

VERHANDELBARE SYSTEMEN IN HET NEDERLANDSE KLIMAATBELEID

Nationale emissiemarkten

M.G. Boots, ECN
M.A.P.C. de Feber, ECN
A.F. Wals, ECN
M. Koster, RUG

Verantwoording

Deze studie is het resultaat van samenwerking tussen de vakgroep Economie en Openbare Financiën van de Rijksuniversiteit Groningen en ECN Beleidsstudies en staat bij ECN geregistreerd onder projectnummer 7.7283.

Voor deze studie is overleg gevoerd met een aantal contactpersonen. Bij de Vereniging van Nederlandse Papier- en kartonfabrieken (VNP) waren dit Gerrit Jan Koopman en Marco Mensink. Namens het Centraal Bureau Levensmiddelenhandel (CBL) is gesproken met Sija de Jong. Vanuit Novem heeft Els Witsenburg informatie over de supermarkten aangedragen. Daarnaast hebben Andries Nentjes, Edwin Woerdman, Martin Scheepers, Bert Daniëls en Antoon Groot een waardevolle bijdrage geleverd aan de discussie en inzichten die in dit rapport naar voren komen. De auteurs willen hen allemaal hartelijk danken voor de medewerking en wijzen erop dat de informatie, analyse en conclusies in dit rapport volledig voor rekening zijn van de auteurs.

Abstract

This study calculates the cost savings of CO₂ markets for the supermarkets and the paper industry in the Netherlands in 2010. These sectors are examples of an energy-intensive sector, which has to compete on an international market and an energy-extensive sector, which serves consumers on a national level. With a CO₂ emission target that corresponds with current policy for energy saving as far as possible, the CO₂ market reduces the total abatement costs with more than 80%. However, given the more stringent target on the basis of proportional contributions of both sectors to the Dutch Kyoto-target of 6% CO₂ reduction (compared to 1990), the cost advantage declines to zero. A system of tradable tax-credits offers the paper industry the best opportunities to battle international competition, but appears to be the least effective in terms of CO₂ reduction as well.

INHOUD

SAMENVATTING	5
1. INLEIDING	9
2. SECTOREN	11
2.1 Selectie	11
2.2 Exposed sector: papier- en karton	11
2.2.1 Sector ontwikkeling en energiekarakteristiek	11
2.2.2 Huidig beleid en activiteiten	12
2.3 Sheltered sector: supermarkten	13
2.3.1 Sector ontwikkeling en energiekarakteristiek	13
2.3.2 Huidig beleid en activiteiten	14
3. KOSTEN VAN EMISSIEREDUCTIE	15
3.1 Papierindustrie	15
3.1.1 Een energie-intensief proces	15
3.1.2 CO2-emissiereductie mogelijkheden	16
3.2 Supermarkten	21
3.2.1 CO2-emissiereductie mogelijkheden	21
4. VARIANTEN VAN EMISSIE(REDUCTIE) OVERDRACHT	24
4.1 Inleiding	24
4.2 Verschillen tussen emissierechten en reductierechten	24
4.3 Maximale variant met emissierechten	27
4.3.1 Markt voor emissierechten	27
4.4 Combinatie emissierechten en reductierechten	29
4.4.1 Markt voor gecombineerde VER en VRR	29
4.4.2 Consequenties van VER en VRR op de productmarkt	30
4.5 Verhandelbare belastingcredits	31
4.5.1 Markt voor REB-belastingcredits	32
4.5.2 Consequenties van belastingcredits op de productmarkt	34
4.6 Samenvatting voor- en nadelen verschillende varianten	34
5. SIMULATIEMODEL EN RESULTATEN	37
5.1 Inleiding	37
5.2 Basisgegevens	37
5.2.1 Papier en kartonindustrie	37
5.2.2 Supermarkten	38
5.3 Verhandelbare emissie- en reductierechten	39
5.3.1 Bepaling emissieplafonds	39
5.3.2 Verhandelbare rechten met emissieplafond sectoraal beleid	41
5.3.3 Verhandelbare rechten met emissieplafond nationaal beleid	42
5.3.4 Toetsing van de CO2-markt voor de supermarkten en de papierindustrie	43
5.4 Verhandelbare belastingcredits	44
5.5 Onzekerheden, relativering en gevoeligheidsanalyse	46
5.5.1 Onzekerheden en relativering	46
5.5.2 Gevoeligheidsanalyse	48
6. CONCLUSIES	50
REFERENTIES	52
APPENDIX A: NEDERLANDSE PAPIER- EN KARTONFABRIEKEN	55

APPENDIX B: DE PRODUCTIE VAN PAPIER	56
APPENDIX C: NEDERLANDSE SUPERMARKTKETENS	57
APPENDIX D: MAXIMUM PRIJZEN VAN BELASTINGCREDITS	58
APPENDIX E: GEVOLG VAN VARIATIE IN ENERGIEPRIJZEN	59

SAMENVATTING

Kern van emissiehandel is dat aan een bepaalde emissiedoelstelling moet worden voldaan, maar de wijze waarop de emissies of emissiereducties worden verdeeld over de emissiebronnen wordt aan de direct betrokkenen overgelaten. Verhandelbaarheid biedt flexibiliteit om tegen de laagst mogelijke kosten aan de doelstelling te kunnen voldoen.

Er zijn verschillende vormen van verhandelbare systemen denkbaar voor het terugdringen van de uitstoot van broeikasgassen. De vraag is of en hoe, in een context die gekenmerkt wordt door een bestaande mix van instrumenten, verhandelbaarheid van emissiereductie-verplichtingen (en afkopen van emissiebelastingverplichtingen) kan bijdragen aan een meer efficiënt klimaatbeleid. In het bijzonder gaat het om de vraag welke opties kunnen worden ingezet om ongelijksoortige sectoren, zoals een afgeschermd (sheltered) en een niet-afgeschermd (exposed) sector, met hun specifieke beleidsinstrumenten, efficiënt met elkaar te laten handelen. Een belangrijk verschil is namelijk dat de zogenaamde 'sheltered' sectoren (huishoudens en diensten) niet met internationale concurrentie te maken hebben, terwijl de 'exposed' sectoren (energie-intensieve bedrijven) veel concurrentie uit het buitenland ondervinden. De sheltered sectoren zijn daardoor beter in staat de kosten van CO₂-reductie en emissiehandel door te berekenen in de prijs van het eindproduct.

Om aan het verschil in concurrentiepositie tegemoet te komen, en dus de exposed sector in zekere zin te beschermen, kan in de sheltered sectoren een systeem van verhandelbare emissierechten (VER, met een hard plafond) en in de exposed sectoren een systeem van verhandelbare reductierechten (VRR, op basis van baselines die kunnen meegroeien met de productiecapaciteit) worden ingevoerd. De commissie Vogtländer onderzoekt de mogelijkheden hiervan en zal in het najaar van 2001 met voorstellen komen.

Het doel van onderliggende studie is te analyseren of handel in CO₂ tussen verschillende sectoren tot stand kan komen. Middels een case bestaande uit de papier- en kartonindustrie (voorbeeld van een exposed sector) en de supermarkten (voorbeeld van een sheltered sector) worden een aantal verhandelbare systemen gesimuleerd. In dit rapport zijn markten voor emissie- of reductierechten en belastingcredits ten behoeve van de reductie van CO₂-emissies gesimuleerd. Een belangrijke veronderstelling is dat de productiehoeveelheden van de papierindustrie en de supermarkten gegeven en bekend zijn in 2010. De flexibiliteit van de doelstellingen van de papierindustrie bij VRR is daardoor niet zichtbaar. Immers, een relatief plafond met een reductiedoelstelling per eenheid output komt neer op een vast plafond als de productie gegeven is. Hierdoor bestaat er in de simulaties geen wezenlijk verschil meer tussen verhandelbare emissie- en reductierechten: in het ene geval wordt er in emissies gehandeld en in het andere geval in reducties.

Het idee van belastingcredits sluit aan bij het huidige REB (regulerende energiebelasting) instrumentarium. De sheltered sector (hier de supermarkten) kunnen de verplichte REB-afdracht verminderen door emissiereductie bij de exposed sector (de papier- en kartonindustrie) te financieren.

Twee manieren om de emissieplafonds (bij VER) en de reducties (bij VRR) te bepalen, die beide aansluiten bij het huidige beleid, worden geanalyseerd. De eerste gaat uit van de (voortzetting van) het MJA-beleid voor beide sectoren (ook voor de papierindustrie, ondanks het convenant benchmarking, omdat de afstand tot de wereldtop nog niet is vastgesteld). De tweede manier gebruikt de nationale Kyoto-doelstelling (-6%) als basis voor het bepalen van de sectorale plafonds. Tabel S.1 toont het resultaat in termen van te realiseren CO₂-emissiereducties en bijbehorende kosten.

Tabel S.1 CO₂ plafonds en kosten in 2010

	Papierindustrie		Supermarkten		Totaal	
	Reductie [kton CO ₂]	Kosten [mln. gld ₉₉]	Reductie [kton CO ₂]	Kosten [mln. gld ₉₉]	Reductie [kton CO ₂]	Kosten [mln. gld ₉₉]
'MJA' papier +35% EEI t.o.v. 1989	476 (21%)	22	163 (32%)	71	639 (23%)	93
MJA supermarkten +32% EEI t.o.v. 1995						
Kyoto-doelstelling -6% t.o.v. 1990	636 (28%)	67	138 (27%)	17	774 (28%)	84

De mogelijkheid om in CO₂-rechten te handelen bespaart beide sectoren gezamenlijk 80% van de kosten als de MJA's de plafonds bepalen. Het voordeel van handel bij de verdeling op basis van de Kyotodoelstelling is nihil. Bij de Kyotodoelstelling krijgt de papierindustrie initieel een stuk minder rechten toegedeeld, terwijl de supermarkten slechts weinig CO₂-emissierechten kunnen verkopen. Bij strenge emissieplafonds is uitbreiding van de markt naar meer sectoren derhalve een vereiste.

Ook de prijs van een CO₂-recht blijkt nogal te variëren met het emissieplafond van beide sectoren. Bij het plafond van 2132 kton CO₂ met grandfathering (=gratis verdelen van emissierechten) op basis van het sectorale MJA-beleid is de prijs van een CO₂-recht rond de 158 gulden per ton CO₂. De prijs is 758 gulden per ton bij een plafond van 1996 kton CO₂ en verdeling op basis van de Kyotodoelstelling (6% lager dan op basis van het sectorale beleid). De gevoeligheidsanalyse met variërende brandstofprijzen geeft aan dat het emissieplafond met de initiële verdeling van groter belang is voor de uitkomsten dan de prijs van de brandstoffen.

Het emissieplafond met de bijbehorende initiële verdeling blijkt ook bepalend te zijn voor de vraag welke sector verkoper dan wel koper van emissierechten zal zijn. Bij het relatief ruime MJA-plafond van 2132 kton toegestane CO₂-emissies in 2010 zal de papierindustrie CO₂-rechten aan de supermarkten verkopen, terwijl de rollen (in beperkte mate) worden omgedraaid bij de Kyotodoelstelling van 1996 kton CO₂-emissies voor beide sectoren gezamenlijk. De vraag die hierbij rijst is hoe het plafond eruit zou hebben gezien op basis van het convenant benchmarking en de relatieve afstand van de papierindustrie tot de wereldtop wat de energieefficiency betreft.

Daarnaast is een markt voor verhandelbare belastingcredits gesimuleerd bij het middelhoge marginale REB-tarief voor elektriciteitsverbruik. Vanwege het ontbreken van een emissieplafond wordt er met de belastingcredits meer CO₂-emissies (2523 kton) uitgestoten dan bij de VER-markt. Het is echter mogelijk om de totale reductie te verhogen door het gehanteerde REB-tarief aan te passen. Als de brandstofprijzen in 2010 25% lager zijn dan verondersteld wordt er niet meer in belastingcredits gehandeld, omdat de goedkoopste energiebesparingsmaatregel van de papierindustrie duurder is dan de maximumprijs die supermarkten willen betalen voor een belastingcredit op basis van het middelhoge REB-tarief voor elektriciteit. De effectiviteit van een verhandelbaar systeem op basis van REB-belastingcredits is dus gevoelig voor veranderingen in de energieprijzen. Een ander nadeel van verhandelbare belastingcredits is dat de supermarkten de gehele CO₂-reductie betalen voor de papierindustrie. In de simulatie gaat het om een bedrag variërend van 0 tot 6 miljoen gulden, afhankelijk van de brandstofprijzen. Het gevolg is dat de milieukosten niet in de productprijzen van de papierindustrie worden verwerkt, wat weliswaar goed is voor de concurrentiepositie van deze industrie, maar niet bijdraagt aan een duurzame prijsvorming. Het opleggen van een emissieplafond aan de exposed sector kan beide nadelen tegemoet komen. Dit is echter niet onderzocht in deze studie.

De uitkomsten van de gesimuleerde varianten in CO₂-emissiehandel variëren nogal in termen van de prijzen van de CO₂-rechten, de bestrijdingskosten en de kosten vergeleken met de situa-

tie zonder handel tussen sectoren. Voor een deel is dit te wijten aan onzekerheden omtrent onder andere de netto bestrijdingskosten, de plafonds en de verdeling van de benodigde inspanningen. Voor een ander deel zijn deze variaties in de uitkomsten echter het resultaat van de focus op slechts twee sectoren, waarbij ook de handel door bedrijven binnen de sectoren niet in beschouwing is genomen. Doordat de twee bestrijdingskostencurves progressief toenemen, kan een kleine verandering in de emissiereductie een grote verandering in de totale kosten en de prijs van een CO₂-recht teweeg brengen.

1. INLEIDING

De aanpak van het klimaatprobleem in Nederland vindt zijn weerslag op verschillende terreinen, zoals energiebesparing, duurzame energie en schoon fossiel (CO₂-verwijdering, nuttig gebruik en opslag). De reductiepotentiëlen (zie Uitvoeringsnota klimaatbeleid) die via deze opties haalbaar zijn moeten door middel van beleid worden omgezet in daadwerkelijke reductie van broeikasgasemissies. Beleidsopties die zijn gericht op een duurzame energiehuishouding in een liberale markt moeten bij voorkeur vraaggericht, marktconform en generiek zijn, zie Energierapport (EZ, 1999). Het instrumentarium bestaat grofweg uit:

1. Financiële en fiscale instrumenten: Regulerende Energie Belasting (REB), subsidieregelingen voor energiebesparing (IBP), Energie InvesteringsAftrek (EIA), subsidieregeling energievoorziening in de non-profit sector (EINP), Vrije Afschrijving Milieu-investeringen (VAMIL), energiepremies.
2. Regelgeving met doelinstrumenten: Energie Prestatie Norm (EPN) voor nieuwbouw en Energie Prestatie Advies (EPA) voor bestaande gebouwen.
3. Vrijwillige afspraken: Meerjaren Afspraken (MJA), Convenant Benchmarking Energie Efficiency.
4. Verhandelbare systemen: Joint Implementation (JI), Clean Development Mechanisms (CDM), emissierechten, reductierechten en groencertificaten.

Het lijkt erop dat regelgeving met normstelling veelal wordt ingezet voor grote, homogene (in de zin van CO₂-reductieopties in energieverbruik) groepen, zoals huishoudens, de dienstensector en het transport. Voor kleine, heterogene groepen, zoals de industrie, energiebedrijven en de tuinbouw spelen afspraken en convenanten een belangrijke rol. Verhandelbare systemen zouden een rol kunnen vervullen in de kostenverevening van CO₂-reductie tussen deze twee groepen. Ook binnen deze groepen kunnen verhandelbare systemen worden ingezet.

Verhandelbare systemen worden nog weinig toegepast in het Nederlands milieu- en energiebeleid, en dan alleen nog op basis van vrijwilligheid binnen een bepaalde sector (bijv. groen labels door energiebedrijven en NO_x-kostenverevening in de chemische industrie). Kern van verhandelbaarheid is dat aan een bepaalde doelstelling ten aanzien van emissies, via normering, vrijwillige afspraak of anderszins, voor een groep van emissiebronnen moet worden voldaan, maar hoe de emissies of emissiereducties worden verdeeld over de emissiebronnen wordt aan de direct betrokkenen overgelaten (binnen zekere grenzen). Verhandelbaarheid biedt flexibiliteit om tegen de laagst mogelijke kosten aan de doelstelling te kunnen voldoen.

Er zijn verschillende vormen van verhandelbare systemen denkbaar voor het terugdringen van de uitstoot van broeikasgassen (zie bijv. Sorrell en Skea, 1999). Sommige van deze systemen worden (in het buitenland) al toegepast. De handel kan bijdragen tot een zogenaamde duurzame prijsvorming van energie en van eindproducten, dat wil zeggen een prijsvorming waarbij rekening wordt gehouden met externe effecten. De verhandelbaarheid wordt ingezet naast de bestaande instrumenten. De vraag is dus of en hoe in een context die gekenmerkt wordt door een bestaande mix van economische en niet economische instrumenten, verhandelbaarheid van emissiereductie verplichtingen (en afkopen van emissiebelastingverplichtingen) kan bijdragen aan een meer efficiënt klimaatbeleid. In het bijzonder gaat het om de vraag welke opties kunnen worden ingezet om ongelijksoortige sectoren, zoals een afgeschermd (sheltered) en een niet-afgeschermd (exposed) sector, met hun specifieke beleidsinstrumenten, efficiënt met elkaar te laten handelen. Daarbij moet worden vermeden dat verschillende systemen van verhandelbaarheid en een combinatie van een verhandelbaar systeem met andere instrumenten met elkaar in strijd zijn waardoor een duurzame prijsvorming wordt belemmerd.

