties en op welke wijze dit de concurrentiepositie beïnvloedt.

In het besluitvormingsproces, waarbij het gaat om milieubeleid vorm te geven, hebben partijen uiteenlopende belangen en zullen dan ook sterk strategisch gedrag vertonen. De brancheverenigingen hebben een korte termijn winstbelang en streven daarom naar een lage taakstelling en geen verhoging of verbreding van de energiebelasting. De resultaten van het onderzoek zouden moeten bijdragen aan een beter inzicht in de balans tussen een schoon milieu en de concurrentiepositie. Daarnaast wordt ook de manoeuvreerruimte van de bedrijfstak tijdens onderhandelingen over milieudoelstellingen beter in kaart gebracht.

Withagen *et al.* (2002), hebben zowel empirisch als verkennend onderzoek gedaan naar de effecten van klimaatbeleid op de concurrentiepositie van het bedrijfsleven in de EU-landen in het algemeen en voor de individuele lidstaten, in het bijzonder voor Nederland.¹ In tegenstelling tot het onderzoek van Withagen *et al.*, wordt in dit onderzoek niet gekeken naar de effecten van milieubeleid op landelijk niveau maar voor Nederland op sectorniveau. Het vernieuwende aspect van dit onderzoek is dan ook gelegen in het feit, dat de Porter-hypothese op sectorniveau in Nederland wordt onderzocht.

1.4 SECTORSELECTIE

De sector die geselecteerd is voor het onderzoek, is de papier- en kartonindustrie.² Een min of meer systematische keuze heeft plaats gevonden op basis van een aantal criteria. Ten eerste is het van belang dat de energiekosten in de sector een substantieel deel uitmaken van de totale kosten. Het produceren van papier en karton is een energie-intensief proces: ongeveer 20% van de toegevoegde waarde bestaat uit energiekosten (Alsema, 2001). De sector is dus energie-intensief.

Ten tweede is de prijselasticiteit voor papier en karton van belang. Een hoge energiebelasting die in de kostprijs wordt doorberekend zou een concurrentienadeel moeten opleveren, omdat de vragers sterk zullen reageren. Taylor (1999) vond een prijselasticiteit van $-0,5$ met een 6 maanden responstijd. Mannaerts (2000) vond daarentegen een prijselasticiteit van $-0,4$. Een prijselasticiteit van $-0,5$ wil zeggen, dat elke procent prijsverhoging resulteert in een half procent daling in de vraag naar papier en karton. De vraag is (relatief) inelastisch en een prijsverandering leidt tot een kleinere, maar tegengestelde verandering van de hoeveelheid. Een prijsstijging leidt dus tot omzetsstijging en prijsdaling tot omzetsdaling. Binnen de papier- en kartonproductie kunnen drie productgroepen worden onderscheiden; verpakkingsdoeleinden, grafische papier (krantenpapier en schrijfpapier en drukwerk) en hygiënische en sanitaire papier. Taylor en Mannaerts vonden een prijselasticiteit van respectievelijk $-0,5$ en $-0,4$ voor papier en karton, oftewel inelastisch. Het is best mogelijk dat binnen de papier- en kartonproducten, de vraag van één bepaald product elastisch is.

Ten derde wordt een sector met meerdere kleine bedrijven geprefereerd boven een groep met een klein aantal grote bedrijven met oligopolistische kenmerken. De concurrentie wordt namelijk scherper naarmate het aantal bedrijven toeneemt. De papier- en kartonmarkten zijn erg conjunctuurgevoelig en opereren wereldwijd onder hoge druk van prijzen en kleine marges. Concurrentievoordelen spelen een belangrijkere rol.

Als laatste is het van belang dat er voldoende gegevens beschikbaar zijn. De benodigde informatie heeft betrekking op marktinformatie (vraag- en aanbodcondities) en het energiebesparingspotentieel op korte en lange termijn binnen de sector. Deze informatie is nodig om een koppeling te kunnen leggen tussen milieubeleid, technologische dynamiek en concurrentiepositie van de sector. Daarnaast is het aggregatieniveau van de beschikbare gegevens belangrijk; zijn de gegevens beschikbaar op sector, sub-sector- en ondernemingsniveau? Hoe meer gedesaggregeerd de gegevens, des te meer informatie men heeft over de sector. Deze gegevens zijn naar verwachting onder andere beschikbaar bij het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), Food and Agriculture Organisation of the United Nations (FAO) en Vereniging van Nederlandse Papier- en kartonfabrieken (VNP).

1.5 METHODIEK VAN HET ONDERZOEK

Het onderzoek bestaat uit totaal zes hoofdstukken. In hoofdstuk 2 wordt een theoretische beschouwing gegeven van de relatie tussen milieubeleid, innovatie en concurrentiepositie. Aansluitend wordt in hoofdstuk 3 de papier- en kartonindustrie in kaart gebracht. Nadat de theorie en sector zijn verkend wordt vervolgens in hoofdstuk 4, onderzocht of het milieubeleid in de afgelopen jaren heeft aangezet tot innovaties en in welke mate dit de concurrentiepositie heeft beïnvloed. In hoofdstuk 5 wordt ex ante onderzocht hoe stringent het milieubeleid moet zijn om de sector aan te zetten radicale innovaties

¹ Het verkennende onderzoek is met behulp van Worldscan gedaan.

² Exclusief drukkerijen en uitgevers. SBI-code 21.1.

en vervolgens in welke mate dit de concurrentiepositie beïnvloedt. Het onderzoek wordt afgesloten met conclusies en aanbevelingen in hoofdstuk 6.

Hoofdstuk 2, beschrijft de samenhang tussen beleidsinstrumenten, innovaties en concurrentiepositie op basis van, in de literatuur beschikbare theoretische inzichten en empirisch onderzoek. Allereerst wordt het doel van milieubeleid en daarbij beschikbare beleidsinstrumentarium besproken. Welk instrument het meest geschikt is om innovaties te stimuleren komt vervolgens aan bod (deelvraag 5). Aansluitend worden de begrippen comparatieve voordelen en concurrentievermogen toegelicht. Vervolgens de relatie tussen milieubeleid, internationale handelsstromen, industriële locatie en vestigingsklimaat uiteengezet. Ten slotte wordt de Porter-hypothese en de kritiek daarop besproken.

In hoofdstuk 3, komen de belangrijkste thema's die samenhangen met milieubeleid, innovatie en concurrentiepositie, voor de papier- en kartonindustrie aan bod. Om een beeld te krijgen of Nederland een stringent milieubeleid voert, wordt ook gekeken hoe het milieubeleid in een aantal omliggende landen is vormgegeven (deelvragen 1 en 2). Aansluitend wordt onderzocht hoe energie-efficiënt de producenten van papier en karton in Nederland zijn in vergelijking met omliggende landen (deelvraag 3). De volgende stap is, het onderzoeken welke partijen een belangrijke rol spelen in het technologienetwerk (deelvraag 8). Ten slotte worden de belangrijkste concurrentie bepalende factoren voor de sector besproken (deelvraag 9). Deze informatie wordt via literatuuronderzoek verzameld.

In hoofdstuk 4 wordt empirisch onderzocht of het milieubeleid heeft aangezet tot energie-efficiënte (radicale) innovaties en wat daarbij de invloed is geweest op de concurrentiepositie. Allereerst wordt onderzocht welke resultaten door de sector zijn behaald, als gevolg van het milieubeleid. Vervolgens wordt gekeken in hoeverre dit milieubeleid heeft aangezet tot de ontwikkeling of toepassing van nieuwe technologieën (deelvraag 4). Ten slotte wordt bekeken hoe de concurrentiepositie zich verhoudt ten opzichte van het buitenland (deelvraag 10). Dit alles leidt tot de beantwoording (ex post) van de eerste en derde vraagstelling.

In het verlengde van het empirisch onderzoek wordt in hoofdstuk 5 ex ante bepaald hoe stringent het milieubeleid moet zijn om de sector aan te zetten tot radicale innovaties en op welke wijze dit de concurrentiepositie beïnvloedt. Om dit te kunnen bepalen wordt eerst het energiebesparingspotentieel in de papier- en kartonindustrie vastgesteld (deelvraag 6). Het besparingspotentieel richt zich daarbij op zowel bestaande technieken als doorbraaktechnologieën (=radicale innovaties). Vervolgens wordt met behulp van de energiebesparing aanbodcurve-methodologie, voor elk beleidsinstrument een nieuwe doelstelling geformuleerd en de kosten voor de sector bepaald (deelvraag 7). Op deze manier wordt indicatief vastgesteld hoe stringent het milieubeleid moet zijn, om de sector aan te zetten tot radicale innovaties. De nieuwe doelstellingen in combinatie met de variabele en vaste kosten van de bestaande technieken en doorbraaktechnologieën en lagere energiekosten (vanwege de energiebesparing), dienen als input voor een systeem dynamisch model om de effecten op de concurrentiepositie te analyseren (deelvraag 6). Dit model voorspelt per beleidsinstrument de effecten op de productiekosten, prijs en afzet van papier en karton op zowel korte en lange termijn (deelvraag 11). Aansluitend worden twee scenario's onderzocht, enerzijds het moment waarop het milieubeleid wordt aangescherpt en anderzijds de effecten bij verschillende prijselasticiteiten. De vraag van een specifiek product kan namelijk binnen de productgroep van papier en karton niet inelastisch maar elastisch zijn. Ook worden andere parameters aan een gevoeligheidsanalyse onderworpen. In hoeverre re-allocatie van productie is te verwachten, wordt ook gekeken in welke mate toe- en uittredingsbarrières een rol spelen (deelvraag 12). Dit alles moet leiden tot de beantwoording van de probleemstelling en daarmee de drie vragen van het Ministerie van Economische Zaken.

2. RELATIE TUSSEN MILIEUBELEID, INNOVATIES EN CONCURRENTIEPOSITIE: THEORETISCH KADER

In §2.1 wordt het doel van milieubeleid en beschikbare beleidsinstrumenten besproken. Welk instrument het meest geschikt is om innovatie te stimuleren komt in §2.2 aan bod. De begrippen comparatieve voordelen en concurrentievermogen worden in §2.3 besproken. Aansluitend wordt de relatie tussen milieubeleid en internationale handelsstromen in §2.4 uiteengezet. In §2.5 staat de relatie tussen milieubeleid, industriële locatie en vestigingsklimaat centraal. Ten slotte wordt in §2.6 de Porter-hypothese uitgebreider toegelicht, waarbij ook de kritiek op de hypothese wordt besproken.

2.1 DOEL VAN HET MILIEUBELEID EN BELEIDSINSTRUMENTARIUM

De kern van de milieuproblematiek blijkt te zitten in een niet optimaal systeem van eigendomsrechten en de daaruit voortvloeiende negatieve externe effecten van productie en consumptie. Om een optimale allocatie van productiefactoren te bereiken dienen deze effecten in de prijzen te worden geïnternaliseerd. Twee bekende voorbeelden van milieuproblemen, als gevolg van slecht gedefinieerde eigendomsrechten, zijn ontbrekende eigendomsrechten (bijvoorbeeld het visserij-probleem) en publieke goederen (zoals schone lucht, water, bodem en biologische diversiteit). Om dit marktfalen tegen te gaan kan het overheidsbeleid gericht zijn op afremming - in het ergste geval zelfs tot stopzetting- van consumptie c.q. productie van een goed. We kunnen de volgende beleidsinstrumenten onderscheiden om dit marktfalen tegen te gaan:

- directe regulering; standaarden en vergunningen;
- economische instrumenten (marktconform); belastingen, subsidies en verhandelbare emissierechten;
- communicatieve instrumenten; voorlichting; en
- convenanten.

Dominante criteria bij de keuze van de instrumenten zijn;

- efficiëntie (doelmatigheid): maximale welvaart, goedkoopste wijze voor het terugdringen van vervuiling;
- effectiviteit (doeltreffendheid);
- rechtvaardigheid (verdeling); en
- duurzaamheid (externe effecten voor de toekomstige generaties).

De rode draad bij de keuze van instrumenten is de richtlijn van de OESO, namelijk het principe "de vervuiler betaalt". Directe reguleringen zijn vooral gericht op het bestrijden van symptomen en kunnen optimaal zijn in geval van zeer ernstige milieuproblemen, of indien de toestand van het milieu snel verslechtert. De economische instrumenten zijn gericht op het bereiken van milieuvriendelijk gedrag via financiële prikkels. In tegenstelling tot directe reguleringen hebben economische instrumenten tijd nodig voordat ze het gewenste resultaat bereiken. Uit theoretisch oogpunt zijn belastingen en subsidies, op het niveau van de individuele vervuiler, in principe equivalent. Echter, subsidies zijn in vergelijking met belastingen en verhandelbare emissierechten een ineffectief beleidsinstrument. In de praktijk bestaat namelijk het gevaar dat ondernemers, ook zonder subsidie zouden hebben geïnvesteerd in milieuvriendelijke technologieën en dat daarom de subsidie overbodig was geweest. Dit wordt ook wel het "free-rider" gedrag genoemd. In een onderzoek van De Beer *et al.* (2000), naar de effectiviteit van energiesubsidies is gebleken dat het aantal free-riders varieert tussen 50% en 75%.³ Subsidies kunnen ook van invloed zijn op de toe- en uittredingscondities in een sector, doordat deze bijdraagt aan de winstgevendheid van bedrijven. Zodoende kunnen zij de toetreding van vervuilende bedrijven stimuleren en uittreding voorkomen. Het kan dus zijn dat subsidies, door toetredende bedrijven, er aan bijdragen dat de totale milieuvervuiling van een sector toeneemt, maar de milieuvuiling van individuele bedrijven afneemt (Baumol en Oates, 1988).

³ Dit heeft betrekking op de subsidieregelingen EIA en EINP, die bij het agentschap Senter worden uitgevoerd.

In tegenstelling tot subsidies zijn belastingen en verhandelbare emissierechten beide kosteneffectief.⁴ Het grootste voordeel van verhandelbare emissierechten is, dat de marginale bestrijdingskosten niet bekend hoeven te zijn. Er kan simpelweg een gewenst emissieplafond worden vastgesteld. Een belangrijke voorwaarde voor een goede werking van het systeem is, dat er veel vragers en aanbieders moeten zijn. Een ander probleem is, hoe dient te worden omgegaan met de initiële allocatie van rechten: via een veiling of gratis toedelen? In geval van belastingen bestaat nog het probleem, dat de schade afhankelijk kan zijn, waar de vervuiling plaatsvindt. In dat geval moeten verschillende belastingpercentages voor de vervuilers worden gehanteerd. Het mag duidelijk zijn, dat dit het informatieprobleem alleen nog verder zal vergroten. Verder is de politieke haalbaarheid geringer, vanwege het discriminatoire karakter van de maatregel. Op lange termijn is het efficiënt om alle bedrijven en huishoudens zoveel mogelijk dezelfde belasting te laten betalen. Dat leidt er namelijk toe dat de energiebesparingen daar plaatsvinden waar dat het goedkoopst is. Bedrijven en huishoudens voor wie het verminderen van het energiegebruik goedkoper is dan het betalen van de energiebelasting, zullen op energie gaan besparen, terwijl de anderen hun energiegebruik niet omlaag zullen brengen maar de belasting gaan betalen.

Het vormgeven van milieubeleid is complex omdat het besluitvormingsproces plaatsvindt in een netwerk van partijen, gekenmerkt door pluriformiteit, wederzijdse afhankelijkheid, geslotenheid en dynamiek. De verschillende partijen, hebben allen een eigen belang en ideale oplossing voor het milieuprobleem. Echter, om de milieuproblemen voor toekomstige generaties te minimaliseren zal continue gestreefd moeten worden naar dynamische allocatieve efficiëntie, oftewel alle productiefactoren worden continue optimaal benut. Het onderzoek naar of de ontwikkeling van nieuwe producten en productieprocessen kan vanuit maatschappelijk oogpunt sub-optimaal worden geacht.

2.2 BELEIDSINSTRUMENTEN EN INNOVATIE

De vraag welk beleidsinstrument nu het meest geschikt is om innovatie te stimuleren, is mede afhankelijk van de context waarin het instrument wordt toegepast. De voordelen van marktconforme instrumenten zijn:

- efficiency, omdat elke vervuiler de keuze krijgt om te investeren in nieuwe technologieën of voor de vervuiling te betalen. De vervuiler kan niet gedwongen worden om te investeren waarbij de marginale kosten groter zijn dan de belasting of emissieplafond (= marginale opbrengsten). Dit betekent dat de milieuwinst tegen de laagst mogelijke kosten wordt behaald;
- er is een financiële prikkel om alle vervuiling te verminderen – niet alleen tot het niveau van het emissieplafond. Er wordt een constante vraag naar innovatie gecreëerd (Stewart, 1981). Indien een bedrijf nieuwe technologieën blijft ontwikkelen, zal het minder belasting gaan betalen en daardoor de productie kunnen uitbreiden tot het punt waar de marginale kosten gelijk zijn aan de energieprij. In het geval van verhandelbare emissierechten kan het bedrijf besluiten om de productie uit te breiden of de extra emissierechten te verkopen;
- marktconform beleid is minder afhankelijk van de beschikbaarheid van technologieën dan een op standaarden gebaseerde beleid en daarom sneller te introduceren tegen lagere kosten. De vraag naar regulering is namelijk minder. Er hoeven geen complexe, gedetailleerde engineering en economische vraagstukken worden opgelost (Stewart, 1981); en
- economische instrumenten blijken meer procesgeïntegreerde oplossingen (inclusief recycling technologieën) te stimuleren dan end-of-pipe technologieën.

⁴ Bij belasting treedt kosteneffectiviteit op doordat de marginale bestrijdingskosten (MBK) = marginale schadekosten (MSK). In het geval van emissierechten zal er een markt ontstaan waar een prijs tot stand komt, die de alternatieve kosten van vervuiliingsreductie weergeeft. Doordat alle vervuilers met dezelfde prijs worden geconfronteerd zal de MBK voor alle vervuilers gelijk zijn.

Er zijn ook duidelijke nadelen, namelijk:

- in geval van belastingen is niet altijd duidelijk hoe de vervuiler zal gaan reageren. Er kan bijvoorbeeld re-allocatie van productie optreden;
- de totale milieukosten kunnen te hoog zijn, in het bijzonder voor de energiebelasting (investeringskosten nieuwe technologie plus belasting), wat de politieke aantrekkelijkheid doet verminderen;
- om effectief te kunnen zijn moeten vervuilers reageren op prijssignalen, dit is niet altijd het geval (bijvoorbeeld de benzineprijs en het autogebruik); en
- de prijsprikkel moet voldoende hoog zijn om bedrijven aan te sporen tot het ontwikkelingen van milieuvriendelijke technologieën.

Tabel 1 beschrijft de effectiviteit en efficiëntie eigenschappen van verschillende beleidsinstrumenten, het doel (om innovatie en/of diffusie te stimuleren) en de context waarin het mag worden toegepast. Dit is de zienswijze van Kemp (1997).

TABEL 1 : DE GESCHIKTHEID VAN BELEIDSINSTRUMENTEN OM DIFFUSIE EN INNOVATIE TE STIMULEREN

BELEIDSINSTRUMENT	ALGEMENE KENMERKEN	DOEL WAARVOOR INSTRUMENT GEBRUIKT MAG WORDEN ⁵	CONTEXT WAARIN INSTRUMENT TOEGEPAST MAG WORDEN
Belastingen	Efficiënt, onzekerheid over respons van de industrie, gevaar van een te zwakke en indirecte stimulans, totale milieukosten voor de industrie zijn waarschijnlijke te hoog en minimale politieke draagvlak	Diffusie en incrementele innovaties	In geval van heterogene vervuilers die reageren op prijssignalen en als er veel verschillende technologieën zijn voor het bereiken van de milieubaten
Verhandelbare emissierechten	Effectief en kosteneffectief	Innovatie en diffusie	Idem als belasting en indien kosten van monitoren en transactie niet te hoog zijn
Convenanten	Onzekerheid of bedrijven zich committeren; aanvullen met sanctie indien geen commitment, en lage administratiekosten	Diffusie	In geval van veel vervuilers en vele technologische oplossingen en als monitoren van milieu prestaties hoge kosten met zich mee brengt
Innovation waivers	Idem als technologie voorgeschreven standaarden	Innovatie	Als technologische mogelijkheden beschikbaar zijn en als onzekerheid is over de beste oplossing
Technologie gebaseerde milieu standaarden	Effectief in meeste gevallen en uniforme standaarden leiden tot inefficiënties in geval van heterogene vervuilers	Diffusie en incrementele innovatie	Als het verschil in marginale kosten om milieu vervuiling tegen te gaan klein zijn en economisch haalbare oplossingen voorhanden zijn
Technologie geforceerde standaarden	Effectief en gevaar van te hoge kosten en sub-optimale technologieën	Innovatie	Als technologische mogelijkheden beschikbaar zijn en als er onzekerheid is over de beste oplossing
R&D-subsidies	Gevaar sponsering van tweederangs projecten en free-riders	Innovatie	Als de markt voor milieu technologie nog niet bestaat, als er onzekerheid is over toekomstig beleid en als er problemen zijn om de voordelen te benutten van innovaties
Investeringssubsidies	In conflict met vervuiler betaalt principe en gevaar van free-riders	Diffusie	Als industrie een concurrentie nadeel ondervindt door minder stringent milieubeleid in andere landen
Communicatie	Helpt om de attentie van bedrijven en consumenten te trekken op milieu problemen en beschikbare oplossingen	Diffusie	als er een gebrek aan milieu besef is en informatie gebreken
Overheid als een "match maker"	Oplossingen specifiek toegesneden op behoeften en vereist technologische kennis van processen en producten	Innovatie en diffusie	Als er informatie gebreken zijn

Bron: Kemp, 1997

Uit Tabel 1 blijkt, dat in het algemeen een mix van instrumenten nodig is om milieuvriendelijke technologieën te stimuleren. In het geval van heterogene bedrijven met verschillende productietechnieken, zijn economische instrumenten aan te bevelen. Deze instrumenten zijn economisch efficiënt in tegenstelling tot standaarden. Het gevaar bestaat echter wel dat bijvoorbeeld belastingen en subsidies, een

⁵ Het doel en context waarvoor het instrument mag worden gebruikt, is de zienswijze van Kemp.

te zwakke prikkel kennen. Milieustandaarden zijn vooral gericht op beschikbare end-of-pipe technologieën en stimuleren in beperkte mate de ontwikkeling van nieuwe technologieën. Er vindt voornamelijk diffusie van bestaande technieken plaats. Het opleggen van technologiestaan­daarden zijn daarentegen een betere manier om innovatie te stimuleren, maar kunnen resulteren in hoge kosten voor de industrie. Een andere mogelijkheid om innovatie te stimuleren, is het beschikbaar stellen van subsidies gericht op R&D. Het gevaar bestaat echter dat tweederangs technologieën worden ontwikkeld en/of free-rider gedrag optreedt. Het inzetten van communicatieve instrumenten draagt bij aan het verhelpen van informatiegebreken over technologieën.

Een ander belangrijke punt is de rol van leer- of ervaringscurven bij de ontwikkeling en diffusie van energiebesparende technieken. Een leer- of ervaringscurve geeft het verband weer tussen de kosten van een bepaalde techniek, in termen van input zoals arbeid en anderzijds de cumulatieve output geproduceerd met die techniek. Naarmate een techniek meer wordt toegepast treden er leereffecten op ("learning-by-doing" of "learning-by-using") waardoor de techniek zelf verbetert en de gebruikersefficiëntie.

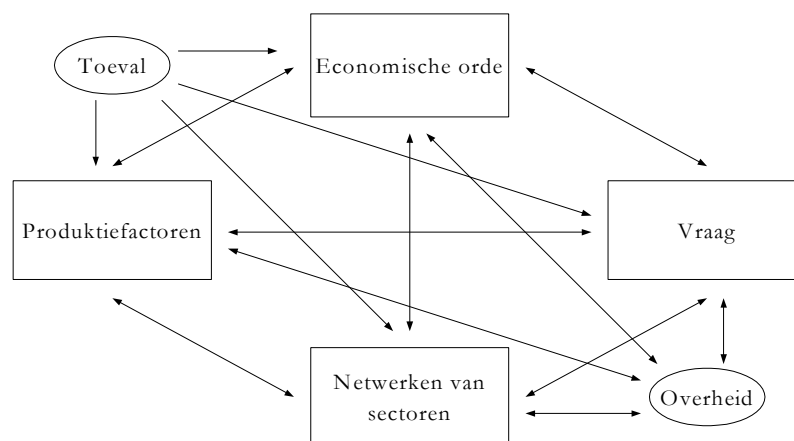
Kortom, om innovatie te stimuleren is het van belang om de inzet van beleidsinstrumenten met elkaar te combineren om voordeel uit synergie-effecten te behalen. In het algemeen, is voor het stimuleren van milieuvriendelijke technologieën een mix van instrumenten vereist, afhankelijk van specifieke factoren en omstandigheden. Indien we teruggrijpen op de vraagstellingen uit de inleiding en de drie beleidsinstrumenten (convenanten, belastingen, en verhandelbare emissierechten) met elkaar vergelijken, dan blijkt uit de theorie dat energiebelastingen en verhandelbare emissierechten het meest geschikt zijn, om innovatie te stimuleren. Beide instrumenten creëren, vanwege de financiële prikkel, een constante vraag naar innovatie.

2.3 COMPARATIEVE VOORDELEN EN CONCURRENTIEVERMOGEN

In het denken over concurrentiekracht kan men twee strekkingen onderscheiden, namelijk de neoklassieke en de Schumpeteriaanse. In de neoklassieke theorievorming staat de kostprijs centraal en in de Schumpeteriaanse het belang van innovaties en kennis. Sinds de theorievorming van Schumpeter (1942), die aan kracht en invloed heeft gewonnen, mede dankzij het werk van Porter (1990), is er een stroming die innovatie als de centrale verklarende factor van economische processen identificeert. Deze stroming stelt, dat de uitkomst van het economische proces niet zozeer door de aanwezigheid van productiefactoren wordt bepaald, maar wat met behulp van kennis en innovatie met die productiefactoren wordt gedaan. De wijze waarop gebruik wordt gemaakt van hulpbronnen, is bepalend voor de concurrentiekracht.

Porter (1990), lanceerde een viertal determinanten, dat de structuur en het functioneren van een economie bepalen, namelijk; de productiefactoren, de vraag, de netwerken van sectoren en de economische orde. Naast de vier genoemde onderdelen onderscheidt hij nog de twee variabelen: toevalsfactoren en de overheid. Deze determinanten, tezamen de Porter-diamant genoemd, zijn onderling nauw met elkaar verbonden en bepalen de concurrentiekracht van een land (zie Figuur 1).

FIGUUR 1: PORTER-DIAMANT



Er zijn twee concepten, die frequent worden gebruikt om het begrip concurrentiekracht te beschrijven, namelijk:

- *comparatieve voordelen*; deze hebben betrekking op een efficiënte allocatie van resources - technologie, arbeid, kapitaal, management expertise, infrastructuur en overheidsbeleid - op nationaal niveau, voornamelijk tussen de sectoren. De producten worden geproduceerd daar waar dat relatief het goedkoopst kan. Handel ontwikkelt zich, overeenkomstig de neoklassieke economische theorie, langs de lijnen van comparatieve voordelen. De wijze waarop landen omgaan met de beschikbare resources verklaren de handelspatronen; en
- *concurrentie voordelen of concurrentievermogen*; geeft aan of een bedrijf succesvol concurreert in de handel van goederen en diensten, gegeven een bepaalde overheidsbeleid en economische structuur. Concurrentievermogen wordt bepaald door de commerciële prestaties van individuele bedrijven.

Comparatieve voordelen hebben betrekking op landen en concurrentievermogen op bedrijven. Een veel toegepaste index om de ontwikkeling in concurrentiekracht te onderzoeken is die van Balassa (1965). Balassa onderzocht op een directe manier, de handelspatronen zonder te kijken naar de onderliggende resources, productiviteit, subsidies of prijzen. In deze methode wordt verondersteld dat de comparatieve voordelen (revealed comparative advantage) verklaard kunnen worden, door te kijken naar de handelsprestaties van individuele goederen en landen. De handelspatronen van goederen reflecteren daarbij de relatieve kosten als wel het verschil in niet-prijs concurrerende factoren, zoals overheidsbeleid. De Balassa-index voor een goed k wordt als volgt bepaald:

VERGELIJKING 1: RCA-INDEX

$$\text{Revealed Comparative Advantage (RCA)} = \frac{\frac{X_k^i}{X_k^m}}{\frac{X_t^i}{X_t^m}}$$

X_k^i = export van goed k , door land i

X_k^m = totale export van goed k naar de rest van de wereld

X_t^i = totale export t van alle goederen van land i

X_t^m = totale export van alle goederen in de hele wereld

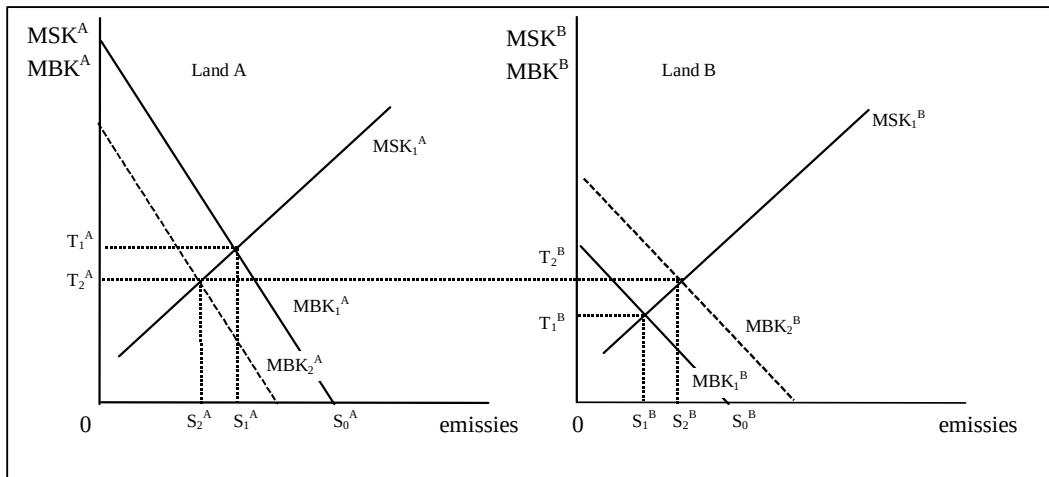
Een $RCA > 1$, betekent dat het land een comparatief voordeel heeft in het produceren en exporteren van goed k . De RCA-index is statisch van aard en dient met voorzichtigheid te worden toegepast. De index dient alleen als ex post indicator.