Een belangrijk verschil is namelijk dat de zogenaamde 'sheltered' sectoren (huishoudens en diensten) niet met internationale concurrentie te maken hebben, terwijl de 'exposed' sectoren (energie-intensieve bedrijven) veel concurrentie uit het buitenland ondervinden. De sheltered sectoren zijn daardoor beter in staat de kosten van CO₂-reductie en emissiehandel door te berekenen in de prijs van het eindproduct. Het verschil tussen sheltered en exposed sectoren komt ook tot uiting in de REB; de sheltered sectoren betalen naar verhouding meer REB. Om aan het verschil in concurrentiepositie tegemoet te komen, en dus de exposed sector in zekere zin te beschermen, kan in de sheltered sectoren een systeem van verhandelbare emissierechten (VER, met een hard plafond) en in de exposed sectoren een systeem van verhandelbare reductierechten (VRR, op basis van baselines die kunnen meegroeien met de productiecapaciteit) worden ingevoerd. Ook vanuit de overheid is er belangstelling voor een markt voor CO₂-rechten voor sheltered sectoren en huishoudens gecombineerd met verhandelbare CO₂-reducties in de exposed sectoren. Om de mogelijkheden hiervan te onderzoeken heeft de regering de commissie Vogeländer ingesteld die in oktober 2001 met voorstellen zal komen.

Het doel van onderliggende studie is te analyseren of handel in CO₂, in de vormen die in Hoofdstuk 4 worden besproken, tussen verschillende sectoren tot stand kan komen. In deze studie wordt middels een case van twee specifieke sectoren met hun specifieke instrumentarium geanalyseerd of - en welke - verhandelbare systemen in praktijk genoeg potentie hebben om te worden geïmplementeerd. Voor dit doel worden de werkbare systemen voor beide partijen en voor het geheel gekwantificeerd. Daarbij wordt gekeken naar het volume van CO₂-emissiereductie, reductiekosten, energieprijzen, prijzen van het verhandelde recht en de kostenvoordelen die handel in CO₂ biedt ten opzichte van het huidige instrumentarium. Naast kostenvoordelen spelen de wensen en ideeën van de betreffende brancheorganisaties een rol voor de wenselijkheid van CO₂-handel.

Hoofdstuk 2 geeft een beschrijving van de twee geselecteerde sectoren, de papier- en karton industrie en de supermarkten. Daarna volgen in Hoofdstuk 3 de mogelijkheden voor CO₂-emissiereductie in de sectoren met een inschatting van de bijbehorende kosten. Hoofdstuk 4 geeft een theoretische beschrijving van verschillende varianten van emissiehandel tussen een sheltered en een exposed sector. Vervolgens worden de varianten op de geselecteerde sectoren toegepast. Hoofdstuk 5 geeft een overzicht van de simulaties en de resultaten daarvan. Het rapport eindigt met conclusies in Hoofdstuk 6.

2. SECTOREN

2.1 Selectie

Voor de cases die worden uitgewerkt moeten twee sectoren worden geselecteerd: een exposed sector en een sheltered sector. Een min of meer systematische keuze heeft plaatsgevonden op basis van een aantal criteria. Ten eerste is het voor deze studie van belang dat er voor de sector *voldoende gegevens* beschikbaar zijn. De benodigde informatie heeft betrekking op beschikbare en voorgenomen CO₂-reductieopties en hun effect in termen van CO₂-emissiereductie en de kosten van de reductieopties. Daarnaast is het aggregatieniveau van de beschikbare gegevens belangrijk; zijn de gegevens beschikbaar op sector, subsector- of ondernemingsniveau? Hoe meer gedesaggregeerd de gegevens, hoe hoger zijn de te berekenen besparingen op bestrijdingskosten ten gevolge van emissiereductiehandel. Overigens zal in het navolgende blijken dat betrouwbare gegevens over sectoren moeilijk te verkrijgen zijn, laat staan over subsectoren.

Ten tweede is het van belang dat de *energiekosten* in de sector een *substantieel* deel uitmaken van de totale kosten. Is dat het geval, dan mag worden verwacht dat er vanuit de sector meer behoefte is om energie te besparen en dus tot emissiereductie te komen. In verband hiermee geeft actieve uitvoering van de deelname aan een MJA of het Benchmark Convenant al aan of de sector actief is op dit gebied. De *a priori* te verwachten verschillen in (marginale) kosten tussen de twee te selecteren sectoren zijn een index voor potentiële besparingen en zouden substantieel moeten zijn bij het voorgenomen beleid. Het ministerie van EZ stelt voor een factor twee te hanteren (PVERR, 1999).

Om een koppeling te kunnen maken tussen enerzijds emissiereductiebeleid en kosten en anderzijds een duurzame prijsvorming moeten er ten derde gegevens beschikbaar zijn over *vraagcondities* (elasticiteit) en *aanbodcondities* (productiekosten en winst) op de productmarkt van de sector. Vanwege gebrekkige sectorinformatie wordt dit punt in dit rapport echter niet verder uitgewerkt. Hieruit blijkt dat het belangrijk is dat er goede mogelijkheden zijn om informatie van de sector te verkrijgen. In verband hiermee kan de *organisatiegraad* van de sector, bijv. het bestaan van een belangenvereniging, van belang zijn.

2.2 Exposed sector: papier- en karton

2.2.1 Sector ontwikkeling en energiekarakteristiek

De Vereniging van Nederlandse Papier- en kartonfabrieken (VNP) is de brancheorganisatie waarvan alle bedrijven lid zijn die in Nederland papier en/of karton produceren. Het gaat in 1999 om 17 bedrijven met in totaal 28 fabrieken (zie Appendix A voor een volledige lijst) en ongeveer 6500 werknemers in Nederland. De omzet steeg naar ruim 4,3 miljard gulden in 1999, bij een afzet van 3,3 miljoen ton papier en karton. De binnenlandse afzet bleef enigszins achter bij de groei van de nationale economie; de groei zat met name in de afzet naar het buitenland. Ongeveer 70 procent van de totale Nederlandse productie wordt in het buitenland afgezet, waarmee de sector duidelijk als exposed kan worden gekenschetst. Overigens wordt er door Nederland ook veel buitenlands papier geïmporteerd.

De grondstofprijzen van oud papier en celstof zijn in de loop van 1999 sterk gestegen. Daarnaast is het gemiddelde prijsniveau van papier en karton wat gedaald, zodat bedrijven hun marges niet of met moeite in stand konden houden. De ontwikkelingen in 2000 duiden echter op een groeiende productie en stijgende afzetprijzen (CBS, 2000a).

Binnen de papier en kartonproductie kunnen drie productgroepen worden onderscheiden. Het grootste deel van de afzet, ruim 1,8 miljoen ton, betreft papier en karton voor verpakkingsdoel-einden. Daarnaast bestaat bijna 1,3 miljoen ton uit grafische papieren (krantenpapier en schrijff- en drukwerk) en ruim 0,1 miljoen ton uit hygiënische en sanitaire papieren¹. Met name de eerste twee groepen zijn sterk afhankelijk van de export (respectievelijk 70 en 77 procent in 1999).

Het produceren van papier en karton is een energie-intensief proces, zie Paragraaf 3.1.1. Een korte schets van het productieproces van papier wordt gegeven in Appendix B. Ongeveer 10% van de toegevoegde waarde bestaat uit energiekosten. Het energieverbruik van de sector was 31,3 PJ in 1999 (30,2 PJ in 1989). Er zijn grote hoeveelheden stoom nodig voor het droogpro-ces. De proceswarmte wordt vrijwel geheel met aardgas opgewekt. Elektriciteit is nodig voor de aandrijving van machines en apparatuur en wordt voor een steeds groter deel door toepassing van warmtekrachtkoppeling (WKK) verkregen.

2.2.2 Huidig beleid en activiteiten

Meerjarenafspraak tot eind 2000

In 1993 is de papier- en kartonindustrie een Meerjarenafspraak (MJA) over energiebesparing aangegaan met het Ministerie van Economische Zaken, welke in 1996 is verlengd. De MJA liep tot einde 2000 en beoogde een energie-efficiencyverbetering van 20% in 2000 ten opzichte van 1989. Dit houdt in dat de papierindustrie in 2000 20% minder energie wil gebruiken per eenheid product dan in 1989. De MJA is ondertekend door alle Nederlandse papier- en kartonfabrieken. Aanvankelijk waren dit 32 locaties met een gezamenlijk primair energiegebruik van 30,2 PJ (re-ferentiejaar 1989). Echter, sinds 1989 is het aantal bedrijven door sluitingen met vier vermin-derd zodat momenteel nog 28 productielocaties over zijn. Het primair energiegebruik van de branche was 31,3 PJ in 1999; in termen van CO₂ uitstoot komt dit overeen met ongeveer 1% van de totale Nederlandse uitstoot. De energie-efficiency verbetering ten opzichte van 1989 was 20,9%. Dit komt overeen met een jaarlijkse besparing van 7,941 PJ oftewel 250 miljoen m³ aardgasequivalenten (circa 500 kton CO₂).

Met 20,9 procent energiebesparing in 1999 heeft de sector haar MJA doel al bereikt. De resul-taten over 2000 waren op het moment van dit schrijven nog niet bekend. De laatste jaren liep het besparingstempo wat terug. De bereikte besparingen zijn vooral het resultaat van grootschalige inzet van WKK, optimale grondstofinzet en productefficiency verbeteringen. Het aandeel van WKK in de totale besparingen ligt op 51%. Daarnaast zijn diverse onderzoeken met betrekking tot procesvoering en energie uitgevoerd, waarbij succesvol gebruik werd gemaakt van de ener-gie- en waterpinch.

In 1998 was de energiebesparing nog 18,5%. Twee incidenten hadden een negatieve invloed op de energie efficiency in 1998; een storing bij een grote WKK en een vermindering van de pro-duct-efficiency met ongeveer 1 PJ als gevolg van productieverliezen bij de ombouw van een pa-piermachine. Verder hebben wijzigingen in de tariefstructuur en de liberalisering van de elektri-citeitsmarkt, waardoor nieuwe WKK niet optimaal konden worden benut, volgens de VNP een negatief effect op het besparingstempo. Voor de jaren na 1999 zijn er nog geen plannen voor uitbreiding van het aantal WKK-installaties. In 1999 was de storing aan de grote WKK verhol-pen en ook verminderde de productieverliezen bij de omgebouwde papiermachine.

Knelpunten in de uitvoering van de Intentieverklaring uitvoering milieubeleid papier- en kar-tonindustrie (1996) zijn de NO_x-doelstelling (binnen het thema verzuring) en de zink-emissies (binnen het thema verspreiding naar water). NO_x komt vrij bij de elektriciteitsopwekking op ei-gen terrein (middels WKK). Voor de NO_x-problematiek wordt momenteel gewerkt aan een systeem van kostenverevening. Emissie van zink is het gevolg van de inzet van oud papier.

¹ Grafische papieren vertegenwoordigen in termen van omzet verreweg de grootste subsector.

Omdat het grootste deel (ca. 70%) van de zinkemissies vrijkomt bij één bedrijf, zal met name daar worden gekeken naar mogelijke maatregelen (FOI, 2000; EZ, 1999a; VNP, 1999).

Benchmarking vanaf 2001

De MJA liep tot 1 januari 2001. Voor de periode na 2000 zijn nieuwe besparingsthema's gedefinieerd en onderzocht. Een uitgebreid energie onderzoek in 1998 (VNP-2kE) bij drie representatieve bedrijven heeft de besparingsmogelijkheden in kaart gebracht. Mede naar aanleiding van dit onderzoek heeft de VNP in juli 1999 het Convenant Benchmarking Energie-efficiency ondertekend, namens alle 28 fabrieken (inclusief de fabrieken met een energieverbruik van minder dan 0,5 PJ, wat in principe de ondergrens is voor Benchmarking). In het convenant spreekt de papier- en kartonindustrie af dat zij, voor wat betreft de energie-intensieve inrichtingen, op het gebied van energie-efficiency blijvend tot de wereldtop zullen behoren. Dat betekent dat de papier- en kartonindustrie zich niet aan een absoluut, maar een relatief plafond van CO₂-emissies heeft geconformeerd. Tegenover dit relatieve plafond stelt de regering dat de sector niet met additionele specifieke nationale maatregelen gericht op energiebesparing of CO₂-reductie geconfronteerd wordt².

Het Convenant Benchmarking bevat veel nieuwe aspecten die in de praktijk nog moeten worden getoetst. Ook de ontwikkelingen op klimaatgebied zijn onzeker. Er zijn nationaal en internationaal nog vele discussies gaande die de komende jaren zullen moeten worden afgerond. Een van de discussies is de inzet van flexibele instrumenten, waartoe ook verhandelbare systemen kunnen worden gerekend. De uitkomst van deze discussies en de feitelijke ontwikkeling van emissies van broeikasgassen kunnen van invloed zijn op dit convenant. Om al die redenen zal het convenant in het jaar 2004 worden geëvalueerd.

Ter voorbereiding op de uitvoering van het Convenant Benchmarking is het MPI-team (Milieu-plan Industrie) van de Gasunie in 1999 een inventariserend energieonderzoek gestart binnen de branche. Dit dient als basis om de nulsituatie vast te leggen voor de vergelijking met de wereldtop. Bij dit onderzoek wordt in de bedrijven een energiemanagement systeem opgezet dat ontwikkeld is door Gasunie en dat door de hele branche zal worden gehanteerd. De wereldtop (of 'beste praktijk') wordt door een onafhankelijke deskundige vastgesteld. Dit is de eerste stap in het benchmarking-proces, waaruit zal blijken wat de laagste (specifieke) energieverbruiken zijn die in de praktijk haalbaar zijn voor de diverse (deel)processen. De consultants van KPMG hebben in samenwerking met het Finse Jaakko Pöyry opdracht gekregen om de wereldtop voor de verschillende bedrijven vast te stellen. Details over de wereldtop en de plannen voor de energie-efficiency zijn echter nog niet bekend (CVG, 2000; M&P, 2000; VNP, 2000).

2.3 Sheltered sector: supermarkten

2.3.1 Sector ontwikkeling en energiekarakteristiek

De belangen van de Nederlandse supermarkten worden behartigd door het Centraal Bureau Levensmiddelenhandel (CBL). Alle supermarkten in Nederland zijn bij het CBL aangesloten, zie Appendix C voor een volledige lijst. In 1999 ging het om een netwerk van 5000 verkooplocaties en de totale omzet steeg naar 47,5 miljard gulden. Het gemiddelde huishouden besteedt ongeveer 130 gulden per week in supermarkten (CBL, 2000).

Het energieverbruik van de supermarkt sector wordt op 11,5 PJ per jaar (MJA dienstensector website) geschat, dat is ongeveer 3,37 TJ per winkel³ en 4 GJ per m² verkoopvloeroppervlak (VVO) Het grootste deel van het energieverbruik komt voor rekening van koelen (35%) en

² Hiervan uitgezonderd zijn de inzet van duurzame energie en beïnvloeding van brandstofinzet.

³ De gegevens per winkel en per m² VVO gelden voor de aan de MJA deelnemende winkels. Dit zijn over het algemeen de grotere winkels.

vriezen (16%), daarnaast is energie nodig voor verlichting (16%) en verwarming (15%). Het gemiddeld aardgasverbruik per m² VVO is 26 m³ (23457 m³ per winkel). Het gemiddeld elektriciteitsverbruik ligt op 323 kWh per m² VVO (293600 kWh per winkel).

De manier waarop de supermarkten zijn georganiseerd heeft ook invloed op het energieverbruik en de besparingsmogelijkheden. Een groot aantal grootwinkelbedrijven hanteert een formule waarbinnen vastligt van welke koelmeubelen, verlichtings- en ventilatievoorzieningen gebruik wordt gemaakt. Vrijwillige filiaalbedrijven kunnen veel meer zelf beslissen (MJA dienstensector website, 2000).

2.3.2 Huidig beleid en activiteiten

In oktober 1999 hebben de supermarkten een MJA afgesloten. Tot 2010 gaan de deelnemende supermarkten, met in totaal 2154 winkels (lang niet alle verkooplocaties) 32% energiebesparing ten opzichte van 1995 realiseren. Dit is een energie-efficiency norm, zodat de supermarkten net als de papier- en kartonindustrie een doelstelling voor 2010 hebben met een relatief plafond voor CO₂-emissies. Uitgaande van het huidig verbruik van 11,5 PJ zou de energie-efficiëncynorm overeenkomen met een besparing van 3,7 PJ primaire energie. Met name de ontwikkeling van energiezuinige koel- en vriesapparatuur is een belangrijk middel om tot energiebesparing te komen. Daarnaast wordt duurzame energie, zoals zonne-energie voor het koelen van producten, ingezet. De doelstelling, opgenomen in de MJA, is een aandeel van 5% duurzame energie in 2010. Het aandeel duurzame energie is nu 0,57% van het totaalverbruik.

Het CBL verwacht een positieve invloed uit de aankoop van energie op de vrije markt, welke in 2002 mogelijk wordt voor de sector. Belangrijk daarbij is goed inzicht te hebben in de verbruikte hoeveelheid energie en het patroon van verbruik, hierbij kunnen activiteiten ten behoeve van de MJA (bijv. opstellen van energiebesparingsplannen en bedrijfsenergieplannen) van dienst zijn (CBL, 2000). In de toekomst zal waarschijnlijk ook gewerkt worden aan duurzaam bouwen en mobiliteit omdat daar nog een groot besparingspotentieel bestaat (zie Menkveld et al., 1999).

De MJA voor de supermarkten bevindt zich nog in de beginfase, daarom zijn nog onvoldoende gegevens bekend. Eind 2000 kwam een monitoring rapportage over de MJA, dat CEA in opdracht van Novem uitvoerde, gereed. De eerste summier gegevens van het feitelijk energieverbruik van de supermarkten in 2000 zijn gepubliceerd (op internet).

3. KOSTEN VAN EMISSIEREDUCTIE

3.1 Papierindustrie

3.1.1 Een energie-intensief proces

De fabricage van papier en karton is een energie-intensief proces. Grote hoeveelheden stoom en elektriciteit zijn vereist. Stoom is nodig voor het droogproces om de droogcilinders te verwarmen. Deze proceswarmte wordt vrijwel geheel met aardgas opgewekt. Elektriciteit wordt nog voor een klein deel van het net betrokken en voor een steeds groter deel op locatie opgewekt middels warmtekrachtkoppeling (WKK). Elektriciteit wordt gebruikt voor de vele elektrische aandrijvingen van de procesinstallaties en apparatuur, bijvoorbeeld voor het malen en reinigen van vezelgrondstoffen (EZ, 1999a).

De Energie Efficiency Index (EEI) is een maatstaf voor het totale energieverbruik per ton geproduceerd papier en is berekend volgens de richtlijnen van VNP, Gasunie en Novem. Het energieverbruik van 1989 is op 100 geïndexeerd. Bij een dalende index is sprake van een verbeterde efficiency. Het gemiddelde energieverbruik per ton papier voor de gehele papier- en kartonproductie bedroeg voor het referentiejaar (1989) 11,74 GJ per ton. De energiekosten bedragen ca. 10% van de toegevoegde waarde. Ook om bedrijfseconomische redenen heeft de bedrijfstak daarom geïnvesteerd in de verbetering van de energie-efficiency. In de periode 1989-1998 hebben met name projecten op het gebied van WKK, optimale grondstoffeninzet en productefficiencyverbeteringen bijgedragen aan de bereikte besparingen.

De overheid ziet in WKK ook voor de toekomst een belangrijke optie, maar erkent tegelijk dat er (voor de korte termijn) enkele ontwikkelingen zijn die de groei van het vermogen aan WKK kunnen vertragen: de relatief lage elektriciteitsprijzen en de liberalisering van de energiesector. Als gevolg daarvan zijn marktpartijen terughoudend om meerjarige investeringen en contracten aan te gaan. Daarnaast heeft ook de gewijzigde tariefstructuur effect op de rentabiliteit van installaties. De verwachting is dat grootschalige warmtekracht ook in een geliberaliseerde markt nog steeds redelijk kan concurreren (EZ, 1999b). In een recente studie door Khrushch et al. (1999) naar het CO₂-reductiepotentieel van WKK in de (Amerikaanse) pulp- en papierindustrie, wordt geconcludeerd dat het technisch potentieel in de sector weliswaar groot is, maar dat dit voornamelijk (relatief) kleinschalige instellingen betreft (onder 70 MW). Door het ontbreken van schaalvoordelen zijn deze minder snel kosteneffectief. Door genoemde ontwikkelingen is het aandeel van WKK in de totale besparing van de Nederlandse papier- en kartonindustrie in de laatste jaren afgenomen. Omdat daarnaast in de Nederlandse papier- en kartonindustrie al meer dan 50% van de geproduceerde energie middels WKK wordt gegenereerd, wordt verwacht dat in de jaren na 1998 slechts enkele kleinere WKK-installaties in bedrijf genomen worden. Tenslotte moet opgemerkt worden dat door opwekking van elektriciteit met WKK-installaties in de papier- en kartonindustrie, een verplaatsing plaatsvindt van NO_x-emissies van de elektriciteitssector naar de papierindustrie. Het reeds genoemde knelpunt (zie Paragraaf 2.2.2) van de NO_x-doelstelling is hiervan een direct gevolg (FOI, 2000; VNP, 1999).

Het milieujaarverslag over 1999 van Crown Van Gelder Papierfabrieken (CVG, 2000) vermeldt dat het totale energieverbruik per ton papier (de EEI dus) sinds 1989 constant blijft, afgezien van kleine schommelingen. Dit vloeit voort uit het gegeven dat de installaties bij CVG met het hoogste energieverbruik (droogpartij, maalapparatuur) niet veranderd zijn. Men stelt vervolgens dat de mogelijkheden tot verdere verbetering binnen de beschikbare technologie beperkt zijn en dat principiële veranderingen in de technologie van het papier maken nog niet beschikbaar zijn. Bovendien zou een eventuele nieuwe (doorbraak)techniek door de lange levensduur en de hoge

kosten van papiermachines maar zeer langzaam ingevoerd kunnen worden. Daarbij kost het ontwikkelen van nieuwe technologie veel tijd en valt buiten het bereik van de papierindustrie. Het behoort tot het domein van de papiermachinebouwers (de papierindustrie is 'supplier-dominated') waarvan er wereldwijd nog slechts twee over zijn. Door dit alles geldt dat CVG (en het overgrote deel van de papierindustrie) de aandacht richt op aanpassingen van bestaande installaties. Ook EZ erkent dat technologische vernieuwing nodig blijft, nu de meest voor de hand liggende opties langzamerhand zijn gerealiseerd (EZ, 1999b).

3.1.2 CO₂-emissiereductie mogelijkheden

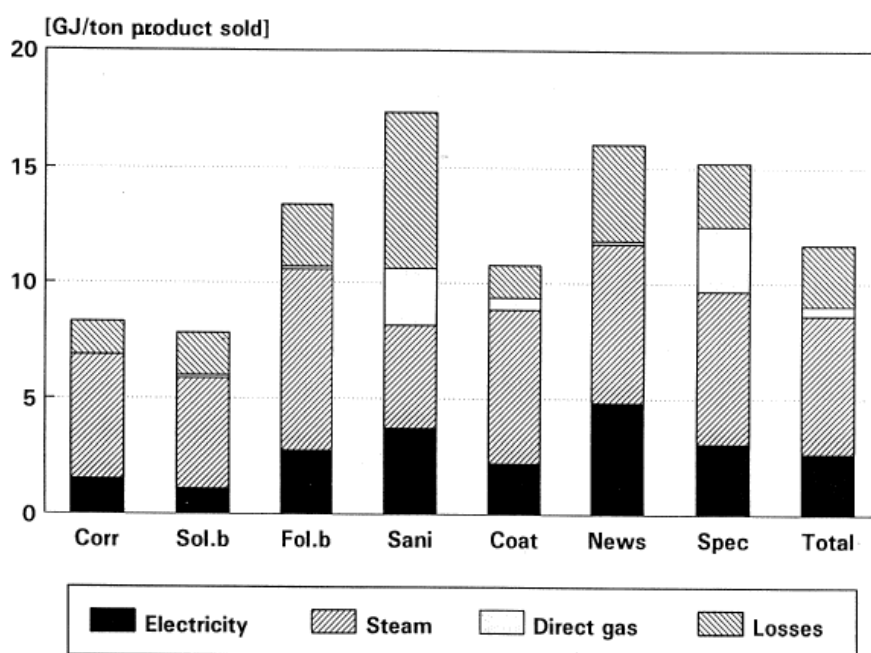
Duidelijk is dat besparing op energie in een tijd van lage energieprijzen niet eenvoudig is. Het Actieprogramma energiebesparing 1999-2002 (EZ, 1999b) gaat uit van een zo veel mogelijk generiek instrumentarium, met name op het vlak van financiële stimulering van investeringen in energiebesparing. Daarnaast worden nog aanvullende instrumenten ingezet, die aansluiten bij specifieke kenmerken van eindgebruikers. De kerninstrumenten voor de energie-intensieve industrie zijn naast financiële stimulering (o.a. EIA, Vamil), het Convenant Benchmarking en doorbraaktechnologieën. Het Actieprogramma stelt voorts dat in de toekomst een verdere modernisering van het instrumentarium moet plaatsvinden, waarbij onder meer valt te denken aan het instellen van een systeem van verhandelbare CO₂-emissies.

De huidige mogelijkheden voor energiebesparing hangen samen met inspanningen in het verleden, internationale concurrentie, beschikbare besparingstechnologieën, energieprijzontwikkelingen, etc. In het hierna volgende stuk zal worden getracht om een zo gedetailleerd mogelijke opsomming te geven van mogelijke CO₂-reductiemaatregelen voor de Nederlandse papier- en kartonindustrie, inclusief de bijbehorende emissiereductie en kosten. Het stuk is grotendeels gebaseerd op twee publicaties (Mulder en Sinon, 1994 en Martin et al., 2000).

B.M.P. Mulder en A.M.J. Sinon (1994)

Hoewel de publicatie van Mulder en Sinon reeds uit 1994 is, wordt deze nog steeds actueel genoeg gevonden voor het maken van schattingen in het kader van deze studie. Zoals ook blijkt uit de aangehaalde milieujaarverslagen (CVG, 2000; M&P, 2000) is het machinepark van de Nederlandse papier- en kartonindustrie in de afgelopen vijf jaar over het algemeen niet substantieel gewijzigd. De Nederlandse bedrijven hebben de capaciteit van de bestaande machines steeds verder vergroot, o.a. door verbreden van de machines (heeft zijn limieten) en ophogen van de machinesnelheid (VNP, 1999). De verhoogde machinecapaciteit draagt ook belangrijk bij aan de daling van het specifieke energieverbruik van de sector sinds 1989 (dit is de noemer in de EEI). Uiteraard zijn door de sector in de tussenliggende tijd wel de nodige energiebesparende maatregelen getroffen (o.a. modernisering en vernieuwing van delen van machines, voortdurende optimalisatie van het proces en energiemanagement), maar op basis van sector kennis en 'conservatief gebruik' van de gegeven potentiëlen kunnen toch schattingen worden gemaakt.

Het specifieke primaire energieverbruik in het referentiejaar 1989 bedroeg zoals reeds aangegeven 11,74 GJ per ton papier. Figuur 3.1 geeft het specifieke primaire energieverbruik voor de zeven verschillende productgroepen en de sector als geheel. Tevens is een onderverdeling aangebracht naar secundaire energie (stoom, elektriciteit) en omzettingsverliezen. Omzettingsverliezen treden op bij de productie van elektriciteit ten behoeve van de sector, zowel in de centrales als in de WKK-installaties op locatie.



Figuur 3.1 *Specifiek energieverbruik (Bron: Mulder en Sinon, 1994; Tabel 3a) Verpakkingen = Corr + Sol.b + Fol.b; Hygiënisch = Sani; Grafisch = Coat + News + Spec*

Wanneer het secundaire energieverbruik verder wordt onderverdeeld naar inzet in de diverse procesonderdelen (bijvoorbeeld aandrijving machines, grondstofbereiding of perspartij), blijkt dat de verschillen tussen de verschillende productgroepen met name optreden in het specifieke elektriciteitsgebruik, welke varieert van 350 tot 1500 kWh per ton papier bij een sectorgemiddelde van 800 kWh per ton papier). Het specifieke stoomverbruik is vergelijkbaar (5,5 tot 8,5 GJ per ton papier; sectorgemiddelde 6,5 GJ per ton papier) en wordt voor het overgrote deel ingezet in de droogpartij voor de verwarming van de droogcilinders. De belangrijkste elektriciteitsgebruikers zijn de grondstofvoorbereiding (met name malen en reinigen) en de aandrijvingen van de papiermachine.

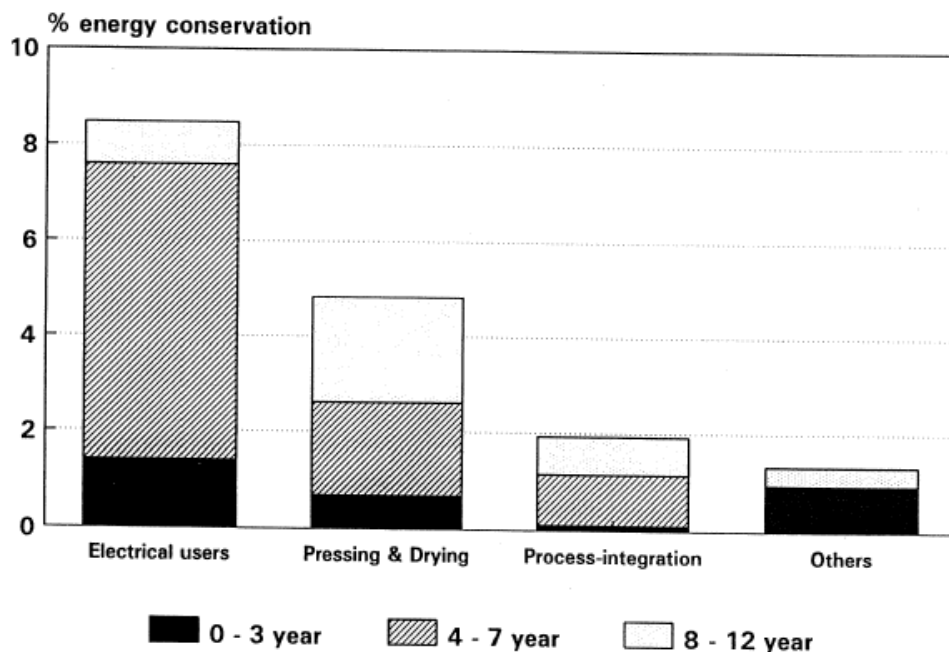
Binnen het productieproces en met name de droogpartij, gebruikt de papiermachine dus de meeste energie. Verbeteringen van het specifieke energieverbruik zijn daarom doorgaans gericht op het reduceren van de energievraag van de droogsectie. Dit kan enerzijds worden bereikt door het verbeteren van bestaande droogtechnologieën en anderzijds door de ontwikkeling van nieuwe (doorbraak)technologieën. Een alternatieve route is het verhogen van de hoeveelheid water die in de perspartij verwijderd wordt: als een drogere papierbaan de droogpartij inkomt, zal er minder energie nodig zijn voor verdamping (Luiten en Blok, 2000).

Verbetering van de efficiency van bestaande droogpartijen is te bewerkstelligen door middel van warmteterugwinning, terugdringen van warmteverliezen, dauwpuntsverhoging en aanpassingen in het stoom- en condensaatstelsel. Door dauwpuntsverhoging condenseert de waterdamp (uit de papierbaan) bij hogere temperaturen, waardoor bespaard kan worden op de benodigde hoeveelheid ventilatielucht in de droogpartij. Aanpassingen in het stoom- en condensaatstelsel zijn bijvoorbeeld verbeterde boilers, verminderen van lekkages en betere isolatie (Beer et al., 1994). Een combinatie van de eerste drie is o.a. te bereiken door aanpassing of vervanging van het ventilatiesysteem van de droogpartij. Het milieujarverslag 1999 van CVG geeft deze investering aan als een van de mogelijke milieumaatregelen op langere termijn (vanaf 2002). Als geschatte verbetering van de energie-efficiency wordt 3% genoemd (overeenkomend met 0,3 GJ per ton papier). Kosten worden niet genoemd, maar er loopt nog een onderzoek naar de

technische uitvoering en economische haalbaarheid, in het kader van het Convenant Benchmarking.

In de tweede categorie maatregelen (verhogen van het drogestofgehalte na de perspartij) vallen de volgende maatregelen: hogere baantemperaturen, grotere penetratie van schoenpersen, betere controle van het vochtprofiel en optimale viltconditie. Door hogere baantemperaturen wordt een verbeterde perswerking bereikt door verlaging van de viscositeit van het in de baan aanwezige water (daalt bij hogere temperatuur). Toepassen van een schoenperser verlengt de tijd dat de papierbaan in de persnip verblijft waardoor hieruit meer water kan worden verwijderd en het drogestofgehalte aan het einde van de perspartij wordt verhoogd. Zo kan de productiecapaciteit van bestaande machines (met 10-20%) worden verhoogd. Bij nieuwe machines kan de droogsectie worden verkort en zodoende worden bespaard op kapitaalkosten. Tevens wordt bespaard op energiekosten, omdat minder stoom nodig is in de droogpartij. Als een schoenperser wordt geïnstalleerd, stijgt doorgaans de elektriciteitsconsumptie door additionele aandrijfenergie. De feitelijke stijging is afhankelijk van de specifieke machine. Als de stijgende elektriciteitsconsumptie niet in aanmerking wordt genomen, kan een schoenperser 0,5 tot 2,0 GJ per ton papier besparen. Besparingen in energiekosten zijn in de orde van 1 tot 5 \$ per ton papier.

Mulder en Sinon (1994) rangschikken besparingsmaatregelen op basis van terugverdientijd en maken een onderverdeling naar type maatregelen. Het merendeel van de maatregelen heeft een terugverdientijd van 4 tot 7 jaar, wat voor de industrie vaak al aan de hoge kant is. Circa de helft van het totaal geschatte besparingspotentieel van 33% wordt toebedeeld aan uitbreiding van het geïnstalleerde WKK-vermogen. Dit potentieel is al grotendeels ingevuld. Figuur 3.2 geeft het reductiepotentieel voor vier groepen van eindgebruikers. Vanwege de lage omzettingsefficiënties is de grootste besparing te behalen op elektriciteitsgebruik. Een van de mogelijkheden hiervoor is het aanbrengen van frequentieregelingen op motoren (van pompen in grondstofbereiding).



Figuur 3.2 *Reductiepotentieel (Bron: Mulder en Sinon, 1994 Tabel 4b). De verschillende categorieën jaren geven de terugverdientijd weer*

Opgemerkt moet worden dat energiebesparing op zich over het algemeen geen driver is voor kapitaalinvesteringen, maar vaak als additioneel gezien wordt. Voor de toekomst kunnen energiebesparingsinspanningen tevens worden overschaduwd door hogere kwaliteitsvraag door con-

sumenten en oud papier van lagere kwaliteit. Belangrijke drivers zijn o.a. reductie van kapitaal-kosten, verbeteren van 'runnability' (bijvoorbeeld voorkomen dat de papierbaan breekt) en de producteigenschappen. Door verbetering van de producteigenschappen kan mogelijk gebruik gemaakt worden van goedkopere grondstoffen. Dit is zeer aantrekkelijk omdat besparingen op grondstofkosten 2 tot 4 keer zo groot kunnen zijn als die op energiekosten.

N. Martin et al. (2000)

De publicatie van Martin et al. is van recentere datum (juli 2000) maar betreft een studie naar besparingsmogelijkheden in de pulp- en papierindustrie in de VS. Daarom moet rekening gehouden worden met een aantal belangrijke verschillen met Nederland. Dit is op de eerste plaats de omvang en de huidige energie-efficiency van de industrie. In 1994 werd 82,5 Mton papier geproduceerd in de VS, waarvoor in totaal 3267 PJ primaire energie nodig was (d.w.z. 39,6 GJ per ton gebaseerd op geproduceerde tonnen papier). Vergelijkbare getallen voor Nederland (in 1996) zijn 3 Mton papier met 30,3 PJ primaire energie (10,1 GJ per ton). Het spreekt dus voor zich dat het besparingspotentieel in de VS zowel absoluut maar ook relatief veel groter zal zijn dan in Nederland. Bovendien spelen fabrieksspecifieke condities een rol.