2.4 RELATIE TUSSEN MILIEUBELEID EN INTERNATIONALE HANDELSSTROMEN

De analyse, waarbij gekeken wordt hoe milieubeleid doorwerkt op de internationale handelsstromen, berust onder andere op het model van Van Long en Siebert (1991). Zij hebben een model geconstrueerd, waarin de factor milieu wordt opgenomen in een soort Heckscher-Ohlin-Samuelson model (HOS-model). Heckscher en Ohlin hebben de mate, waarin verschillende landen de beschikking hebben over diverse productiefactoren, als verklaring aangevoerd, waarom de comparatieve voordelen tussen landen verschillen. Het twee-landen, twee-productiefactoren, twee-produkten HOS-model van Van Long en Siebert (1991) gaat uit van de volgende belangrijke veronderstellingen: er wordt alleen gekeken naar de emissies van stationaire bronnen, er is geen grensoverschrijdende vervuiling, elk land voert zijn eigen milieubeleid en de producten en kapitaal kunnen zich vrij over de landsgrenzen bewegen.

Uit het HOS-model in Figuur 2, blijkt dat op lange termijn egalisering plaatsvindt van de heffing op emissies.

FIGUUR 2: EGALISERING VAN MILIEUBELASTINGEN OP DE LANGE TERMIJN



Noot: MSK = marginale schadekosten, MBK = marginale bestrijdingskosten en T = milieuheffing

Er wordt aangenomen dat beide landen dezelfde marginale schadekostenfunctie hebben ($MSK_1^A = MSK_1^B$), dat er een verschil bestaat in de schoonmaaktechnologie (helling MBK) en in de initiële milieukwaliteit (hoogte van de MBK) tussen de twee landen. Bij internalisering van de externe effecten heeft land B een comparatief voordeel omdat het een betere milieukwaliteit heeft (MBK_1^B ligt lager dan MBK_1^A) en dat voor het niveau van vervuiling zonder een optimale belasting $OS_0^A > OS_0^B$ is) en een gunstigere bestrijdingstechnologie (MBK_1^A heeft een steiler verloop dan MBK_1^B). De optimale milieuheffing is hierdoor in elk land dan ook zodanig, dat $OT_1^A > OT_1^B$. De niveaus van vervuiling zijn hierbij OS_1^A respectievelijk OS_1^B . Land B zal de vervuiling laten toenemen. Land A zal de tegenovergestelde beweging laten zien. De MBK van land B schuift naar rechts (MBK_2^B) en van land A naar links (MBK_2^A). Hierdoor zal bij optimaal milieubeleid de vervuiling in land B stijgen (naar OS_2^B) en in land A dalen (naar OS_2^A). Op de lange termijn bestaat, door voortdurende aanpassingen in de preferenties over milieubeleid (en daarmee in T) en de daaruit voortvloeiende kapitaalbewegingen tussen beide landen, een tendens naar egalisering van de heffing op emissies tussen de twee landen ($OT_2^A = OT_2^B$). Er is sprake van "locational arbitrage" (Siebert, 1991). De intensief vervuilende ondernemingen zullen zich verplaatsen naar landen met minder stringente milieueisen: bedrijven gaan zich in eerste instantie in land B vestigen.⁶

Bovenstaande analyse betreft vervuiling, die beperkt blijft tot de landsgrenzen. In het geval van grensoverschrijdende vervuiling zal een land in haar milieubeleid geen rekening houden met de schadelijke milieueffecten die voortkomen uit de productie in het eigen land en die neerkomen in een ander land. De prijs in het vervuilende, exporterende land is te laag (het niet internaliseren van de vervuiling) en in het importerende land te hoog. In geval van ongecoördineerd beleid is vrijhandel niet langer optimaal. De vervuiling kan ook voortkomen uit de consumptie van een goed. Handelsliberalisering zal tot een welvaartsstijging leiden, wanneer het land dit goed exporteert. De welvaart kan daarentegen dalen, indien het land dit goed importeert. Milieubeleid kan het potentiële welvaartsverlies mitigeren, wanneer op de vervuiling voortkomend uit consumptie een (optimale) heffing wordt geheven. Indien het in het binnenland geproduceerde goed in de consumptie meer vervuilend is dan het importgoed, zal importliberalisering echter zonder meer tot welvaartswinst leiden. Stel dat een bepaald land dat een netto-exporteur is van een vervuilend goed, geen invloed heeft op de importprijs, maar wel op de exportprijs. Milieubeleid zal nu tot een stijging van de exportprijs leiden. Hiermee ontstaan voor dit land ruilvoetwinsten. Voor een gegeven hoeveelheid exporten, kan dit land meer importeren; haar aandeel in de voordelen van internationale handel zal stijgen. Deze welvaartswinst kan het verlies, voortvloeiende uit de gedaalde concurrentiekracht van de vervuilende sector, compenseren. Dit land kan in een bepaalde specifieke situatie dus een welvaartswinst verkrijgen uit een verbeterde milieukwaliteit, een verbeterde ruilvoet en specialisatie.

⁶ Als land B vervolgens reageert met een strengere milieueisen zullen bedrijven zich vervolgens weer in land A gaan vestigen ('overshooting').

De belangrijkste uitkomst van het HOS-model is, dat in de afwezigheid van grensoverschrijdende vervuiling, handelsbelemmeringen uit netto-welvaartsoogpunt (dit is inclusief de milieukwaliteit van een land) niet optimaal zijn. Daarnaast is in een initiële situatie waarbij $OT^A = OT^B$ en land A de milieueisen aangescherpt: de vervuiling in land B stijgt, de belasting op vervuilende emissies in beide landen stijgt (waarbij zij in beginsel in land A sterker stijgt dan in land B) en er kapitaal naar land B wordt gedreven.

Er kleven een aantal belangrijke bezwaren aan het gepresenteerde model. Het grootste bezwaar is, dat als land A zeer stringent milieubeleid heeft, er kapitaaluitstroom zal plaatsvinden, waardoor de productie in land A zal dalen en werkloosheid zal optreden. De politieke haalbaarheid van een dergelijk milieubeleid is daarmee niet erg groot. Zolang de milieueisen tussen landen verschillen, zal het land waar het milieubeleid het gunstigste is (land B) een voordeel in enge zin hebben.⁷ Stel dat land B haar voordelige positie niet wil opgeven en dus ook niets zal ondernemen en dat land A niet bewust is over het effect van haar eigen milieubeleid op het tempo van milieudegradatie en/of de politieke reactie in land B, dan zal het milieu in beide landen, uit oogpunt van een optimale allocatie, te ver degraderen.⁸ Van Long en Siebert brengen tegen deze weergave in, dat op de lange termijn een harmonisatie ex post zal plaatsvinden, doordat land B ten gevolge van een daling van de milieukwaliteit een stijging in haar preferenties ervaart waardoor T^B stijgt: op de lange termijn ontstaat er een evenwicht. De vraag is of een preferentieverschuiving groot genoeg is om op tijd door te dringen in de politieke besluitvorming. Het aanpassingsproces in het model kent twee structurele problemen. Enerzijds dat de politieke besluitvorming van milieubeleid in beide landen hetzelfde is, mocht dit niet zo zijn dan is het aanpassingsmechanisme niet meer vanzelfsprekend. Anderzijds zal het aanpassingsproces niet volledig werken omdat locational arbitrage niet in de extreme visie van Siebert optreedt. Het gevoerde betoog is namelijk te partieel. Er zijn verschillende factoren die het aanpassingsproces kunnen beïnvloeden namelijk; strategisch gedrag, een stugge werking van locational arbitrage en de mogelijke verschillen in absorptiecapaciteit, de bestrijdingstechnologie, de milieukwaliteit, de initiële hoogte van de heffing op emissies en overige initiële condities. Een ander probleem is, dat het model statisch is, waardoor weinig over het aanpassingsproces kan worden gezegd. De oorzaken van internationale handel zijn dynamisch, denk hierbij aan veranderingen in de beschikbaarheid van productiefactoren, vraagpatronen en technologie.

Het is van belang om onderscheid te maken tussen nationale en grensoverschrijdende vervuiling (spillovers). Indien spillover-effecten in de analyse worden meegenomen, leidt ongecoördineerd milieubeleid tot een inefficiënte situatie oftewel de allocatie is niet langer Pareto-optimaal.⁹ De veroorzaker van de milieuschade verschuift een deel van de bestrijdingskosten naar het land dat de emissies ontvangt en heeft dus een kunstmatig comparatief voordeel. Dit kan zowel uni- als multidirectionaal zijn. Handelsbarrières kunnen zowel in een situatie van uni- als multidirectionale spillovers in welvaartsverbeteringen resulteren. Siebert stelt daarom voor om een toelaatbaar niveau van spillover te specificeren, door een internationale concentratienorm vast te stellen. De fysieke kwaliteit van een milieusysteem (lucht, water) wordt dan gespecificeerd voordat zij de grens overgaat. De concentratienorm wordt bepaald door een egalisering van de marginale baten en de marginale kosten. Om de vervuiler tot bestrijding te prikkelen kunnen "side payments" nodig zijn. De vervuiling dient te worden gemeten op het moment dat zij het vervuilende, exporterende land verlaat. Als er een coöperatieve overeenkomst tussen de relevante landen tot stand is gekomen, kan op nationaal niveau bepaald worden hoe de concentratienormen bereikt dienen te worden. Er kunnen zich twee problemen voordoen tot het komen van concentratienormen, namelijk het monitoren van het vervuilende exporterende land kan leiden tot "moraal hazard" problemen, doordat de eigen vervuiling wordt onderschat en strategisch gedrag bij de vaststelling van de initiële bestrijdingskosten.

⁷ Het nadeel is een verslechterende milieu.

⁸ Dit is echter onwaarschijnlijk omdat beide landen rationeel handelen.

⁹ Een maatschappelijke toestand is Pareto-optimaal, indien de welvaart van ten minste één individu toeneemt, zonder dat de welvaart van ten minste één ander individu afneemt.

2.5 MILIEUBELEID, INDUSTRIËLE LOCATIE EN VESTIGINGSKLIMAAT

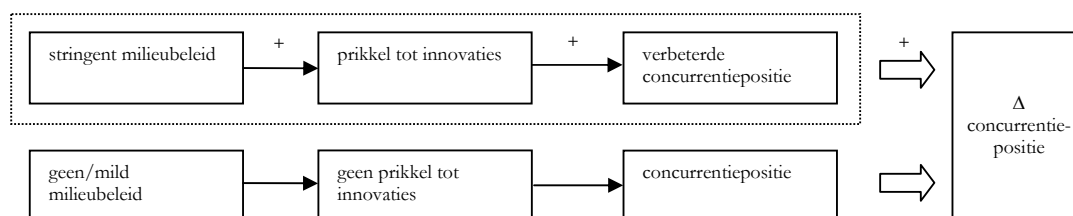
Een goed vestigingsklimaat is in een kleine open economie een belangrijke pijler onder de welvaartsontwikkeling. Het model van Van Long en Siebert maakte duidelijk, dat in een situatie waarbij kapitaal volledig mobiel en arbeid immobiel is, heffingen resulteren in kapitaalvlucht. Deze vlucht is sterker naarmate het gemakkelijker is kapitaal door arbeid te vervangen in het land waar de heffingen worden ingevoerd, kapitaal gemakkelijker geabsorbeerd wordt in de regio zonder heffingen en consumptiegoederen uit verschillende landen beter substitueerbaar zijn. Markusen (1993) laat zien, dat bij een te stringent milieubeleid er discrete veranderingen in vestiging kunnen optreden, in het bijzonder bij industrieën met positieve schaafeffecten. Het blijkt, dat een substantiële aanscherping van milieubeleid in de ene regio tot sluiting van vestigingen kan leiden. Motta en Thisse (1993) wijzen echter op het belang van grote "fixed sunk-costs", waarbij verplaatsing de niet meest waarschijnlijke reactie is op stringent milieubeleid. Met sunk-costs wordt bedoeld, het verlies bij gedwongen verkoop van bijvoorbeeld vaste productiemiddelen (gebouwen en machines) zou ontstaan doordat de verkoopprijs van deze productiemiddelen lager is dan de boekwaarde. Productiemiddelen zijn soms zo specifiek en eenzijdig inzetbaar dat ze niet of nauwelijks inzetbaar zijn in andere marktsectoren. Daarnaast bestaat de kans dat er al een overcapaciteit heerst in de sector. Hoge sunk-costs zetten bedrijven ertoe aan slechts in het uiterste geval de markt te verlaten. Immer, een gedwongen aftocht brengt grote verliezen met zich mee. Sunk-costs zijn dus zowel een toe- als uittredingsbarrière. Van Beers en Van der Bergh (1997), hebben empirisch ondersteuning gevonden voor de gedachte van Motta en Thisse.

Echter, de aantrekkelijkheid van het vestigingsklimaat wordt door verschillende factoren bepaald, namelijk de productiviteit van de productiefactoren arbeid en kapitaal en de kosten daarvan. Deze zijn afhankelijk van de beschikbaarheid en de kwaliteit van het arbeidsaanbod, de kwaliteit van de fysieke infrastructuur en publieke dienstverlening, de mate van stabiliteit van het macro-economisch klimaat, agglomeratie-effecten, de prijsvorming op de arbeids- en kapitaalmarkt en van het fiscale klimaat (zie Devereux en Griffith, 1998). Devereux en Griffith (1998) hebben onderzoek gedaan naar de locatiebeslissing van internationale ondernemingen en gekeken naar zowel het effect van de effectieve druk in de vennootschapsbelasting als het effect van de loonkosten per eenheid product. Zij vinden dat de effectieve druk in de vennootschapsbelasting de locatiebeslissing wel beïnvloedt, maar de loonkosten per eenheid product niet. Dit onderzoek beperkt zicht tot de Verenigde Staten. Verder hebben Carlin, Glyn en Van Reenen (2001) onderzoek gedaan naar factoren die de export performance van landen en bedrijfstakken beïnvloeden. Zij vinden dat de loonkosten per eenheid product via de prijsconcurrentiepositie van invloed zijn op de export performance, maar dat R&D-intensieve bedrijven daarvoor relatief ongevoelig zijn.

2.6 DE PORTER-HYPOTHESE

Er zijn in het algemeen twee theorieën over de gevolgen van stringent milieubeleid en internationale concurrentiepositie. De ene is de traditionele neoklassieke theorie welke veronderstelt dat stringent milieubeleid extra kosten met zich meebrengt. Deze kosten worden doorberekend in de prijs van het product, waardoor Nederlandse producten duurder worden dan vergelijkbare producten in het buitenland. De Nederlandse producten worden daardoor minder goed verkocht, wat een verslechtering van de concurrentiepositie betekent. Tegenover de traditionele zienswijze staat de Porter-hypothese. Porter veronderstelt dat stringent milieubeleid bedrijven aanzet tot innovaties, waardoor de productiviteit en prestaties toenemen. In Figuur 3, is de Porter-hypothese op vereenvoudigde wijze, schematisch weergegeven.

FIGUUR 3: SCHEMATISCHE WEERGAVE VAN DE PORTER-HYPOTHESE



De traditionele zienswijze is statisch van aard en gaat ervan uit dat het productieproces vast ligt en daarmee de gemiddelde vaste kosten. De kosten van de in het productieproces verbruikte grondstoffen en energie, almede reparatie- en onderhoudskosten, zijn variabel. Stringent milieubeleid, bijvoorbeeld in de vorm van belastingen, zal leiden tot een stijging van de gemiddelde variabele kosten en daarmee een toename in de gemiddelde totale kosten. De totale stijging in kosten leidt vervolgens tot een verslechterde concurrentiepositie.

De neoklassieke theorie gaat uit van de volgende veronderstellingen:

- milieu-investeringen vervangen productieve investeringen (crowding out); en
- milieu-reguleringen verminderen de keuzemogelijkheden van bedrijven.

$a + b \Rightarrow$ hogere kosten $\Rightarrow$ verslechtering van de concurrentiepositie

hogere kosten $\Rightarrow TK = VK \uparrow + FK \Rightarrow |VK \uparrow|$ en $\Delta FK = 0$

TK = totale kosten, VK = variabele kosten en FK = vaste kosten.

In tegenstelling tot de traditionele zienswijze veronderstelt Porter dat internationale concurrentie dynamisch is en gebaseerd op innovaties. Porter gaat er vanuit dat bedrijven blijven zoeken naar mogelijkheden om te ontkomen aan de stijging van de gemiddelde variabele kosten. Die mogelijkheid is er door niet alleen de variabele maar ook de vaste productiefactoren inzet (het productieproces) op lange termijn aan te passen. Wanneer een bedrijf wordt geconfronteerd met stringent milieubeleid zal het nieuwe technologieën gaan ontwikkelen om de gemiddelde variabele kosten te verlagen. Er is dus een continue prikkel tot dynamische allocatieve efficiency. De ontwikkeling van nieuwe technologieën zal op korte termijn resulteren in hogere vaste kosten maar op lange termijn is de absolute afname in variabele kosten groter.

Porter veronderstelt dat stringent milieubeleid leidt tot:

- efficiënte verbeteringen; en
- radicale innovaties.

$a + b \Rightarrow$ lagere kosten $\Rightarrow$ verbetering van de concurrentiepositie

lagere kosten $\Rightarrow TK = VK \downarrow + FK \uparrow \Rightarrow |VK \downarrow| > |FK \uparrow|$

De kostenvoordeel door "innovation offsets" leidt per saldo tot een verbeterde concurrentiepositie. Dat bedrijven hun concurrentiepositie verliezen, is volgens Porter dan ook gebaseerd op een statische visie. Dit kan echter wel betekenen dat een aantal bedrijven zullen stoppen met de productie of zich elders gaan vestigen, maar dat juist andere bedrijven zullen innoveren. Er wordt uiteindelijk per saldo een betere concurrentiepositie verworven.

Innovatie kan daarbij betrekking hebben op end-of-pipe en/of procesgeïntegreerde technologieën. In het laatste geval is doorgaans sprake van incrementele innovatie, het voortdurend verbeteren van bestaande processen: *making things better*. Porter bedoelt met "innovations" zowel product als proces innovaties, gericht op de gehele productieketen van grondstof tot eindproduct. Het gaat daarbij niet om end-of-pipe of incrementele aanpassingen, maar om radicale proces- of productinnovaties, waarbij nieuwe concepten worden toegepast: *making better, other things*. De milieueffecten van end-of-pipe technologieën zijn namelijk beperkt omdat het productieproces niet wezenlijk wordt veranderd (zie Tabel 2).

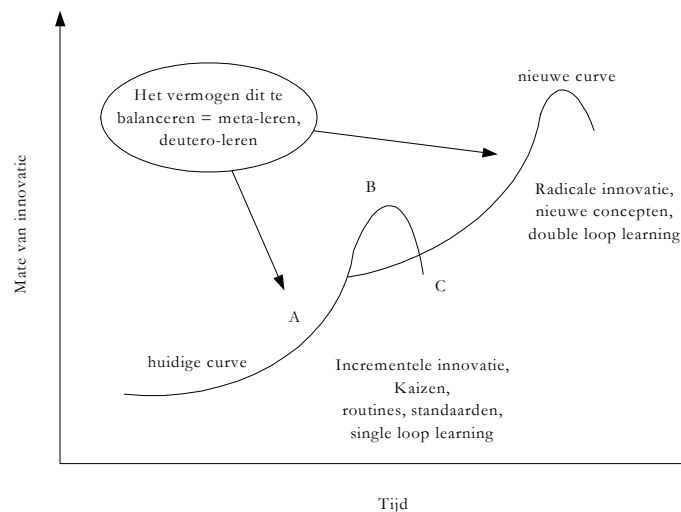
TABEL 2: END-OF-PIPE VERSUS PROCESGEÏNTEGREERDE TECHNOLOGIEËN

END-OF-PIPE TECHNOLOGIEËN	PROCESGEÏNTEGREERDE TECHNOLOGIEËN
Tijdelijke en mediale verschuiving van milieuproblemen	Vermindering van de energie-input en daardoor CO ₂ -emissie
Extra energieverbruik voor de aandrijving	Vermindering van schoorsteenemissies
Geringe potentieel voor ernstige milieuproblemen (zoals broeikaseffect)	Bijdrage aan de oplossing voor mondiale milieuproblemen zoals het broeikaseffect of ozonlaagafbreuk

Bron: Coenen/Klein-Vielhauer, 1997

Radicale innovaties veronderstellen een andere soort leerproces buiten het dagelijkse proces van continue verbetering (zie Figuur 4). Argyris en Schön (1978) maken voor leerprocessen binnen organisaties een onderscheid tussen "single-loop-leren" - het leren binnen het bestaande referentiekader - en "double-loop-leren" - het leren van nieuwe paradigma's, normen, missies en strategieën. "Deutero-leren" is het bewust zijn, welk soort leren in welke situatie noodzakelijk is.

FIGUUR 4: INCREMENTELE EN RADICALE INNOVATIE EN VERSCHILLENDE SOORTEN VAN LEREN



Bron: Jacobs en Waalkens, 2001

In het algemeen heeft men de neiging om pas in actie te komen voorbij punt B. Op dat moment ontbreekt echter de tijd en middelen om aan nieuwe concepten te werken. Het aanvankelijke leerproces bij radicale innovaties verloopt namelijk langzaam. Begrotingen houden meestal het single-loop-leren in stand door het controleren van de uitgaven, de omzet, de winst en andere graadmeters van de prestaties om er zeker van te zijn dat organisatorische activiteiten binnen de grenzen blijven, die zijn vastgesteld door het budgetteringsproces. In de single-loop-controle wordt vaak een geheugenfunctie ingebouwd, zodat vorige prestatieniveaus als norm worden gebruikt om het huidige niveau te controleren. Voor technologische ontwikkelingen is single-loop-leren voornamelijk te herkennen aan marginale aanpassingen van het bestaande productieproces of implementatie van bewezen end-of-pipe technologieën. Radicale innovaties zijn doorgaans het resultaat van double-loop-leren. De activiteiten om dit niveau van leren te bereiken zijn doorgaans te herkennen aan:

- geplande R&D of het programmeren van innovatie volgens de kalender;
- initiatieven gericht op samenwerking met andere ondernemingen. De belangrijkste motieven voor strategische allianties zijn efficiencytoename, verlaagde risico R&D en verkorting van ontwikkelingstijd. Samenwerking kan echter ook besluitvorming als uitvoering vertragen en daardoor het managen van innovaties bemoeilijken;
- het creëren van concurrentie tussen verschillende afdelingen en teams gericht op R&D;

- aanstelling van een innovatiemanager, die vrijheid heeft, gaat min of meer zijn eigen gang, is creatief bezig, zoekt oplossingen en genereert ideeën. Hij is flexibel en steeds erop uit iets nieuws te bedenken;
- concurrent engineering om ontwikkeltrajecten te verkorten. Hierdoor worden organisaties gedwongen sneller en anders te leren om de concurrentie voor te blijven; en/of
- concurrent research waarbij ontwikkelonderzoek en marketingonderzoek tegelijkertijd worden uitgevoerd en niet op het moment dat er daadwerkelijk een prototype is.

In het ex post onderzoek (Hoofdstuk 4) wordt gekeken of voor energiebesparing, de producenten van papier en karton het stadium van double-loop-lernen hebben bereikt.

Om tot nieuwe concepten te komen geeft Porter de voorkeur aan marktconforme instrumenten in tegenstelling tot "command-and-control" beleid. Over het te voeren milieubeleid komt hij dan ook met de volgende aanbevelingen:

- doelstellingen moeten helder omschreven zijn, waarbij het beleid gericht moet zijn op uitkomsten en niet op technologie zoals "best available technology" of "best available control technology";
- milieubeleid moet gericht zijn op de gehele productieketen, van grondstof tot aan het eindproduct. Porter geeft de voorkeur aan product- en procesaanpassingen in plaats van "end-of-pipe" technologieën, welke vaak ook nog meer kosten met zich mee brengen;
- de inzet van marktconforme regulering, zoals belastingen en verhandelbare emissierechten, verdient de voorkeur;
- verzamelen en verspreiden van informatie over de voordelen van innovaties, zowel in het binnen- als buitenland. Dit kan bijvoorbeeld via kenniscentra of demonstratieprojecten, waarbij universiteiten in samenwerking met de industrie nieuwe technologieën ontwikkelen;
- het voorkomen van rechtszaken omdat deze onzekerheid scheppen en belemmerend zijn voor het innovatieproces; en
- duidelijke coördinatie tussen industrie en overheden, tussen lokale overheden en centrale overheden en tussen overheden op internationale niveau. Het gaat hierbij overwegend om welke milieuvoorschriften voor wie bestemd zijn.

Porter ziet het covenant niet als een instrument dat radicale innovaties uitlokt omdat taakstellingen tot stand komen via compromissen en niet leiden tot zeer ambitieuze doelstellingen. Een mild milieubeleid zal bedrijven er niet toe prikkelen om meer te gaan samenwerken met andere partijen in het technologienetwerk. De andere partijen (bijvoorbeeld onderzoeksinstanties, universiteiten en machinebouwers) worden dan ook minder gestimuleerd om mee te denken in nieuwe concepten. Er worden dus geen synergievoordelen behaald.

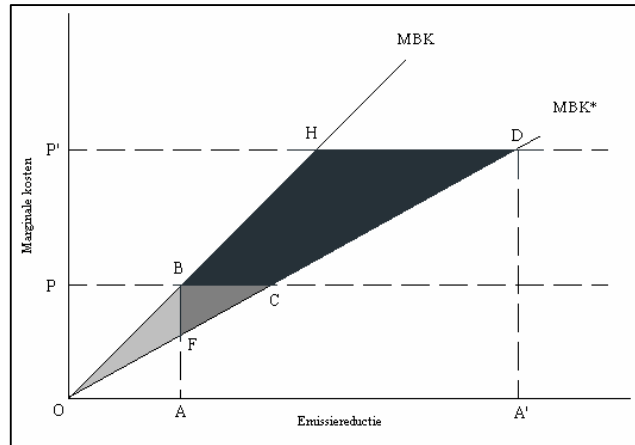
2.6.1 KRITIEK OP DE PORTER-HYPOTHESE

Het meest directe onderzoek naar de Porter-hypothese is dat van Palmer, Oates en Portney (1995). De auteurs zijn het op een aantal fronten eens met Porter. Allereerst geven zij ook de voorkeur aan het inzetten van marktconforme instrumenten in tegenstelling tot command-and-control beleid. Ten tweede worden de lagere kosten van nieuwe technologieën vaak overschat. Ten slotte, dat informatie-uitwisseling over de technische mogelijkheden gestimuleerd dient te worden en dat regulering in een aantal gevallen heeft geleid tot kostenbesparende innovaties.

De kritiek van Palmer *et al.* op Porter is, dat zij ontkennen dat bedrijven structureel inefficiënt functioneren en de traditionele economie statisch van aard is, waarbij geen rekening wordt gehouden met de dynamische effecten van milieubeleid. In de traditionele milieueconomie wordt terdege rekening gehouden met de dynamische aspecten van milieubeleid. Denk hierbij aan prikkels die uitgaan van heffingen en verhandelbare emissierechten om innovaties te stimuleren (Kneese and Bower, 1968).

Palmer *et al.* tonen modelmatig (zie Figuur 5) aan, dat de invoering van stringent milieubeleid tot een daling van de winsten leidt.

FIGUUR 5: DE PRIKKEL OM TE INNOVEREN BIJ HEFFINGEN



Noot: MBK = marginale bestrijdingskosten

Het model is statisch van karakter en houdt geen rekening met de onzekerheid van R&D beslissingen. Verder wordt aangenomen dat de vervuiler winstmaximaliserend is en in een ideale concurrerende markt functioneert; het gaat uit van de output en R&D-uitgaven van zijn concurrent en ziet regulering als exogeen. In de argumentatie van Palmer *et al.*, wordt er vanuit gegaan dat de overheid heffingen inzet om innovaties te stimuleren.

Indien het bedrijf investeert in R&D wordt MBK teruggebracht naar MBK*, zodat een grotere emissiereductie wordt gerealiseerd. Zolang het bedrijf de vervuiling tegen lagere kosten kan voorkomen dan de heffing, zal het blijven investeren in R&D. Echter, na het punt waar MBK hoger zijn dan de heffing (P), zal het er voor kiezen om de heffing te betalen. Het bedrijf kiest een winstmaximaliserende schoonmaakniveau, zodanig dat MBK = P (punt B). Bij punt A is de situatie optimaal, maar er is geen prikkel tot innovaties. Indien het bedrijf investeert in R&D om van MBK naar MBK* te komen, zal bij gelijkblijvende productie (bij punt A) de R&D-uitgaven groter zijn dan de baten van het bedrijf. De extra R&D-uitgaven voor de nieuwe schoonmaaktechnologie levert dus geen voordeel op. Dus uitkomst B levert meer winst op dan bij punt C. Het voordeel van de R&D-inspanningen is enerzijds dat het realiseren van emissiereductie goedkoper is geworden (het voordeel is OFB) en anderzijds wordt er minder heffing betaald (het voordeel is BCF). Het totale voordeel door innovatie is dus de oppervlakte OFCB. Doordat de R&D-uitgaven, om van MBK tot MBK* te komen, groter zijn dan de baten voor het bedrijf zal zij niet gaan innoveren. De vraag is nu wat het bedrijf zal doen als de overheid een stringent milieubeleid gaat voeren, en dus de emissieheffing verhoogt naar P'. Porter veronderstelt dat als het bedrijf niet zal investeren in nieuwe technologieën, de winst zal gaan afnemen door de hogere heffing en daarmee achteruitgaat in de concurrentiekracht. Het valt niet te zeggen of een bedrijf door de hogere heffing, wel of niet zal gaan investeren in de nieuwe technologie. Palmer *et al.*, willen juist aan tonen dat de winst ook afneemt indien het bedrijf gaat investeren in nieuwe schoonmaaktechnologieën (uitkomst H en D zullen dan beide minder voordeel moeten opleveren dan B). Het spreekt zich dat als het bedrijf de bestaande technologie blijft toepassen, een hogere heffing resulteert in een lagere winst. In dit geval zal het bedrijven verschuiven van B naar H. Alhoewel de vervuiling is afgenomen is het bedrijf nu wel slechter af omdat dezelfde hoeveelheid kosten moeten worden gemaakt als vooraf bij een lagere heffing. Tussen B en H zijn de kosten voor het bedrijf hoger om de vervuiling te verminderen dan voorheen bij een lagere heffing. De baten bij D (hogere heffing en nieuwe technologie) zijn lager dan de baten bij B. (lagere heffing en bestaande technologie). Opgemerkt dient te worden dat langs de MBK*-curve, de baten bij D (gegeven de hogere heffing) lager zijn dan de baten bij C (gegeven de lagere heffing). Zoals reeds is uitgelegd, indien de technologie constant blijft, zorgt een hogere heffing voor een lagere winst. Hieruit volgt dat $D < C < B$.