Een tweede verschil is het aandeel grote, geïntegreerde pulp- en papierfabrieken in de VS (productie van pulp en papier op één locatie). In Nederland staat slechts 1 geïntegreerde fabriek. De fabrieken die voor hun productie gebruik maken van verse vezelpulp, importeren dit in de vorm van gedroogde vellen. Hiervoor is een extra droogstap vereist om de pulp te kunnen transporteren. De vervanging van verse vezels door oud papier, een veelvuldig genoemde energiebesparingsoptie, zal daarom in Nederland niet leiden tot substantiële energiebesparingen daar, zoals gezegd, de pulp geïmporteerd wordt. Daarbij heeft Nederland al sinds meerdere jaren een nageoeg constante verhouding tussen oud papier en verse vezel, die ligt rond de 75/25%. Het is onwaarschijnlijk dat deze op korte termijn in Nederland nog verder zal toenemen, omdat de eisen aan kwaliteit, bedrukbaarheid en houdbaarheid die gelden in de grafische sector (druk- en schrijfpapier) een substantiële toename van secundaire vezels in de weg staan (VNP, 1999; Feber, 1998).

Een snelle blik op de (lange) lijst met energietechnieken en -maatregelen die door Martin et al. wordt gegeven laat zien dat een deel daarvan voor Nederland niet relevant is. Het betreft voornamelijk technieken die betrekking hebben op de grondstofvoorbereiding. Tevens wordt op de korte termijn voor de Nederlandse papier- en kartonindustrie geen substantiële stijging van het WKK-vermogen verwacht. Tabel 3.1 geeft een beknoptere versie van de genoemde tabel in Martin et al., waarvoor (mede op basis van Mulder en Sinon) is ingeschat welke technieken ook in de Nederlandse papier- en kartonindustrie ingezet zouden kunnen worden. In de tabel worden alleen technieken genoemd die nu reeds in de industrie geïmplementeerd worden. Geavanceerde technieken die vooralsnog worden gebruikt in pilot plants of zich bevinden in een vroeg stadium van commercialisering (de zogenaamde doorbraaktechnieken), zijn niet meegenomen in de analyse. Opgemerkt moet worden dat deze technieken mogelijk nog wel op de markt kunnen komen binnen de looptijd van het Convenant Benchmarking tot 2012.

In dezelfde publicatie worden van de technieken schattingen gegeven van de kosten en de energiebesparing (inclusief CO₂-emissies) per ton product in 1994, evenals van het percentage van de sector waar de betreffende techniek kan worden ingezet. Voor de omrekening naar primaire energie is gebruik gemaakt van conversiefactoren. Deze moeten voor Nederland worden aangepast. Tevens zijn (door de auteurs) de vereiste kapitaalinvesteringen berekend evenals de verandering in operationele- en onderhoudskosten (O&M) die samenhangen met de implementatie van de techniek (per jaarlijkse output). De analyse gaat meestal uit van retrofit maatregelen. Tevens wordt een schatting gemaakt van de potentiële penetratie van elke techniek en maatregel in het jaar 2010. Deze zijn voor de Nederlandse situatie soms naar beneden bijgesteld. Ook de productiehoeveelheden waarop betreffende maatregelen betrekking hebben, zijn geschat voor de Nederlandse situatie (op basis van productiegegevens en sectorexpertise). Tabel 3.1 geeft een

overzicht van de reductiemaatregelen en bijbehorende kosten voor de Nederlandse papier- en kartonindustrie.

Opgemerkt moet worden dat de onderstaande potentiëlen niet zonder meer opgeteld kunnen worden vanwege de onderlinge samenhang en overlap tussen de technieken. Een voorbeeld van hiervan is reeds aan de orde geweest in Paragraaf 3.1.2. Om te besparen op het energieverbruik in de droogpartij, kunnen inspanningen enerzijds gericht worden op het verbeteren van droogtechnieken, anderzijds op het verbeteren van perstechnieken. Investerings in één van beide technieken zijn direct van (negatieve) invloed op het rendement van investeringen in de andere techniek. In de praktijk zal daarom meestal een keuze gemaakt worden.

Tabel 3.1 *Energiebesparingstechnologieën voor de papier- en kartonindustrie voor 1999*

Technologie	Energie besparing [m ³ a.e./t]	CO ₂ besparing in 2010 [tCO ₂ /jr]	Netto kosten [gld ₁₉₉₉ /tCO ₂]
Mechanisch pulpen			
1 Refiner verbeteringen	52	36512	-13,46
2 Biopulpen	108	76384	52,99
Thermomechanisch pulpen			
3 RTS proces ^a	70	37464	57,91
4 Lage consistentie malen	33	2912	-107,20
5 Thermisch pulpen	70	18480	651,63
6 Stoomexplosie pulpen	171	30240	175,02
7 Warmteterugwinning	238	84224	1,83
Bleken			
8 Ozon bleken	1	280	51242,88
9 Verbeterd wasproces	3	924	2467,31
10 Waspersen	17	4620	86,82
Papier maken			
11 Gap forming (alternatieve zeefpartij)	9	19992	1697,30
12 Hoge consistentie bladvorming	77	40824	115,58
13 Schoenpers	72	130234	49,90
14 Hot pressing	27	16565	110,33
15 Gasgestookte droogcilinders	47	14280	473,21
16 Verminderen ventilatieluchtbehoefte	35	63974	-41,44
17 Restwarmteterugwinning	22	27037	158,63
18 Condebelt droging	77	231336	-21,74
19 Infrarood droging	27	23990	-96,68
20 Dry sheet forming	177	159650	1874,10
Algemene maatregelen			
21 Optimalisatie reguliere apparaten	6	7616	77,59
22 Energie-efficiënte verlichting	3	3808	-22,53
23 Efficiënte motoren	39	119000	-71,85
24 Pinch analyse	80	96723	-84,01
Efficiënte stoomproductie en -distributie			
25 Ketelonderhoud	57	68163	-105,96
26 Verbeterde controle proces	24	72352	-99,43
27 Warmteterugwinning rookgassen	11	27418	-83,64
28 Blowdown stoom terugwinning	10	18850	-77,03
29 Stoomklep onderhoud	80	193446	-102,41
30 Automatische controle stoomklep	40	96723	-95,59
31 Reparatie lekken	24	17364	-102,83
32 Hergebruik condensaat	120	14508	-94,62

Bron: Martin et al., 2000 (Tabel 4), aangepast aan de Nederlandse situatie.

^a RTS = short Residence time, elevated Temperature, high Speed.

De ingeschatte energiebesparing per ton output (pulp of papier, afhankelijk van de techniek) gegeven in GJ is omgerekend naar aardgas equivalenten (Tabel 3.2, kolom 3). Vervolgens is de energiebesparing omgerekend naar vermeden CO₂-uitstoot met behulp van de factor zoals gegeven in Appendix D. Tegelijkertijd zijn de gegevens per ton output in 2010 omgerekend naar absolute hoeveelheden voor de sector (Tabel 3.2, kolom 4). Hiervoor is per techniek gebruik gemaakt van een inschatting van het aantal tonnen waarop de techniek toegepast zal worden. Voor de hoeveelheid output in 2010 is uitgegaan van voortzetting van de gemiddelde jaarlijkse groei in de productie van 2,4% zoals in de productiegegevens van de VNP (2001) over de periode 1989-1999. De netto kosten voor 2010 (in guldens 1999, Tabel 3.2, kolom 5) worden bepaald door de investerings- en onderhoudskosten van de techniek en de bespaarde hoeveelheid aardgas equivalenten. Er is rekening gehouden met een discontovoet van 15% en een economische levensduur van 10 jaar voor alle technieken. Het grootverbruikerstarief voor aardgas bedroeg 19 cent per m³ in 1999. Een grafiek van marginale bestrijdingskosten voor de papier- en kartonindustrie in 2010 is te vinden als Figuur 5.1 in Hoofdstuk 5, waarbij er van uit gegaan is dat de maatregelen die in 1999 geld opleveren (weergegeven door negatieve netto kosten in Tabel 3.1) ruim voor 2010 zijn gerealiseerd.

3.2 Supermarkten

De Energie Efficiency Index (EEI) voor de supermarkten relateert het feitelijk primaire energiegebruik in een bepaald jaar aan het energieverbruik in 1995. In de EEI worden vier elementen onderscheiden die het energieverbruik bepalen: koelen, vriezen, ruimteverwarming en een restpost. De eerste twee zijn afhankelijk van het type apparaat, de laatste twee worden gerelateerd aan het verkoop vloeroppervlak van de winkel. De EEI voor het referentiejaar 1995 is 100 (CBL en EZ, 1999). De MJA geeft vaste omrekenfactoren voor de berekening van het primaire verbruik.

Tabel 3.2 Omrekenfactoren naar primair energieverbruik door supermarkten

Secundair		Primair [GJ]
1 m ³ aardgas	=	31,65 10 ⁻³
1 kWh elektriciteit	=	9 10 ⁻³
1 GJ warmte	=	1
1 kg huisbrandolie	=	42,7 10 ⁻³

Het energieverbruik voor de supermarktbranche in het referentiejaar (1995) is nog niet vastgesteld. In deze studie gaan we uit van 11,5 PJ, zodat in 2010 een besparing van 3,7 PJ moet zijn bereikt. Van het totaal overgebleven verbruik (7,8 PJ) zou 0,39 PJ moeten bestaan uit duurzame energie.

3.2.1 CO₂-emissiereductie mogelijkheden

Inschattingen van emissiereductie volumes en kosten voor de supermarkten zijn nauwelijks voorhanden en kunnen aanzienlijk verschillen per bron. Vaak zijn gegevens alleen beschikbaar voor de meer geaggregeerde sector 'detailhandel', welke veel meer winkels omvat dan supermarkten. In een studie naar verbredingsthema's voor MJA's in de dienstensector, heeft Menkveld et al (1999) een potentiële schatting uitgevoerd. Op basis van het technisch potentieel wordt de energiebesparing door gebruikmaking van *duurzame energie* in de supermarkt sector geschat op 0,85 PJ primaire energie per jaar (zonneboilers 0,05 PJ en PV 0,8 PJ) (Menkveld et al, 1999). Merk op dat de verbetering van de energie-efficiency ook van toepassing is op het gebruik van duurzame energie door supermarkten. Door toepassing van *duurzaam bouwen* kunnen de supermarkten 0,8 PJ (technisch potentieel) besparen bij nieuwbouw en 2 PJ (economisch potentieel) bij bestaande bouw. Novem geeft een lijst met maatregelen die over het algemeen de grootste besparingen opleveren binnen de supermarkt branche (zie MJA diensten website). Daarnaast

is via *duurzame mobiliteitsmaatregelen* in het eigen wagenpark en het woon-werk verkeer nog 0,69 PJ (technisch potentieel) energiebesparing te realiseren (Menkveld et al, 1999). Voorgaande cijfers gelden voor de totale supermarkt sector, dus niet alleen voor de MJA-deelnemers.

Boonekamp et. al. (2000) heeft een inschatting gemaakt van besparingsmaatregelen in o.a. de detailhandel. Per maatregel zijn investeringskosten, onderhoudskosten, levensduur, energiebesparing etc. (veelal per m² bedrijfsvloeroppervlak) gegeven. Op basis hiervan is Tabel 3.3. samengesteld, waarin de gehanteerde lijst van maatregelen en kosten voor de supermarkten die deelnemen aan de MJA worden gegeven. Merk op dat bij toenemende implementatie van een maatregel, de kosten van die maatregel waarschijnlijk afnemen. Met dit ‘dynamische’ effect is hier geen rekening gehouden. Als een reductiemaatregel wordt toegepast, dan veronderstellen we dat het direct in de gehele sector wordt toegepast. Daarnaast zijn er veel technieken waartussen interacties optreden. Een daglichtafhankelijke regeling bespaart minder op het moment dat er spaarlampen in plaats van gloeilampen aanwezig zijn. Ook tussen de omzettingstechniek (bijv. HR-ketel) en de diverse isolatiemaatregelen bestaan dergelijke interacties. Het betekent dat de hier als harde getallen ingevoerde waarden voor de besparingen van de technieken in werkelijkheid afhankelijk zijn van de implementatie van andere technieken. In het algemeen leiden dergelijke interacties tot lagere reducties. Hiermee is geen rekening gehouden in de berekeningen.

Tabel 3.3 *Energiebesparingsmaatregelen voor supermarkten in 1998, guldens 1999⁴*

	Besparing gas [m ³ /m ² BVO]	Besparing elektriciteit [kWh/m ² BVO]	CO ₂ besparing in 2010 [tCO ₂ /jr]	Netto kosten [gld/tCO ₂]
Maatregelen bestaande bouw				
Afstellen ketel	0,7		3887	-124
Dakisolatie	0,3		1666	49
HR-ketel	2,0		11105	-8
Muurisolatie	0,3		1666	2479
Dubbele beglazing	0,1		555	424
Leidingisolatie	0,8		4442	7
Spiegeloptiekarmaturen		5,5	9752	-388
Koel en vries maatregelen		0,1	177	-442
Mechanische koeling		0,7	1241	-442
Vloerisolatie	0,3		1666	104
Spaarlampen		10,0	17732	-412
Doorstroombegrenzers	0,4		2221	-263
Warmteterugwinning	2,7		14992	-72
Daglichtafhankelijke regeling		0,9	1596	6402
Aanwezigheidsdetectie		0,9	1596	7705
HF-voorschakel		6,1	10816	230
Overige maatregelen				
WKK à 1500 kWth	1180 ^a		3137	-224
Zonneboiler	80 ^b		44420	830
PV systeem		85 ^b	15072	3294

^a De besparingen aan aardgas zijn gegeven in m³ per kWth WKK vermogen.

^b De besparingen aan aardgas en elektriciteit zijn gegeven in m³ en kWh per m² collector en paneel oppervlak.

Bron: Boonekamp et al., 2000.

De omrekenfactoren zoals gegeven in Appendix D zijn gebruikt. Relatieve gegevens zijn op basis van 2154 winkels die deelnemen aan de MJA en een gemiddeld BVO van 1454 m² omgerekend naar absolute hoeveelheden voor de sector. Voor zonneboilers en PV systemen is gebruik

⁴ De CO₂-reductiekosten van de supermarkten zijn gegeven in guldens van 1998. We rekenen dit om naar guldens 1999 door middel van een inflatiecorrectie van 2% (de cpi voor huishoudens is in 1999 gestegen met 2,2% ten opzichte van 1998 (CBS website)).

gemaakt van een beschikbaar dakoppervlak per winkel van 291 m², waarvan beide maatregelen ieder de helft krijgt toebedeeld. Voor het bepalen van de netto kosten wordt een discontovoet van 10% verondersteld, de levensduur per techniek verschilt. De gehanteerde prijzen voor gas en elektriciteit zijn respectievelijk 55 cent per m³ en 25 cent per kWh.

De CO₂-besparingen in 1998 zijn omgerekend naar 2010 door middel van een jaarlijkse groei in de productiecapaciteit van de supermarkten 1,3% per jaar. De achterliggende veronderstelling is dat de productiecapaciteit net zo hard groeit als de onbestreden emissies toenemen, terwijl de jaarlijkse stijging in de onbestreden emissies van de supermarkten gebaseerd is op de feitelijke groei van CO₂ van stationaire bronnen tussen 1990-1998 (data van het CBS (2000b)). Hierbij zijn we er vanuit gegaan dat de gemiddelde omvang van een supermarkt gelijk blijft (gemiddeld 1454 m² BVO) en dat groei uitbreiding van het aantal winkellocaties betekent (2509 winkels in 2010). Verder bestaan er net als bij de kostencurve van de papierindustrie onzekerheden omtrent de verwachte groei van de productiecapaciteit, de groei in de onbestreden emissies, penetratiegraden, brandstofkosten en REB-heffingen en technologische vooruitgang. De marginale bestrijdingskostencurve van de supermarkten voor 2010 staat afgebeeld in Figuur 5.2 in Hoofdstuk 5.

Uit Tabel 3.3. blijkt dat de supermarkten een heel aantal maatregelen kunnen nemen tegen negatieve netto kosten. Er zijn dus energiebesparingsopties waarbij de lagere energiekosten ruimschoots opwegen tegen de benodigde investeringen. Enkele voorbeelden hiervan uit de tabel zijn het juist afstellen van de ketel en het gebruik van spaarlampen. Er zijn een aantal redenen waarom de supermarkten (nog) maatregelen tegen negatieve kosten zouden kunnen nemen. Ten eerste is de MJA van de supermarkten recentelijk afgesloten zodat energiebesparing nog niet zo lang op de agenda staat. Ten tweede behoren de supermarkten niet tot de grootverbruikers van energie, zodat de energiekosten voor een beperkt deel aan de totale kosten bijdragen. Hierdoor is het zuinig omspringen met energie van minder belang dan voor de energie-intensieve industrie. Ten derde is het mogelijk dat maatregelen die rendabel zijn niet worden genomen omdat zij strijdig zijn met andere belangen. Spaarlampen bijvoorbeeld verbruiken zoveel minder energie dat de extra aankoopkosten teniet worden gedaan, maar beïnvloeden tevens de sfeer in een winkel.

4. VARIANTEN VAN EMISSIE(REDUCTIE) OVERDRACHT

4.1 Inleiding

Er zijn verschillende systemen met vormen van handel denkbaar voor het terugdringen van de uitstoot van broeikasgassen (zie bijvoorbeeld Sorrell en Skea, 1999). Sommige van deze systemen worden al toegepast. Het gaat vooral om de vraag welke opties de mogelijkheid bieden om ongelijksoortige sectoren, zoals een exposed en een sheltered sector, met elkaar te laten handelen.

Dit hoofdstuk beschrijft de mogelijke systemen van emissie(reductie)overdrachten tussen de twee sectoren. Daarbij wordt in ieder geval een variant met minimale verschillen ten opzichte van het voorgenomen maatregelenpakket en een systeem met maximale marktwerking onderscheiden. Verder wordt gezocht naar mogelijke tussenvarianten, zoals een compromis waarin niet alleen efficiëntie, maar ook criteria zoals de concurrentiepositie van de marktdeelnemers een rol spelen. Een kwalitatieve evaluatie van de onderscheiden varianten zal worden gegeven op basis van onder andere de criteria efficiëntie, milieueffectiviteit, concurrentiepositie en acceptatie door de betrokken groepen.