Het uitgangspunt van het model was, dat het bedrijf bij P niet zal investeren in de nieuwe technologie omdat de baten bij C lager zijn dan B. Als de baten bij B groter zijn dan C en de baten van C weer groter zijn dan D, dan resulteert een hogere heffing in een lagere winst, zelfs als geïnvesteerd wordt in nieuwe technologieën. Daarom geldt de Porter-hypothese in het model niet. Indien het bedrijf verkeert in een situatie van volledige mededinging en de productie variabel is (dus kan veranderen door een hogere emissieheffing), blijft deze conclusie gehandhaafd. Ook indien het model een dynamisch karakter gegeven wordt en de doelstelling van het bedrijf zich in de tijd zou uitstrekken, het maximaliseren van de totale gediscoteerde winst, verandert er niets aan de uitkomst. Palmer *et al.*, suggereren twee modificaties van het model dat eventueel wel tot hogere winst kunnen leiden. Deze zijn de mogelijkheid dat het bedrijf zich strategisch gedraagt en de mogelijkheid dat het bedrijf in eerste instantie inert is en zich niet bewust van het bestaan van een superieure technologie (X-efficiency).

Op het betoog van Palmer *et al.* kan ook kritiek worden geleverd, namelijk er wordt uitgegaan van volstrekte zekerheid over kosten en potentiële winsten en het geponeerde verloop van de MBK-curve is bindend voor de conclusies. Daarnaast is het mogelijk dat bedrijf A, voordat het milieubeleid strikter wordt overgaat op nieuwe technologieën en bedrijf B een afwachtende houding aanneemt, een relatief concurrentievoordeel kan verwerven. Dit kan het geval zijn, indien de MBK-curve op een gegeven moment een afnemend verloop krijgt door bijvoorbeeld leereffecten (de techniek wordt verbeterd). In het geval verhandelbare emissierechten kunnen de uit technologische ontwikkelingen voortvloeiende emissierechten worden verkocht. Indien de opbrengst hoger is dan de R&D-uitgaven, kan het bedrijf zo op een concurrentievoordeel komen. Echter, de Porter-hypothese als uitgangspunt voor het formuleren van milieubeleid, zou bij een bepaalde optimale technologie zelfs kunnen leiden tot dusdanige toename in productie en dat daardoor de emissies absoluut gezien toenemen.

2.6.2 PARADOX VAN HET MILIEUBELEID

Een belangrijke vraag is, waarom stringent milieubeleid nodig is om bedrijven aan te zetten tot innovaties. Indien innovaties de concurrentiepositie van bedrijven verbeteren, waarom zijn er dan prikkels nodig in de vorm van stringente milieumaatregelen. De verklaring voor deze paradox ligt in het feit op welke wijze bedrijven functioneren en wijkt af van het neoklassieke paradigma. In de neoklassieke economie wordt ervan uitgegaan dat bedrijven optimale beslissingen nemen onder alle omstandigheden en gericht zijn op winstmaximalisatie. Volgens Porter is dit geen beschrijving van de werkelijkheid. Coase en Stiglitz beschrijven het als volgt:

"The firm in mainstream economic theory has often been described as a "black-box". And so it is. This is very extraordinary given that most resources in a modern economic system are employed within firms, with how these resources are used dependent on administrative decisions and not directly on the operation of the market". (Coase, 1992).

"Most production in modern economies occurs within organisations, and this production is regulated only to a limited extent by prices... These observations make it clear that if economists wish to understand how resources in modern economies are allocated, we must understand what goes on inside organisations". (Stiglitz, 1991).

De steun voor de Porter-hypothese ligt in het feit dat bedrijven niet kostenminimaliserend werken; bedrijven hebben om verschillende redenen, vooral onzekerheid over de markt en technische ontwikkelingen, onvoldoende informatie om steeds optimale beslissingen te nemen. Gabel en Sinclair-Desgagné (1993, 1995 en 1997) stellen dat bedrijven in de praktijk beslissingen nemen op basis van routines en gewoontes die niet zijn vastgelegd. Bedrijven zien milieumaatregelen als een verandering van regels, die van buitenaf wordt opgelegd. De principaal (bijvoorbeeld de directeur) wordt door de nieuwe regels, aangezet om veranderingen door te voeren. De agenten (bijvoorbeeld de projectmanagers) in het bedrijf moeten in opdracht, daar weer op reageren, waarbij onvermijdelijk fouten worden gemaakt. De fouten zijn het gevolg van een te grote "span of control", onvolkomenheden in de informatiestromen,

"bounded rationality" etc. Deze fouten zijn volgens Gabel en Sinclair-Desgagné systematisch van aard en zijn het daarom eens met Porter.

"The objective is to show that organisational failure is pervasive and systematic, that it has important implications for environmental management, and thus that it is an interesting phenomenon for academics, business managers, and public policy makers to understand" (Gabel en Sinclair-Desgagné, 1998).

Evenals Porter geven zij een groot aantal voorbeelden van gevallen waarin milieumaatregelen economisch aantrekkelijk zijn maar vanwege systematische fouten niet worden geïmplementeerd. Zij benadrukken dat in de literatuur over de Porter-hypothese, de reorganisatiekosten onvoldoende worden meegenomen. Gabel en Sinclair-Desgagné sluiten win-win situaties niet uit, maar zijn van mening dat "there should be no presumption that the Porter hypothesis is true for more than statistically extreme cases".

2.7 CONCLUSIES

De belangrijkste conclusies en inzichten uit de theoretisch beschouwing kunnen als volgt worden samengevat:

- De kern van milieuproblematiek blijkt te zitten in een niet optimaal systeem van eigendomsrechten en de daaruit voortvloeiende negatieve externe effecten van productie en consumptie. Dit betekent een imperfecte markt met sub-optimale allocatie en externe kosten. Om dit marktfalen tegen te gaan zal continue gestreefd moeten worden naar dynamische allocatieve efficiëntie. Om bedrijven hiertoe te prikkelen, wordt de voorkeur gegeven aan belastingen en verhandelbare emissierechten. Beide instrumenten creëren namelijk een constante vraag naar innovaties. Subsidies kunnen leiden tot tweede hands technologieën en free-rider gedrag. Convenanten stimuleren voornamelijk diffusie van technieken.
- De effecten van milieubeleid op internationale handelsstromen leiden tot de volgende conclusies. Ten eerste zal een optimaal milieubeleid voor een gesloten economie in een open economie niet zonder meer welvaartsoptimaal zijn. In de tweede plaats zal vrijhandel niet langer zonder meer welvaartsoptimaal zijn, wanneer rekening wordt gehouden met de milieukwaliteit van een land. Op korte termijn bestaat er een afweging tussen handel en milieukwaliteit. Handelsliberalisering kan voor bepaalde landen, die netto-exporteur van een relatief (nationaal) vervuilingsintensief goed zijn, tot een negatief welvaartsresultaat leiden. Optimaal milieubeleid leidt tot een positief resultaat. Met grensoverschrijdende vervuiling leidt vrijhandel, in een niet-coöperatieve situatie, zonder meer tot een negatief resultaat voor een land, wanneer het een netto-importeur van de vervuiling is. Op lange termijn wordt bovenstaande afweging geoptimaliseerd via egalisering van milieubelastingen tussen landen. Vrijhandel is dan optimaal uit welvaarts oogpunt, zelfs indien rekening wordt gehouden met de milieukwaliteit van een land.
- Ten aanzien van milieubeleid en locatie is de aanpassingstermijn van belang. Deze is afhankelijk van de individuele preferenties (via belangengroepen, politieke besluitvorming en verschuiving in de vraag) en de mobiliteit van kapitaal. Indien kapitaal volledig mobiel is of gemakkelijk is te vervangen door arbeid zal stringent milieubeleid tot kapitaalvlucht leiden. Echter, wanneer er sprake is van hoge sunk-cost is verplaatsing van kapitaal niet de meest waarschijnlijke reactie op stringent milieubeleid. De aantrekkelijkheid van het vestigingsklimaat wordt door verschillende factoren bepaald, namelijk de productiviteit van de productiefactoren arbeid en kapitaal en de kosten daarvan.

- Dat milieubeleid tot een verslechterde concurrentiepositie leidt, vloeit voort uit een statische visie op de concurrentiekracht. Indien dynamische aspecten worden meegenomen kan stringent milieubeleid resulteren in innovaties en daarom de concurrentiepositie verbeteren (de Porter-hypothese). Bedrijven zijn in eerste instantie inert en zich onvoldoende bewust van het bestaan van een superieure technologieën. Het gaat daarbij niet om end-of-pipe of incrementele procesaanpassingen, maar om radicale innovaties.

De theoretisch inzichten, over de relatie tussen milieubeleid, innovaties en concurrentiepositie, in dit hoofdstuk vormen nu de basis voor de analyse in de papier- en kartonindustrie.

3. DE PAPIER- EN KARTONINDUSTRIE

In dit hoofdstuk staan de thema's, milieubeleid, innovatie en concurrentiepositie centraal voor de papier- en kartonindustrie. In §3.1 wordt allereerst het milieubeleid in Nederland voor de sector besproken. Aansluitend wordt in §3.2 een vergelijking met omringende landen gemaakt ten aanzien van de energie-efficiency. In §3.3 komt het technologienetwerk aan bod. Vervolgens worden in §3.4 de belangrijkste drijvende factoren achter de concurrentiekracht uiteengezet. In §3.5 staan de conclusies centraal.

3.1 MILIEUBELEID IN DE PAPIER- EN KARTONINDUSTRIE

De belangrijkste milieuonderwerpen in de Nederlandse papier- en kartonindustrie zijn, energie, grondwaterverbruik, NO_x-emissies, emissies naar water, vermisting en afval verwijdering. Dit onderzoek beperkt zich tot energie-efficiency, derhalve worden alleen de beleidsinstrumenten besproken, die daarop van toepassing zijn. Dit zijn vrijwillige afspraken, energiebelastingen en subsidies.

3.1.1 VRIJWILLIGE AFSPRAKEN

Zowel in Nederland als in omringende landen zijn in de afgelopen jaren vrijwillige afspraken gemaakt tussen de overheid en energie-intensieve sectoren om een bepaalde gekwantificeerde inspanning te leveren op het vlak van energie-efficiency. In 1993 heeft de Vereniging van Nederlandse Papier- en kartonfabrieken met het Ministerie van Economische Zaken een Meerjarenafpraak (MJA) afgesloten. Een MJA is een vrijwillige afspraak tussen de overheid en een energie-intensieve sector. De MJA is in 1996 verlengd tot aan het einde van 2000 en beoogde een energie-efficiency verbetering per eenheid product van 20% ten opzichte van 1989. In juli 1999 is het convenant Benchmarking energie-efficiency ondertekend namens alle 28 fabrieken in de Nederlandse papier- en kartonindustrie. In het convenant is afgesproken dat de sector, voor wat betreft de energie-intensieve inrichtingen, op het gebied van energie-efficiency tot de wereldtop ("best practice") zal behoren. Dit betekent dat de sector zich niet aan een absoluut maar relatief CO₂-plafond heeft geconformeerd.

3.1.2 MILIEUBELASTINGEN

In Nederland worden momenteel de volgende milieubelastingen geheven op grond van de Wet belastingen op milieugrondslag (Wbm): de belasting op grondwater, de belasting op leidingwater, de belasting op afvalstoffen, de brandstoffenbelasting (BSB) en de REB. De REB is in 2001 met ruim 70% van de inkomsten het grootste onderdeel van de Wbm. In 1992 is de BSB ingevoerd en in 1995 samen met de nieuwe belastingen op grondwater en afvalstoffen opgenomen in de Wbm. In 1996 werd daaraan de REB toegevoegd. Een deel van de REB-gelden worden teruggesluisd in de vorm van verlaging van de inkomsten- en/of vennootschapsbelasting.

Eén van de belangrijke aspecten bij het invoeren of verhogen van milieugerelateerde belastingen is het (internationale) concurrentievermogen van sommige economische sectoren. In Nederland maar ook in andere landen is dit ook een reden geweest om grootverbruikers van energie voor een deel uit te sluiten van de energiebelasting. Nederland heeft in de regulerende energiebelasting gekozen voor een degressief systeem met tariefschijven, waarbij het absolute gebruik boven een bepaalde hoeveelheid in zijn geheel is vrijgesteld (zie Bijlage I). In Nederland wordt door de Werkgroep vergroening van het fiscale stelsel II bezien of een verdere ontwikkeling en verbreding mogelijk is. Parallel hieraan loopt de discussie om in Europees verband te komen tot harmonisatie van de effectieve belastingdruk voor energie. Op dit moment is de belastingdruk op energie in Nederland in Europees of OESO verband niet bijzonder hoog.

Vooralsnog lijkt de conclusie gerechtvaardigd dat zowel in Nederland als in het buitenland voor de industrie geen bijzonder hoge energieprijzen gelden. Hierbij moet worden opgemerkt dat in een toenemende liberaliserende markt de energieprijzen en de geldende belasting steeds meer een afzonderlijke dynamiek krijgen. Sinds de liberalisering van de energiemarkt, hebben bedrijven te maken met afzonderlijke tarieven voor het gebruik van de infrastructuur en piekbelastingen. Daarom wordt een

vergelijking met andere landen steeds lastiger. Zo kan de vergoeding bij het terugleveren van elektriciteit aan het net, afkomstig van WKK's (warmte-krachtkoppelingen), per land verschillen.¹⁰ In Nederland is vanwege de goedkopere import van stroom, het teruglevertarief onder de kostprijs komen te liggen waardoor WKK's relatief duur zijn geworden.

In Bijlage II, is respectievelijk de prijs van elektriciteit en aardgas (inclusief belastingen) over de periode 1990 t/m 2000 in Europa weergegeven. De gemiddelde prijs is berekend op basis van de mediaan van de prijzen op verschillende locaties in elk land. Hieruit blijkt dat in het bijzonder de elektriciteitsprijs voor de industrie in Nederland één van de laagste is in vergelijking met de andere landen. De gasprijzen horen in Nederland tot het gemiddelde. De combinatie van het milde regime ten aanzien van de grootverbruikers en de lage tot gemiddelde energieprijzen voor de industrie duidt voor die periode niet op een bovengemiddelde energiebelasting druk in Nederland.

3.1.3 SUBSIDIES

De overheid heeft in de afgelopen jaren verschillende energiesubsidies beschikbaar gesteld. Onder energiesubsidies wordt verstaan die subsidies die via het bevorderen van investeringen leiden tot emissiereductie van CO₂ of energiebesparing. De belangrijkste subsidies voor de energie-intensieve industrie zijn: Energie-investeringsaftrek (EIA), Besluit Subsidies Energieprogramma's Subsidieregeling, (BSE), Europese steun voor innovatieve projecten op energiegebied, CO₂-reductieplan, Energiebesparing door Innovatie (EDI), Afschrijving Milieu-investeringen (VAMIL) en Programma Economie, Ecologie en Technologie (EET). Naast de energiesubsidies bestaat ook de regeling Fiscale stimulering van Speur- en Ontwikkelingswerk (WBSO). De WBSO is een fiscale faciliteit voor ondernemers en zelfstandigen die Speur- & Ontwikkelingswerk (S&O) verrichten. Onder S&O wordt verstaan technisch-wetenschappelijk onderzoek, de ontwikkeling van technisch nieuwe fysieke producten of fysieke productieprocessen en de ontwikkeling van technisch nieuwe programmatuur, en ook hieraan voorafgaand haalbaarheidsonderzoek. De WBSO gaat dus verder dan alleen energiebesparing.

3.2 ENERGIE-EFFICIENCY IN VERGELIJKING MET ANDER LANDEN

Het primaire energieverbruik per ton papier bedroeg 11,74 GJ in het referentiejaar 1989. Wanneer het secundaire energieverbruik wordt opgesplitst naar inzet van diverse procesonderdelen (bijvoorbeeld aandrijving machines, grondstoffenbereiding of perspartij), blijkt dat het specifieke elektriciteitsverbruik tussen de verschillende producten varieert van 350 kWh tot 1500 kWh per ton papier, met een sectorgemiddelde van 800 kWh. De belangrijkste elektriciteitsgebruikers zijn de grondstoffen-voorbereiding en de aandrijving van de papiermachine. Het specifieke stoomverbruik varieert van 5,5 tot 8,5 GJ per ton papier en wordt voor het overgrote deel ingezet in de droogpartij voor de verwarming van de droogcilinders

Binnen het productieproces en voornamelijk de droogpartij, gebruikt de papiermachine de meeste energie. Verbeteringen van het specifieke energieverbruik zijn daarom doorgaans gericht op het reduceren van de energievraag van de droogsectie. Dit kan enerzijds worden bereikt door het verbeteren van bestaande technologieën en anderzijds door de ontwikkeling van nieuwe doorbraaktechnologieën. Een alternatieve route is het verhogen van de hoeveelheid water die in de perspartij wordt verwijderd. Als een drogere papierbaan de droogpartij binnen komt, zal minder energie nodig zijn voor verdamping. Het energiebesparingspotentieel zou nog kunnen toenemen indien meer gebruik wordt gemaakt van oud papier. Dit is echter onwaarschijnlijk omdat de verhouding oud papier en pulp inmiddels 75%/25% bedraagt en de eisen ten aanzien van kwaliteit, bedrukbaarheid en houdbaarheid, die gelden in de grafische sector (druk- en schrijfpapier) een substantiële toename van secundaire vezels in de weg staan.

Energiebesparing is over het algemeen geen drijvende kracht voor kapitaalinvesteringen, maar wordt vaak als additioneel gezien. Voor de toekomst kunnen energiebesparingsinspanningen overschaduwd worden door een hogere kwaliteitsvraag en oud papier van lagere kwaliteit. Belangrijke drijvende krachten zijn kapitaalkosten, verbeteren van "runnability" (het voorkomen dat de papierbaan breekt) en

¹⁰ WKK is het gelijktijdig opwekken van warmte en kracht m.b.v. een warmtekrachtinstallatie.

producteigenschappen. Het verbeteren van de producteigenschappen kan leiden tot het gebruik van goedkopere grondstoffen. Dit is echter zeer aantrekkelijk omdat besparingen op grondstofkosten 2 tot 4 keer zo groot kunnen zijn als op energiekosten.

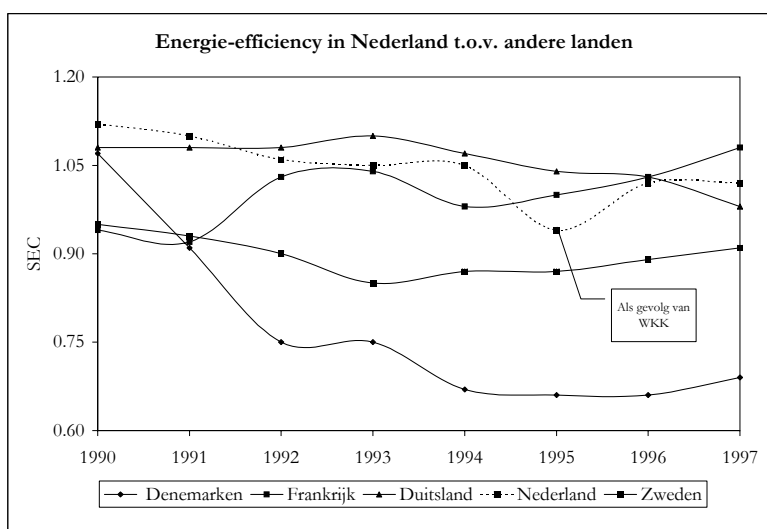
Om een vergelijking te kunnen maken tussen landen ten aanzien van de energie-efficiency binnen de sector moet rekening worden gehouden met de inzet van de relatieve hoeveelheid pulp en de productie van verschillende goederen (Farla *et al.*, 1997; Worrell *et al.*, 1997). Daarom wordt gebruikt gemaakt van een gewichtsfactor (PPI), die het referentie energieverbruik weerspiegelt van het specifieke product. Het referentieniveau heeft daarbij betrekking op "best plant" of "best practice". De geaggregeerde fysieke energie indicator (SEC) is het quotiënt van de som van het actuele energieverbruik (ΣE) van alle goederen (x) en de som van het referentie energieverbruik (ΣE_{ref}) van alle goederen (zie Vergelijking 2).

VERGELIJKING 2: FYSIEKE ENERGIE INDICATOR

$$SEC = \frac{\sum E_x}{PPI} = \frac{\sum E_x}{\sum E_{ref,x}}$$

Als de indicator ≤ 1 , dan produceert de sector gelijk of energie-efficiënter dan het referentieniveau. Een ratio > 1 betekent dat de energie-efficiency verbeterd kan worden. Een nadeel van deze methodologie is dat het in eerste instantie moeilijk is om geschikte data te vinden, met name voor het formuleren van de gewichtsfactoren. Best plant en best practice zijn niet eenvoudig te bepalen en kan per jaar veranderen. Ten tweede kan internationale consensus over best practice problematisch zijn. In Figuur 6 is de energie-efficiency index voor de papier- en kartonindustrie in Nederland, Duitsland, Denemarken, Zweden en Frankrijk weergegeven.

FIGUUR 6: ENERGIE-EFFICIENCY IN DE PAPIER- EN KARTONINDUSTRIE



Bron: Blok *et al.*, 1997

Uit Figuur 6 blijkt dat de Deense pulp en papierindustrie het meest efficiënt ten opzichte van de andere landen.¹¹ De toename in de geaggregeerde energie-efficiency kan alleen verklaard worden door grote energiebesparingen en verschuiving van de sectorstructuur. In tegenstelling tot Nederland en Duitsland, mag ook Zweden zich rangschikken tot de energie-efficiëntere landen. Aangezien de Deense pulp- en papierindustrie het meest energie-efficiënt is, zou te verwachten zijn dat de energie belastingdruk in Denemarken ook groter zou zijn dan in de andere landen. Uit Bijlage II blijkt dat de energiebelastingdruk in Denemarken niet bovengemiddeld is.

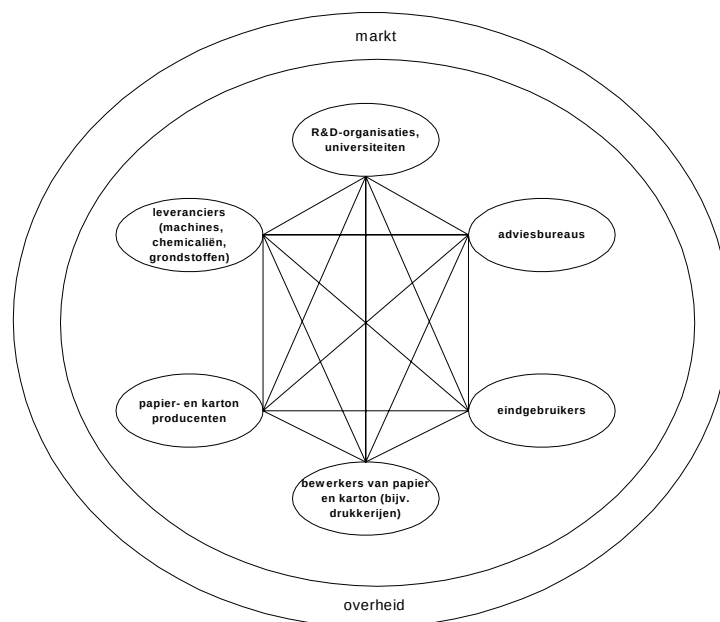
¹¹ Opgemerkt dient te worden dat in tegenstelling tot de andere landen heeft Denemarken maar 1 productiefabriek.

3.3 TECHNOLOGIENETWERK

De papier- en kartonindustrie wordt doorgaans gekarakteriseerd als een low-technology sector, vanwege de relatief weinig directe R&D activiteiten. De sector wordt zeker als innovatief beschouwd als het gaat om de ontwikkeling en marketing van nieuwe producten, en gebruikers van nieuwe technologieën die afkomstig zijn van andere sectoren. Vanuit dit perspectief is de papier- en kartonindustrie een belangrijke terrein voor innovatie, groei en toepassing. De technologie in de papier- en kartonindustrie kan verdeeld worden in drie categorieën, namelijk: implementatie van technologieën, die buiten de sector worden ontwikkeld (bijvoorbeeld WKK en elektrisch aangedreven technologie), aangepaste technologieën met kleine aanpassingen (controle systemen met aangepaste sensoren) en specifieke technologie voor de pulp en papier sector (systeem analyses, apparatuur voor het beheersen en optimaliseren van het productieproces). De technologieën van categorie twee en drie worden voornamelijk door de sector zelf ontwikkeld. Doorbraaktechnologieën worden op dit moment voornamelijk in het buitenland ontwikkeld omdat de belangrijkste leveranciers van papiermachines en R&D-instellingen, ten behoeve van de pulp en papier productie, zich in het buitenland bevinden. Zo wordt op dit moment in Zweden de veelbelovende doorbraaktechnologie impulse-drying (radicale innovatie) onderzocht en zal naar verwachting in 2010 operationeel zijn.¹²

De belangrijkste partijen in het technologienetwerk zijn in Figuur 7 afgebeeld. De lijnen tussen alle partijen geven het institutionele karakter van innovatie weer, welk extreem variërend is en gepaard gaat met een complex netwerk van achterwaarts, voorwaarts, horizontale en zijdelinkse relaties en koppelingen tussen bedrijven en organisaties, zoals universiteiten of onderzoeksinstituten. Informatie-uitwisseling hangt voornamelijk af van informele en contractuele relaties tussen individuen en organisaties binnen het technologienetwerk. Het netwerk wordt dus gekenmerkt als dynamisch.

FIGUUR 7: DE BELANGRIJKST PARTIJEN IN HET TECHNOLOGIENETWERK



Op basis van Figuur 7 kan worden geconcludeerd dat de papier- en kartonindustrie, tijdens de ontwikkeling van nieuwe technologieën, opereert in een complexe omgeving. De producenten zijn daarbij sterk afhankelijk van andere partijen. Betrokken partijen kunnen bij de ontwikkeling van nieuwe concepten strategisch gedrag vertonen. Denk bijvoorbeeld aan machinebouwers, die tijdens het offertestadium te optimistisch zijn over de technische haalbaarheid van doorbraaktechnologieën met als

¹² Bron: ATLAS project op initiatief van Europese Commissie, FG XVII (http://europa.eu.int/comm/energy_transport/atlas/homeu.html).

doel een opdracht binnen te halen. De papier- en kartonindustrie vertrouwt op de expertise van deze partij en plaats vervolgens een opdracht. In het verlengde hiervan kan de machinebouwer, doordat zij de opdracht binnen hebben, monopolistisch gedrag gaan vertonen gedurende de bouw of aanpassingen van een productieproces. De overstapkosten voor de sector zijn immers erg hoog. De leverancier ondervindt geen prikkel meer om de voortbrengingskosten te verlagen. Anderzijds kan dit de reputatie van de machinebouwer wel aantasten. Bedrijven kunnen zich ook gesloten gaan opstellen, immers samenwerken met andere partijen kan betekenen dat gevoelige bedrijfsinformatie nodig is. Bedrijven willen dit liever niet en kunnen daardoor selectief zijn in informatieverstrekking, waardoor sub-optimale oplossingen bedacht worden of meer tijd nodig is voor de ontwikkeling van nieuwe technologieën. Dit zijn voorbeelden van strategisch gedrag, die tot hogere kosten kunnen leiden maar ook vertragend kunnen werken op de ontwikkeling van nieuwe technologieën.

Als het gaat om radicale veranderingen in het productieproces zijn de producenten afhankelijk van andere partijen (zie Figuur 7). Het voeren van een stringent milieubeleid zal de producenten ertoe prikkelen om meer te gaan samenwerken met andere partijen. Anderzijds wordt een crisissituatie gecreëerd waarin radicale innovaties als reëel worden gezien en incrementele veranderingen sneller als onvoldoende. De overheid dient wel rekening te houden met de tijdsduur van radiale innovaties. Hiervoor is gemiddeld 10 jaar aan R&D nodig. Dit is een belangrijk gegeven voor het moment waarop milieubeleid aangescherpt wordt. Het te vroeg verhogen van bijvoorbeeld de energiebelasting (aan het begin van de ontwikkelingstraject) kan resulteren in onnodige hoge kosten voor de producenten.

Het is van belang dat de overheid voor de komende jaren wel duidelijk aangeeft hoe stringent het milieubeleid wordt. De producenten hebben dan duidelijkheid en zekerheid, maar ondervinden ook een continue prikkel om te innoveren. Immers op lange termijn staat vast hoe hoog bijvoorbeeld de energiebelasting zal zijn. Deze zekerheid op lange termijn geeft de producenten voldoende tijd om in samenwerking met de andere partijen kosteneffectieve technologieën te ontwikkelen. Het is wel van belang dat producenten, voor de ontwikkeling van nieuwe technologieën, toegang hebben tot de kapitaalmarkt om dit te kunnen financieren.

3.4 DRIJVENDE KRACHTEN ACHTER DE CONCURRENTIEPOSITIE

In dit hoofdstuk worden de belangrijkste determinanten achter de concurrentiepositie in de papier- en kartonindustrie besproken.