4.2 Verschillen tussen emissierechten en reductierechten

De wezenlijke verschillen tussen verhandelbare emissierechten en reductierechten worden weergegeven in Tabel 4.1. Bij verhandelbare emissierechten (VER) wordt voor de totale hoeveelheid aan emissies een emissieplafond gedefinieerd. Het vaste plafond wordt vervolgens verdeeld over de groep vervuilers (grandfathering) of via een veiling verkocht, waarna de deelnemers de afzonderlijke emissierechten onderling kunnen verhandelen. Bij verhandelbare reductierechten (VRR) wordt geen absoluut plafond vastgelegd, maar worden emissiereducties gemeten vanaf een baseline. Deze baseline staat gelijk aan de milieudoelstelling waaraan bedrijven moeten voldoen, zoals vastgelegd in bijvoorbeeld convenanten of (energie-efficiëntie) normen. Als er meer emissies worden gereduceerd dan noodzakelijk om aan de baseline te voldoen, dan kan de extra emissiereductie worden verkocht. De emissiestandaard of de emissievoorwaarden vastgelegd in een convenant kunnen bijvoorbeeld de basis zijn voor de baseline. Deze legt geen absoluut plafond op. De totale hoeveelheid toegestane emissies groeit dus met het aantal bedrijven in de betreffende productmarkt en de omvang van die bedrijven. Het emissieplafond wordt dus opgerekt zowel door groei van het aantal bedrijven als ook door groei binnen de bedrijven zelf.

Tabel 4.1 *Verschillen tussen verhandelbare emissierechten en verhandelbare reductierechten*⁵

Emissie rechten (VER)	Reductie rechten (VRR)
Hard plafond: cap and permit trade	Relatief plafond: baseline and credit trade
Geen gratis rechten bij toetreding of uitbreiding	Gratis emissieruimte bij toetreding en uitbreiding
Verkoopopbrengsten bij uittreding	Geen verkoopopbrengsten bij uittreding
Het systeem moet van de grond af worden opgebouwd, waarbij de emissierechten worden uitgegeven door een autoriteit op basis van grandfathering of een veiling	Het systeem kan ontstaan vanuit het bestaande instrumentarium, waarbij een reductierecht wordt gegenereerd als de bron meer emissies reduceert dan de baseline
Kyoto: emissie handel	Kyoto: JI en CDM

Bron: Dijkstra (1998), Nentjes (2000), Sorrell en Skea (1999).

Een belangrijk gevolg van het harde plafond bij een systeem van verhandelbare emissierechten is dat de prijs van een emissierecht de relatieve milieuschaarste weergeeft: bij economische groei stijgt de vraag naar CO₂-emissierechten terwijl het aanbod constant is. Daardoor zal bij economische groei de prijs van een emissierecht stijgen. Dit is bij verhandelbare reductierechten maar ten dele het geval. Immers, bij VRR stijgt ook het totale aanbod van CO₂-emissies omdat ieder toetredend bedrijf gratis emissieruimte krijgt (binnen de milieuvergunning) en maar een gedeelte van zijn CO₂-emissies hoeft te reduceren. Hierdoor komen de volledige maatschappelijke kosten van de extra CO₂-uitstoot niet tot uitdrukking in de prijs van een reductierecht en dus ook niet in de productprijs. Dit gaat ten koste van de maatschappelijke welvaart. Maar het is tevens de verklaring waarom verhandelbare reductierechten de voorkeur genieten van met name exposed sectoren: de concurrentiepositie van bedrijven staat minder onder druk (Nentjes, 1999, 2000). In Paragraaf 4.4.2 zal dit verschillend effect van VER en VRR op de productprijs en het welvaartsverlies bij VRR worden geïllustreerd met een figuur.

Vergeleken met de situatie zonder milieubeleid, werkt handel in emissiereducties dus minder kostprijsverhogend dan handel in emissierechten. Bij exposed sectoren komt dat vanwege de zeer elastische vraag naar producten harder aan dan bij de sheltered sectoren. De mate waarin een sector onder druk staat van internationale concurrentie en de energie intensiteit bepalen daardoor hoe sterk de voorkeur van de sector voor het gebruik van VER of VRR is, zie Tabel 4.2.

Tabel 4.2 *Indeling van sectoren naar energie intensiteit en mate van internationale concurrentie*

	Energie intensief	Energie extensief
Internationale concurrentie	Exposed - Basis metaal - Basis chemie - Raffinaderijen - Energie productie - Papier industrie	Exposed - Banken - Verzekeringswezen - Software bedrijven
Nationale, regionale of plaatselijke concurrentie	Sheltered - Hotels - Openbaar vervoer - zwembaden	Sheltered - Supermarkten - Kappers - Huishoudens

⁵ Ondanks de verschillen is het in beide varianten verplicht om aan de emissiebeperking te voldoen. Tevens is de keuze om te handelen in beide gevallen vrijwillig. In beginsel maakt het niet uit of er gehandeld wordt in emissie of emissiereducties, ook niet wat monitoring betreft: in beide gevallen is het noodzakelijk om de feitelijke emissies te meten. Verder impliceert de normstelling die de toegestane emissies vastlegt (de baseline) bij reductierechten een verdelingsvraagstuk, net als bij verhandelbare emissierechten.

Een tweede verschil weergegeven in Tabel 4.1 is dat emissierechten een ‘opportunity cost’ vertegenwoordigen die reductierechten niet hebben. Als een bedrijf besluit om zich terug te trekken uit de productmarkt, kan het de (al dan niet) gratis verkregen emissierechten verkopen. Bij reductierechten is dit niet mogelijk. In een VER-systeem met grandfathering zal het bedrijf daarom bij continuering van de bedrijfsvoering de kosten van de alternatieve aanwending van de emissierechten, de opportunity costs, moeten doorberekenen in de productprijs. Omdat zowel bedrijven die emissierechten hebben moeten kopen (bij een veiling of door toetreding) als bedrijven die de emissierechten gekregen hebben, de kosten daarvan moeten doorberekenen in de productprijs, leidt grandfathering op zich niet tot toetredingsbarrières (Koutstaal, 1996)⁶. Wel heeft grandfathering een positieve invloed op de winst van gevestigde bedrijven (Dijkstra, 1998), wat ook rechtvaardigheidsconsequenties heeft (Woerdman, 2000).

Om te voorkomen dat de overheid emissierechten moet opkopen om het plafond te laten dalen en met het oog op de effectiviteit van het milieubeleid, is het noodzakelijk dat het (dalende) verloop van de hoogte van het emissieplafond in de tijd en de verdeling daarvan vooraf wettelijk worden vastgelegd.

Een derde verschil is dat de toepassing van het ‘cap and trade’ model grote initiële investeringen voor de inrichting van het systeem (ontwerpen, onderhandelen, wettelijke vormgeving, parlementaire behandeling, invoering) met zich meebrengt. Maar het geeft vervolgens weinig kans op vergissingen in de operationele fase. In de initiële fase geeft een ‘baseline and credit’ model minder ontwerpproblemen omdat het aansluit bij bestaande instrumenten, maar het vraagt nauwe betrokkenheid van een regulerende instantie (een onafhankelijke partij) bij individuele transacties (Sorrell en Skea, 1999, p. 11). In recentere analyses benadrukken Boom en Nentjes (2001) en Woerdman (2001) echter dat met goede monitoring van emissies en duidelijke reductieafspraken, een VRR-systeem niet gepaard hoeft te gaan met hogere transactiekosten dan een VER-systeem. Immers, de gerealiseerde reducties kunnen gemeten worden door de ex ante emissies te vergelijken met de emissies na verkoop van reductierechten, net als in het toekomstige NO_x-credit systeem in Nederland. Een van de eerste voorbeelden van een markt voor reductierechten was het zogenaamde ‘EPA emission trading program’ in de VS gedurende 1974-1986. In 1992 is het huidige ‘Sulphur allowance trading program’ in de VS gestart, een van de eerste voorbeelden van een markt voor emissierechten. Zie bijvoorbeeld Ellerman et. al. (1997) en Klaassen en Nentjes (1997) voor beschrijvingen en analyses van deze markten.

In een goed werkend systeem van handel in emissierechten (cap and trade) kunnen de volgende succesfactoren en criteria worden onderscheiden (Nentjes et. al., 1995, Klaassen en Nentjes, 1997, Koutstaal, 1996, Sorrell en Skea, 1999 p. 16-17; PVERR, 1999):

- De kostenverschillen (van emissiereductie) tussen de deelnemers moeten voldoende groot zijn. EZ hanteert een verschil van minimaal een factor 2 als vuistregel. Hierbij dient te worden opgemerkt dat kostenverschillen kunnen veranderen in de loop der tijd door veranderingen in de productiecapaciteit en technologie. De kostenverschillen zijn dus niet op voorhand bekend.
- De emissiemarkt moet voldoende groot en evenwichtig zijn (ter voorkoming van marktmacht). EZ hanteert de vuistregel van minimaal 10 spelers en een maximaal marktaandeel van 40% voor een individuele speler. In de Verenigde Staten wordt de Herfindahl-Hirschmann index (HHI) gebruikt om de mate van concurrentie in een bepaalde markt te beoordelen. De HHI wordt berekend door de gekwadeerde marktaandelen te sommeren, waarbij ieder marktaandeel varieert tussen 0 en 100 procent. Een HHI van 1000 geeft de overgang weer van een ongeconcentreerde naar een matig geconcentreerde markt, terwijl

⁶ Koutstaal (1996) heeft omstandigheden geanalyseerd waarin grandfathering toetredingsbarrières zouden kunnen veroorzaken, waaronder imperfecte productmarkten. In dat geval kan een zittend bedrijf met gegrandfatherde emissierechten een (door het EU-mededingingsbeleid niet toegestaan) prijzenoorlog langer kan uitzingen dan een startende onderneming die alle emissierechten moet kopen. Behalve dat een prijzenoorlog niet is toegestaan, betekent een dergelijke toetredingsbarrière ‘slechts’ een versterking van een reeds aanwezige toetredingsbarrière door de hoge kapitaalsintensiteit van de energie-intensieve industrie (Koutstaal, 1996; Nentjes et al., 1995).

een HHI van 1800 de overgang van een matig geconcentreerde naar een zeer geconcentreerde markt aanduidt (zie Viscusi et. al., 1996, p. 149/150, 214). Bij 10 even grote spelers is de HHI gelijk aan 1000, wat net op de grens van een ongeconcentreerde markt en een matig geconcentreerde markt ligt. Als echter een van de spelers een marktaandeel heeft van 40% en de overige 9 de rest van het marktaandeel, dan is HHI gelijk aan 2000, hetgeen duidt op een zeer geconcentreerde markt. Bij 10 spelers lijkt een maximaal marktaandeel van 30% (met een HHI van 1444) een beter uitgangspunt, zodat een matig geconcentreerde markt ontstaat. Aan de andere kant is een markt met bijvoorbeeld 50 spelers waarvan 1 speler een marktaandeel heeft van 40% en waarbij de rest van de markt gelijkmatig over de overige spelers is verdeeld, al veel minder verontrustend; in dat geval is de HHI gelijk aan 1673 wat duidt op een matig geconcentreerde markt.

- Een eenduidige definitie van de vervuilingseenheid, deze moet goed meetbaar zijn. Dit impliceert dat vooraf wordt vastgesteld hoe de vervuilingseenheid wordt gemeten.
- Een emissieplafond in de vorm van een tijdpad voor een langere reeks van jaren.
- Registratie van de emissiebronnen.
- De allocatie van rechten (grandfathering) moet duidelijk, zeker, simpel en rechtvaardig zijn. De verdeling kan deels worden gebaseerd op historische gegevens gecombineerd met stringente emissienormen. Een ander deel kan via veilingen worden verdeeld. Een veiling kan worden opgezet om tegemoet te komen aan de vrees dat anders nieuwe toetreders geen kans krijgen om rechten te bemachtigen. Ervaringen in de SO₂-markt in de VS wijzen uit dat die angst onterecht was. De omvang van de directe handel overtreft daar de veiling met een factor 20. De makelaars die intermediëren zullen geen klanten weigeren omdat ze nieuwkomers zijn.
- Adequate monitoring van emissies.
- Adequate registratie van houderschap van emissierechten voor en na transfer van rechten.
- Strikte handhaving, d.w.z. intensieve controle op basis van monitoring van emissies en registratie van rechten, leidend tot een hoge pakkans en harde sanctie maatregelen die ook feitelijk worden toegepast.
- Het toestaan van 'banking' van rechten kan de flexibiliteit en het vertrouwen in het systeem vergroten.

Voor een systeem van credit trading gelden grotendeels dezelfde eisen. De volgende punten verschillen:

- In de plaats van 'emissieplafond voor de sector' en van 'duidelijke en zekere allocatie van rechten' moet gelden: duidelijke en zekere allocatie van de baseline emissies. Dit betekent tevens helderheid over de te verkrijgen emissieruimte bij toetreding en uitbreiding en de in te leveren emissieruimte bij uittreding;
- Het systeem moet aansluiten bij bestaande regelgeving.

4.3 Maximale variant met emissierechten

Een 'maximale' variant met VER in beide sectoren is interessant om de maximale kostenvoordelen van emissiehandel in beeld te krijgen. Bovendien sluit deze variant aan bij de recente voorstellen van de Europese Commissie (EU, 2000) die CO₂-emissie handel met een plafond betreffen voor de energie-intensieve industrie (inclusief de papierindustrie) in de Europese Unie. Verder kunnen de resultaten van de andere varianten tegen deze meest efficiënte variant worden afgezet.

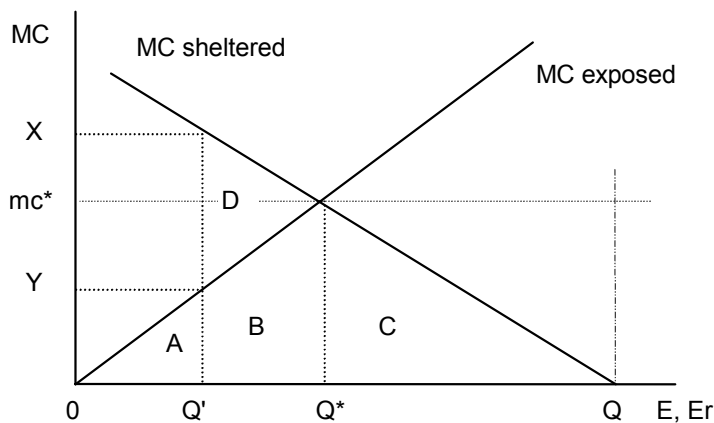
4.3.1 Markt voor emissierechten

Bij een systeem van verhandelbare emissierechten in zowel de exposed als de sheltered sector zal de overheid een absoluut emissieplafond moeten vaststellen. Het is mogelijk om het absolute plafond te baseren op de huidige benchmark en MJA-afspraken gecombineerd met verwachtingen.

gen over de economische groei. Een andere benadering is ook mogelijk, zoals de bijdrage van de relevante sectoren aan de nationale CO₂-uitstoot gecombineerd met de nationale reductiedoelstelling voor CO₂. Daarnaast moet bij grandfathering de initiële verdeling van het emissieplafond worden vastgesteld.

De invoering van verhandelbare emissierechten verdisconteert de prijs van de uitstoot van CO₂ in de kostprijzen van producten, net als de regulerende energiebelasting. Als de overheid de inkomsten uit de regulerende energie belasting niet kan of wil missen kan ze bij grandfathering van rechten de belasting in stand houden. Dit zal de prijs van emissierechten met hetzelfde bedrag drukken, omdat de marginale bestrijdingskosten gelijk zullen worden aan de prijs van een emissierecht plus de REB die de marginale CO₂-emissies teweegbrengen.

Figuur 4.1 illustreert de werking van het VER-systeem. Het laat zien dat op een goed functionerende markt voor emissierechten de prijs mc^* tot stand komt en dat deze markt efficiënt is (bij concurrerende markt, lage transactiekosten en een vrije handel in emissierechten). Stel, er zijn maar twee sectoren, ieder met een initiële emissie van Q eenheden, zodat de totale emissie $2Q$ bedraagt. Het beleidsdoel en het emissieplafond voor de twee sectoren tezamen wordt vastgesteld op Q , dus de twee sectoren moeten samen Q eenheden emissie reduceren. De marginale kostencurve om emissies in de sheltered sector te reduceren (MC sheltered) begint aan de rechterkant van de horizontale as, die van de exposed sector (MC exposed) aan de linkerkant. In elk punt op de horizontale as wordt voldaan aan de gewenste emissiereductie van Q eenheden, hoewel de verdeling daarvan tussen de twee sectoren steeds verschilt⁷.



Figuur 4.1 Markt voor emissierechten

Een kosteneffectieve allocatie van de emissiereductie tussen de bedrijven komt tot stand als de exposed sector Q^* eenheden en de sheltered sector $Q-Q^*$ eenheden reduceert. De totale variabele reductiekosten bij deze verdeling van verantwoordelijkheden wordt weergegeven door gebied $A+B+C$. Gebied $A+B$ geeft de reductiekosten voor de exposed sector en C de kosten voor de sheltered sector. Elke andere verdeling van de reductie zal resulteren in hogere totale kosten. Figuur 4.1 impliceert dat de kosten voor een gegeven emissiereductie alleen geminimaliseerd worden als de marginale reductiekosten van alle bronnen aan elkaar gelijk zijn.