3.4.1 TECHNOLOGIE

Gezien alle veranderingen de afgelopen vijftig jaar, hebben "controle system designs" voor de meest revolutionaire veranderingen gezorgd. De beheersingssystemen zorgen voor het procesmanagement met als doel, het optimaliseren van de complete sales-to-delivery-cycle in relatie tot de kosten, flexibiliteit (inclusief de just-in-time leveringen van kleine hoeveelheden), kwaliteit en proces documentatie. Een andere voorbeeld is de introductie van informatie technologieën zoals CAD/CAM en CIM in het ontwerp van en fabricage van papier producten, welke de productiviteit van deze sector significant heeft verbeterd en het mogelijk heeft maakte om nieuw papier met geavanceerde eigenschappen voort te brengen. Een ander belangrijk onderwerp is het creëren en verspreiden van algemeen toepasbare of zelfs digitale kennis. De moeilijkheid zit voornamelijk in de natuurlijke heterogeniteit van de primaire grondstof welke een organisch vezel is en een hoge mate van variëteit heeft ten aanzien van zijn fysische eigenschappen. Een dergelijke heterogeniteit maakt de interactie tussen verschillende variabelen en de technologische problemen te exclusief en multivariabel, voor een wetenschappelijk methodologie om tot generieke resultaten te komen. Kortom, de hoge mate van technische complexiteit en heterogeniteit resulteren in een lange tijd voor radicale innovaties.

3.4.2 SCHAAALVOORDELEN EN BUSINESS CYCLUS

De belangrijkste factor achter concurrentie zijn schaalvoordelen in relatie met de hoge kapitaal investeringen en sunk-costs. De investering voor een standaard fabriek bedraagt tussen US\$ 0,5 en 1 miljard. Het technologisch optimum is ongeveer 1000 ton papier per dag voor volledige chemische fabrieken en 200-400 ton papier voor semi-chemische of mechanische fabrieken. Een dergelijke investering voor additionele productie kan een afwijking tussen vraag en aanbod veroorzaken. In periodes van recessie lijdt de sector aan een overcapaciteit wat resulteert in aanzienlijke prijsfluctuaties. De papier- en kartonmarkten kenmerken zich al decennia lang door een afwisseling van een tekort en overschot aan productie (Sengers, 1995). Op korte termijn is het aanbod volkomen inelastisch (hoeveelheid aangeboden papier en karton ligt korte termijn vast) en op lange termijn is het aanbod elastisch (hoge prijzen zullen op langere termijn tot een grotere aangeboden hoeveelheid papier en karton leiden).

De markten zijn erg conjunctuurgevoelig en opereren wereldwijd onder hoge druk van prijzen en kleine marges. De afwisseling van tekorten en overcapaciteit ontstaat op het moment dat meerdere bedrijven de capaciteiten uitbreiden en denken te kunnen profiteren van een opleving. Dan blijkt de totale capaciteit op mondiaal niveau te groot zijn geworden, waarna het tekort weer verandert in een overschot. Een voorbeeld hiervan is het segment van houtvrij gestreken papier. In de periode van 1989 tot 1992 zijn er zes nieuwe fabrieken in Europa geplaatst. De totale productiecapaciteit nam met 30% toe en er ontstond vervolgens een overcapaciteit. De overcapaciteit ontstaat al snel vanwege het productievolume van een enkele papiermachine. De varkenscyclus in de papier- en kartonindustrie heeft iedere keer geleid tot enkele knelpunten. De overcapaciteit leidde tot lage prijzen en marges, uitstoot van arbeid en aandacht voor kostenbeheersing zoals lager verbruik van grondstoffen, water en energie.

Er zijn ook tendensen van voorwaartse en achterwaartse verticale integratie, dit blijkt uit de verbindingen met oud papier bedrijven, de eigen productie van grondstoffen en de verbindingen met de groothandel. Ook zijn vele papier- en kartonbedrijven verticaal geïntegreerd met kartonnage- en golfkartonbedrijven. Naast cyclische fluctuaties, de continue internationalisering van markten op EU en wereldwijd niveau heeft tot een toenemende druk gezorgd in de historisch conservatieve industrie. Deze situatie heeft aangezet tot investeringen in nieuwe technologieën en een verbeterende efficiency, een proces dat voornamelijk geïnitieerd werd door de Scandinavische landen in de EU-markt. Door de hogere arbeidskosten en lagere productiviteit werden nieuwe productietechnieken toegepast. Deze upgrade betekende zowel shut-downs van oude, inefficiënte fabrieken in Europa en leidde tot een toename in capaciteit van de bestaande fabrieken.

3.4.3 GRONDSTOFFEN

Het gebruik van herbruikbare vezels als grondstof is een belangrijk aspect in de papier- en kartonindustrie om verantwoordelijker om te gaan met grondstoffengebruik. Het potentieel aan hergebruik is voor een groot deel afhankelijk van de geografische locatie en kan een belangrijke factor bij de locatiekeuze zijn. Door te recyclen vindt namelijk geen pulping meer plaats en wordt dus minder energie gebruikt. In Nederland vindt bijna geen pulping meer plaats, pulp wordt voornamelijk geïmporteerd. De verhouding oud papier en pulp bedraagt in Nederland inmiddels 75/25 %.

Toegang tot ruwe materialen, voornamelijk hout en de technische mogelijkheid om het te exploiteren, blijft een dominante factor voor de concurrentiepositie in de pulp en kartonindustrie. De grondstoffen bepalen voor 45% tot 65% de kostprijs van papier. Traditioneel gezien hebben Scandinavische en Noord-Amerikaanse producenten een gunstige aanbodpositie, vanwege het rijkelijk beschikbare zachthout dat zeer geschikt is voor het maken van pulp en papier. In het verlengde van de Heckscher-Ohlin theorie hebben deze landen dus een comparatief voordeel. Dit voordeel heeft ertoe bijgedragen dat de Scandinavische landen voor de helft van de huidige pulpproductie in Europa verantwoordelijk zijn. Andere landen in Europa, waaronder Nederland, moeten nog steeds een groot deel van hun pulp inkopen en zijn dus sterker onderhevig aan prijsfluctuaties op de internationale markt. In de afgelopen jaren is het gebruik van pulp sterk onder druk komen te staan vanwege het uitsterven van verschillende diersoorten en de afbreuk van regenwouden in andere delen van de wereld. Hierdoor heeft het hergebruik van vezels uit oud papier steeds meer aandacht gekregen. Tegenwoordig worden verpakkingmaterialen voor bijna 100%

van gerecycled materiaal gemaakt. Echter, het gebruik van oud papier heeft technologisch gezien grenzen omdat maar een bepaalde hoeveelheid vezels hergebruikt kunnen worden om de kwaliteit van papier en karton te kunnen waarborgen.

De volgende factoren zijn van invloed op de concurrentiepositie van de papier- en kartonindustrie:

- inputkosten; zijn de kosten voor arbeid, grondstoffen, energie en de investeringen in machines en apparaten (kapitaalkosten);
- schaalgrootte; wordt gedefinieerd als de totale productie gedeeld door het aantal fabrieken dat voor deze productie verantwoordelijk is, gecorrigeerd naar bezettingsgraad;
- bezettingsgraad; is de totale werkelijke productie gedeeld door de maximaal mogelijke productie;
- R&D-uitgaven; en
- conjunctuur; exogene factor waar de industrie geen invloed op heeft.

In specifieke markten kunnen nog andere factoren gelden, echter voor de papier- en kartonindustrie zijn dit de belangrijkste factoren. Andere factoren die een rol kunnen spelen bij het concurrentievermogen zijn productkwaliteit, levertijden, strategie en marketing.

3.5 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

De belangrijkste conclusies voor de papier- en kartonindustrie kunnen als volgt worden samengevat:

- Het milieubeleid voor de grootverbruikers, bestaat uit vrijwillige afspraken, energiebelastingen en subsidies. Echter, voor energiebelastingen gelden zowel in Nederland als in andere landen voor de energie-intensieve sectoren, waaronder de papier- en kartonindustrie, lage of nultarieven om de concurrentiepositie niet aan te tasten. Op dit moment is het energiebelastingdruk in Nederland in Europees en OESO verband niet bijzonder hoog. Het milieubeleid in Nederland lijkt vooral gericht geweest op het creëren van consensus.
- Als het gaat om energie-efficiency behoorde Nederland van 1990 t/m 1997 niet tot de meest efficiënte landen. Denemarken en Zweden zijn in die periode het meest efficiënt in het produceren van papier en karton.
- Radicale innovaties vereisen in het algemeen circa 10 jaar aan R&D. Een hechte samenwerking met de partijen in het technologienetwerk, is een belangrijke voorwaarde voor radicale innovaties. De producenten van papier en karton zijn namelijk bij de ontwikkeling van nieuwe technologieën sterk afhankelijk van andere partijen. Strategisch gedrag van partijen kan voor de producenten van papier en karton leiden tot hogere kosten, vertraging tijdens de ontwikkeling van technologieën en sub-optimale oplossingen. Door stringent milieubeleid worden producenten enerzijds geprikkeld om meer te gaan samenwerken met andere partijen. Anderzijds wordt een crisissituatie gecreëerd waarin radicale innovaties als reëel worden gezien en incrementele veranderingen sneller als onvoldoende.
- *Aanbeveling.* De overheid dient rekening te houden met de tijdsduur van radicale innovaties en dus het moment waarop het milieubeleid wordt aangescherpt. Zij zal voor de komende jaren duidelijk moeten aangeven hoe stringent het milieubeleid wordt. Dit geeft zekerheid voor de producenten en zorgt voor een continue prikkel om te innoveren. Deze zekerheid op lange termijn geeft de producenten ook voldoende tijd om kosteneffectieve technologieën te ontwikkelen in samenwerking met andere partijen. Voor de ontwikkeling van nieuwe technologieën, moeten producenten wel de toegang hebben tot de kapitaalmarkt om dit te kunnen financieren.

- De sector wordt gekenmerkt door een varkenscyclus en opereert wereldwijd onder hoge druk van prijzen en kleine marges. De belangrijkste factor achter de concurrentiepositie zijn schaalvoordelen in combinatie met hoge kapitaalinvesteringen en sunk-costs. De hoge sunk-cost zijn voor de sector zowel een toe- als uittredingsbarrière. Het aanscherpen van milieubeleid zal dus slechts in uiterste geval bedrijven aanzetten tot re-allocatie of stopzetting van productie.
- De grondstoffen bepalen voor een groot de kostprijs en daarom een belangrijke factor voor de concurrentiepositie. Echter, door het uitsterven van verschillende diersoorten en de afbreuk van regenwouden komt het gebruik van zachthout steeds meer onder druk te staan. Daarom wordt hergebruik van oud papier belangrijker. Het potentieel aan hergebruik is voor een groot deel afhankelijk van de geografische locatie. De infrastructuur van Nederland, is in tegenstelling tot bijvoorbeeld de Scandinavische landen, ingericht op het hergebruik van oud papier (75%). Een toenemende hergebruik van oud papier leidt enerzijds tot lagere grondstofkosten en anderzijds vindt er geen pulping meer plaats en wordt dus minder energie gebruikt (lagere energiekosten). Dit kan een belangrijke reden voor de producenten zijn om zich in Nederland te blijven vestigen.

4. EX POST ONDERZOEK

Dit hoofdstuk beschrijft in hoeverre het milieubeleid heeft aangezet tot energie-efficiënte (radicale) innovaties en in welke mate dit de concurrentiepositie heeft beïnvloed. In §4.1 worden eerst de resultaten van het milieubeleid in de periode 1989-2000 besproken. In §4.2 wordt onderzocht of er sprake is geweest van innovaties. Aansluitend wordt in §4.3 de concurrentiepositie in kaart gebracht. Ten slotte worden in §4.4 de conclusies uiteengezet.

4.1 RESULTATEN VAN DE MEERJARENAFSPRAAK

Om inzicht te krijgen in het ambitieniveau van de papier- en kartonindustrie is destijds bij het opstellen van de MJA het energiebesparingspotentieel op basis van bestaande technologieën, in kaart gebracht met behulp van de database ICARUS.¹³ In Tabel 3, is het besparingspotentieel op het primair energieverbruik tussen 1990 en 2000 weergegeven, daarbij is onderscheid gemaakt tussen verschillende terugverdientijden (TVT).¹⁴ Het besparingspotentieel van de WKK is daarbij afzonderlijk berekend.¹⁵

TABEL 3 : ENERGIEBESPARINGSPOTENTIEEL TUSSEN 1990 EN 2000

	TVT ≤ 1 JR.	TVT ≤ 3 JR.	TVT ≤ 5 JR.	TECHNISCH POTENTIEEL
Energiebesparingspotentieel op het primair eindverbruik	15%	19%	20%	30%
Energiebesparingspotentieel van WKK op het primair verbruik	0%	0%	0%	13%

Bron: Glasbergen, 1997

In het MJA is vervolgens afgesproken dat de VNP een verbetering van de energie-efficiency met 20% ten opzichte van 1989 zal nastreven. De energie-efficiency heeft betrekking op het gebruik van primaire energie. De efficiency in 1989 wordt vastgelegd door het specifieke primair energieverbruik per eenheid product. Door de producthoeveelheden in een jaar te vermenigvuldigen met het specifieke energieverbruik in 1989 ontstaat een energieverbruik, als zou het bedrijf in dat jaar hebben gewerkt met de efficiency uit 1989. Dit energieverbruik wordt het *referentie energieverbruik* genoemd. De monitoring-systematiek die in 1993 is ontwikkeld, geeft het verloop van de energie-efficiency binnen de VNP weer. Als maat voor de efficiency verbetering wordt de Energie-Efficiency Index (EEI) gebruikt.¹⁶ De energie-efficiency verbetering vergeleken met het referentiejaar 1989 bedraagt 22,9%, daarmee is de MJA doelstelling ruimschoots door de papier- en kartonindustrie gehaald.

¹³ ICARUS is een database met technologieën, over energiebesparing, voor alle sectoren.

¹⁴ $TVT = \frac{\text{investeringskosten (EUR)}}{\text{besparing op energiekosten (EUR/jr.)} - \text{O \& M kosten (EUR/jr.)}}$

O&M kosten = jaarlijkse operationele- en onderhoudskosten.

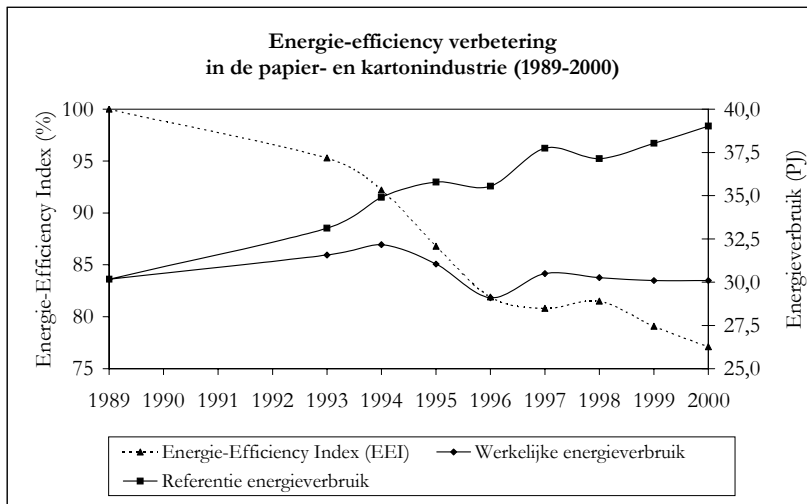
¹⁵ Voor WKK werd de rentabiliteit berekend door uit te gaan van een teruglevertarief van 0,036 EUR/KWh. Voor het berekenen van het besparingspotentieel is uitgegaan van de energieprijzen van 1990 en een omzettingsrendement van 40% van elektriciteitsverbruik naar het primair energieverbruik.

¹⁶ $EEI = \frac{(E_w \pm E_{corr})}{E_{ref}}$

E_w = werkelijke energieverbruik, E_{corr} = correcties op het energieverbruik en E_{ref} = referentie energieverbruik. Correctie hebben bijvoorbeeld betrekking op investeringen ten gevolge van voorschriften of wetgeving zoals milieu- en Arbo-wetgeving, gewijzigde productspecificaties, de bezettingsgraad van productie-installaties en graaddagen.

In Figuur 8 is het verloop van de EEI en primaire energieverbruik van de sector weergegeven.

FIGUUR 8: ENERGIE-EFFICIENCY VERBETERING (1989-2000)



Bron: VNP, 2002

4.2 ENERGIEBESPARINGSMAATREGELEN IN DE PERIODE 1989-2000

Het pakket van maatregelen waarmee de doelstelling van 20% efficiency verbetering in 2000 is behaald, kan in vijf categorieën worden onderverdeeld:

- *good housekeeping/energiemanagement*; hiertoe behoren de verbeteringen van de energie-efficiency ten gevolge van maatregelen in de onderhoudssfeer, eenvoudige aanpassingen, gewijzigde procedures, invoering van kwaliteitszorgsystemen e.d. en ook projecten met als doel het beheersbaar maken van de energie (kosten)stroom teneinde met minimale energie (kosten) de bedrijfsdoelstellingen te realiseren;
- *projecten inzake energieconversie en toepassing van WKK*; hiertoe behoren verbeteringen van het opwekrendement van thermische energie door verlaging van schoorsteen-, convectie- en stralingsverliezen. De voornaamste bijdrage aan besparingen binnen dit pakket van projecten wordt geleverd door WKK;
- *projecten hoofdzakelijk gericht op energiebesparing*; hiertoe behoren projecten als warmte-terugwinning, beperken verliezen van stoom, motoren met toerenregeling, verandering van vacuümsystemen en het aanpassen van waaiers en refiners;
- *projecten die een meer strategisch- en/of vervangingskarakter dragen*; hiertoe behoren projecten die leiden tot structurele aanpassingen van het machinepark en/of wijzigingen in het grondstoffenpakket; en
- *productefficiency-verbetering*; hiertoe behoren projecten die leiden tot vermindering van uitval, breuk en afval. Vermijden van situaties waarbij de papiermachine blijft lopen zonder dat er (verkoopbare) producten afkomen.

In Bijlage III, is een opsomming weergegeven van projecten, die de gehele periode van 1989 t/m 2000 bestrijkt. In Tabel 4 is een geaggregeerd overzicht gegeven van de projecten en wijzigingen die van invloed zijn geweest op de energie-efficiency van VNP in de periode 1989-2000. In de periode 1989-2000 hebben voornamelijk projecten op het gebied van WKK, optimale grondstofinzet en productefficiency verbeteringen bijgedragen aan de besparing van 22,9% (resultaat MJA). De energiebesparing van 22,9% is vooral het gevolg van een aantal grote WKK-installaties (circa 60 MWe/stuk). Deze zijn in de jaren tot en met 1996 in bedrijf gesteld en hebben een aandeel van 42,2% in de totale besparing. Opvallend is dat t.o.v. 1999 een toename van 290 TJ is te zien bij de categorie energieconversie. Dit komt door het minder gebruik maken of zelfs stopzetten van WKK's, vanwege de economische situatie. Door de goedkopere import van stroom, is het teruglevertarief onder de kostprijs komen te liggen waardoor WKK's relatief

duur zijn geworden. Dit betekent dat de energiebesparing door energieconversie weer op lange termijn wordt verminderd. In de monitoring van de MJA worden de resultaten zoveel mogelijk toegeschreven aan specifieke maatregelen. De categorie "niet geïdentificeerd" heeft betrekking op besparingen, die niet specifiek kunnen worden toegeschreven aan een bepaald deel van de maatregelen. De maatregelen kunnen namelijk verder doorwerken in de fabriek.

TABEL 4: VERANDERING ENERGIEVERBRUIK DOOR PROJECTEN EN ANDERE WIJZIGINGEN (IN TJ). DE DATA ZIJN AFKOMSTIG VAN DE INDIVIDUELE OPGAVEN VAN DE BEDRIJVEN IN HET GESTANDAARDISEERDE MJA-FORMULIER EN GEBASEERD OP DE RESULTATEN VAN DE MONITORING D.M.V. HET MPI SYSTEEM DAT OP DE BEDRIJVEN IS INGEVOERD

MJA CATEGORIE	VERANDERING ENERGIEVERBRUIK (TJ), 1989-2000			TOENAME ENERGIEVERBRUIK (TJ), 2000 T.O.V. 1999
	Toename	Vermindering	netto-effect	
Good housekeeping/energiemanagement	0	-202	-202	-98
Energieconversie waaronder WKK	+96	-3.867	-3.771	+290
Projecten hoofdzakelijk gericht op energiebesparing	+35	-1.249	-1.214	-853
Projecten die een meer strategisch- of vervangingskarakter dragen	+38	-1.613	-1.575	+132
Productefficiency verbeteringen (uitval-, breuk-, afvalvermindering)	+188	-1.108	-920	+237
Niet geïdentificeerd	+409	-1.660	-1.251	-700
Totaal	+766	-9.699	-8.933	-992

Bron: VNP, 2002

De maatregelen in Bijlage III hebben voornamelijk betrekking op incrementele aanpassingen en bewezen end-of-pipe technologieën. Zoals in §2.6 is besproken duidt dit op single-loop-leren. Het kan zijn dat de producenten wel geprobeerd hebben om het niveau van double-loop-leren te bereiken maar dit niet is gelukt. Dit blijkt bijvoorbeeld uit het feit, dat de sector een aparte kenniscentrum Papier en Karton heeft opgericht. Het is ook denkbaar dat op andere terreinen dan energiebesparing, bijvoorbeeld afvalwaterzuivering, dit niveau wel is bereikt. Hier is verder geen onderzoek naar gedaan. Het milieubeleid is tot op heden vooral gericht geweest op bewezen technologieën. Dit blijkt ook uit de maatregelen in Bijlage III. Deze zijn niet aan te merken als radicale innovaties. Dit wijst erop dat het niveau van double-loop-leren niet is bereikt op het gebied van energiebesparing.

In §3.3 is gebleken dat voor de ontwikkeling van nieuwe technologieën een hechte samenwerking tussen partijen noodzakelijk is. Doordat het milieubeleid gericht was op bestaande technieken heeft de sector zich een passieve houding kunnen permitteren in het technologienetwerk. De prikkel om buiten het bestaande referentiekader te zoeken naar nieuwe concepten ontbrak.

4.3 DE CONCURRENTIEPOSITIE IN VERGELIJKING MET ANDERE LANDEN

De grootste bedrijven in de papier- en kartonindustrie zijn vooral gevestigd in Noord Amerika, met *International Paper* als grootste producent. De afgelopen jaren zijn ook een aantal Europese bedrijven belangrijke spelers op de wereldmarkt geworden, voornamelijk de Finse en Zweedse pulp en papier bedrijven. Zij hebben actief hun marktpositie versterkt via aankopen en fusies. In Tabel 5 zijn de tien grootste producerende landen gerangschikt. Nederland produceerde 3,33 miljoen ton papier en karton in 2000.

TABEL 5: DE TOP 10 PULP, PAPIER EN KARTON PRODUCENTEN IN DE WERELD (2000)

LAND	PAPIER EN KARTON (MTON)	LAND	PULP (MTON)
VS	86,6	VS	57,8
China	35,5	Canada	26,4
Japan	31,8	China	18,0
Canada	20,9	Finland	12,4
Duitsland	18,2	Zweden	11,5
Finland	13,5	Japan	11,3
Zweden	10,8	Brazilië	7,3
Frankrijk	10,0	Rusland	5,8
Korea Rep	9,8	Indonesië	3,7
Italië	9,0	India	2,6

Bron: FAOSTAT

De VS produceert circa 28% van het totale papier en karton productie en meer dan 33% van de totale pulpproductie in de wereld. Andere belangrijke landen, die volgen zijn Japan, China, Canada, Duitsland, Finland, Zweden en Frankrijk. In navolging van de in §2.3 besproken RCA-index, is de concurrentiepositie van de OECD-landen, op meso-niveau bepaald (zie Tabel 6).

TABEL 6: RCA-INDEX VAN BALASSA.

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Finland	14,69	15,82	16,16	15,93	14,60	12,62	12,39	12,45	12,76	13,30	12,47
Zweden	5,90	6,03	6,22	6,10	5,65	4,90	5,14	4,94	4,77	4,73	4,86
Oostenrijk	2,22	2,70	2,72	2,63	2,74	2,94	2,72	2,35	2,30	2,37	2,63
Canada	3,35	3,44	3,27	3,36	2,99	3,05	3,04	2,97	2,76	2,54	2,55
Noorwegen	1,76	1,73	1,55	1,75	1,73	2,19	1,89	1,54	2,16	1,96	1,59
Portugal	0,85	0,78	0,75	1,33	1,73	1,69	1,83	1,71	1,30	1,29	1,56
Nieuw Zeeland	1,22	1,20	1,31	1,24	1,14	1,01	1,26	1,06	1,29	1,27	1,44
Polen	0,35	0,38	0,72	0,47	0,47	0,61	0,64	0,71	0,84	0,88	1,08
Frankrijk	0,59	0,66	0,79	0,77	0,83	0,78	0,69	0,69	0,87	0,91	1,00
Zwitserland	0,92	0,96	1,05	1,07	1,12	1,08	1,19	1,39	0,87	1,03	0,97
Duitsland	0,67	0,70	0,68	0,77	0,80	0,93	0,90	0,97	0,87	0,92	0,96
Nederland	0,98	0,92	0,76	0,71	0,69	0,63	0,70	0,72	0,75	0,73	0,80

Bron: OECD en UN

Noot: De OECD-landen, die na Nederland zijn gerangschikt, zijn niet in Tabel 6 opgenomen

Een RCA-index groter dan 1, betekent dat het land een concurrentievoordeel heeft in het produceren en handelen van papier en karton. Nederland heeft geen comparatief voordeel in het produceren van papier en karton. Voor een uitgebreide statistische analyse, in hoeverre factoren invloed hebben gehad op de RCA-index, zijn echter te weinig gegevens beschikbaar. In het verlengde van de Porter-hypothese, zouden de R&D-uitgaven moeten toenemen, door de energiebelasting BSB en REB en daarmee toenemende energiekosten. De extra R&D-uitgaven moeten leiden tot "innovation offsets". De Pearson Product-Moment-correlatie test (nulhypothese H0), of er een correlatie bestaat tussen de energiekosten en R&D-uitgaven, kan vanwege te weinig gegevens niet worden uitgevoerd.

4.4 CONCLUSIES

De belangrijkste conclusies uit dit hoofdstuk kunnen als volgt worden samengevat:

- Het milieubeleid was vooral gericht op "best available technology" of "best available control technology" en niet op uitdagende doelstellingen. In de periode 1989-2000 hebben zich geen radicale innovaties voorgedaan, maar voornamelijk incrementele procesaanpassingen en het inzetten van end-of-pipe technologieën. Dit wijst erop dat het niveau van double-loop-leren niet is bereikt voor energiebesparing. Omdat het milieubeleid gericht was op bestaande technieken heeft de sector zich een passieve houding kunnen permitteren in het technologienetwerk. De prikkel om meer de samenwerking met andere partijen in het technologienetwerk aan te gaan, om buiten het bestaande referentiekader te zoeken naar nieuwe concepten, ontbrak.
- De successen die geboekt zijn in de afgelopen jaren, ten aanzien energiebesparing, zijn voor een groot deel gerealiseerd door het inzetten van WKK's. Echter, vanwege de economische situatie rond WKK's, lijkt het erop dat deze energiebesparing op lange termijn weer teniet wordt gedaan.
- Nederland heeft in de afgelopen jaren geen comparatief voordeel opgebouwd in het produceren en exporteren van papier en karton.

Indien we teruggrijpen op de Porter-hypothese, was er geen sprake van "strict environmental regulations". Het milieubeleid was in de periode 1989-2000 te mild om de hypothese van Porter te kunnen toetsen.

5. EX ANTE ONDERZOEK

In dit hoofdstuk wordt met behulp van een dynamisch model, de effecten van stringent milieubeleid geanalyseerd, dat tot innovaties moeten leiden en per saldo tot een betere concurrentiepositie. In hoofdstuk 4 is geconstateerd dat het milieubeleid vooral gericht is geweest op bestaande technieken en niet op ambitieuze doelstellingen. Daarom wordt eerst onderzocht in hoeverre de beleidsinstrumenten aangescherpt moeten worden om de sector aan te zetten tot radicale innovaties. In §5.1 wordt eerst het potentieel aan energiebesparing bepaald, gebaseerd op zowel bestaande technieken als doorbraaktechnologieën (=radicale innovaties).¹⁷ Aansluitend wordt in §5.2 een nieuwe taakstelling geformuleerd voor het convenant en de hoogte van de energiebelasting en emissieplafond vastgesteld. Vervolgens wordt in §5.3, op zowel korte als lange termijn, geanalyseerd wat de effecten zijn van dit aangescherpte milieubeleid op de productiekosten, prijs en afzet van papier en karton. Aansluitend wordt in §5.4 onderzocht of re-allocatie van productie is te verwachten. Ten slotte worden in §5.5 de conclusies uiteengezet.

5.1 HET ENERGIEBESPARINGSPOTENTIEEL IN DE NEDERLANDSE PAPIER- EN KARTONINDUSTRIE

Martin *et al.* (2000) hebben onderzoek gedaan naar het energiebesparingspotentieel in de pulp- en papierindustrie in de VS. Naast het potentieel aan energiebesparing is ook een inschatting gemaakt van de kapitaalinvesteringen en jaarlijkse O&M kosten, die samenhangen met de implementatie van de techniek. In Bijlage IV, is een overzicht gegeven van zowel bestaande technieken als doorbraaktechnologieën, die relevant zijn voor de Nederlandse papier- en kartonindustrie.¹⁸ Hierbij is rekening gehouden met het feit, dat maatregelen niet zonder meer kunnen worden opgeteld omdat het toepassen van de ene techniek de andere uitsluit. Voor de selectie is de terugverdientijd als criterium gebruikt. Dit geldt voornamelijk voor de categorie pulpen en bleken.

Het technisch potentieel aan energiebesparing in de sector, is de som van alle energiebesparing die wordt gerealiseerd door zowel de bestaande technieken als doorbraaktechnologieën, gecorrigeerd naar de hoeveelheid productie waarop de technologie betrekking heeft.¹⁹ Het potentieel bedraagt 5,7 GJ/ton (zie ook Bijlage IV). Dit betekent dat het energieverbruik in 2010 ten opzichte van 2000 kan worden teruggebracht naar $(9,6 - 5,7 =) 3,9$ GJ/ton. De toename in vraag naar papier en karton, bedroeg van 1994 t/m 2000 per jaar 1,7%. Uitgaande van dit groeipercentage zal het productieniveau in 2010 circa 3,9 miljoen ton zijn. Het energieverbruik bedraagt dan $3,9 \times 3,9 = 15,2$ PJ, oftewel een reductie van circa 50% t.o.v. 1989 (=30,17 PJ).²⁰

5.2 DOELSTELLINGEN IN HET MILIEUBELEID VOOR RADICALE INNOVATIES

De vraag is nu, hoe stringent moet het milieubeleid worden vormgegeven om de sector aan te zetten tot radicale innovaties. Om dit te kunnen vaststellen wordt eerst de energiebesparing aanbodcurve voor de sector bepaald.²¹ Dit is een curve waarbij de marginale kosten op lange termijn zijn afgezet tegen de energiebesparing. De curve is gebaseerd op zowel bestaande als doorbraaktechnologieën en gaat er dus vanuit dat de ondernemer blijft zoeken naar nieuwe technologieën om de gemiddelde totale kosten te verlagen. Er is dus sprake van dynamische allocatieve efficiency. De technieken kunnen worden gerangschikt door het berekenen van de energiebesparingskosten "Cost of Conserved Energy" (CCE). Het gaat hierbij om zowel de investeringskosten als O&M kosten en de energiebesparing van de betreffende technieken over zijn levensduur (Koomey *et al.*, 1991).

¹⁷ Het gaat om revolutionaire technologieën, die nog niet commercieel beschikbaar zijn en voor een aanzienlijke energiebesparing zorgen.

¹⁸ Dit overzicht is mede gebaseerd op het onderzoek van Boots *et al.*, 2001.

¹⁹ Bepaalde technologieën kunnen bijvoorbeeld niet worden toegepast indien een fabriek tissues maakt.

²⁰ 1PJ = 10⁶ GJ.

²¹ De energiebesparing aanbodcurve is geïntroduceerd door Rosenfeld *et al.*, 1983. Voor een gedetailleerde beschrijving zie Stoff, 1996.

Het rangschikken van de investeringen volgens de energiebesparing aanbodcurve-methodologie, is conform de micro-economische theorie welke veronderstelt dat bedrijven investeren in energie-efficiënte technologieën tot het punt waar de lange termijn marginale kosten gelijk zijn aan de marginale opbrengsten, of de energieprij.²² De CCE van één specifieke technologie wordt als volgt bepaald (zie Bijlage IV):

VERGELIJKING 3: ENERGIEBESPARINGSKOSTEN VAN EEN TECHNOLOGIE

$$CCE = \frac{AI + O \& M \text{ kosten}}{\Delta ES}$$

O&M = jaarlijkse operationele- en onderhoudskosten

ΔES = energiebesparing.

Om de kosten en besparing vergelijkbaar te maken, zijn de kosten “contant” gemaakt volgens de formule:

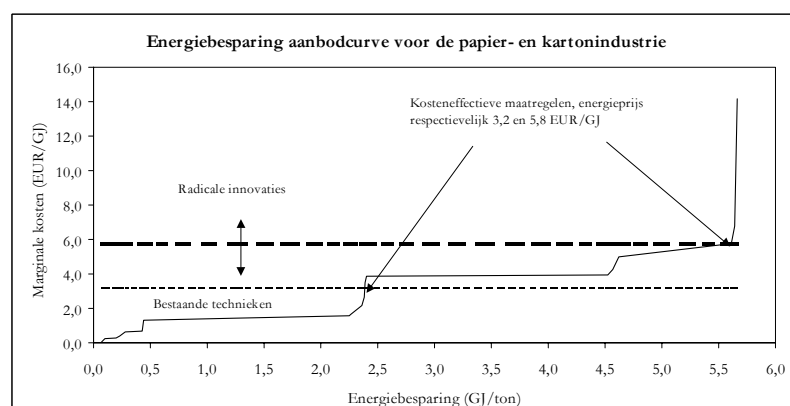
VERGELIJKING 4: ANNUALIZED INVESTMENT

$$\text{Annualized Investment} = AI = \frac{\text{kapitaalinvestering}}{(1 + d)^n}$$

AI = jaarlijkse betaling (aan het eind van het jaar), dat nodig is om de initiële investering terug te betalen de over afschrijvingsjaren n, d = discontovoet en n = levensduur.

Indien alle opties zijn gerangschikt kan op basis van kosteneffectiviteit kan een curve worden ontwikkeld (Velthuisen, 1995). In Figuur 9 zijn laagste tegen de hoogste kostenopties gerangschikt, afgezet tegen de cumulatieve energiebesparing (zie Bijlage V). De curve die ontstaat is de energiebesparing aanbodcurve. Tot het punt waar de marginale kosten gelijk zijn aan de energieprij, zijn de investeringen kosteneffectief. De kostprijs van energie bedroeg voor de papier- en kartonindustrie in de periode 1993-1999 gemiddeld 3,2 EUR/GJ. Zolang de energieprij niet stijgt kunnen bedrijven volstaan met beschikbare technieken op de markt.

FIGUUR 9: DE ENERGIEBESPARING AANBODCURVE



Op basis van Figuur 9, kunnen we herleiden hoe stringent het milieubeleid moet worden vormgegeven om de sector aan te zetten tot radicale innovaties, overeenkomstig de Porter-hypothese. De

²² De micro-economie gaat hoofdzakelijk uit van een marginale kosten curve bij een gegeven technologie.

energiebelasting zal verhoogd moeten worden zodanig dat de energieprijis circa 5,8 EUR/GJ bedraagt, oftewel een verhoging van 80%. Bij dit niveau zijn de doorbraaktechnologieën kosteneffectief (zie Bijlage V). Dit resulteert in een energiebesparing van 5,6 GJ/ton. Het specifieke energieverbruik bedroeg 9,6 GJ/ton in 2000. Het energieverbruik kan in 2010 dus worden teruggebracht tot $(9,6 - 5,6 =) 4,0$ GJ/ton, oftewel 224 kgCO₂/ton.²³ Dit betekent een absoluut energieverbruik van $(3,9 \times 4,0 =) 15,6$ PJ in 2010. Dit komt overeen met een uitstoot van 874,6 ktonCO₂, oftewel een reductie van 48% t.o.v. 1989. Dit geldt voor een productiegroei van 1,7% per jaar. In Tabel 7 zijn de doelstellingen (conform Porter) nog eens samengevat.

TABEL 7: DOELSTELLINGEN PER BELEIDSINSTRUMENT IN 2010

BELEIDSINSTRUMENT	DOELSTELLING	PLAFOND (PROJECTIE 2010)
Relatief emissieplafond	224 kgCO ₂ /ton	874,6 ktonCO ₂
Energieprijs verhoging	+80% (=5,8 EUR/GJ)	-
Taakstelling convenant	4,0 GJ/ton	15,6 PJ

De nationale Kyoto-doelstelling is een vermindering van 6% CO₂-uitstoot in 2010 ten opzichte van 1990. Uitgaande van een evenredige bijdrage per sector (alle sectoren -6%) levert dit een emissieplafond op van $(32,1 \times 56 - 6\%) = 1.690$ ktonCO₂, oftewel een energieverbruik van 30,2 PJ. Het specifieke energieverbruik bedraagt dan $(30,2 / 3,9 =) 7,7$ GJ/ton. Indien een evenredige verdeling van de Kyoto-doelstelling wordt toegepast zal dit nog geen radicale innovaties uitlokken.

5.3 DE EFFECTEN VAN STRINGENT MILIEUBELEID OP DE CONCURRENTIEPOSITIE

Papier en karton is een product met een sterk cyclisch gedrag waarbij productie, voorraad, bezettingsgraad, prijzen en investeringen een cyclus ondergaan van ongeveer 3 tot 5 jaar (zie Bijlage VI). Een deel van het gedrag is systematisch van aard, bijvoorbeeld de trend in vraag en cyclische bewegingen, en een deel is als ruis te kenmerken. Voorbeelden van ruis zijn: onzekerheid bij de vragers en aanbieders, stakingen van personeel, grote productiemachines die in storing vallen, sluiting van een productieplant, oliecrisis of plotselinge verandering in het overheidsbeleid. Deze ruis speelt een fundamentele rol in economische processen. De meeste variabelen, zoals de kostprijs, vraag, productie en bezettingsgraad, blijken ruis te ondervinden. Denk bijvoorbeeld aan een machine die in storing valt, waardoor de productiviteit afneemt. De productiviteit neemt weer toe als de machine gerepareerd is. Echter, de effecten werken een bepaalde periode door in het productieproces. Bij het analyseren van de effecten van stringent milieubeleid met behulp van een dynamisch model wordt deze ruis meegenomen als een inert proces, of geheugen, waarbij de volgende waarde afhankelijk is van het verleden.²⁴

De afwijking in de prijs van papier en karton, dat in Nederland wordt geproduceerd, varieert tot 20% van het gemiddelde. Echter, er is een lange termijn trend te zien in prijsafname vanwege schaalvoordelen, leereffecten en technische vooruitgang in de industrie. De veranderingen in grondstofkosten bepalen in belangrijke mate de fluctuaties in de prijs van papier en karton. De bezettingsgraad bedraagt gemiddeld 92,5% en varieert tussen 84% en 96%.²⁵ Groot onderhoud kan tot verlaging van de bezettingsgraad leiden. Door overwerk en/of meerploegenstelsel kan de bezettingsgraad toenemen. Bij het analyseren van de effecten op de concurrentiepositie, wordt rekening gehouden met het cyclisch gedrag van de sector.

²³ Emissiefactor: 1 GJ_{pr.} = 56 kgCO₂.

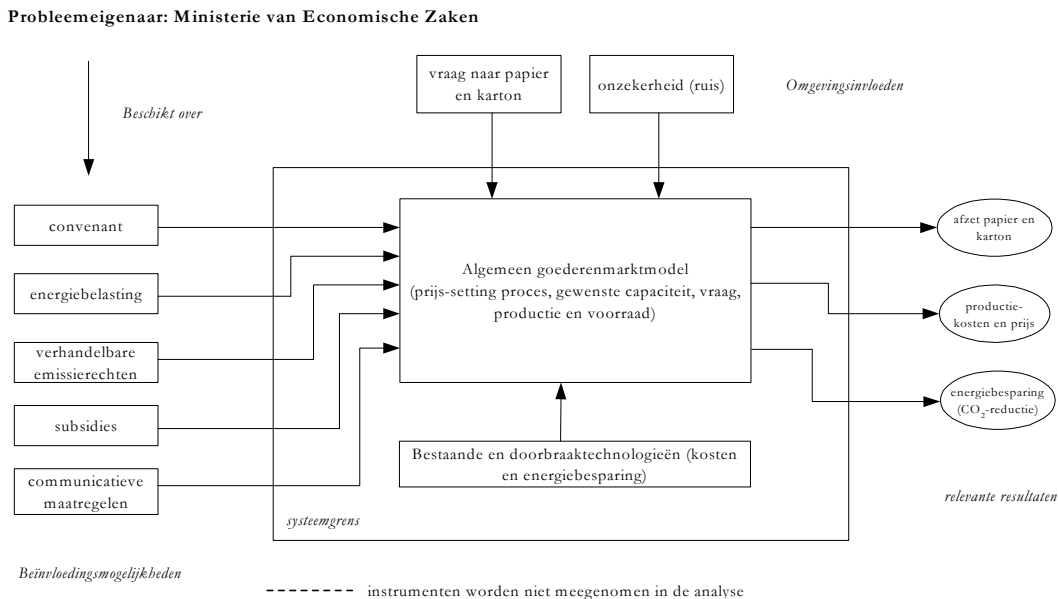
²⁴ Realistische ruis processen worden aangeduid als "pink noise". Zie ook Sterman, 2000, pag. 913.

²⁵ De bezettingsgraad is het % van de beschikbare productiecapaciteit dat wordt gebruikt.

5.3.1 HET ALGEMEEN GOEDERENMARKTMODEL

Het modeldiagram in Figuur 10, laat zien welke beleidsinstrumenten het Ministerie van Economische Zaken (EZ) ter beschikking heeft om radicale innovaties te stimuleren. In Tabel 7 is aangegeven hoe stringent elk instrument moet zijn om de sector aan te zetten tot radicale innovaties. De volgende analyse beperkt zich tot de instrumenten energiebelasting, verhandelbare emissierechten en convenant. Door de verscheidenheid aan subsidieregelingen en daaraan gekoppelde percentages en criteria wordt dit instrument niet meegenomen in de analyse. Ook de wijze waarop voorlichtingscampagnes doorwerken op diffusie van technologieën en innovaties wordt achterwege gelaten in de analyse. De omgevingsinvloeden zijn factoren waarop het Ministerie van Economische Zaken geen invloed heeft maar wel de resultaten beïnvloeden (bijvoorbeeld vraag naar papier en karton en ruis: onzekerheid bij vragers en aanbieders, storing bij productiemachines, stakingen etc.).

FIGUUR 10: MODELDIAGRAM VOOR DE ANALYSE VAN STRINGENT MILIEUBELEID



De afbakening van de systeemgrens heeft betrekking op de interne modelstructuur, oftewel de wijze waarop de papier- en kartonindustrie functioneert en beslissingen neemt. De investeringen in bestaande en doorbraaktechnologieën (radicale innovaties) vallen ook binnen de systeemgrens.²⁶ Daarbij wordt verondersteld dat bedrijven, geprikkeld door de beleidsinstrumenten, investeren in de technologieën. De wijze waarop deze investeringen en afzonderlijke beleidsinstrumenten doorwerken op de prijs en afzet van papier en karton gebeurt met het algemeen goederenmarktmodel van Sterman (2000). Dit model is geïnspireerd door Meadows (1970). Meadows ontwikkelde een systeem dynamisch model om de cyclus van goederen te analyseren en paste dit toe in de veesector. De gebruikte modelbouw- en simulatiemethode is System Dynamics (SD).²⁷ Sterman heeft het dynamisch model vertaald naar het softwarepakket Powersim en heeft daarbij de papier- en kartonindustrie als casus genomen om het cyclische gedrag van de sector te beschrijven.²⁸ Het model is door Sterman gevalideerd en kan zonder structurele aanpassingen worden toegepast. In Bijlage VII, is de interne structuur van het model weergegeven met daarbij een toelichting op het conceptueel model. Voor een gedetailleerde beschrijving

²⁶ Dit zou ook als een uitkomst van het proces kunnen worden gezien.

²⁷ System dynamics is een modelbouw- en simulatiemethode die aan het eind van de jaren '50 en begin jaren '60 is ontwikkeld door Jay W. Forrester van de Massachusetts Institute of Technology.

²⁸ Er zijn diverse softwarepakketten op de markt om systeem dynamisch modelleren mogelijk te maken. De bekendste grafisch georiënteerde pakketten zijn: Stella/Ithink, Vensim en Powersim.

van de onderliggende formele modellen wordt verwezen naar Sterman (2000). Zoals in §2.6 is uiteengezet veronderstelt de Porter-hypothese dat innovaties in eerste instantie resulteren in hogere vaste kosten maar op lange termijn is de absolute afname in variabele kosten groter. De kosten in het model hebben enerzijds betrekking op bestaande technieken en doorbraaktechnologieën (zie Bijlage IV) en anderzijds op de beleidsinstrumenten zoals die in Tabel 7 zijn samengevat. Zo nemen de variabele kosten toe indien de energiebelasting wordt verhoogd, of vanwege het kopen van emissierechten. De variabele kosten nemen af als geïnvesteerd wordt in energiebesparende technologieën (lagere energiekosten). Dat geïnvesteerd wordt in de technologieën tot 2010 is een veronderstelling van de auteur. De vaste kosten nemen op korte termijn wel toe. De relevante resultaten en criteria zijn afzet (ton), productiekosten en prijs (EUR/ton), energiebesparing (PJ) (of CO₂-reductie).

5.3.2 UITGANGSPUNTEN IN HET MODEL

De algemeen geldende parameters voor de papier- en kartonindustrie zijn in Bijlage VIII opgenomen. Voor de Nederlands situatie zijn de volgende parameters als input in het model gebruikt:

- de ruis wordt random gesimuleerd met een standaarddeviatie van 2%. Dit is gebaseerd op observaties uit het verleden;
- de cycluseriode bedraagt 4 jaar;
- de vraagtoename naar papier en karton bedraagt 1,7%/jr., gebaseerd op de periode 1994-2000;
- de tijdshorizon is van 2000 t/m 2025. Het startjaar is 2000 vanwege de beschikbaarheid van informatie t.a.v. het energiebesparingspotentieel; en
- de initiële kostprijs bedraagt 690 EUR/ton (kostprijs papier en karton in 2000).

Aansluitend zijn de volgende veronderstellingen gedaan:

- er vindt tussentijds geen re-allocatie van productie plaats;
- de uitkomsten zijn gebaseerd op bestaande technieken en doorbraaktechnologieën, waarbij de maximale energiebesparing 4,0 GJ/ton bedraagt. Echter, conform de Porter-hypothese zullen bedrijven blijven zoeken naar nieuwe technologieën om de GTK te verlagen. Na 2010 is het energieverbruik constant gehouden op 4,0 GJ/ton, het is echter denkbaar dat het energieverbruik verder afneemt, bijvoorbeeld door leereffecten;
- de kostprijs van één tonCO₂ bedraagt in een Europees handelssysteem gemiddeld 15 euro. In werkelijkheid zal deze fluctueren;
- in de vaststelling van de variabele en vaste kosten is geen rekening gehouden met de reorganisatiekosten. Dit zijn kosten die gemaakt worden wanneer de productie tijdelijk stil wordt gelegd vanwege het implementeren van de energiebesparende maatregelen. Anderzijds kennen productiebedrijven ook een periodieke stop waarin onderdelen worden vervangen of andere aanpassingen worden gedaan;
- indien het milieubeleid in Europa meer op elkaar wordt afgestemd en éénzelfde mate van stringentheid (conform Porter) kent is het reëel te veronderstellen dat concurrenten ook hun productieproces slimmer zullen gaan inrichten om de energiekosten te verlagen. Naarmate de concurrentie scherper wordt neemt de X-efficiëntie ook toe. Het bedrijf dat als eerste de nieuwe technologieën zal gaan toepassen heeft daarentegen wel een voorsprong op de concurrenten "first mover advantage". Een uniform Europees milieubeleid heeft ook politiek meer draagvlak omdat er sprake is van gelijke omstandigheden "level playing field"; en
- convenanten zijn vrijwillige afspraken en komen tot stand via compromissen. Het is zeer onwaarschijnlijk dat de sector bereid is om zich aan een dergelijk ambitieuze doelstelling te committeren.

In het model worden de effecten van de drie instrumenten afgezet tegen een referentiesituatie. Deze gaat uit van een ongewijzigd milieubeleid, waarbij de variabele kosten 40% van de initiële kostprijs (= 276 EUR/ton) bedragen. De referentiesituatie is representatief voor een land met een mild milieubeleid en bedrijven dus niet geprikkeld worden tot innovaties. Er vindt geen verhoging van de energieprijzen (via REB of/ en BSB) plaats en er worden geen investeringen gedaan in energiebesparende technologieën.²⁹ Als gevolg van de taakstelling en verhoging van de energiebelasting (energieprijs), wordt verondersteld dat bedrijven een continue prikkel ondervinden om het energieverbruik te verminderen. Voor het instrument convenant en energiebelasting wordt dan ook, vanwege de continue prikkel, uitgegaan van een jaarlijks evenredige afname in het energieverbruik. Derhalve is ook bekend wat de bijbehorende investeringskosten zijn van de technologie in de tijd, om deze energiebesparing te realiseren (zie Bijlage IV). Ingeval van verhandelbare emissierechten wordt een emissieplafond vastgesteld. In een dergelijk systeem kan een bedrijf ervoor kiezen om emissierechten te kopen of te investeren in energiebesparende technologieën en eventueel om de daaruit voortkomend tegoed aan emissierechten te verkopen. In het verlengde hiervan zijn per beleidsinstrument de volgende aannames gedaan in het model:

Convenant

Indien met de sector wordt afgesproken dat het energieverbruik in 2010 wordt teruggebracht tot 4,0 GJ/ton (Tabel 7), zullen zowel de bestaande technieken als doorbraaktechnologieën in de aanloop tot 2010 worden toegepast. In het verlengde hiervan wordt uitgegaan van een evenredige afname in energieverbruik van 8,4 %/jr. t/m 2010. Het energieverbruik bedraagt in 2010 dan 4,0 GJ/ton. Dit blijft vervolgens tot 2025 constant. Er vindt geen tussentijdse verhoging van de energiebelasting plaats.

Energiebelasting

In §5.2 is gebleken dat de energieprijzen verhoogd moeten worden van 3,2 EUR/GJ naar 5,8 EUR/GJ, zodat bedrijven niet meer kunnen volstaan met investeringen in bestaande technieken. Ook is gebleken dat de revolutionaire doorbraaktechnologieën pas in 2010 operationeel zijn. In verlengde hiervan wordt uitgegaan van een stapsgewijze verhoging van de energieprijzen (energiebelasting) tot 2010. Dit leidt tot de volgende aannames in het model:

- een stapsgewijze verhoging vanaf 2000 met 6,1 %/jr. van de energieprijzen t/m 2010. De energieprijzen bedraagt in 2010 dan 5,8 EUR/GJ (zie Tabel 7). Vervolgens wordt tot 2025 de energieprijzen (oftewel de energiebelasting) constant gehouden; en
- tegelijkertijd wordt aangenomen dat bedrijven, vanwege de verhoging van de energieprijzen, investeren in de energiebesparende technologieën (zie Bijlage IV). De stapsgewijze afname in energieverbruik bedraagt 8,4 %/jr. t/m 2010 (=4,0 GJ/ton). Daarna blijft tot 2025 het energieverbruik constant.

Verhandelbare emissierechten

Ingeval van een systeem met verhandelbare emissierechten bedraagt de maximaal toelaatbare emissie bij het produceren van één ton papier en karton 224 kgCO₂ (zie Tabel 7). Het model gaat bij dit instrument uit van de volgende aannames:

- indien investeren in nieuwe technologieën duurder is dan het kopen van emissierechten, kiest het bedrijf ervoor om emissierechten te kopen. Echter, bedrijven zullen ook blijven investeren in energiebesparende technieken met een TVT ≤ 4 jaar; en
- het systeem wordt in 2010 toegepast en op dat moment kunnen emissierechten worden gekocht. Eén tonCO₂ kost in een Europees handelssysteem gemiddeld EUR 15 (bron: Min. EZ, DG M&E).³⁰

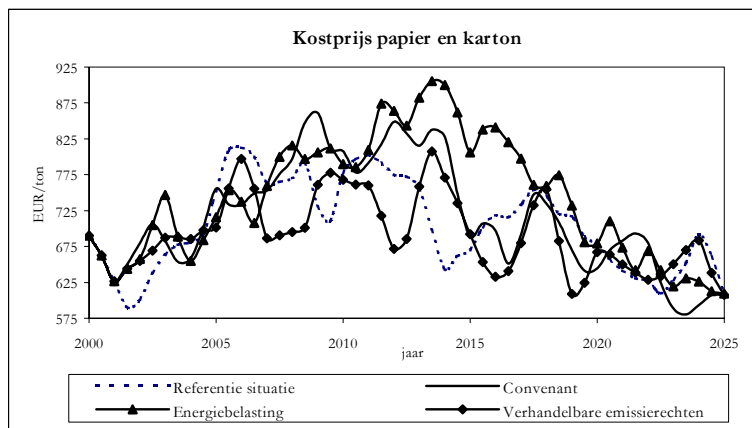
²⁹ De VNP geeft te kennen, dat de sector inmiddels tot de wereldtop behoort, daardoor is het aannemelijk om van een situatie uit te gaan waarbij de sector in beperkte mate zal investeren in nieuwe energiebesparende technieken.

³⁰ Volgens het Min. Van EZ. blijkt uit verschillende berekeningen, dat de kostprijs van één tonCO₂ in een Europees handelssysteem tussen de 5 en 25 euro ligt.

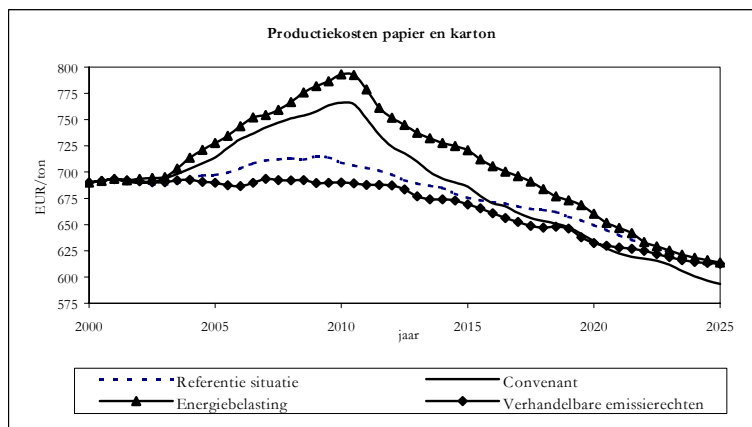
5.3.3 RESULTATEN

De resultaten uit het dynamisch model zijn in Figuur 11, 12 en 13 weergegeven. Uit Figuur 11 blijkt, dat de kostprijs van papier en karton een sterk cyclische gedrag vertoont. De ontwikkeling van de productiekosten en afzet van papier en karton zijn in respectievelijk Figuur 12 en 13 weergegeven.

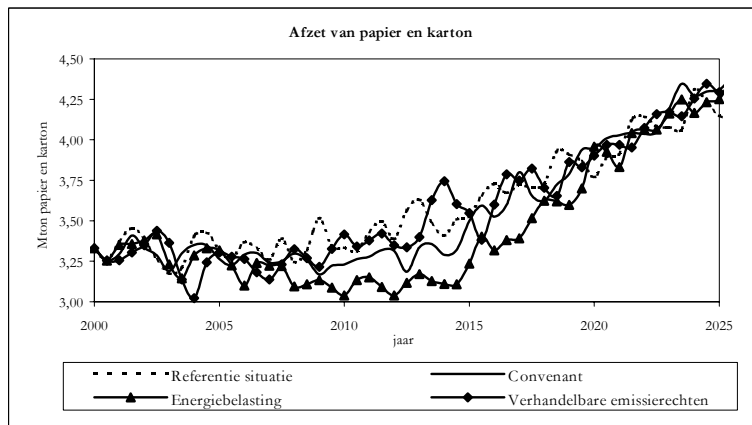
FIGUUR 11: DE ONTWIKKELING VAN DE KOSTPRIJS TOT 2025



FIGUUR 12: DE ONTWIKKELING VAN DE PRODUCTIEKOSTEN TOT 2025



FIGUUR 13: DE ONTWIKKELING VAN DE AFZET TOT 2025



Convenant

Uit Figuur 11 blijkt dat de kostprijs van papier en karton tot 2010 toeneemt. Deze toename is het gevolg van de investeringen in bestaande technieken en doorbraaktechnologieën. De energiebesparing, die vooral door de doorbraaktechnologieën wordt gerealiseerd, zorgt na 2010 voor een sterke afname in de productiekosten. Anderzijds nemen de kosten af door optredende schaalvoordelen. Deze trend is ook in Figuur 11 te zien. Figuur 12 laat zien dat hierdoor de productiekosten op lange termijn sterker afnemen dan de referentiesituatie. Het omslagpunt wordt ongeveer bij 2016 bereikt. Uit Figuur 13, blijkt dat de afzet van papier- en karton tot 2010 afneemt. Dit vanwege de toenemende prijs van papier en karton. Echter, na 2010 nemen de productiekosten af en neemt de afzet van papier en karton weer geleidelijk toe. Op lange termijn leidt dit zelfs tot een hogere afzet dan de referentiesituatie.

Energiebelasting

In tegenstelling tot het convenant ligt de kostprijs van papier en karton hoger voor het instrument energiebelasting. Bij dit instrument vindt namelijk naast de investeringen in de technologieën ook een stapsgewijze verhoging van de energiekosten plaats, middels de energiebelasting. Ook hier vindt na 2010 een afname plaats in de productiekosten vanwege de energiebesparing en optredende schaalvoordelen. Het omslagpunt ligt ten opzichte van de referentiesituatie bij 2023. De afzet neemt na 2010 ook weer geleidelijk toe en leidt net als bij het convenant op lange termijn tot een hogere afname van papier en karton.

Verhandelbare emissierechten

Ingeval van verhandelbare emissierechten wordt eerst geïnvesteerd in de technieken met een $TVT \leq 4$ jaar. Tot 2005 is dan ook een toename in de kostprijs te zien, vervolgens zullen bedrijven niet meer investeren omdat het steeds verder verminderen van het energieverbruik duurder wordt en er te veel onzekerheid is over doorbraaktechnologieën. De technieken hebben op dat moment een $TVT > 4$ jaar, derhalve geven bedrijven er de voorkeur aan om in 2010 emissierechten te gaan kopen.³¹ De productiekosten zijn bij verhandelbare emissierechten na 2005 lager dan bij de referentiesituatie. Dit komt vanwege enerzijds de gerealiseerde energiebesparing in het verleden. Anderzijds kunnen pas in 2010 emissierechten worden gekocht, zodat tussen 2005 en 2010 geen kosten worden gemaakt. Echter, op het moment dat het systeem van emissiehandel in 2010 wordt ingevoerd nemen de kosten weer langzaam toe, vanwege het jaarlijks kopen van emissierechten. Op lange termijn kunnen de productiekosten, indien niet meer geïnvesteerd wordt in nieuwe technologieën hogere zijn dan de referentiesituatie, energiebelasting en het convenant. De afname in kosten vindt dan alleen nog maar plaats vanwege schaalvoordelen. Tot het moment waarop bedrijven meer dan 224 kgCO₂/ton (Tabel 7) uitstoten en bedrijven blijven investeren in bewezen technieken met een korte terugverdientijd, kunnen zich op lange termijn twee situaties voordoen. De kapitaalinvesteringen van de technieken (KI) en de kostprijs van de verhandelbare emissierechten (KVER) kunnen groter of kleiner zijn dan de afname in energiekosten (AEK):

$$|KI \uparrow| + |KVER \uparrow| > |AEK \downarrow| \quad \text{of} \quad |KI \uparrow| + |KVER \uparrow| < |AEK \downarrow|$$

In tegenstelling tot de eerste situatie nemen de productiekosten in de tweede situatie verder af. Indien bedrijven minder dan het gestelde plafond uitstoten zullen zij emissierechten verkopen. Doordat het goedkoper is om emissierechten te kopen zullen er naar verwachting geen radicale innovaties plaatsvinden. De vraag is nu, hoe duur zou één tonCO₂ moeten zijn, zodat de doorbraaktechnologieën reële opties zijn. Om het energieverbruik te verminderen naar 4,0 GJ/ton (Tabel 7) moet het energieverbruik met 5,6 GJ/ton worden gereduceerd. In Bijlage IV, zijn de investeringskosten contant gemaakt. De totale kosten om een energiebesparing van 5,6 GJ/ton te realiseren bedraagt 39,4 EUR/ton. Dit resulteert in een kostprijs van 7,9 EUR/GJ, oftewel EUR 141/tonCO₂. Indien wordt uitgegaan van een kostprijs van EUR 25/tonCO₂, zullen ook dan bedrijven er de voorkeur aan geven om emissierechten te kopen. De productiekosten zullen, ten opzichte van EUR 15/tonCO₂, op lange termijn iets hoger zijn.