De figuur illustreert ook de gevolgen van het verhandelbaar maken van emissierechten. Stel dat de initiële verdeling van emissierechten wordt weergegeven door Q' . In dat geval gaat er naar beide sectoren een prikkel uit om emissierechten over te dragen, omdat de marginale reductiekosten voor de sheltered sector beduidend hoger zijn dan die voor de exposed sector. De sheltered sector kan zijn kosten verlagen door emissierechten te kopen van de exposed sector als de prijs van het emissierecht lager is dan X . Tegelijkertijd is de exposed sector beter af als het emissierechten kan verkopen tegen een hogere prijs dan Y . Omdat X groter is dan Y zijn er re-

⁷ Merk op dat voor de exposed sector de horizontale as de emissiereductie (Er) weergeeft als de figuur vanaf de oorsprong wordt gelezen. Vanaf de rechterkant wordt het emissieniveau (E) gelezen.

denen om emissierechten te verhandelen. Deze handel zal doorgaan totdat het optimale punt Q^* is bereikt. De prijs van een emissierecht is dan gelijk aan mc^* en er zijn geen stimulansen meer om te (ver)kopen. De emissiemarkt is dan in evenwicht, bovendien resulteert dit evenwicht in een efficiënte allocatie van de totale emissiereductie. Door het toestaan van handel dalen de kosten. Gebied D geeft de kostenbesparing ten gevolge van handel in emissierechten aan.

4.4 Combinatie emissierechten en reductierechten

Een interessante variant is een combinatie van VRR in de exposed sector en VER in de sheltered sector, zoals wordt aanbevolen in het VROM-raad advies ten behoeve van de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid van december 1998 (zie verder van Duijse et al., 1998 en Nentjes en Rietveld, 1999). In het VROM-raad advies wordt het volgende plan voor introductie van een VER systeem voorgesteld:

- Start met een systeem van VER voor (een deel van) de sheltered sectoren. Voor niet deelnemende sectoren blijven regelgeving en convenanten het uitgangspunt. Daarnaast moet de sheltered sector in staat worden gesteld om emissiereductie te kopen bij de exposed sectoren 'voor zover deze emissiereducties buiten de voor die sectoren af te spreken MJA's of benchmarking vallen' (zie ook van Duijse et al., 1998).
- MJA's en benchmarking blijven voor de exposed sectoren het instrumentarium totdat er voldoende ruimte is voor internationale emissiehandel (de wereldtop in de benchmark moet gemeten worden in termen van koolstofefficiency).
- Kyoto maakt emissiehandel tussen landen reeds mogelijk. De Nederlandse overheid kan verworven emissieruimte doorverkopen aan de exposed sectoren die onder een plafond worden gebracht. Ze kan het ook benutten om het in de vorm van gratis emissieruimte te schenken in het kader van het benchmarking beleid dat immers bij bedrijfsexpansie recht geeft op extra emissieruimte.

Dit hoofdstuk heeft met name betrekking op de voorstellen onder het eerste bullet.

4.4.1 Markt voor gecombineerde VER en VRR

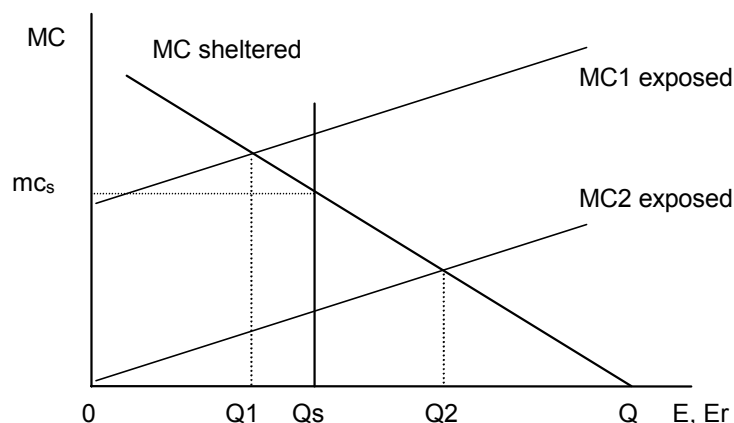
De bestaande normstelling en MJA kan als vertrekpunt dienen voor het emissieplafond in de sheltered sector. De vraag is nog of en zo ja hoe het relatieve plafond in de huidige afspraken kan worden omgezet in een hard emissieplafond. Deze variant is relevant indien normstelling en MJA zo stringent zijn dat ze CO_2 -reductiemaatregelen afdwingen die anders niet (en dus ook niet onder invloed van de REB) zouden worden genomen. Het zijn dus relatief dure reducties. Hiervoor kan een systeem van 'credit' trading worden ontworpen. Bijvoorbeeld, ondernemingen in de sheltered sector kopen VRR van de exposed sector en mogen meer emitteren dan de norm of MJA-verplichting.

Ook hier is het de vraag of een regulerende energiebelasting overbodig is geworden en de sheltered sector hiervan moet worden vrijgesteld, of dat de REB nog andere doelen dient dan het internaliseren van de kosten van CO_2 -uitstoot in de prijzen.

Figuur 4.2 geeft wederom de emissiemarkt weer, waarbij het emissieplafond in de sheltered sector zo groot is als Q_s . Dit komt overeen met een reductie van $Q-Q_s$. De bijbehorende marginale kosten om aan dit plafond te voldoen zijn mc_s^8 . De exposed sector wordt gehouden aan de benchmark afspraken, welke worden voorgesteld door een benodigde emissiereductie van Q_s . Het is echter niet op voorhand niet exact bekend hoe groot de emissiereductie Q_s zal zijn, aangezien de baseline slechts een relatief emissieplafond impliceert. Normaliter zal de totale hoeveelheid emissiereductie Q derhalve afwijken van de totale gereduceerde hoeveelheid bij een

⁸ Merk op dat hier is verondersteld dat interne handel binnen de sheltered sector al heeft plaatsgevonden en dat mc_s de optimale prijs weergeeft bij het gegeven plafond.

VER-markt in beide sectoren, tenzij de feitelijke economische groei overeenkomt met de verwachte economische groei. Zonder verdere mogelijkheden voor uitruil zijn de kosten voor de respectievelijke sectoren dus gelijk aan het gebied onder de MC curve voor elke sector tot Q_s .



Figuur 4.2 Markt voor gecombineerde emissie- en reductierechten

Het advies van de VROM-raad (1998b) stelt nu voor dat de sheltered sector de mogelijkheid krijgt om emissiereductie in te kopen bij de exposed sector. Echter, de exposed sector is in de eerste plaats gehouden aan de benchmark afspraken. De gerealiseerde emissiereductie binnen de benchmark komt dus niet voor verkoop in aanmerking. Verkoop van additionele emissiereductie is alleen interessant als de kosten van additionele emissiereductie door de exposed sector lager zijn dan de kosten van de sheltered sector om zelf aan het gegeven plafond te voldoen. Dit is het geval als de marginale reductiekosten worden weergegeven door MC2 exposed. De sheltered sector reduceert zelf tot Q_2 en koopt emissiereductie ter grootte van $Q_2 - Q_s$ in bij de exposed sector.

Curve MC1 exposed geeft de situatie waarin additionele kosten van emissiereductie groter zijn dan de kosten van de sheltered sector om aan het plafond te voldoen. In dit geval zou de mogelijkheid voor de exposed sector om emissiereductie in te kopen bij de sheltered sector interessant zijn, ware het niet dat deze mogelijkheid wordt uitgesloten.

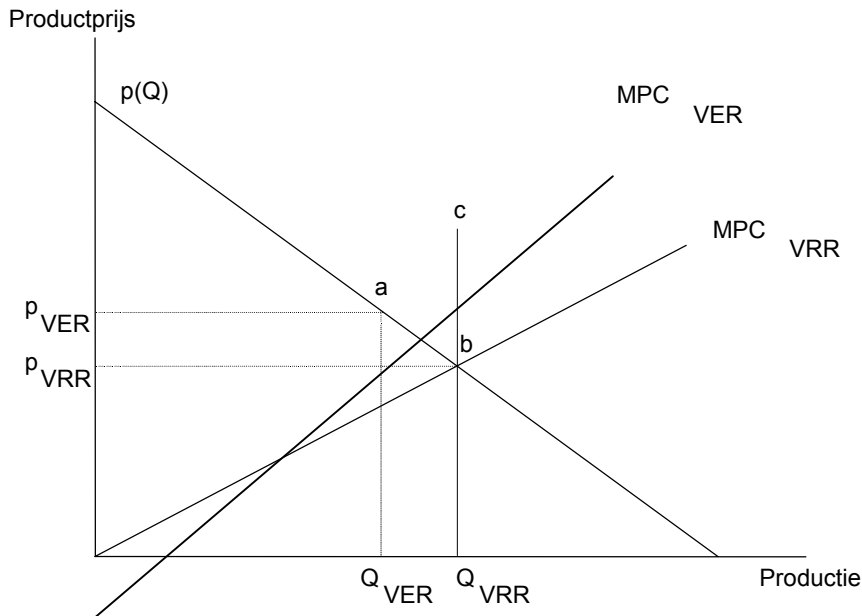
Deze variant van emissiehandel geeft dus minder flexibiliteit en mogelijk minder efficiëntie dan de maximale variant. Daarnaast is de effectiviteit onzeker, aangezien de totale uitstoot van CO₂-emissies afhankelijk is van de economische groei in de exposed sector.

4.4.2 Consequenties van VER en VRR op de productmarkt

In Paragraaf 4.2 hebben we gezien dat de systemen met een absoluut plafond (VER) en een flexibel plafond (VRR) verschillend doorwerken op de productmarkt van, in dit geval, de exposed sector. Deze verschillen zijn weergegeven in Figuur 4.3. De prijs van een emissierecht of reductierecht bepaalt mede de marginale productiekosten van de exposed sector omdat uitstoot van CO₂ een direct gevolg van het productieproces is. Bij een VER-systeem zal de prijs van een emissierecht stijgen naarmate de productie wordt uitgebreid, door toetreding van nieuwe bedrijven of door uitbreiding van bestaande bedrijven. Immers, de milieuruimte is schaars, wat tot uitdrukking komt in de prijs van een emissierecht. Bij een VRR-systeem betekent uitbreiding van de productie een gratis toename van de emissieruimte. Weliswaar moeten er bij een hogere productie absoluut gezien meer emissies worden gereduceerd, maar relatief niet. Daardoor zal de prijs van een reductierecht bij VRR niet noodzakelijkerwijs stijgen door economische groei dan de prijs van een emissierecht bij een VER-systeem.

Dit verschil werkt ook door op de marginale productiekosten van de betrokken bedrijven. Het gevolg van het sterker toenemen van de emissierechtenprijs dan de prijs van een reductiecredit

bij het toenemen van de productie heeft tot gevolg dat de marginale productiekosten MC_{VER} in een VER-systeem veel steiler lopen dan de marginale productiekosten MC_{VRR} bij verhandelbare reducties. In Figuur 4.3 wordt er dus vanuit gegaan dat de prijzen van emissie- en reductierechten niet constant zijn, maar toenemen in de hoeveelheid output. Dit betekent dat bij VRR de productie Q_{VRR} hoger is dan bij VER met productie Q_{VER} , terwijl de productprijs p_{VRR} lager is dan p_{VER} . Aangezien bij VRR de milieuschaarste niet volledig in de kostprijs wordt doorberekend, zijn de werkelijke marginale productiekosten bij productie Q_{VRR} niet gelijk aan b, maar gelijk aan c. Hierdoor ontstaat bij een VRR-systeem een welvaartsverlies gelijk aan abc.



Figuur 4.3 *Effecten van VER en VRR op de productmarkt*

4.5 Verhandelbare belastingcredits

Aan de basis van een systeem met verhandelbare belastingcredits⁹ ligt het onderscheid tussen een REB-plichtige en niet-REB-plichtige sector. De regulerende energiebelasting (REB) wordt dan als vehikel gebruikt om de vraag naar VRR / VER te stimuleren. De belastingcredit wordt gecreëerd in de exposed sector door CO₂-emissie te reduceren (de belastingcredit is dus in wezen een CO₂-reductie certificaat of recht) en vervolgens te verkopen aan de sheltered sector die de credits kunnen aftrekken van de REB. Aankoop van credits geeft recht op vrijstelling van de REB voor een bedrag dat overeenkomt met de hoeveelheid uitgespaarde CO₂-uitstoot. Handel tussen de sheltered en de exposed sectoren kan dus tot stand komen via belastingcredits, die hun waarde ontleen aan de REB. Het effect van de belastingcredits zal zijn dat relatief dure maatregelen die onder invloed van de REB zouden zijn uitgevoerd in de sheltered sector door de REB-vrijstelling achterwege blijven. In plaats daarvan zullen de relatief goedkopere reductie maatregelen in de exposed sector worden uitgevoerd.

Een belastingcredit kan gelijk worden gesteld aan het recht op ontheffing van de REB over de emissie van 1 ton CO₂ of het gebruik van een hoeveelheid gas, elektriciteit of andere brandstoffen waarbij 1 ton CO₂ vrij komt. REB wordt betaald over het gebruik van elektriciteit en aardgas.

Koutstaal (1998) gaat er van uit dat de exposed sector geen baseline krijgt opgelegd en dat derhalve alle reducties kunnen worden verkocht als belastingcredit aan de sheltered sector. Het is echter ook mogelijk om alleen die reducties als belastingcredit te laten verkopen die verder gaan

⁹ Deze paragraaf is grotendeels gebaseerd op Koutstaal, 1998.

dan de benchmark of norm vereist. Verder veronderstelt het systeem dat er, naast de REB-verplichting, geen nadere emissiereductiedoelstellingen voor de sheltered sector bestaan. Dit betekent dat de gerealiseerde emissie(reductie)s met dit instrument onzeker zijn. De tarieven voor de REB worden gegeven in Tabel 4.3.

Tabel 4.3 *Tarieven REB (in centen per kubieke meter en kWh, excl. BTW)*

	1998	1999	2000	2001
Aardgas [m³]				
0-800	0	0	0	26,50
800-5000	9,53	15,98	20,82	26,50
5000-170000	9,53	10,44	11,44	12,38
170000-1 mln.	0	0,71	1,54	2,30
> 1 mln.	0	0	0	0
Elektriciteit [kWh]				
0-800	0	0	0	12,85
800-10000	2,95	4,95	8,20	12,85
10000-50000	2,95	3,23	3,54	4,27
50000-10 mln.	0	0,22	0,48	1,31
> 10 mln.	0	0	0	0

De belastingcredits zijn niet gebonden aan een bepaalde periode, de geldigheid is dus ook niet gebonden aan een bepaalde periode. De credits zijn daardoor makkelijker te verhandelen wat de ontwikkeling van de markt ten goede komt. De geldigheid wordt wel beperkt door de duur van de REB. Bij afschaffing van de REB, hebben de credits geen waarde meer.

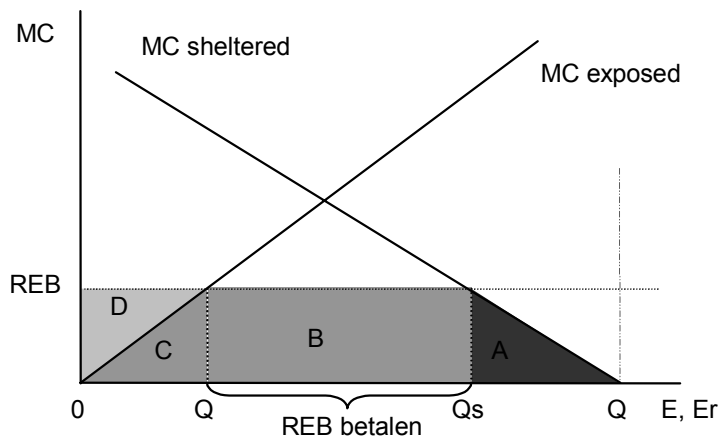
4.5.1 Markt voor REB-belastingcredits

De belastingcredits zijn alleen interessant voor de sheltered sector als hun prijs lager is dan de REB die ze anders zouden moeten betalen. Bij een REB van 26,50 cent per m³ aardgas in 2001 (12,85 cent per kWh), komt dit neer op 150 gulden per ton CO₂ (227 gulden per ton CO₂). Dit is dus de bovengrens voor de prijs die men zal willen betalen voor een belastingcredit van 1 ton CO₂ (zie Appendix D). De maximale vraag naar belastingcredits is gelijk aan de hoeveelheid emissies die de sheltered sector niet zelf kan reduceren tegen kosten die lager zijn dan de maximum prijs.

Figuur 4.4 illustreert de markt waarbij het aanbod van belastingcredits kleiner is dan de vraag en waarbij de exposed sector niet aan een baseline voor emissiereductie hoeft te voldoen. Bij Qs zijn de marginale kosten van emissiereductie door de sheltered sector gelijk aan de REB. De sheltered sector zal zijn emissies niet verder verlagen dan Qs (dus een maximale emissiereductie van Q-Qs). Over de resterende emissies moet REB worden betaald. De uiteindelijke evenwichtsprijs voor belastingcredits hangt mede af van het aanbod van reductieopties. Dit aanbod is gelijk aan de hoeveelheid emissies die in de exposed sector kan worden gereduceerd voor minder dan de maximum prijs (d.w.z. de REB). Als dit aanbod kleiner is dan de vraag, zoals in Figuur 4.4, dan is de evenwichtsprijs van belastingcredits gelijk aan de maximum prijs. Het aanbod van belastingcredits is gelijk aan Qe. Het aanbod is kleiner dan de vraag (Qs), zodat de sheltered sector slechts voor een deel belastingcredits van hun REB kunnen aftrekken, namelijk Qe¹⁰. Merk op dat in dit geval het totale beleidsdoel van de overheid, namelijk emissiereductie ter grootte van Q, niet door de twee sectoren wordt gehaald. De overheid moet met hulp van andere maatregelen, bijvoorbeeld betaald uit de opbrengsten van de REB, nog een reductie van Qs-Qe voor elkaar krijgen.

¹⁰ Als er geen systeem van verhandelbare belastingcredits zou bestaan, dan betaalt de sheltered sector REB over Qs.