³¹ Er vanuitgaande dat bedrijven op de hoogte zijn dat de kostprijs EUR 15 per ton CO₂ bedraagt.

Het energieverbruik bedroeg 30,17 PJ in 1989. Uit Figuur 13, blijkt dat voor alle drie beleidsinstrumenten de afzet van papier en karton in 2025 circa 4,25 miljoen ton bedraagt. Het energieverbruik bedraagt dan 4,0 GJ/ton (Tabel 7), oftewel $4,0 \times 4,25 = 17$ PJ. Dit betekent, dat ten opzichte van 1989 met stringent milieubeleid, een energiebesparing (of CO₂-reductie) van 44% wordt gerealiseerd.

5.3.4 GEVOELIGHEIDSANALYSE

De gevoeligheidsanalyse beperkt zich tot de energiebelasting omdat bij dit instrument op korte termijn de meeste kosten worden gemaakt. Bij het uitvoeren van de gevoeligheidsanalyse zijn de volgende parameters onderzocht:

- het moment waarop de verhoging van de energiebelasting plaatsvindt;
- de effecten bij verschillende prijselasticiteiten;
- de standaarddeviatie bij de optredende ruis; en
- de kapitaalproductiviteit.

In Bijlage IX zijn de resultaten van de gevoeligheidsanalyse weergegeven. Indien de energiebelasting pas in 2010 wordt verhoogd tot 5,8 EUR/GJ (+80%, zie Tabel 7), blijkt dat de productiekosten tot 2010 lager zijn en een maximum van EUR 775/ton wordt bereikt. Een verhoging van de energiebelasting per 1 januari 2003, zal leiden tot hogere productiekosten met een maximum in 2010 van bijna EUR 800/ton. Een stapsgewijze verhoging (conform §5.3.2) ligt tussen daartussenin.

Binnen de papier- en kartonproductie kunnen drie productgroepen worden onderscheiden; verpakkingsdoeleinden, grafische papier (krantenpapier en schrijfpapier en drukwerk) en hygiënische en sanitaire papier. Mannaerts (2000) en Taylor (1999) vonden een prijselasticiteit van respectievelijk -0,5 en -0,4 voor papier en karton, oftewel de vraag is inelastisch. Wat zijn de effecten op de afzet van papier en karton, als blijkt dat binnen de productgroep de vraag van een specifiek product niet inelastisch is maar elastisch? In Bijlage IX, zijn de resultaten weergegeven. Hieruit blijkt dat, indien de vraag elastisch is, de afzet van papier en karton zal blijven afnemen. In het verlengde hiervan nemen ook de schaalvoordelen af.

Een verandering van de standaarddeviatie bij de optredende ruis van 2% naar 5%, leidt tot een grotere afwijking in de kostprijs van papier en karton. Aansluitend is ook de kapitaalproductiviteit gevarieerd. De kapitaalproductiviteit is de hoeveelheid productie per eenheid kapitaalgoed (product/kapitaal verhouding). De kostprijs van papier en karton is bij een kapitaalproductiviteit van 5 lager dan bij 1. De gevoeligheid van deze parameter is echter minimaal.

5.4 RE-ALLOCATIE VAN PRODUCTIE NAAR HET BUITENLAND

In hoeverre is re-allocatie van productie naar het buitenland te verwachten, als gevolg van het stringent milieubeleid? Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen bedrijven, die reeds gevestigd zijn in Nederland en potentiële toetreders tot de markt. Bestaande bedrijven in de papier- en kartonindustrie hebben te maken met hoge sunk-cost, oftewel verlies bij gedwongen verkoop. Een nieuwe fabriek kost tussen de US\$ 0,5 en 1 miljard. Gegeven de lange levensduur van vroegere investeringen is sprake van insluiting "lock-in" van bestaande bedrijven. Indien stringent milieubeleid zal worden gevoerd zal, vanwege de hoge investeringen die gedaan zijn, slechts in uiterste geval re-allocatie van productie optreden. Ook tijdens het MJA hebben bedrijven behoorlijke investeringen gedaan, denk bijvoorbeeld aan de WKK's tussen de 30 en 36 miljoen euro per stuk. Andere factoren, die ervoor pleiten dat er geen re-allocatie zal optreden, zijn:

- de locatie van afnemers van papier en karton (voor de papier- en kartonindustrie in Nederland zitten de belangrijkste afnemers in Duitsland, Frankrijk, België/Luxemburg en Verenigd Koninkrijk). Transportkosten kunnen in geval van re-allocatie een belangrijkere rol op de kostprijs gaan spelen;

- het gebruik van zachthout komt steeds meer onder druk te staan vanwege het uitsterven van verschillende diersoorten en de afbreuk van regenwouden. Daarom wordt hergebruik van oud papier belangrijker. Het potentieel aan hergebruik is voor een groot deel afhankelijk van de geografische locatie. De infrastructuur van Nederland, is in tegenstelling tot bijvoorbeeld de Scandinavische landen, ingericht op het hergebruik van oud papier (75% hergebruik). Een toenemende hergebruik van oud papier leidt enerzijds tot lagere grondstofkosten en anderzijds vindt er geen pulping meer plaats en wordt dus minder energie gebruikt (lagere energiekosten); en
- kwaliteit van de fysieke infrastructuur (bijvoorbeeld betrouwbaarheid van de leveringszekerheid van energie).

De kostprijs van energie is tot op heden een gunstige factor geweest voor Nederland als vestigingsland. De elektriciteitsprijs is namelijk één van de laagste in vergelijking met de andere landen. De gasprijzen behoren in Nederland tot het gemiddelde (zie ook §3.1.2).

Het aanscherpen van het milieubeleid (conform Tabel 7) zal, vanwege de hoge sunk-costs in combinatie met de zojuist genoemde factoren, er waarschijnlijk toe leiden dat bestaande bedrijven overgaan tot energie-efficiënte (radicale) innovaties. De hoge kapitaalinvesteringen zijn anderzijds ook een toetredingsbarrière voor bedrijven. Echter, bedrijven die willen toe te treden tot de markt zullen volgens de VNP, ingeval van stringent milieubeleid, zich elders gaan vestigen. Als Europa een uniform stringent milieubeleid gaat voeren, kan verplaatsing van productie buiten Europa optreden.

5.5 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

De belangrijkste conclusie uit het ex ante onderzoek kunnen als volgt worden samengevat:

- Indien het milieubeleid wordt aangescherpt (conform Tabel 7), zullen het convenant en energiebelasting op *lange termijn* resulteren in een verder afname van de productiekosten en daarom per saldo tot een betere concurrentiepositie. Dit vanwege de lagere energiekosten, met name vanwege de doorbraaktechnologieën. Anderzijds nemen de gemiddelde productiekosten af vanwege optredende schaalvoordelen. Een taakstelling van 4,0 GJ/ton in het convenant resulteert op lange termijn tot de meeste afname in productiekosten. Echter, het is niet aannemelijk dat de sector zich wil een committeren aan een dergelijk ambitieuze doelstelling. In tegenstelling tot convenanten, zorgt de energiebelasting wel voor een continue prikkel tot innovaties. Immers het verder terugdringen van het energieverbruik na 2010 leidt tot een afname in energiekosten. Indien binnen de productgroep de vraag van een specifiek papier- of kartonproduct elastisch is, zal de afzet van papier en karton blijven afnemen en derhalve de concurrentiepositie voor die bedrijven verslechteren.
- In geval van verhandelbare emissierechten zal steeds de afweging worden gemaakt tussen het kopen van emissierechten of investeren in nieuwe technologieën. De doorbraaktechnologieën zijn bij een kostprijs van EUR 141/tonCO₂ kosteneffectief. Gezien de ramingen wat één tonCO₂ (tussen de 5 en 25 euro per tonCO₂) kost in een Europees handelssysteem, zullen er naar verwachting geen radicale innovaties plaatsvinden. De verwachting is dat bedrijven zullen investeren in bewezen end-of-pipe technieken in combinatie met incrementele procesaanpassingen.
- De investeringen in energiebesparende technologieën zorgen op lange termijn (2025), ten opzichte van 1989, tot een absolute afname van circa 44% in energieverbruik (of CO₂-uitstoot).

- *Aanbeveling.* Uit de gevoeligheidsanalyse kwam naar voren dat het invoeren van een energiebelasting pas in 2010 de voorkeur verdient omdat tot 2010 wel wordt geïnvesteerd in energiebesparende technologieën maar geen verhoging van de energiekosten plaatsvindt. De overheid dient de verhoging wel ruim van te tevoren aan te kondigen zodat bedrijven weten dat er een verhoging in 2010 plaatsvindt en derhalve voldoende tijd hebben om zich aan te passen.
- Door de toenemende kosten op korte termijn is de rol van sunk-costs cruciaal. De verwachting is dat bestaande bedrijven vanwege de hoge sunk-costs zullen investeren in nieuwe technologieën, maar mogelijke toetreders naar andere landen uitwijken. Andere factoren die een tegenwerkende kracht uitoefenen op verplaatsing zijn: locatie van papier en karton afnemers, een toenemende druk in landen die zachthout als grondstof gebruiken, waardoor het gebruik en beschikbaarheid van oud papier belangrijker wordt en de kwaliteit van de fysieke infrastructuur.
- Alhoewel het best mogelijk is dat er re-allocatie van productie zal optreden, worden zittende bedrijven geprikkeld om met de andere partijen te gaan samenwerken in het technologienetwerk. Door de ontwikkeling van nieuwe technologieën bouwen deze bedrijven ook een kennisvoorsprong op, mede door continue optredende leereffecten. Dit kan eventueel resulteren in patenten die bedrijven een relatieve concurrentievoordeel kunnen geven. Porter benadrukt hierbij het aspect "first mover advantage".

6. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Het doel van dit onderzoek was het analyseren of stringent milieubeleid aanzet tot radicale innovaties en per saldo tot een betere concurrentie leidt (vraagstelling 1). Aansluitend hoe stringent moet het milieubeleid zijn om radicale innovaties uit te lokken, zodat per saldo een betere concurrentiepositie wordt verworven (vraagstelling 2). Ten slotte, welk beleidsinstrument - convenant, energiebelasting of verhandelbare emissierechten - het meest geschikt is om radicale innovaties te stimuleren (vraagstelling 3). De sector die geselecteerd is voor het onderzoek, is de papier- en kartonindustrie. De gebruikte criteria waren daarbij de energie-intensiteit, prijselasticiteit, scherpe concurrentie en beschikbaarheid van informatie.

De drie vragen van het Ministerie van Economische Zaken komen voort uit de Porter-hypothese: *"By stimulating innovation, strict environmental regulations can actually enhance competitiveness"* (Porter, 1995). Innovaties zullen op korte termijn resulteren in hogere vaste kosten maar op lange termijn is de absolute afname in variabele kosten groter. Het gaat hierbij niet om end-of-pipe technologieën of incrementele procesaanpassingen, maar om radicale innovaties. Dit vereist een ander soort leerproces en berust op de mogelijkheid om ook het bestaande productieproces opnieuw te bezien en discutabel te stellen (double-loop-leren). Naast de dagelijkse processen van continue verbetering zal er ook tijd en geld vrij gemaakt moeten worden voor lange termijn, technologische ontwikkelingen.

De belangrijkste beleidsrelevante conclusie kan als volgt worden samengevat. Uit het ex ante onderzoek komt naar voren dat de Porter-hypothese onder bepaalde condities geldt, maar voor beleidsvorming beperkt is. De doelstellingen in het milieubeleid (conform Porter) zijn namelijk politiek niet haalbaar vanwege de onrealistische verhoging en de lange tijd tot het bereiken van het omslagpunt waarbij concurrentievoordeel wordt behaald. Met inachtneming dat de sector onder hoge druk van prijzen en kleine marges opereert.

De beantwoording van de vragen vindt hieronder puntsgewijs plaats.

Vraagstelling 1. Leidt stringent milieubeleid in de vorm van een convenant, energiebelasting of verhandelbare emissierechten, tot energie-efficiënte (radicale) innovaties en per saldo tot een betere concurrentiepositie?

Uit het ex ante onderzoek is gebleken dat stringent milieubeleid per saldo tot een betere concurrentiepositie leidt. De variabele kosten nemen op lange termijn verder af door enerzijds de aanzienlijke energiebesparing van de doorbraaktechnologieën en anderzijds vanwege optredende schaalvoordelen. De investeringen in bestaande en doorbraaktechnologieën resulteren op lange termijn (2025) tot een absolute afname in energieverbruik (of CO₂-emissie) van circa 44% (t.o.v. 1989). Dit betekent zowel een verbeterde concurrentiepositie als absolute daling van het energieverbruik. De volgende condities zijn hierbij wel cruciaal:

- *hoge sunk-costs*; de sector heeft te maken met hoge sunk-cost waardoor verplaatsing van productie naar het buitenland, bij een strengere milieubeleid niet waarschijnlijk is. Andere factoren die een tegenwerkende kracht uitoefenen op re-allocatie zijn: locatie van papier en karton afnemers, een toenemende druk in landen die zachthout als grondstof gebruiken, waardoor het gebruik en beschikbaarheid van oud papier belangrijker wordt en de kwaliteit van de fysieke infrastructuur. Deze factoren zullen er waarschijnlijk toe leiden dat bestaande bedrijven overgaan tot radicale innovaties;
- *inelastisch vraag*; de vraag van papier en karton is inelastisch. Indien de vraag van specifieke papier- en kartonproducten elastisch is, zal stringent milieubeleid resulteren in een verslechterde concurrentiepositie;

- *een hechte samenwerking tussen de partijen in het technologienetwerk*; dit is een belangrijke voorwaarde om radicale innovaties te realiseren. De producenten van papier en karton zijn voor de ontwikkeling van technologieën sterk afhankelijk van andere partijen. Door stringent milieubeleid worden zij geprikkeld tot een nauwe samenwerking. Deze samenwerking kan ook leiden tot strategische gedrag met als uitkomst; hogere kosten, vertraging tijdens de ontwikkeling van technologieën en/of sub-optimale oplossingen;
- *voldoende aanpassingstijd*; stringent milieubeleid dient ruim van tevoren aangekondigd te worden. Deze zekerheid op lange termijn geeft de sector voldoende tijd om kosteneffectieve technologieën te ontwikkelen. Er is namelijk ongeveer 10 jaar aan R&D nodig voor radicale innovaties; en
- *toegang tot de kapitaalmarkt*; voor de ontwikkeling van nieuwe technologieën moeten producenten wel toegang hebben tot de kapitaalmarkt om dit te kunnen financieren.

Uit het ex post onderzoek blijkt, dat het milieubeleid in de periode 1989 t/m 2000 te mild was om de Porter-hypothese te toetsen. Het beleid was vooral gericht op beschikbare technieken. De vrijwillige afspraken met de VNP en de marktconforme instrumenten (REB en BSB) hebben in die periode voor onvoldoende prikkels gezorgd om bedrijven aan te zetten tot radicale innovaties.

Vraagstelling 2: Hoe stringent zou het milieubeleid (in de vorm van een convenant, energiebelasting of verhandelbare emissierechten) moeten worden vormgegeven om energie-efficiënte (radicale) innovaties uit te lokken, zodat per saldo een betere concurrentiepositie wordt verworven?

In Tabel 8 is per beleidsinstrument aangegeven wat de doelstellingen in 2010 moeten zijn om de sector aan te zetten tot radicale innovaties. Hierbij is rekening gehouden met de tijdsduur die nodig is voor radicale innovaties. Deze tabel is gebaseerd op de energiebesparing aanbodcurve, welke veronderstelt dat bedrijven investeren in energie-efficiënte technologieën tot het punt waar de lange termijn marginale kosten gelijk zijn aan de energieprijzen.

TABEL 8: DOELSTELLINGEN PER BELEIDSINSTRUMENT IN 2010

BELEIDSINSTRUMENT	DOELSTELLING
Verhandelbare emissierechten (relatief emissieplafond)	224 kgCO ₂ /ton
Energieprijs verhoging (energiebelasting)	+80% (=5,8 EUR/GJ)
Taakstelling convenant	4,0 GJ/ton

De energieprijzen bedroeg in de periode 1993-1999 gemiddeld 3,2 EUR/GJ. De energiebelasting zal zodanig verhoogd moeten worden dat de energieprijzen 5,8 EUR/GJ bedraagt, oftewel een verhoging van 80%. Bij dit niveau zijn namelijk de doorbraaktechnologieën (radicale innovaties) kosteneffectief. Dit resulteert vervolgens in een energiebesparing van 5,6 GJ/ton. Het specifieke energieverbruik bedroeg 9,6 GJ/ton in 2000. Het energieverbruik kan in 2010 dus worden teruggebracht naar $(9,6 - 5,6 =) 4,0$ GJ/ton, oftewel 224 kgCO₂/ton.

Vraagstelling 3: Welk beleidsinstrument (convenant, energiebelasting of verhandelbare emissierechten) is het meest geschikt om energie-efficiënte (radicale) innovaties te stimuleren?

Uit de theorie blijkt dat energiebelastingen en verhandelbare emissierechten het meest geschikt zijn om innovaties te stimuleren. Beide instrumenten creëren vanwege de financiële prikkel een constante vraag naar innovaties. Convenanten resulteren doorgaans in diffusie van technieken.

Het ex post onderzoek heeft uitgewezen dat het milieubeleid in de periode 1989-2000 vooral gericht was op beschikbare technieken. De energiebesparing in die periode is voor een groot deel afkomstig van warmte-krachtkoppelingen (WKK's). Echter, door de economische situatie rond WKK's zijn deze minder uren gaan draaien of stilgezet. De energiebesparing in het verleden wordt dus op dit moment weer tenietgedaan. De maatregelen in die periode hebben alleen maar betrekking gehad op incrementele procesaanpassingen en end-of-pipe technologieën. Dit wijst erop dat het niveau van double-loop-leren

niet is bereikt. De prikkel tot een hechte samenwerking met andere partijen in het technologienetwerk om buiten het bestaande referentiekader te zoeken naar nieuwe concepten ontbrak. Indien het milieubeleid voldoende wordt aangescherpt zal een crisissituatie ontstaan waarin radicale innovaties eerder als reëel worden gezien en incrementele veranderingen sneller als onvoldoende. Dit kan vervolgens resulteren in een tijdelijk voorsprong op de concurrenten "first mover advantage".

Uit het ex ante onderzoek komt naar voren dat het convenant op lange termijn tot de meeste afname in productiekosten leidt en daarmee tot een betere concurrentiepositie. Echter, na het realiseren van de taakstelling, is er geen prikkel meer tot verdere innovaties. Anderzijds zal de sector zich zeer waarschijnlijk niet committeren aan een dergelijke taakstelling. Paradoxaal genoeg blijkt dat investeren in de doorbraaktechnologieën op lange termijn wel leidt tot een betere concurrentiepositie. Zoals in de theorie al naar voren kwam werken bedrijven niet kostenminimaliserend vanwege enerzijds de onzekerheid over de markt en technische ontwikkelingen. Anderzijds door onvoldoende informatie om steeds optimale beslissingen te nemen. Bedrijven zijn dus bijziend.

In geval van verhandelbare emissierechten zal steeds de afweging worden gemaakt tussen het kopen van emissierechten of investeren in nieuwe technologieën. De kostprijs waarbij de doorbraaktechnologieën reële opties zijn bedraagt EUR 141/tonCO₂. De ramingen wat één tonCO₂ kost in een Europees handelssysteem liggen tussen de 5 en 25 euro. Gezien deze ramingen zullen bedrijven waarschijnlijk investeren in bewezen end-of-pipe technologieën en incrementele procesaanpassingen en emissierechten gaan kopen. Er zullen naar verwachting geen radicale innovaties plaatsvinden. Kortom, het beleidsinstrument energiebelasting, mits voldoende hoog, is het meest geschikt om radicale innovaties te stimuleren.

Het is lastig om de conclusies voor één sector te vertalen naar algemene beleidsaanbevelingen. Toch wordt een poging gedaan om een aantal algemene aanbevelingen te doen. Deze beperken zich tot de energie-intensieve sectoren.

- Uit het onderzoek is gebleken dat sunk-costs, prijselasticiteit, een hechte samenwerking tussen partijen in het technologienetwerk, aanpassingstijd en toegang tot de kapitaalmarkt een cruciale rol spelen bij het aanscherpen van milieubeleid. Dit zal ook essentieel zijn bij de andere energie-intensieve sectoren, echter de parameters kunnen anders zijn. Voor een goede invulling van het milieubeleid is het dan ook zeer wenselijk om het onderzoek uit te breiden naar de andere sectoren.
- Het marktconforme instrument energiebelasting, verdient de voorkeur om innovaties uit te lokken, mits de belasting voldoende hoog is. De hoogte van de energiebelasting kan voor elke sector anders zijn. In dat geval moeten verschillende belastingpercentages voor de vervuilers worden gebruikt. Dit betekent een meer sector gericht milieubeleid. De politieke haalbaarheid is geringer, vanwege het discriminatoire karakter.
- Het inzetten van een convenant kan resulteren in radicale innovaties, mits de sector in het vooruitzicht wordt gesteld dat als zij zich niet committeren aan een ambitieuze taakstelling voor 2010, de energiebelasting aanzienlijk zal worden verhoogd. Het afsluiten van een ambitieus convenant vereist echter wel voldoende kennis en vaardigheid van procesmanagement.
- Tot op heden zijn de REB-gelden teruggesluisd in de vorm van verlaging van de inkomsten- en/of vennootschapsbelasting. De vraag is of dit geld niet op een effectievere manier aangewend kan worden, namelijk meer gericht op het stimuleren van innovaties. Denk bijvoorbeeld aan het stimuleren van samenwerkingsverbanden die nodig zijn voor radicale innovaties of informatie-uitwisseling.

REFERENTIES

- Abramovitz, J. and A. Mattoon (1999): *Paper Cuts: Recovering the Paper Landscape*, Worldwatch paper 149.
- Alsema, E. A. (2001): *ICARUS-4: A database of energy reduction options for the Netherlands 1995-2020*, University Utrecht, NW&S, Utrecht.
- Argyris, C. and D. Schön (1978): *Organizational learning: A theory of action perspective*, Reading, Mass: Addison Wesley.
- Balassa, B. (1965): *Trade liberalization and revealed comparative advantage*, The Manchester School of Economic and Social Studies 33: p. 92-123.
- Baumol, W. J. and W. E. Oates (1988): *The Theory of Environmental Policy*, 2nd edition, Cambridge.
- Beer, J. De, Kerssemeeckers, M., Aalbers, R., Vollebergh, H., Ossokina, J., Groot, H. De, Mulder, P. en K. Blok (2000): *Onderzoek naar de effectiviteit van enkele subsidies en fiscale regelingen in de periode 1988-1999*, ECOFYS, Utrecht.
- Beers, C. Van en J. C. J. M. Van den Bergh (1997): *An Empirical Multi-Country Analysis of the Impact of Environmental Regulations on Foreign Trade*, Kyklos, Vol. 50, p. 29-41.
- Beers, C. Van (2001): *Milieu-economie voor ingenieurs*, reader WM0615, TU-Delft.
- Boonekamp, P., Harmsen, R., Kets, A. en M. Menkveld (2002): *Besparingstrends 1990-2000: Besparing, instrumenten en effectiviteit*, ECN.
- Boots, M., Feber, M. de, Wals, A. en J. Koster (2001): *Verhandelbare systemen in het Nederlandse Klimaat: Nationale emissiemarkten*, ECN.
- Carlin, W., Glyn, A. and J. Van Reenen (2001): *Export Market Performance of OECD Countries: An Empirical Examination of the Role of Cost Competitiveness*, IFS, Working Paper series No. W99/21.
- Coase, R. (1992): *The institutional structure of production*, American Economic Review 82, p. 713-719.
- Coenen, R./Klein-Vielhauer, S. (1997): *Die Bedeutung der Umwelttechnologie für eine ökonomisch und ökologisch "nachhaltige" Entwicklung*, In: IPTS-Report, Nr. 14, S. 5-12 (geciteerd uit Hemmelskamp (1999)).
- Devereux, M. P. and R. Griffith (1998): *Taxes and the location of production: evidence from a panel of US multinationals*, Journal of Public Economics, 68(3), 335-367
- Doering, R., Bregha, F., Roberts, D., Thompson, S. and D. Wilson (1992): *Environmental Regulations and The Pulp and Paper industry: An examination of the Porter Strategy*, National Round Table on the Environment and the Economy.
- Dufour, C and P. Lanoie (1995): *Regulation and productivity in the Quebec manufacturing sector*, CIRANO, Montreal.
- Ex, F. Van (1999): *Technologische innovatie en diffusie*, Economische groei en Technologisch beleid: een literatuuroverzicht, CESIT, Universiteit Antwerpen, Antwerpen.
- Farla, J. C. M., Blok, K. and L. J. Schipper (1997): *Energy Efficiency Developments in the Pulp and paper Industry, A Cross-Country Comparison Using Physical Production Data*, Energy Policy.
- Fuente, M. M. De la (1995): *Milieu en Concurrentiepositie: Een case-study van de papier- en kartonindustrie (1970-1990)*, Zoetermeer.
- Gabel, H. en B. Sinclair-Desgagné (1993): *Managerial incentives and environmental compliance*, Journal of Environmental Economics and Management 24, p. 229-240.
- Gabel, H. en B. Sinclair-Desgagné (1995): *Corporate responses to environmental concerns*, in H. Folmer, H. Gabel and H. Opschoor (eds.), Principles of Environmental and Resource Economics, Edward Elgar, Aldershot, p. 347-362.
- Gabel, H. en B. Sinclair-Desgagné (1998): *The firm, its routines and the environment*, in T. Tietenberg en H. Folmer. (eds.), The International Yearbook of Environmental and resource Economics 1998/1999, Edward Elgar, Cheltenham, p. 89-118.
- Gent, C. Van en P. A. G. van Bergeijk (1996): *Basisboek Markt- en micro-economie*, Groningen.
- Glasbergen M. (1997): *Afspraken werken: Evaluatie Meerjarenaafspraken over Energie-efficiency*, Universiteit Utrecht.
- Hart, Stuart and Cynthia Manson (1996): *Competitive Implications of Environmental Regulation in the Paper De-inking Industry*, The Management Institute for Environment & Business.
- Heijnes, H., Beer, J. De en K. Blok (1998): *Energiebesparing in een stroomversnelling: Meerjarenaafspraken energiebesparing met de industrie na 2000*, ECOFYS, Utrecht.
- Hemmelskamp, J. (1999): *Umweltpolitik und technischer Fortschritt: Eine theoretische und empirische Untersuchung der Determinanten von Umweltinnovationen*, Heidelberg.
- Jacobs, D. en J. Waalkens (2001): *Innovatie: Vernieuwingen in de innovatiefunctie van ondernemingen*, Kluwer, Deventer.
- Jaffe, A., Peterson, S., Portney, P. and R. Stavins (1995): *Environmental regulation en the competitiveness of US manufacturing: what does the evidence tell us?*, Journal Economic Literature, Vol. 33, p. 132-163.
- Jeeninga, H., Honig, E., Dril, A. Van en R. Harmsen (2002): *Effect van energie- en milieubeleid op broeikasgasemissies in de periode 1990-2000*, RIVM.