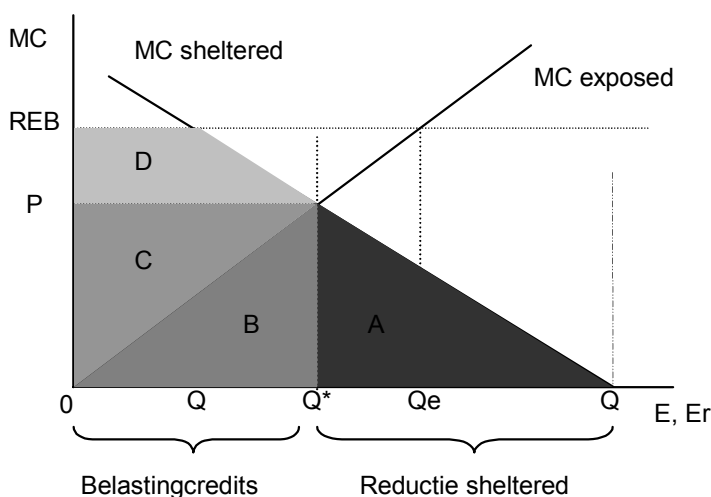
In Figuur 4.4 verdient de exposed sector gebied D bij verkoop van de belastingcredits. De sheltered sector betaalt C+D voor de belastingcredits. Daarnaast betaalt de sheltered sector B aan REB en kost de eigen emissiereductie A. De totale lasten (A+B+C+D) voor de sheltered sector zijn hetzelfde als in de situatie zonder belastingcredits.



Figuur 4.4 Markt voor belastingcredits; aanbod kleiner dan vraag

Figuur 4.5 toont de situatie waarin, bij de gegeven REB, het aanbod van belastingcredits (Q_e) groter is dan de vraag (Q_s). Ook hier is er geen baseline voor emissiereductie in de exposed sector. De evenwichtsprijs zal lager zijn dan de maximum prijs. Bovendien wordt er geen REB afgedragen door de sheltered sector omdat de REB door alle actoren volledig kan worden vermeden door belastingcredits in te leveren. Het is voor de sheltered sector aantrekkelijker om belastingcredits te kopen dan de eigen emissies te reduceren zolang de marginale kosten van emissiereductie door de exposed sector lager zijn. In het evenwicht reduceert de exposed sector haar emissie tot Q^* . De sheltered sector kan de totale REB-afdracht over haar emissies compenseren door de belastingcredits af te dragen die ze hebben verworven door bij de exposed sector voor Q^* aan emissiereductie te financieren. De evenwichtsprijs voor de belastingcredits is P.

In het optimum kost het de sheltered sector gebied B+C om belastingcredits te kopen, daarnaast reduceren ze de eigen emissie tegen kosten A. Zonder de belastingcredits zouden de lasten gelijk zijn aan $A+B+C+D$ ¹¹. De exposed sector verdient C aan de verkoop van de credits.



Figuur 4.5 Markt voor belastingcredits; aanbod groter dan vraag

¹¹ De aanname is hier dat distributiebedrijven, die de REB innen en afdragen, de lastenverlichting volledig doorgeven aan de sheltered sector. Is dit niet het geval, dan reduceert de sheltered sector zijn emissies tot Q_s en zijn de totale lasten, net als in de situatie zonder belastingcredits, gelijk aan $A+B+C+D$.

In Figuur 4.4 en 4.5 zijn we er van uitgegaan dat de exposed sector niet aan een baseline hoeft te voldoen voordat het emissiereducties als belastingcredit aan de sheltered sector mag verkopen. Als de exposed sector daarentegen wel aan een baseline moet voldoen, dan zal de exposed sector minder credits aanbieden bij dezelfde prijs. De sheltered sector zal minder credits kunnen kopen en meer REB moeten betalen. Als de baseline-reductie in de exposed sector echter kleiner is dan de hoeveelheid emissiereductie in deze sector die onder het belastingcreditsysteem tot stand komt, dan zal de totale emissiereductie hetzelfde zijn als in de situatie zonder baseline. Dit verandert als de baseline strenger zou zijn dan de hoeveelheid emissiereductie in de exposed sector die door de belastingcredits tot stand zou komen. In beide gevallen moet de exposed sector met baseline meer reductie zelf betalen, terwijl de overheid een hogere belastingopbrengst heeft.

Ook de sheltered sector heeft in deze opzet geen absoluut of relatief emissieplafond. De totale gerealiseerde emissies en emissiereducties in beide sectoren zijn dus niet op voorhand bekend.

Conclusies uit Koutstaal (1998):

- Dit systeem is effectiever dan alleen een REB voor de sheltered sector (en alleen een VER systeem in de exposed sector).
- Ervan uitgaande dat voordelen van lagere energieprijzen worden doorgegeven aan de sheltered sector (dit mag je in een liberale markt wel verwachten), is het systeem statisch efficiënt (kosteneffectief).
- Het is ook dynamisch efficiënt (geeft prikkel tot innovatie).

4.5.2 Consequenties van belastingcredits op de productmarkt

Een systeem van verhandelbare belastingcredits fungeert voor de exposed sector als een systeem van verhandelbare reducties. Hierbij kan nog verschil bestaan tussen een systeem met en een systeem zonder benchmarking in de exposed sector. In beide gevallen zijn de effecten op de productmarkt in de exposed sector gelijk aan die bij VRR in Paragraaf 4.4.2. De hoge prijs voor CO₂-rechten van de sheltered sector in combinatie met de lage prijs voor CO₂-rechten van de exposed sector leidt tot overproductie van output in de exposed sector. Zonder benchmarking echter betaald de sheltered sector alle emissiereducties in de exposed sector, zodat de productprijs nog lager en de productie nog hoger wordt dan met benchmarking zodat het welvaartsverlies van inefficiënte prijsvorming nog groter wordt.

Voor de productmarkt van de sheltered sector geldt dat de REB doorwerkt in de kostprijs van producten. Ontheffing van de REB gaat gepaard met de inkoop van emissiereducties in de exposed sector zodat efficiënte prijsvorming in de sheltered sector niet in het gedrang is.

4.6 Samenvatting voor- en nadelen verschillende varianten

In dit hoofdstuk hebben we drie varianten van handel in emissie(reductie)s besproken: (1) een systeem met verhandelbare emissierechten in de exposed en de sheltered sector, (2) een systeem met verhandelbare reductierechten in de exposed sector en verhandelbare emissierechten in de sheltered sector, en (3) verhandelbare belastingcredits die door de exposed sector aan de sheltered sector worden verkocht. We zullen nu de voor- en nadelen van de verschillende instrumenten samenvatten aan de hand van de vijf hieronder beschreven criteria, waarvan Tabel 4.4 een overzicht geeft.

Effectiviteit

Een systeem met verhandelbare emissierechten is het meest effectief van de drie varianten, omdat de overheid een hard plafond handhaaft voor de deelnemende sectoren. De combinatie VRR/VER met reductierechten in de exposed sector en emissierechten in de sheltered sector en het systeem met verhandelbare belastingcredits met baseline voor de exposed sector hebben

daarentegen een relatief plafond. Zonder baseline in de exposed sector, is er bij de belastingcredits helemaal geen plafond aan de hoeveelheid emissies.

Kosteneffectiviteit

Alle drie varianten bieden flexibiliteit om de al dan niet relatieve doelstelling mogelijk tegen de laagst mogelijke kosten kunnen bereiken. Een markt voor verhandelbare emissierechten is zeker efficiënt, zolang de markt goed functioneert (maar dit is ook bij de andere varianten een voorwaarde). Bij de combinatie VRR/VER en bij de belastingcredits, kan een strenge baseline in de exposed sector de kostenvoordelen van handel in de weg staan. Daar staat echter tegenover dat ook in dat geval, de sectoren hun kosten afwegen en de emissiereductie op kosteneffectieve wijze wordt gerealiseerd.

Efficiënte productprijsvorming

Een VER-systeem is het enige instrument waarbij de relatieve milieuschaarste volledig doorwerkt in de kostprijzen van de productie. De maatschappelijke kosten van CO₂ worden dus ook daadwerkelijk door de samenleving opgebracht. Bij de varianten zonder vast plafond daarentegen wordt bij uitbreiding van de productie de milieuruimte opgerekt, zonder dat de kosten hiervan worden betaald, wat de maatschappelijke welvaart negatief beïnvloedt. Bij een belastingcreditsysteem zonder plafond voor de exposed sector is dat effect nog sterker.

Concurrentiepositie

De bovenstaande overweging impliceert dat een systeem van verhandelbare emissierechten een stringenter milieubeleid vormt dan de combinatie VRR/VER en de belastingcredits. Efficiënte prijsvorming betekent ook dat de consument een hogere prijs moet betalen voor de betreffende producten. Daardoor heeft een VER-systeem meer invloed op de concurrentiepositie van de betrokken sectoren dan de combinatie VRR/VER of de verhandelbare belastingcredits.

Acceptatie

Een aantal factoren maakt de acceptatie van de combinatie VRR/VER groter dan die van een VER-systeem voor beide sectoren. Ten eerste hebben we gezien dat VRR gemakkelijker te implementeren is op basis van het bestaande beleid. Ten tweede hoeft er bij VRR helemaal niet te worden betaald voor de restemissies, terwijl bij VER in combinatie met grandfathering de kosten van de restemissies alleen op macroniveau nul zijn. Ten derde vermijdt een VRR-systeem de introductie van een absoluut emissieplafond. Over de acceptatie van de belastingcredits is niet zoveel bekend. Enerzijds kan het ontbreken van een absoluut emissieplafonds de politieke acceptatie vergroten. Anderzijds kan het volledig ontbreken van een milieudoelstelling het draagvlak verminderen, aangezien de overheid zich wel aan de Kyoto-doelstelling gebonden heeft.

Transactiekosten

In een VER-systeem kunnen de feitelijke emissies worden vergeleken met de toegestane emissies die worden bepaald door het aantal emissierechten dat een bedrijf heeft. De transactiekosten bestaan dus vooral uit het zoeken naar en onderhandelen met een handelspartner. Bij verhandelbare reductierechten moet de gereduceerde hoeveelheid worden vastgesteld. In Paragraaf 4.2 hebben we gezien dat de inschattingen van de kosten daarvan uiteen lopen. De literatuur over Joint Implementation en het Clean Development Mechanism is van mening dat het vaststellen van de gerealiseerde reducties gepaard gaat met hoge kosten vanwege de onzekerheid over de vermeden uitstoot. Aan de andere kant worden de kosten hiervan lager ingeschat bij nauwgezette monitoring van emissies en de aanwezigheid van duidelijke reductiedoelstellingen. Bij belastingcredits die uitgaan van reductierechten in de exposed sector, is het aannemelijk dat de transactiekosten van het belastingcreditsysteem in dezelfde orde van grootte liggen als bij VRR.

Tabel 4.4 *Samenvatting voor- en nadelen verschillende varianten in CO₂-handel*

	VER	VER/VRR	Belastingcredits Zonder plafonds in beide sectoren
Effectiviteit	+	+/-	-
Kosteneffectiviteit	+	+	+
Efficiënte productprijsvorming:			
Sheltered sector	+	+	+
Exposed sector	+	-	--
Concurrentiepositie exposed sector	-	+/-	+
Acceptatie	+/-	+	?
Transactiekosten	+	+/-	+/-

Bronnen: zie elders in dit hoofdstuk.

5. SIMULATIEMODEL EN RESULTATEN

5.1 Inleiding

Dit hoofdstuk geeft de resultaten weer van de simulaties van de verschillende varianten van verhandelbare rechten in het milieubeleid zoals beschreven in Hoofdstuk 4. Alle kostengegevens zijn teruggerekend naar gulden uit 1999, terwijl we uitgaan van milieubeleid en reductieopties in 2010. Vooraleerst beschouwen we de productieniveaus van de supermarkten en de papierindustrie in 2010 als gegeven. Dit heeft tot gevolg dat er geen wezenlijk verschil meer bestaat tussen verhandelbare emissierechten (VER), verhandelbare reductierechten (VRR) of een combinatie hiervan. Aangezien het, bij gegeven output, vooral een definitiekwestie is of er gehandeld wordt in emissies of emissiereducties, zullen we ons bij de bespreking van de resultaten vooral richten op het marktevenwicht bij verhandelbare emissierechten.

Voor de berekeningen is een spreadsheet in Excel gemaakt. De marktevenwichten bij de verhandelbare rechten met een plafond zijn bepaald door gebruik te maken van een geaggregeerde marginale bestrijdingskostencurve, verkregen door horizontale sommatie van de twee afzonderlijke marginale bestrijdingskostencurves, en deze te snijden met het totale marktaanbod gelijk aan het emissieplafond. Deze methode leent zich voor automatische berekening van het evenwicht in Excel en is bovendien ook bruikbaar bij een markt met meer dan twee sectoren.

Als de marginale bestrijdingskostencurven convexe en continue functies zouden zijn, dan zou de geaggregeerde methode hetzelfde marktevenwicht geven als het zoeken van het snijpunt van vraag en aanbod op sectorniveau. Dit is echter niet het geval, omdat de marginale kostencurven discontinue functies zijn die bestaan uit een aantal punten. Zoals weergegeven in de Figuren 5.1, 5.2, en 5.3, worden tussen de datapunten lineaire lijnstukken getrokken, die verschillen voor de geaggregeerde curve en de curven van de sectoren afzonderlijk. Hierdoor kan er een verschil bestaan in vraag en aanbod op sectorniveau, terwijl op geaggregeerd niveau de markt in evenwicht is. Bij verschillen tussen vraag en aanbod door de aggregatiemethode zullen in sectie 5.3 de uitkomsten worden gepresenteerd zonder de aggregatiestap, waarbij het marktevenwicht bepaald is door het snijpunt van vraag en aanbod van CO₂-rechten op sectorniveau. Gezien het feit dat de emissierechten vooraf grandfathered worden, of bij VRR, er reductiedoelstellingen op sectorniveau worden opgelegd, staat deze manier ook dicht bij de werkelijkheid.

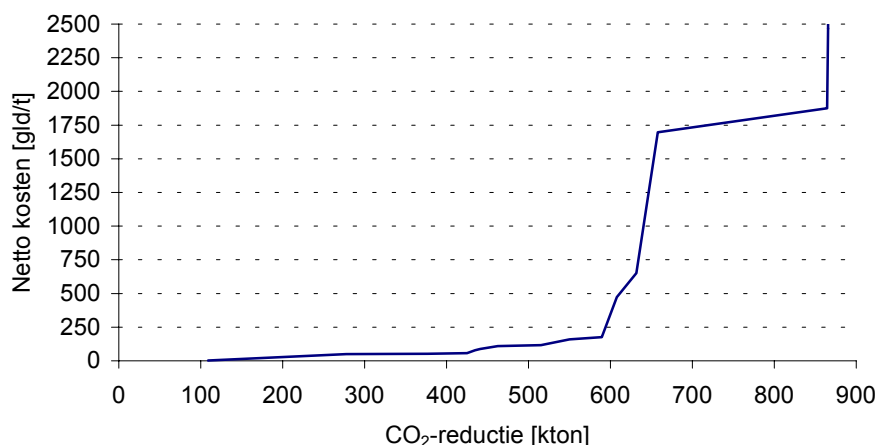
Dit hoofdstuk bespreekt eerst de gebruikte gegevens en veronderstellingen voor de papierindustrie en de supermarkten. Daarna volgen de resultaten voor de verschillende varianten.

5.2 Basisgegevens

5.2.1 Papier en kartonindustrie

De onbestreden CO₂-emissies van de papierindustrie in 2010 zijn gebaseerd op de emissies die zouden worden uitgestoten als er na 1999 geen extra maatregelen worden genomen om energie te besparen. Daarom gaan we uit van het feitelijke energieverbruik (38,0 PJ) in 1999. Om het onbestreden energieverbruik in 2010 te bepalen, gebruiken we de gemiddelde jaarlijkse groei in de hoeveelheid energie die de sector zou hebben gebruikt als er geen energiebesparingsmaatregelen waren genomen gedurende 1989-1999 (2,3% per jaar). De data voor deze berekeningen komen van de VNP (2001). Met behulp van omrekenfactoren op basis van de CO₂ inhoud in aardgas (1,77 kg/m³) levert dit een hoeveelheid onbestreden CO₂ emissies in 2010 van 2262 kton.

De marginale bestrijdingskostencurve voor de papierindustrie in Figuur 5.1 is gebaseerd op de maatregelen en bijbehorende kosten en CO₂-reductie zoals weergegeven in Tabel 3.1, met dat verschil dat de marginale bestrijdingskosten zijn aangepast aan de verwachte situatie in 2010. Het productieniveau in 2010 wordt geschat door uit te gaan van de output in 1999 met een jaarlijkse groei tot 2010 van 2,4%. Dit groeipercentage komt overeen met de gemiddelde jaarlijkse groei van de papier- en kartonindustrie over de periode 1989-1999. Een tweede verschil is de veronderstelling dat de maatregelen die meer opleveren dan ze kosten in Tabel 3.1 in 1999 reeds worden gerealiseerd. Het technisch maximum ligt in 2010 bij 38% CO₂-emissiereductie, dat is 866 kton CO₂, ten opzichte van de onbestreden emissies (2262 kton).



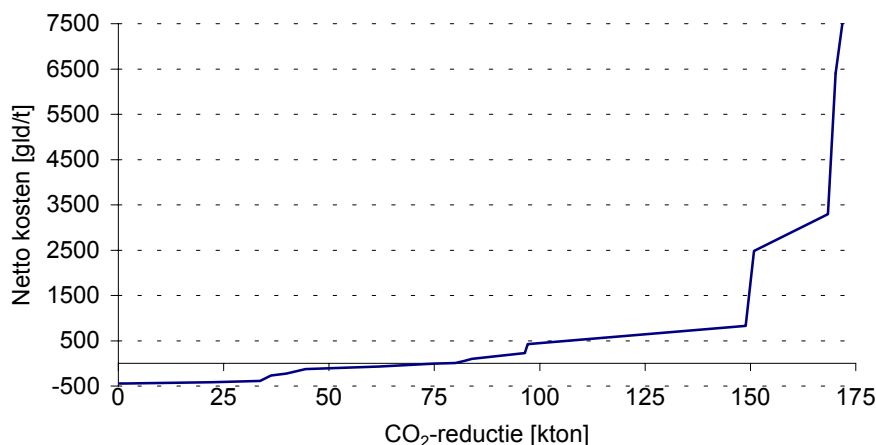
Figuur 5.1 *Marginale reductiekosten papierindustrie in 2010*

5.2.2 Supermarkten

De onbestreden CO₂-emissies van de supermarkten in 2010 worden bepaald door het totale energieverbruik aan gas en elektra van de 2154 aan de MJA deelnemende supermarkten in 2000. We gaan er dus van uit dat in 2000 de feitelijke emissies van de supermarkten gelijk zijn aan de onbestreden CO₂-emissies en dat de gerealiseerde energiebesparing in 2000 verwaarloosbaar klein is. Gezien het feit dat de MJA van de supermarkten pas in oktober 1999 is afgesloten, lijkt dit een realistische aanname. Het doortrekken van de CO₂-emissies van 448 kton CO₂ in 2000 naar 2010 doen we met behulp van de gemiddelde jaarlijkse groei van CO₂ door stationaire bronnen over de periode 1990-1998, welke gelijk is aan 1,3%¹² (CBS, 2000b). Dit geeft 509 kton onbestreden CO₂-emissies in 2010.