- Kemp, R. (1997): *Environmental Policy and Technical Change: A Comparison of the Technical Impact of Policy Instruments*, Universiteit Maastricht, Maastricht.
- Kneese, A. V. and B. T. Bower (1968): *Managing Water Quality: Economics, Technology, Institutions*. Baltimore, Md.: John Hopkins University Press.
- Koomey, J. G., Atkinson, C., Meier, A., McMahon, J. E., Boghosian, S., Atkinson, B., Turiel, I., Levine, M. D., Nordman, B. and P. Chan (1991): *The Potential for Electricity Efficiency Improvements in the U.S. Residential Sector*, Berkeley, CA: Lawrence Berkeley National Laboratory (LBL-30477).
- Koopman, G. en F. J. De Gram (1998): *Voortgangsrapportage ontwikkeling energie-efficiency (VNP) 1989-1997*, Hoofddorp.
- Lanoie, P. (2001): *Environmental Regulation and Productivity: New Findings on the Porter Analysis*, CIRANO.
- Lijesen, M., Mulder, M. en M. Vromans (2001): *Fiscale vergroening en energie II: Economische effecten van verhoging en verbreding van de Regulerende Energiebelasting*, CPB.
- Long, N. Van and H. Siebert (1991): *Institutional Competition Versus ex-ante Harmonization: The Case of Environmental Policy*, Journal of Institutional and Theoretical Economics, 147/2, p. 296-311.
- Luiten, E. (2001): *Beyond energy efficiency: Actors, networks and government intervention in the development of industrial process technologies*, NW&S, Universiteit Utrecht.
- Mannaerts, H. (2000): *Stream: Substance Throughput Related to Economic Activity Model: A partial equilibrium model for material flows in the economy*, CPB, Den-Haag.
- Markusen, J. R., Morey, E. and N. Oliwiler (1993): *Environmental Policy when Market Structure and Plant Locations are Endogenous*, Journal of Environmental Economics and Management, Vol. 24, p. 69-86.
- Martin, N., Anglani, N., Einstein, D., Khrushch, M., Worrel, E. and L. Price (2000): *Opportunities to Improve Energy Efficiency and Reduce Greenhouse Gas Emissions in the U.S. Pulp and Paper Industry*, Environmental Energy Technologies Division, Berkeley.
- Meadows, D. L. (1970): *Dynamics of Commodity Production Cycles*. Waltham, MA: Pegasus Communications.
- Mohr, Robert D. (2001): *Technical Change, External Economies, and the Porter Hypothesis*, Department of Economics, University at Austin, Texas.
- Motta, M. and J. F. Thisse (1993): *Does Environmental Dumping Lead to Relocation?*, Fondazione Eni Enrico Mattei, Nota di lavoro 77.93, Milaan.
- Nanduri, M. (2002): *Aggregating physical intensity indicators: result of applying the composite indicator approach to the Canadian industrial sector*, Energy Policy 30, p. 151-163.
- Oates, W. E. and D. L. Stassmann (1984): *Effluent Fees and Market Structure*, Journal of Public Economics, No. 24, p. 29-46.
- Oates, W. E. (1992): *The Economics of the Environment*, USA.
- Oates, W., Palmer, K. and P. Portney (1993): *Environmental Regulation and International Competitiveness: Thinking About the Porter Hypothesis*, Resources for the Future.
- Palmer, K., Oates, W. E. and P. R. Portney (1995): *Tightening Environmental Standards: The Benefit-Cost or the No-Cost Paradigm?*, Journal of Economic Perspectives, Vol. 9, No. 4, p. 119-132.
- Philipsen, G. J. M. (1998): *Handbook on International Comparisons of Energy Efficiency in the Manufacturing Industry*, Dept. Of Science, Technology and Society, Utrecht University.
- PNG, Ivan (1998): *Managerial Economics*, USA.
- Porter, M. E. and C. Van der Linde (1995): *Towards a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship*, Journal of Economic Perspectives, Vol. 9, No. 4, p. 97-118.
- Porter, M. E. (1990): *The Competitive Advantage of Nations*, New York.
- Porter, M. E. (1996): *America's Green Strategy*, In: Welford, R./ Starkey, R.: *Business and the Environment*. London: Earthscan, S. 33-35 (geciteerd uit Hemmelskamp (1999)).
- Rietbergen, M. and K. Blok (1999): *The Environmental performance of voluntary agreements on industrial energy-efficiency improvement*, Universiteit Utrecht, NW&S.
- Schumpeter, J. A. (1942): *Capitalism, Socialism and Democracy*, Harper & Brothers, New York and London.
- Sengers, L. (1995): *Papier hier!*, Quote, p. 88-94.
- Siebert, H. (1991): *Environmental Policy and European Integration*. In: Environmental Scarcity: The International Demension / Horst Siebert. Institut für Weltwirtschaft an der Universität.
- Siebert, H. (1991): *Europe '92, Decentralising Environmental Policy in the Single Market*, Environmental and Resource Economics, Vol. 1, No. 3, p. 271-287.
- Sinclair-Desgagné, B. and H. Gabel (1997): *Environmental auditing in management systems and public policy*, Journal of Environmental Economics and Management 33, p. 331-346.
- Smith, K., Autio, E., Dietrichs, E. and K. Führer (1997): *Innovation Activities in Pulp, Paper and Paper Products in Europe*, Report to European Commission, DG-XIII, EIMS Project 94/112, STEP Group, Oslo.

- Sterman, J. D. (2000): *Business Dynamics: System Thinking and Modeling for a Complex World*, Massachusetts Institute of Technology.
- Stewart, F. (1981): *International Transfer of Technology: Issues and Policy Options*, in Jolly and Streeten (geciteerd uit Kemp (1997)).
- Stiglitz, J. E. (1991): *Symposium on organizations and economics*, Journal of Economic Perspectives, Vol. 5, p. 15-24.
- Stoft, S. E. (1995): *The Economics of Conserved-Energy Supply Curves*, University of California Energy Institute, Berkely.
- Taylor, H. (1999): *Modeling Paper Material Flows and Recycling in the US Macro-economy*. PhD thesis, Department of Civil Engineering, MIT, Cambridge MA 02139 (geciteerd uit Sterman (2000)).
- Thaler, R. (1991): *Quasi Rational Economics*, New York: Russell Sage Foundation.
- Velthuisen, J. W. (1995): *Determinants of Investment in Energy Conservation*, Amsterdam: SEO, Foundation for Economic Research of the University of Amsterdam.
- VNP (2000): *Jaarverslag 2000*, Hoofddorp.
- VNP (2001): *Jaarverslag 2001*, Hoofddorp.
- VNP (2002): *Eindrapportage Meerjarenafspraak Energie-Efficiency Papier- en Kartonindustrie (VNP) 1989–2000*, Hoofddorp.
- Withagen, C. (1999): *De Porter-hypothese belicht*, RMNO, Rijswijk.
- Withagen, C., Bollen, J., Groot De, H. L. F., Manders, T. en H. R. J. Vollebergh (2002): *Klimaatbeleid en Europese concurrentieposities (concept)*, Vrije Universiteit, Afdeling Ruimtelijke Economic, Amsterdam.
- Worrell, E., Levine, M., Price, L., Martin, N., Broek, R. Van den and K. Blok (1997): *Potentials and Policy Implications of Energy and Material Efficiency Improvement*, Department for Policy Co-ordination and Sustainable Development, United Nations, New York, NY.
- Ybema, J., Beeldman, M., Van Dril, A., Oude Lohuis, J., Annema, J. en R. Engelen (2001): *Marginale CO₂-reductiekosten per sector voor de analyse van nationale emissiehandel: Analyse voor de Commissie CO₂-handel*, ECN.

BIJLAGE I: TARIEVEN BRANDSTOFFENBELASTING EN REGULERENDE ENERGIEBELASTING

TABEL I.1: DE ONTWIKKELING VAN DE REB-TARIEVEN (CT/ M³ EN CT/KWH)

ENERGIEDRAGER	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Aardgas(m³):							
t/m 5.000 m³ (a)	1,44	2,89	4,32	7,16	9,45	12,03	12,40
5001 t/m 170.000 m³	1,44	2,89	4,32	4,65	5,19	5,62	5,79
170.001 t/m 1 mln m³	0	0	0	0,32	0,70	1,04	1,07
1 mln m³ of meer	0	0	0	0	0	0	0
Elektriciteit (kWh):							
t/m 10.000 kWh	1,34	1,34	1,34	2,22	3,72	5,83	6,01
10.001 t/m 50.000 kWh	1,34	1,34	1,34	1,42	1,61	1,94	2,00
50.000 t/m 10 mln. kWh	0	0	0	0,10	0,22	0,59	0,61
10 mln. kWh of meer	0	0	0	0	0	0	0

Bron: Ministerie van Economische Zaken

Noot:

- (a) Tot en met 2000 gold voor het gebruik tot 800 m³ en 800 kWh een belastingvrije voet in de REB. Vanaf 2001 is deze belastingvrije voet omgezet in een belastingvermindering. Deze vermindering bedraagt in 2001 per elektriciteitsaansluiting EUR 142 excl. BTW.

TABEL I.2: TARIEVEN BSB (EXCL. BTW)

SOORT BRANDSTOF	PER	TARIEVEN 2001 (EURO)	TARIEVEN 2002 (EURO)
Ongelode benzine	1.000 liter	12,04	12,41
Gelode benzine	1.000 liter	12,04	12,41
Halfzware olie	1.000 liter	13,19	13,60
Gasolie (motorbrandstof)	1.000 liter	13,29	13,70
Gasolie (ander gebruik)	1.000 liter	13,29	13,70
Zware stookolie	1.000 kg.	15,51	15,99
LPG (motorbrandstof)	1.000 kg.	15,86	16,35
Kolen	1.000 kg.	11,22	11,57
Hoogoven-, cokesoven-, kolen- en raffinaderijgas	1.000 GJ	113,59	117,11
Aardgas			
0 – 10 mln m³	1 m³	0,0103	0,0106
> 10 mln m³	1 m³	0,0068	0,0070
KV-gas	1.000 GJ	448,58	462,49

Bron: Ministerie van Economische Zaken

BIJLAGE II: KOSTPRIJS ELEKTRICITEIT EN AARDGAS INCLUSIEF BELASTINGEN

TABEL II.1: KOSTPRIJS ELEKTRICITEIT INCLUSIEF BELASTINGEN

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
België	5,75	5,52	5,43	5,78	5,65	6,03	6,01	5,76	5,64	5,54	5,53
Denemarken	4,38	4,31	4,03	4,65	4,67	4,69	5,14	5,04	5,50	5,28	n.b.
Duitsland	7,44	7,37	7,49	7,74	7,97	8,03	7,45	6,68	6,43	6,07	5,50
Griekenland	5,52	5,42	5,88	5,29	4,97	4,82	4,85	4,92	4,94	4,91	4,80
Spanje	7,08	7,73	7,95	7,45	6,48	6,17	6,38	5,92	5,49	5,52	5,63
Frankrijk	4,95	5,00	5,17	5,52	5,62	5,61	5,62	5,48	5,15	5,03	4,90
Ierland	5,24	5,25	5,26	5,44	5,18	5,06	4,95	5,58	5,31	5,30	5,30
Italië	5,97	6,54	6,99	6,06	6,35	6,24	6,3	7,06	7,07	6,7	7,26
Luxemburg	4,83	4,49	4,43	4,68	4,72	4,83	4,89	4,85	4,64	4,73	4,46
Nederland	4,36	4,27	4,08	4,44	4,49	4,74	4,83	4,74	4,70	4,87	n.b.
Oostenrijk	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	6,88	6,93	7,29	7,00	6,71	n.b.
Portugal	6,41	7,08	8,25	8,71	6,95	6,55	6,19	6,12	5,82	5,27	5,25
Finland	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	4,42	4,19	4,09	3,91	3,89	3,80
Zweden	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	3,34	3,65	3,29	2,76	2,82
Engeland	5,68	6,34	5,46	5,20	5,60	5,19	4,65	3,98	3,40	3,62	5,76

Bron: Eurostat

Noot: n.b. = niet bekend

TABEL II.2: KOSTPRIJS AARDGAS INCLUSIEF BELASTINGEN

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
België	3,50	3,90	3,61	3,35	3,37	3,29	3,16	3,39	3,48	2,65	3,64
Duitsland	4,53	4,29	4,96	4,80	4,86	4,66	4,37	4,67	4,86	4,20	4,27
Spanje	3,47	3,89	2,59	2,52	2,11	2,80	2,96	3,54	3,50	2,67	3,89
Frankrijk	3,06	3,19	3,22	2,94	3,00	2,85	2,90	3,15	3,27	2,79	3,83
Italië	3,09	3,79	3,65	3,25	3,43	3,27	3,53	4,1	3,91	3,35	4,03
Luxemburg	3,90	4,20	4,09	4,21	4,03	3,85	4,12	4,90	4,82	3,72	4,82
Nederland	2,84	2,95	2,47	2,63	2,65	3,05	2,93	3,31	3,32	2,70	3,68
Denemarken	n.b.	n.b.	2,60	2,71	2,45	3,16	3,25	3,75	3,42	2,66	4,29
Engeland	3,38	3,49	3,60	3,36	n.b.	3,09	2,08	2,45	3,03	3,00	2,98
Finland	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	2,63	2,95	3,90	3,59	2,56	4,33
Oostenrijk	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	4,00	4,92	4,74	4,80	n.b.
Ierland	2,27	2,60	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Griekenland	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Portugal	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Zweden	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.

Bron: Eurostat

Noot: n.b. = niet bekend

BIJLAGE III: PROJECTEN GERICHT OP ENERGIEBESPARING

TABEL III.1: EEN OPSOMMING VAN PROJECTEN IN DE PERIODE 1989 T/M 2000

CATEGORIE	TOENAME ENERGIE-EFFICIENCY	VERMINDERING ENERGIE-EFFICIENCY
Good housekeeping/ energiemangement	- extra ruimteverwarming	- hogere inzet warmtewisselaar - verder sluiten waterhuishouding - optimalisatie stofvoorbereiding - verbeteren vacuümproces - optimalisatie droogproces - isolatie - good housekeeping - energiemangement (algemeen)
Energie Conversie (o.a. WKK)	- ECO-afgassen ketel buiten bedrijf - gasturbinegenerator tijdelijk buiten bedrijf - stoomketel tijdelijk buiten bedrijf - WKK-storing (generator) - Stilzetten WKK, (econ. omstandigheden)	- verhoging ketelrendement - installatie nieuwe WKK - vernieuwing installatie (ketel, generator) - minder stilstand gasturbine
Projecten gericht op Energiebesparing		- optimalisatie stofvoorbereiding - optimalisatie vacuüm - optimalisatie elektriciteitshuishouding - optimalisatie stoomsysteem - warmte terugwinning (rookgascond., luvo's) - verbetering isolatie - zuiniger verlichting - verbetering vochtprofiel papierbaan - vervallen lijmaankaak - toepassen frequentieregeling - overige energiebesparingsprojecten
Strategische vervangingsprojecten	- mechaniseren/automatisering verwerkingsafdeling - vergroting vacuümcapaciteit - vergroting reinigingsapparatuur - verhogen temperatuur proceswater - ombouw papiermachines (incl. aanloop) - sluiting papiermachines, vervanging/afkoppelen, stilzetten	- vervanging van Thermo Mechanical Pulp, door oud-papier - vernieuwen stofvoorbereiding - ombouw/sluiting papiermachines, vervanging/afkoppelen installaties, - aanpassingen aan droogpartij - vermindering waterverbruik - verhoging productiesnelheid - efficiënter grondstoffenverbruik door productie van secundaire brandstoffen (Rofire)
Productefficiency verbeteringen	- productieverlies bij ombouw PM - toename uitval/afkeur	- vermindering storing/afval - door verhoging stoftemperatuur verbetering efficiëntie - verminderen stoptijden/optimalisatie proces

Bron: VNP 2002

BIJLAGE IV: POTENTIEEL AAN ENERGIEBESPARING OP KORTE EN LANGE TERMIJN

TABEL IV.1: ENERGIEBESPARINGSPOTENTIEEL EN INVESTERINGSKOSTEN

UITGANGSPUNTEN VOOR ONDERSTAAND TABEL	
1 US\$	1.0139 EUR
Kostprijs energie (1993-1999)	3,2 EUR/GJ
Discontovoet	10%
Levensduur	10 jaar (condebelt drogen, impulse drying en shortwave infrared drying zijn procesgeïntegreerde technologieën => 20 jaar)
Productie projectie in 2010	3,9 miljoen ton
Referentiejaar inschatting technologieën en energiebesparing	2000

Bron: Martin *et al.*, 2000

TECHNOLOGIE	CCE (EUR/GJ _{pr})	ENERGIE BESPARING TECHNOLOGIE (GJ _{pr} /TON)	INVESTERINGSKOSTEN (EUR/TON)	O&M (EUR/TON PER JAAR)	PENETRATIE % VAN TOTALE PRODUCTIE	ENERGIEBESPARING SECTOR (GJ _{pr} /TON)	TERUGVERDIENTTIJD (JAREN)
<u>Mechanisch pulpen</u>							
Refiner verbeteringen	2,66	2,13	7,81	2,64	1%	0,02	1,83
<u>Thermomechanisch pulpen</u>							
RTS proces	6,77	2,89	50,70	0,00	1%	0,03	5,41
Warmteterugwinning TMP	4,99	5,30	21,29	18,25	1%	0,05	-20,50
<u>Bleken</u>							
Waspersen	14,17	0,43	17,24	-0,51	5%	0,02	9,01
<u>Papier maken</u>							
Verminderen ventilatieluchtbehoefte	4,25	0,90	9,63	0,10	5%	0,04	3,43
Condebelt drogen	2,17	1,96	28,59	0,00	5%	0,10	4,49
Impulse drying	3,94	2,83	75,03	0,00	75%	2,12	8,17
Shortwave infrared drying	5,76	3,3	121,67	0,93	30%	0,99	12,45
<u>Algemene maatregelen</u>							
Optimalisatie regulerende apparaten	3,86	0,26	0,00	1,01	5%	0,01	0,00
Energie-efficiënte verlichting	3,50	0,13	1,22	-0,01	5%	0,01	2,79
Efficiënte motoren	1,44	1,63	6,08	0,00	50%	0,81	1,15
Pinch analyse	1,57	1,99	8,11	0,00	50%	0,99	1,26
<u>Efficiënte stoomproductie en distributie</u>							
Ketelonderhoud	0,04	1,40	0,00	0,06	5%	0,07	0,00
Verbeterde controle proces	0,40	0,60	0,41	0,08	5%	0,03	0,22
Warmteterugwinning rookgassen	1,31	0,28	0,71	0,09	5%	0,01	0,88
Blowndown stoom terugwinning	1,66	0,26	0,81	0,11	5%	0,01	1,13
Stoomklep onderhoud	0,28	1,99	1,22	0,09	5%	0,10	0,19
Automatische controle stoomklep	0,64	0,99	1,22	0,16	5%	0,05	0,40
Reparatie lekken	0,25	0,60	0,30	0,03	5%	0,03	0,16
Hergebruik condensaat	0,68	2,98	3,85	0,55	5%	0,15	0,42
						Σ (alle technologieën = potentieel in de sector in NL) 5,7 GJ _{pr} /ton	

Bron: Boots *et al.*, 2001 en Martin *et al.*, 2000. De grijs gemarkeerde zijn doorbraaktechnologieën en naar verwachting in 2010 beschikbaar (mits stringent milieubeleid wordt gevoerd) en vereisen een radicale verandering van het productieproces. De CCE zijn de energiebesparingskosten van de betreffende technologie, berekend volgens de formule in §5.2. Het verschil met energiebesparing technologie en sector is, dat de energiebesparing in de sector aangepast is aan de hoeveelheid productie waarop technologie van toepassing is. Dit percentage is weergegeven in de kolom penetratie % van de totale productie waarop technologie van toepassing is. Dit is in overleg gedaan met een papier en karton deskundige. De inzet van efficiënte motoren en het uitvoeren van een pinch-analyse zorgen voor een energiebesparing van respectievelijk 18% en 14% (van het totaal = 5,7 GJ_{pr}/ton) binnen de sector. Impulse en shortwave infrared drying zijn procesgeïntegreerd technologieën en kunnen als revolutionair worden beschouwd omdat het huidige droogproces radicaal moet worden veranderd. Beide technologieën zijn reële opties op de lange termijn (2010) en dragen bij aan een behoorlijke energiebesparing, respectievelijk 37% en 17%.

BIJLAGE V: ENERGIEBESPARING AANBODCURVE

TABEL V.1: DE MARGINALE REDUCTIEKOSTEN

TECHNOLOGIE	ENERGIEBESPARING (G _{PR} /TON PAPIER)	CUMULATIEVE ENERGIEBESPARING (G _{PR} /TON)	MARGINALE KOSTEN (EUR/G _{PR})
Ketelonderhoud	0,07	0,07	0,04
Reparatie lekken	0,03	0,10	0,25
Stoomklep onderhoudt	0,10	0,20	0,28
Verbeterde controle proces	0,03	0,23	0,40
Automatische controle stoomklep	0,05	0,28	0,64
Hergebruik condensaat	0,15	0,43	0,68
Warmteterugwinning rookgassen	0,01	0,44	1,31
Efficiënte motoren	0,81	1,26	1,44
Pinch analyse	0,99	2,25	1,57
Blowndown stoom terugwinning	0,01	2,26	1,66
Condebelt drogen	0,10	2,36	2,17
Refiner verbeteringen	0,02	2,38	2,66
Energie-efficiënte verlichting	0,01	2,39	2,50
Optimalisatie regulerende apparaten	0,01	2,40	3,86
Impulse drying	2,12	4,52	3,94
Verminderen ventilatieluchtbehoefte	0,04	4,57	4,25
Warmteterugwinning TMP	0,05	4,62	4,99
Shortwave infrared drying	0,99	5,61	5,76
RTS proces	0,03	5,64	6,77
Waspersen	0,02	5,66	14,17

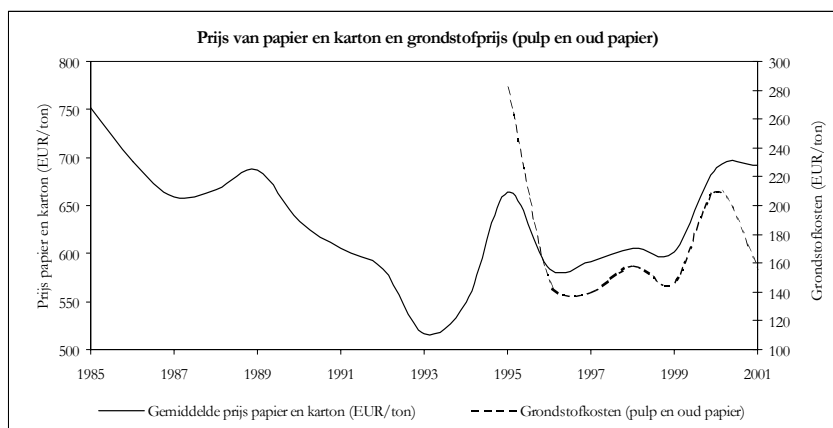
Kosteneffectief bij een energieprij van 3,2 EUR/G_{PR}. Energiebesparing is 2,4 G_{PR}/ton.

Radicale procesaanpassingen bij een energieprij van 5,8 EUR/G_{PR}. (kosteneffectief). Energiebesparing is 5,6 G_{PR}/ton.

Noot: Kosteneffectieve maatregelen (marginale bestrijdingskosten = energieprij). De marginale bestrijdingskosten zijn gerangschikt laag naar hoog, vervolgens is de cumulatieve energiebesparing berekend. De grijs gemarkeerde technologieën zijn naar verwachting in 2010 beschikbaar (mits stringent milieubeleid wordt gevoerd) en vereisen een radicale verandering van het productieproces. Om de sector aan te zetten tot radicale vernieuwingen, wordt uitgegaan van een energieprij van 5,8 EUR/G_J. Bij dit punt zijn beide doorbraaktechnologieën, vanwege kosteneffectiviteit, reële opties.

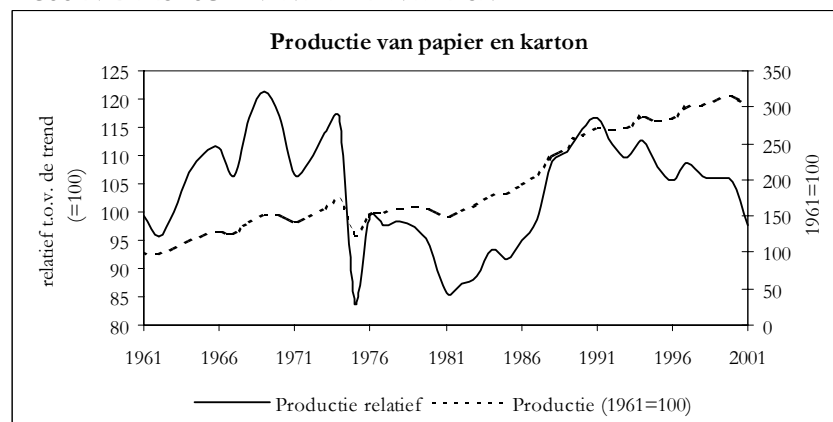
BIJLAGE VI: CYCLISCH GEDRAG IN DE PAPIER- EN KARTONINDUSTRIE

FIGUUR VI.1: PRIJSONTWIKKELING PAPIER EN KARTON EN GRONDSTOF



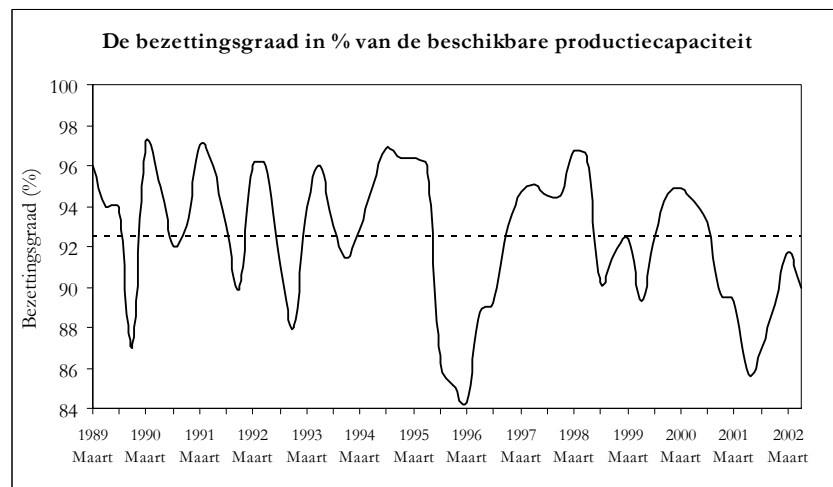
Bron: VNP, 2001

FIGUUR VI.2: PRODUCTIE VAN PAPIER EN KARTON



Bron: FAO, FAOSTAT

FIGUUR IV.3: BEZETTINGSGRAAD VAN DE BESCHIKBARE PRODUCTIECAPACITEIT



Bron: CBS, Statline

BIJLAGE VII: HET ALGEMEEN GOEDERENMARKTMODEL

Klassieke economische theorie

De klassieke economische theorie van de cyclische bewegingen van goederen, is gebaseerd op het zogenaamde cobweb model. Hierbij wordt verondersteld dat de vraag (D) onmiddellijk reageert op de prijs (P), maar het aanbod (S) langzaam reageert:

$$D_t = f_D(P_t); S_t = f_S(P_{t-1})$$

$$P = P^* \times f(\text{Vraag/Aanbod})$$

De prijs wordt in veel economische modellen geformuleerd als een evenwichtsprijs P^* , aangepast als functie naar de huidige vraag/aanbod balans. De evenwichtsprijs is daarbij constant. Dit schetst echter niet de werkelijkheid, denk bijvoorbeeld aan een constante verandering in productiekosten. De evenwichtsprijs zal voortdurend veranderen, maar omdat de verwachte evenwichtsprijs vast ligt, wordt de markt continue in onevenwicht gedwongen.

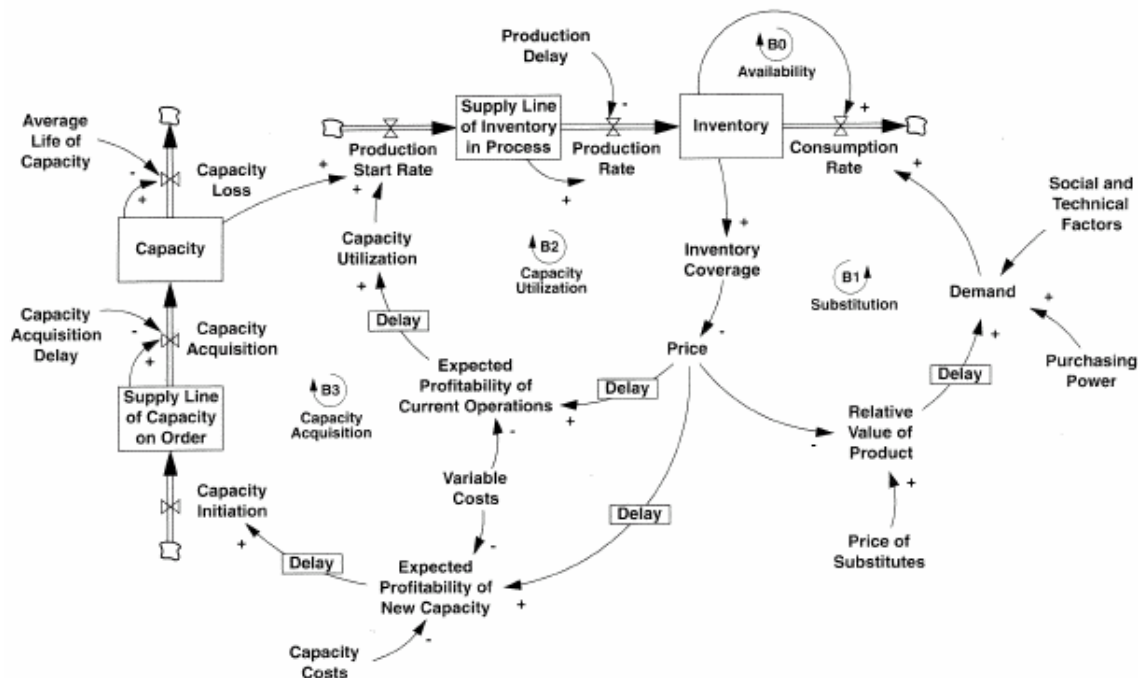
Cobweb modellen ondervangen de kernstructuur van de onderliggende cyclus, maar de tijdvertraging in de negatieve terugkoppeling als reactie van de het aanbod op de prijs, is ongeschikt voor het serieus modelleren van dynamische markten. Ten eerste, wordt er voorbij gegaan aan de structuur van het productieproces en stromen, die er in werkelijkheid zijn in markten (inclusief voorraadbeheer, productie en capaciteit). Ten tweede, worden zij geformuleerd in discrete tijd en genereren veelal een onrechtmatige dynamiek, gelijksoortig aan fouten die optreden bij het integreren als differentiaal vergelijkingen gemodelleerd worden met een te grootte tijdstap (zogenaamde DT-error). Ten derde, wordt verondersteld, dat het interval tussen periodes correspondeert met de tijd die nodig is voor de productie, zoals het moment van zwangerschap en geboorte bij vee. In werkelijkheid, blijkt de periodecyclus van goederen langer zijn dat tweemaal de productievertraging. De zwangerschap-geboorte vertraging is bij varkens 11 maanden, maar de periode van de varkenscyclus is 4 jaar; de constructie van gebouwen is circa 3 jaar, maar de werkelijke onroerend-goedecyclus is 10 tot 20 jaar. Ten vierde, wordt niet het verschil gemaakt tussen productiecapaciteit en bezettingsgraad en kunnen daardoor niet de meervoudige oscillaties in periodes verklaren, die in veel industrieën zijn waar te nemen. Modellen om de goederencyclus te verklaren, zouden de structuur van het productieproces en stromen, tijdvertragingen en besluitvormingsprocessen van de markt moeten representeren. De vertragingen moeten uitgaan van de werkelijke waarden en geen vermenigvuldigingen zijn van arbitraire tijdperiodes.

Algemeen goederenmarktmodel

De onderliggende structuur van de terugkoppeling, is verantwoordelijk voor de cyclus zoals deze is weergegeven in Bijlage VI. In Figuur VII.1, is de structuur weergegeven van de productie en waarneembare vertragingen in de besluitvormingsprocessen. De structuur van productieproces en stromen boven aan het diagram vertegenwoordigt de aanbodzijde, aan de linkerkant is de productiecapaciteit afgebeeld. De productiecapaciteit neemt toe door het verwerven van extra capaciteit, maar neemt af als de waarde van capaciteit afneemt en uiteindelijk afgestoten wordt. Het werven van extra capaciteit gaat gepaard met een lange vertragingen. De capaciteit en bezettingsgraad zijn bepalend voor de hoeveelheid productie in de beginsituatie. De beschikbare voorraad neemt toe als de productie stijgt en zal afnemen indien de consumptie minder wordt. In Figuur VII.1, zijn de drie belangrijkste terugkoppelingen weergegeven, die de vraag en aanbod in evenwicht te houden. Aan de vraagzijde, is de vraag naar een product afhankelijk van de prijs en relatief van de substituten, de koopkracht van consumenten en sociale en technische factoren ongeacht de prijs (trend). Hoge prijzen reduceren de relatieve waarde van het product dat de vraag verder doet afnemen (Substitutie loop B1).

Substitutie kent vaak behoorlijke vertragingen: de consument kan snel overstappen naar een andere product, terwijl de reactie van de vraag op de prijs van een energiedrager veel tijd kost gezien de lange levensduur van energieverbruikende machines.

FIGUUR VII.1: ALGEMENE STRUCTUUR VAN HET CONCEPTUEEL MODEL



Bron: Sterman, 2000

Aan de aanbod zijde, leiden hoge prijzen tot een hogere bezettingsgraad van de bestaande machines (Capacity Utilization loop B2). Als prijzen hoog blijven, zal de capaciteit worden uitgebreid, en resulteert in een toenemende productie (Capacity Acquisition Loop B3). Zowel de bezettingsgraad als het werven van extra capaciteit reageren op de prijs, toch zit er een wezenlijk verschil in de voorafgaande beslissingen. De bezettingsgraad is afhankelijk van de verwachte winstgevendheid van de huidige bedrijfsvoering. De verwachte winstgevendheid hangt daarentegen weer af, van de variabele kosten bij productie en de prijs die producenten verwachten te realiseren als de productie die vandaag is gestart beschikbaar is voor de verkoop. De winstgevendheid van nieuwe investeringen is afhankelijk van de totale kosten van nieuwe capaciteit, zowel vast als variabel, en de voorspelde prijs van de investeerder op lange termijn. Deze kan verschillen van de korte termijn prijs verhogingen, mede om de bezettingsgraad te verhogen.

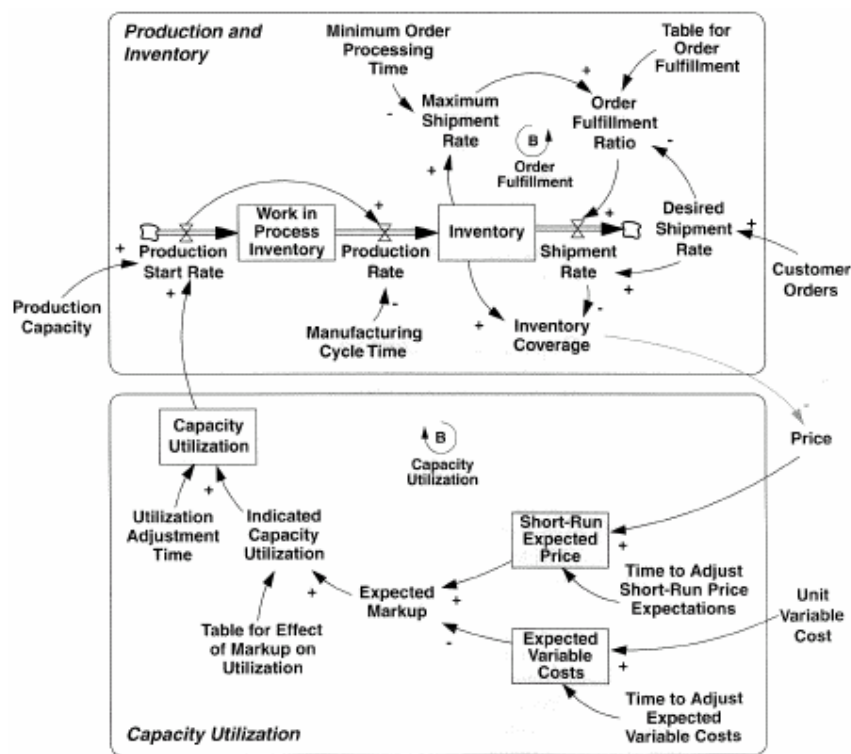
De huidige spotprijs van een product is afhankelijk van de balans tussen vraag en aanbod. Het huidige aanbod is de hoeveelheid voorraad. De vraag komt overeen met de huidige klantenorders of inhaalbehoefte (backlog). Prijzen neigen te stijgen als de voorraaddekking (ratio van voorraad en consumptie) afneemt. Prijzen worden ook beïnvloedt door andere factoren, zoals de voorraadkosten in vergelijking met de kosten van opslag en risico's van verspilling of veroudering, het concurrentieniveau in de markt en verwachte kosten van substituten. Opgemerkt dient te worden dat de Availability loop (B0), de consumptie beperkt als de voorraad ontoereikend is. In veel markten passen de prijzen, vraag en productie, zich meestal snel aan om tekorten op te vangen. Echter, markten worden niet alleen door prijzen verklaard. Beschikbaarheid speelt meestal een belangrijke rol bij het in balans brengen van de consumptie met productie. Tekorten worden ervaren als verlenging van vertraagde leveringen, producten worden geplaatst op allocatie, of simpelweg niet meer voorradig. Beschikbaarheid speelt ook een belangrijke rol in markten met gedifferentieerde producten, waar de prijzen zich langzaam aanpassen of waar sociale normen vanuit rechtvaardigheid prijsverhogingen binnen perken houdt indien er schaarste is

(Thaler 1991). Zelfs in goederen markten waar de prijzen zich normaal gesproken snel aanpassen kunnen extreme condities, zoals prijsbeheersing of paniek aankopen, ervoor zorgen dat men gedwongen wordt om beneden de hoeveelheid orders te leveren. De Substitution, Utilization, and Capacity Acquisition loops ondergaan vertragingen van verschillende orde en kunnen daardoor instabiliteit en oscillaties veroorzaken. Als de vertragingen in productie lang genoeg duren, nemen de oscillaties toe en past de bezettingsgraad zich aan in reactie op de verandering van de prijzen. De vertragingen in de Capacity Acquisition feedback zijn vervolgens veel langer en resulteren in een langere cyclus. Beide loops aan de aanbod zijde, zijn inclusief fysieke vertragingen (de capaciteitswerving en achterblijven van productie) en vertragingen in informatie, perceptie en besluitvorming (vaststellen van de prijsverwachtingen, beoordelen van de winstgevendheid en het maken van investeringsplannen).

De onderliggende formele modellen

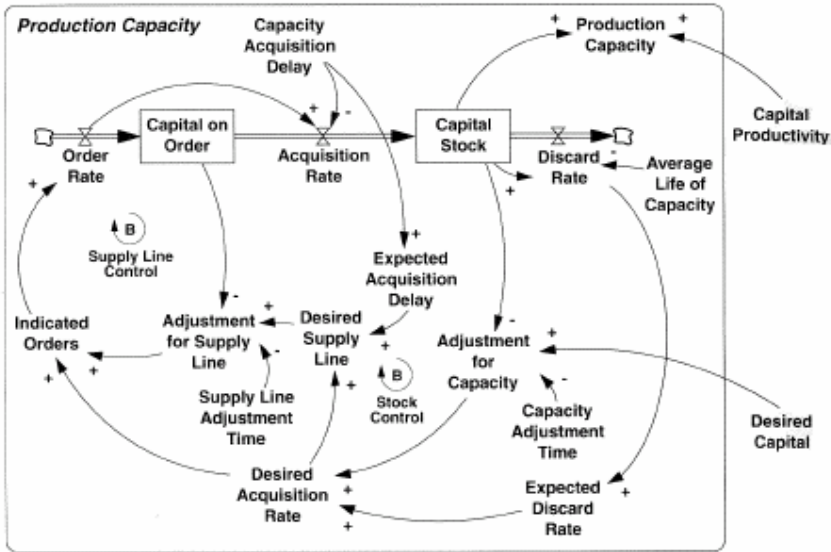
Voor een gedetailleerde beschrijving en formules, zie Sterman, 2000.

FIGUUR VII.2: PRODUCTIEKETEN EN BEZETTING VAN DE CAPACITEIT VOOR SECTOREN



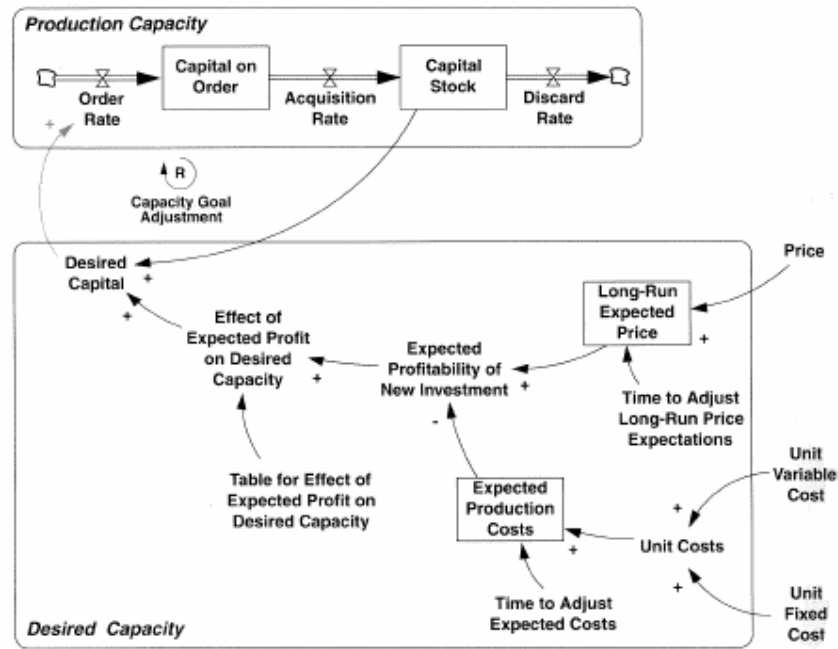
Bron: Sterman, 2000

FIGUUR VII.3: PRODUCTIECAPACITEIT VAN DE SECTOR



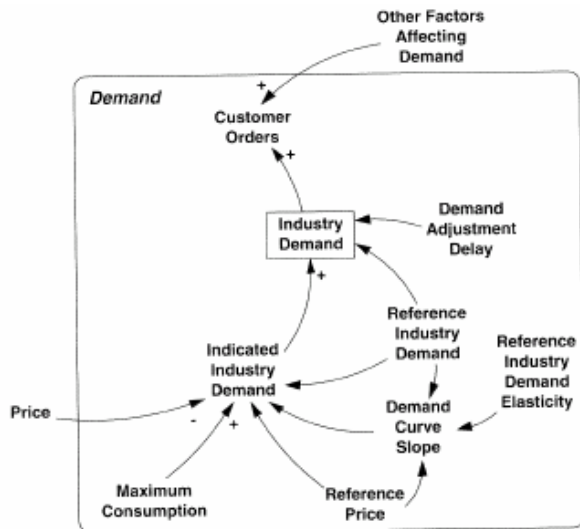
Bron: Sterman, 2000

FIGUUR VII.4: GEWENSTE CAPACITEIT VAN DE SECTOR



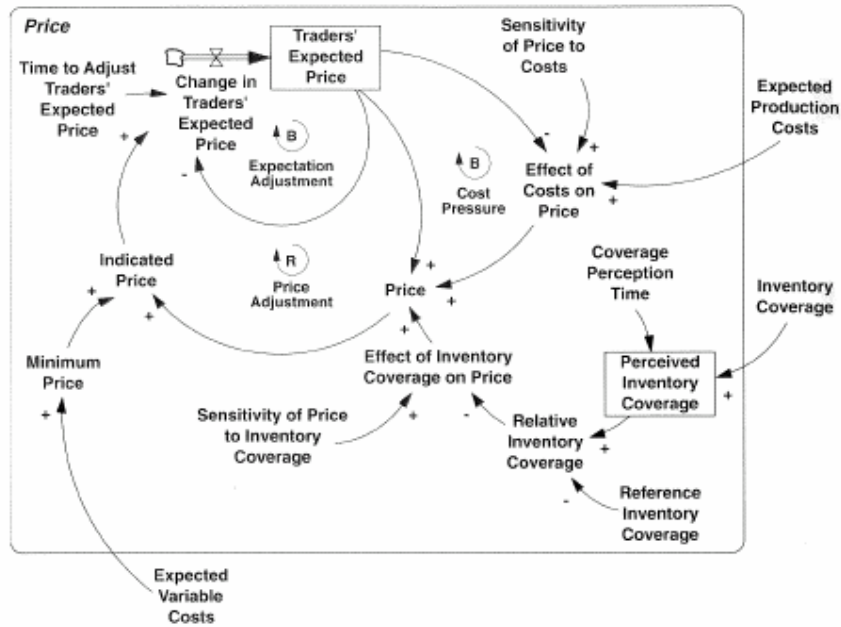
Bron: Sterman, 2000

FIGUUR VII.5: VRAAG VAN DE SECTOR



Bron: Sterman, 2000

FIGUUR VII.6: PRIJS-SETTING PROCES



Bron: Sterman, 2000

BIJLAGE VIII: PARAMETERS VOOR DE PAPIER- EN KARTONINDUSTRIE

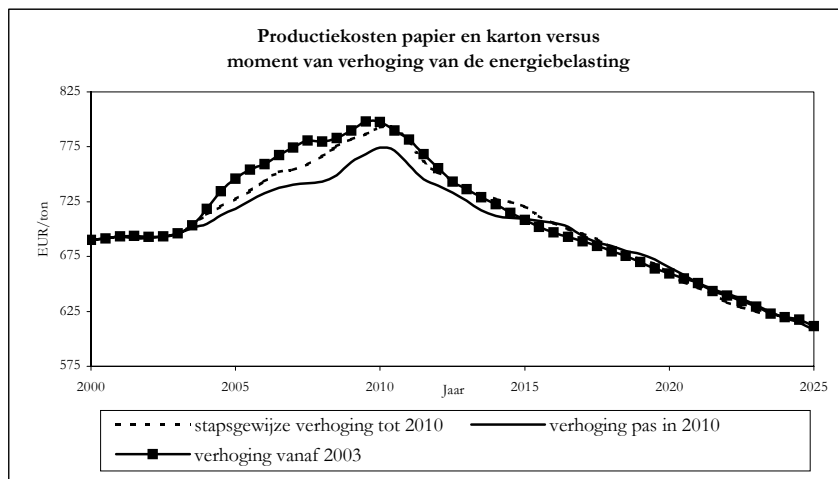
TABEL VIII.1: PARAMETERS VOOR HET ALGEMEEN GOEDERENMARKTMODEL

PARAMETER	VALUE	UNITS
Capital Productivity	1	Units/year/capital unit
Average Life of Capacity	20	Years
Capacity Acquisition Delay	4	Years
Capacity Adjustment Time	3	Years
Supply Line Adjustment Time	1	Year
Time to Adjust Long-Run Price Expectations	2	Years
Time to Adjust Expected Costs	2	Years
Reference Inventory Coverage	0,2	Years
Minimum Order Processing Time	0,1	Years
Manufacturing Cycle Time	0,5	Years
Utilisation Adjustment Time	0,5	Years
Time to Adjust Short-Run Price Expectations	1	Year
Time to Adjust Expected Variable Costs	1	Year
Reference Industry Demand Elasticity	0,5	-
Demand Adjustment Delay	0,5	-
Maximum Consumption	∞	Units/year
Sensitivity of Price to Inventory Coverage	-1	-
Coverage Perception Time	0,167	Years
Sensitivity of Price to Costs	0,5	-
Time to Adjust Traders' Expected Price	1	Year

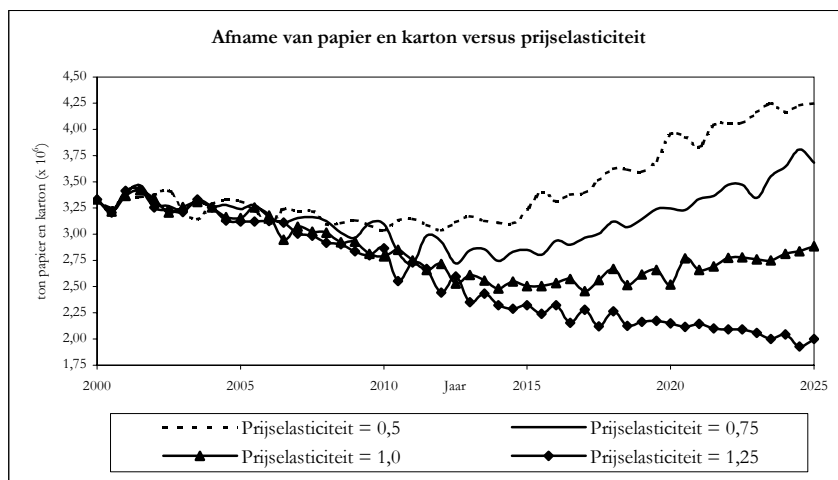
Bron: Sterman, 2000

BIJLAGE IX: RESULTATEN VAN DE GEVOELIGHEIDSANALYSE

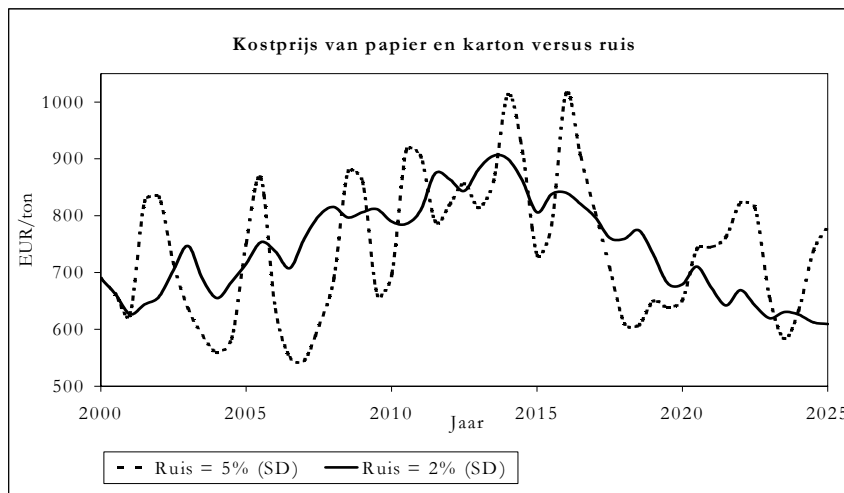
FIGUUR IX.1: GEVOELIGHEIDSANALYSE VAN DE PRODUCTIEKOSTEN BIJ VERSCHILLENDE MOMENTEN VAN VERHOOGING VAN DE ENERGIEBELASTING



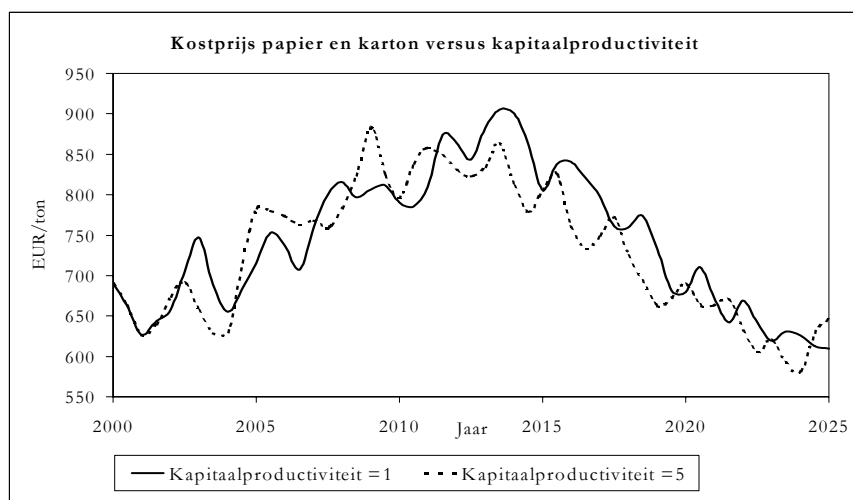
FIGUUR IX.2: GEVOELIGHEIDSANALYSE VAN DE AFNAME BIJ VERSCHILLENDE PRIJSELASTICITEITEN (INSTRUMENT ENERGIEBELASTING)



FIGUUR IX.3: GEVOELIGHEIDSANALYSE VAN RUIS BIJ EEN STANDAARDDEVIAATIE VAN 5% (INSTRUMENT ENERGIEBELASTING)



FIGUUR IX.4: GEVOELIGHEIDSANALYSE VAN DE KOSTPRIJS BIJ EEN KAPITAAL-PRODUCTIVITEIT VAN 1 EN 5



SUMMARY

The idea that environmental policy deteriorates competitiveness is based on a static view. Porter (1995) assumes that, if dynamics aspects are included environmental policy will induce innovations and therefore enhance competitiveness. The Porter-hypothesis is: "*By stimulating innovation, strict environmental regulations can actually enhance competitiveness*" (Porter, 1995). The development of new technologies will lead on the short run to higher fixed costs but on the long run is the absolute decrease in variable costs higher. This means not the implementation of end-of-pipe technologies or incremental process adjustments but radical innovations. In order to accomplish radical innovations a different kind of learning-process is needed (double-loop-learning). This learning goes further than the usual continuous process of small adjustments. Companies should also reserve time and money for long run, technological developments.

Stimulated by the Porter-hypothesis, the Ministry of Economics Affairs formulated the following three questions that need to be answered.

1. Does strict environmental policy in the form of a covenant, energy-tax or tradable emission permits, induce energy-efficient (radical) innovations and therefore enhance competitiveness?
2. How strict should environmental policy (in the form of a covenant, energy-tax, or tradable emission permits) be formed to induce energy-efficient (radical) innovations and therefore enhance competitiveness?
3. Which instrument (covenant, energy-tax or tradable emission permits) is the most suitable to induce energy-efficient (radical) innovations?

The formulation of the problem is: *How should environmental policy be formed to induce energy-efficient (radical) innovations and therefore enhance competitiveness?*

The newness of this report is, that the Porter-hypothesis is examined on sector-level in the Netherlands. Withagen *et al.* (2002), provided a qualitative as well as quantitative review of the consequences of climate change policies for European countries, among which the Netherlands. In contrast to the study of Withagen *et al.*, this examination reviews the effects for the Netherlands on sector-level. For this case study the paper and cardboard industry is selected. The following criteria were used for the selection: energy-intensity, price-elasticity, strong competition, and availability of information.

The following approach is used for the survey. First a theoretical reflection is given of the relationship between environmental policy, innovations and competitiveness. Next, the paper and cardboard industry is examined. An empirical survey should point out if the environmental regulations stimulated innovations and if it affected the competitiveness. Finally, a quantitative review will tell us how strict environmental policy should be formulated to induce radical innovations and how it affects competitiveness. This last part starts with estimating how strict the policy instruments should be formulated. In order to do this the potential of energy saving, based on proven and breakthrough technologies (=radical innovations), is determined. By using the conserved-energy supply method, for each policy-instrument a new objective will be set. The outcome is a new target for the covenant, an increase of the energy-tax and emission ceiling. The effects of these new objectives are analysed with a system dynamics model on both short and long run focussed on the production costs, price and demand for paper and cardboard. Finally, the possibility of relocation of productive capacity is examined.

The most policy relevant conclusion is that the ex ante survey points out that the Porter-hypothesis is valid under certain conditions, but limited for the formation of environmental policy. The objectives (in conformance with Porter) are politically not realisable because of the unrealistic increase and long time before the turn over is reached in which the sector gains a competitive advantage. Taking into consideration that the sector operates under high pressure of prices and small margins.

Question 1: Does strict environmental policy in the form of a covenant, energy-tax, or tradable emission permits, induce energy-efficient (radical) innovations and therefore enhance competitiveness?

The ex ante survey points out that strict environmental regulations enhance competitiveness. On the long run the variable costs are reduced on one hand by the considerably energy savings of the breakthrough technologies and on the other hand by economies of scale. The decrease in energy consumption (or CO₂-emission) is approximately 44% (compared to 1989). This means both an enhanced competitiveness and absolute decrease in energy consumption. This conclusion is valid because of five very important conditions in the paper and cardboard industry. First, the sector has high fixed sunk-costs, thus relocation of productive capacity is not a likely response in case of strict environmental policy. Other factors that can prevent relocation are the location of the customers, the increasing pressure on the use of softwood as raw material and therefore the use of recovered paper becomes more important and the physical quality of the infrastructure. These factors will probably force incumbents to invest in new energy-efficient technologies. Second, the demand of paper and cardboard is inelastic. If the demand of specific paper and cardboard products is elastic, strict environmental regulations will have a negative affect on competitiveness. Third, a tight co-operation between the other actors in the technology network is an important condition to realise radical innovations. Because, the producers of paper and cardboard strongly dependent upon other actors for the development of new technologies. Strict environmental regulations will induce tight co-operation. However, co-operation can also result in strategic behaviour of actors, which can result in higher costs, delay in the development of new technologies and sub-optimal results. Fourth, strict environmental regulations should be known far in advanced. This guarantee on the long run gives the sector enough time to develop cost-effective technologies. In general, the sector needs about 10 years of research and development for radical innovations. Finally, to finance the development of new technology, companies should have access to the capital market.

The empirical survey shows that the environmental regulations in the period 1989 – 2000, were to mild for testing the Porter-hypothesis. The policy was mainly based on proven technologies. The voluntary agreements with the Vereniging van Nederlandse Papier- en kartonfabrieken and the market based instruments (energy-tax: REB and BSB) had no incentive to induce radical innovations.

Question 2: How strict should environmental policy (in the form of a covenant, energy-tax, or tradable emission permits) be formed to induce energy-efficient (radical) innovations and therefore enhance competitiveness?

Table S.1 shows for each policy instrument what the objective should be in 2010, to stimulate radical innovations. The time needed for radical innovations is taken into account. The objectives are determined with the conserved-energy curve method. This method is consistent with the microeconomic theory, which posits that a firm will invest in energy conservation up to the point where the long run marginal costs equals the price of energy.

TABEL S.1: OBJECTIVES POLICY INSTRUMENTS IN 2010

POLICY INSTRUMENT	OBJECTIVE
Tradable permits (relative emission ceiling)	224 kgCO ₂ /ton
Increase of energy prices (energy-tax)	+80% (=5,8 EUR/GJ)
Objective covenant	4,0 GJ/ton

The average price of energy was 3,2 EUR/GJ in the period 1993-1999. The energy-tax should increase until the price of energy is 5,8 EUR/GJ, thus an increase of 80%. The breakthrough technologies (=radical innovations) are at this level cost-effective. The energy saving is 5,6 GJ/ton. The specific energy consumption in 2000 was 9,6 GJ/ton. This means that the energy consumption can be reduced in 2010 to 4,0 GJ/ton, or 224 kgCO₂/ton.

Question 3: Which instrument (covenant, energy-tax or tradable emission permits) is the most suitable to induce energy-efficient (radical) innovations?

The ex ante examination shows that the covenant will lead on the long run to the most decrease in production costs and therefore enhances the competitiveness. However, after fulfilling the target there is no incentive anymore to innovate. It is also unlikely that the sector will commit itself to a very ambitious target. In accordance with the theory companies do not minimise costs because there is too much uncertainty about the market and technological developments and insufficient information to make optimal decisions. Paradoxically it is better to invest in the breakthrough technologies because on the long run it will enhance competitiveness.

The instrument energy-tax, if the level is sufficient high, will induce radical innovations. This instrument creates a constant demand for innovations because of continuous financial incentive. In case of tradable emission permits, companies will always make the trade-off between buying of credits or investing in proven technologies. The breakthrough technologies (=radical innovations) are cost-effective at the level of EUR 141/tonCO₂. In case of a European emission trading system, the cost estimation of one tonCO₂ lies between 5 and 25 Euro. Therefore, it is likely to assume that companies will invest in proven technologies and incremental process adjustments and buy emission credits. Hence, no radical innovations are expected. The theory points out that besides the energy-tax innovations will also be stimulated in case of tradable emission permits. This is true when the emission ceiling is chosen correctly.

The empirical survey points out that the environmental policy was based on proven technologies. The energy saving in the period 1989-2000 is mainly accomplished by combined heat and power installations. However, the economic situation of combined heat and power results in less operating hours or even shutdown. Thus, the achieved reduction in energy consumption will be perished on the long run. The measures in that period were mainly incremental process adjustments and end-of-pipe technologies. This indicates that the stage of double-loop learning is not attained, in case of energy-efficiency. The incentive to stimulate tight co-operation with the other actors in the technology network, to examine new concepts, was absent. By strict environmental regulation, the co-operation in the technology network will be enhanced. This will also create a crisis in which radical innovations will be more attractive and incremental improvements valued as insufficient. On the other hand, it is also possible to gain a temporarily competitive advantage "first mover advantage".

It is difficult to render the conclusion for the paper and cardboard industry to more general policy recommendations. Nevertheless, an attempt will be made. The recommendations are limited to the energy-intensive sectors.

- It has been pointed out that sunk-costs, price elasticity, tight co-operation between the actors in the technology network, adjustment time and access to the capital market are crucial in case of strict environmental regulations. These conditions are also crucial for other sectors, only the parameters will be different. In case of strict environmental regulations, it is desirable to extend this survey to the other energy-intensive sectors.
- The market based instrument energy-tax is most suitable to induce radical innovations, if the level is sufficient high. The level of the energy-tax can be different for each sector. Thus, a sector based policy is recommended. The political feasibility is less because of the discriminating character.

- A covenant can result in radical innovations, if the company is aware of the fact, that if they do not commit themselves to a very ambitious objective the energy-tax will be considerably increased on the long run. To settle a covenant sufficient knowledge and skills are required about process management.
- The incomes of the energy-tax are used to reduce the income- and/or company-tax. Perhaps this money can be applied more effective, namely by stimulating innovations. For instance, stimulating tight co-operation between the actors in the technology network, that is required for radical innovations or more focused on information exchange.