De marginale bestrijdingskostencurve van de supermarkten zoals weergegeven in Figuur 5.2 is gebaseerd op de maatregelen, reducties en kosten in Tabel 3.3, aangepast aan de productiecapaciteit in 2010. Deze is gebaseerd op een jaarlijkse groei van 1,3% vanaf 1998; we gaan er dus van uit dat de productiecapaciteit even snel groeit als de onbestreden emissies groeien. Figuur 5.2 laat zien dat er voor de supermarkten maatregelen bestaan die economisch rendabel zijn zonder milieubeleid. Tegen marginale kosten van nul kan de sector 78 kton CO₂ reduceren (15% van de onbestreden emissies in 2010) met een opbrengst van 17 miljoen gulden. Het technisch maximum aan emissiereductie in 2010 is 34% van 509 kton, dus 172 kton CO₂.

¹² De groei in CO₂-emissies van stationaire bronnen geeft de groei in de feitelijke emissies weer. Dit betekent dat zonder energiebesparingsmaatregelen van de stationaire bronnen gedurende 1990-1998 de groei in CO₂ hoger was geweest. Derhalve kan de groei in onbestreden CO₂ van de supermarkten als een ondergrens worden gezien.



Figuur 5.2 *Marginale reductiekosten supermarkten in 2010*

5.3 Verhandelbare emissie- en reductierechten

5.3.1 Bepaling emissieplafonds

Het emissieplafond voor het systeem van verhandelbare emissierechten voor beide sectoren bestaat uit de optelling van de plafonds voor de twee sectoren. Grandfathering geschiedt op basis van de sectorale doelstellingen zodat de initiële hoeveelheid rechten steeds zoveel mogelijk aansluit bij het huidige beleid. Gegeven de veronderstelde exogene productie in 2010, kan bij een systeem van verhandelbare reductierechten het emissieplafond worden vertaald in reductiedoelstellingen. We zullen twee manieren exploreren om de emissieplafonds (bij VER) en de reducties (bij VRR) te bepalen die beide aansluiten bij het huidige beleid. Eerst zullen plafonds op basis van (voortzetting van) het MJA-beleid in de papierindustrie en de MJA voor de supermarkten. Daarna bepalen we een plafond op basis van de nationale Kyoto doelstelling.

5.3.1.1 Emissieplafond op basis van sectoraal beleid

Voor de papierindustrie is er ondanks het convenant benchmarking nog geen emissiedoelstelling omdat de afstand tot de wereldtop (anno februari 2001) nog niet is vastgesteld. Daarom zijn wij genoodzaakt om de doelstelling voor de papierindustrie op een andere manier te kiezen. Zoals beschreven in Paragraaf 2.2.2, heeft de papierindustrie de MJA-doelstelling om de energie efficiency in 2000 met 20% te verbeteren ten opzichte van 1989 gehaald. De energie efficiency index zoals gehanteerd door de VNP geeft aan dat in 2000 de sector 20% minder energie per ton papier heeft verbruikt dan zonder besparingmaatregelen. We zullen de emissiedoelstelling baseren op een soortgelijke inspanning als gerealiseerd in de afgelopen tien jaar. De vraag wat dan een soortgelijke inspanning is, kan op verschillende manieren worden beantwoord. De papierindustrie zal benadrukken dat de relatief goedkope methodes van energiebesparing reeds genomen zijn en dat de duurdere methodes overblijven. Een energie efficiencyverbetering van 40% ten opzichte van 1989 zal daarom een zwaardere in plaats van een soortgelijke inspanning betekenen. Daar staat tegenover dat, door de productiegroei tot 2010, een zelfde maatregel op meerdere tonnen output kan worden toegepast, zodat meer reductie tegen dezelfde marginale kosten kan worden bereikt. Stel daarom dat de doelstelling van de papierindustrie is om in 2010 de energie-efficiency met 35% te verbeteren ten opzichte van 1989.

De onbestreden CO₂-emissies in 2010, waarbij wordt verondersteld dat sinds 1989 geen reductiemaatregelen zijn getroffen, bedragen 2747 kton. Ervan uitgaande dat er een vaste verhouding bestaat tussen het energieverbruik en de uitstoot van CO₂, betekent een 35% EEI-verbetering een plafond van 1786 kton CO₂ voor de papierindustrie in 2010. Dit betekent een emissiereduc-

tie van 21% of 476 kton in 2010 ten opzichte van het basisjaar 1999 (zie Tabel 5.1). Het zou de papier- en kartonindustrie 22 miljoen gulden kosten om deze reductie zelf te realiseren.

De supermarkten hebben in de MJA afgesproken om in 2010 32% minder energie per eenheid product te verbruiken dan in 1995. Ook hier gaan we er weer van uit dat 32% energiebesparing resulteert in 32% minder uitstoot van CO₂. Als de afzet net zo snel groeit als de onbestreden emissies, betekent de MJA een CO₂-reductie van 32% van de onbestreden emissies in 2010, ofwel een maximale uitstoot van CO₂ van 346 kton. Dit correspondeert met een minimale reductie van 163 kton in 2010. Figuur 5.2, en Tabel 5.1 laten zien dat het voor de supermarkten mogelijk is om zelf aan deze doelstelling te voldoen, tegen 71 miljoen gulden aan bestrijdingskosten.

Het totale emissieplafond bij een systeem van verhandelbare emissierechten is nu 2132 kton CO₂ voor de gezamenlijke sectoren. Om zoveel mogelijk aan te sluiten bij het bestaande beleid, geschiedt grandfathering op basis van de sectorale doelstellingen, zodat de papierindustrie een initiële hoeveelheid van 1786 kton emissierechten heeft, terwijl de initiële hoeveelheid emissierechten van de supermarkten 346 kton CO₂ is.

Tabel 5.1 *Doelstellingen en kosten in 2010 zonder handel in CO₂*

	Papierindustrie		Supermarkten		Totaal	
	Reductie [kton CO ₂]	Kosten [mln.gld ₉₉]	Reductie [kton CO ₂]	Kosten [mln.gld ₉₉]	Reductie [kton CO ₂]	Kosten [mln.gld ₉₉]
'MJA' papier +35% EEI t.o.v. 1989	476 (21%)	22	163 (32%)	71	639 (23%)	93
MJA supermarkten +32% EEI t.o.v. 1995						
Kyotodoelstelling -6% t.o.v. 1990	636 (28%)	67	138 (27%)	17	774 (28%)	84

5.3.1.2 Emissieplafond op basis van nationaal beleid

De nationale Kyoto doelstelling is een vermindering van 6% van de CO₂-uitstoot in 2010 ten opzichte van 1990 (VROM, 2001). Het milieubeleid is erop gericht om deze nationale doelstelling te halen door middel van afspraken met de betrokken sectoren, zoals de MJA's en het convenant benchmarking, waarbij een evenredige bijdrage per sector (alle sectoren -6%) geen criterium is. De vraag is echter hoe de sectorale doelstellingen er uit zouden zien als sectoren een evenredige bijdrage aan de nationale Kyoto-doelstelling zouden leveren. Wat voor gevolgen heeft dat voor de verdeling van de kosten?

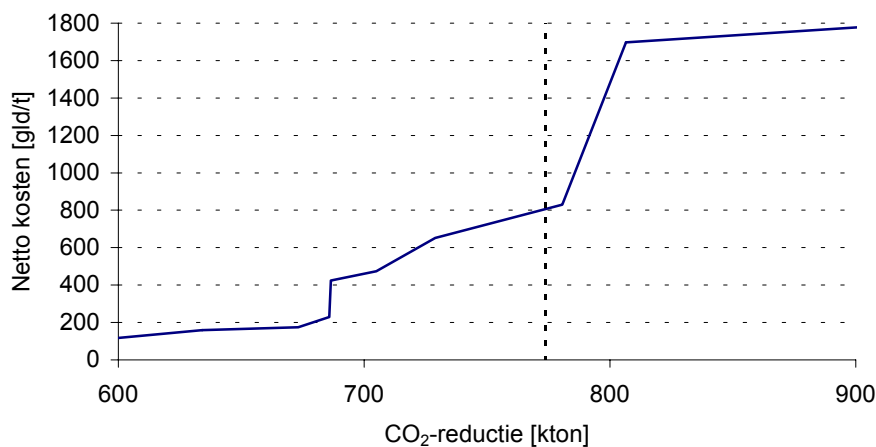
Om deze vragen te kunnen beantwoorden, hebben we schattingen van de feitelijke CO₂-emissies van de papierindustrie en de supermarkten in 1990 nodig. Voor de papierindustrie weten we de hoeveelheid energie die gebruikt zou zijn zonder energiebesparing in 1989 en 1993. De gemiddelde jaarlijkse groei in energiegebruik over deze jaren was 2,4%, daarom gaan we uit van een energieverbruik in 1990 dat 2,4% hoger ligt dan de 30166 TJ in 1989. Omgerekend naar CO₂ en verminderd met 6% levert dit een plafond voor de papierindustrie op van 1626 kton CO₂ in 2010, wat correspondeert met een minimale emissiereductie van 636 kton. Het kost de sector 67 miljoen gulden om dit zelf te reduceren. De kosten van een evenredige bijdrage van de papierindustrie aan de Kyoto-doelstelling zijn dus 3 keer zo hoog als een MJA met een energie-efficiency verbetering van 35% ten opzichte van 1989.

Voor de bepaling van het emissieplafond voor de supermarkten gaan we uit van de CO₂-emissie in 2000, omgerekend naar 1990 door middel van de gemiddelde jaarlijkse groei van de CO₂-emissie van stationaire bronnen gedurende 1990-1998 van 1,3%. Vermindering van de CO₂-emissies in 2010 met 6% geeft een plafond voor de deelnemende supermarkten van 371 kton CO₂ of een reductie inspanning van 138 kton. De doelstelling in de MJA van de supermarkten (maximale uitstoot van 346 kton CO₂) ligt hoger dan de Kyoto doelstelling vertaald naar de supermarkten. Zonder uitruilmogelijkheden met een andere sector, zou het Kyoto emissieplafond

voor de supermarkten van 371 kton CO₂ 17 miljoen gulden kosten, zie Tabel 5.1. Voor de supermarkten geldt dus dat de kosten van de MJA 4 keer zo hoog liggen als de kosten bij een evenredige bijdrage van de supermarkten aan de Kyoto-doelstelling.

Het totale emissieplafond voor de supermarkten en de papierindustrie gebaseerd op een evenredige inspanning aan de nationale Kyoto doelstelling van 6% emissiereductie in 2010 ten opzichte van 1990 is nu 1996 kton CO₂. Figuur 5.3 toont de geaggregeerde kostencurve voor de twee sectoren en de benodigde gezamenlijke reductie bij de Kyoto doelstelling.

Merk op dat de reductiedoelstelling (voor de twee sectoren samen) bij een emissieplafond op basis van nationaal beleid 135 kton hoger is dan bij sectoraal beleid. Wanneer dit geëxtrapoleerd wordt naar nationaal niveau, zou dit kunnen betekenen dat de Kyoto doelstelling op basis van sectoraal beleid *alleen* niet gerealiseerd kan worden.



Figuur 5.3 Geaggregeerde marginale reductiekosten in 2010 (Kyoto reductie van 774 kton)

5.3.2 Verhandelbare rechten met emissieplafond sectoraal beleid

We beginnen met de resultaten voor de markt voor verhandelbare emissierechten in beide sectoren met het plafond ter grootte van 2132 kton CO₂ gebaseerd op voortzetting van het huidige MJA-beleid per sector. Grandfathering op basis van deze doelstellingen betekent een initiële hoeveelheid emissierechten voor de papierindustrie van 1786 kton CO₂ en 346 kton CO₂ voor de supermarkten. De handel in emissierechten maakt het nu mogelijk om flexibel aan deze doelstellingen te voldoen. Het evenwicht op de markt voor emissierechten wordt bepaald door het emissieplafond, de CO₂ uitstoot zonder reductiemaatregelen en de marginale bestrijdingskosten. De resultaten staan weergegeven in Tabel 5.2.

Tabel 5.2 *VER met plafond op basis van sectoraal beleid (2132 kton CO₂)*

		Papier	Supermarkt	Totaal
Onbestreden emissies in 2010	[kton CO ₂]	2262	509	2771
Minimale reductie	[kton CO ₂]	476	163	639
Gegrandfatherde VER	[kton CO ₂]	1786	346	2132
Evenwichtsprijs	[gld/ton CO ₂]	158	158	
Handel in VER (verkoop -, koop +)	[kton CO ₂]	-74	74	0
VER na handel	[kton CO ₂]	1712	420	2132
Emissiereductie na handel	[kton CO ₂]	549	89	639
Kosten aankoop VER	[miljoen gld]	-12	12	0
Bestrijdingkosten	[miljoen gld]	32	-16	16
Totale kosten	[miljoen gld]	20	-4	16

De papierindustrie verkoopt 74 kton CO₂-emissierechten aan de supermarkten voor 158 gulden per ton CO₂. Een systeem van verhandelbare reductiecertificaten in de papierindustrie en emissierechten voor de supermarkten zou dezelfde resultaten opleveren, aangezien we uitgaan van gegeven productiehoeveelheden. De papierindustrie verdient 12 miljoen gulden met de verkoop van emissierechten. De totale kosten van handel en bestrijding (20 miljoen gulden) voor de papierindustrie zijn 2 miljoen gulden lager dan in een situatie zonder handel in CO₂-emissies. Dit is een kostenbesparing van 9%.

Het is opmerkelijk is dat de totale bestrijdingskosten van de supermarkten negatief zijn. Bestrijding binnen de sector levert dus netto 16 miljoen gulden op. Op de aanwezigheid van CO₂-reductiemaatregelen voor de supermarkten die per saldo meer opbrengen dan ze kosten is reeds ingegaan in Paragraaf 3.2. Als er echter geen mogelijkheid tot handel zou zijn, dan zouden de bestrijdingskosten van de supermarkten flink hoger zijn (zie Tabel 5.1). Door de mogelijkheid om voor 12 miljoen gulden aan emissierechten te kopen, sparen zij deze bestrijdingskosten uit, terwijl de supermarkten met de maatregelen die ze wel nemen nog eens 16 miljoen gulden verdienen. Per saldo gaan de supermarkten er door emissiehandel dus 75 miljoen gulden op vooruit; een kostenbesparing van 106%.

De totale bestrijdingskosten van beide sectoren gezamenlijk zijn 16 miljoen gulden. Dit is meer dan 80% lager dan de totale bestrijdingskosten van 93 miljoen gulden zonder emissiehandel tussen beide sectoren.

5.3.3 Verhandelbare rechten met emissieplafond nationaal beleid

Tabel 5.3 geeft de resultaten met het emissieplafond afgeleid van een evenredige bijdrage van beide sectoren aan de nationale doelstelling om de CO₂-uitstoot met 6% te reduceren in 2010 ten opzichte van 1990. Op basis hiervan krijgen de supermarkten 25 kton meer aan emissierechten grandfathered dan op basis van de MJA, terwijl de papierindustrie een grotere inspanning zouden moeten leveren en 160 kton minder aan emissierechten gratis krijgen toegewezen dan de MJA. Het totale emissieplafond is nu 135 kton lager dan op basis van de MJA's.

Door het strengere emissieplafond en de lagere initiële hoeveelheid emissierechten blijken de bestrijdingskosten van de papierindustrie met handel maar nauwelijks lager dan zonder handel. De papierindustrie wordt nu zelfs een (kleine) koper in plaats van een verkoper van emissierechten. De papierindustrie koopt 2 kton CO₂-rechten van de supermarkten voor de forse prijs van 758 gulden per ton CO₂. Deze hoge prijs komt tot stand doordat de supermarkten ondanks de grotere emissieruimte nog steeds emissierechten zouden willen kopen, terwijl de papierindustrie door het stringentere beleid ook extra emissierechten nodig heeft. In deze markt met slechts twee sectoren, die ten aanzien van de orde grootte van hun emissies behoorlijk verschillen, zijn

de mogelijkheden tot handel echter beperkt. De kostenvoordelen voor de papierindustrie ten opzichte van de situatie zonder handel zijn bij het Kyoto-plafond verwaarloosbaar.

Tabel 5.3 *VER met plafond op basis van Kyoto (1996 kton CO₂)*

		Papier	Supermarkt	Totaal
Onbestreden emissies in 2010	[kton CO ₂]	2262	509	2771
Minimale reductie	[kton CO ₂]	636	138	774
Gegrandfatherde VER	[kton CO ₂]	1626	371	1996
Evenwichtsprijs	[gld/ton CO ₂]	758	758	
Handel VER (verkoop -, koop +)	[kton CO ₂]	2	-2	0
VER na handel	[kton CO ₂]	1627	369	1996
Emissiereductie na handel	[kton CO ₂]	634	140	774
Kosten aankoop VER	[miljoen gld]	1	-1	0
Bestrijdingskosten	[miljoen gld]	65	19	84
Totale kosten	[miljoen gld]	66	17	84

Het gevolg van het strengere gezamenlijke emissieplafond is dat de supermarkten, ondanks de grotere initiële hoeveelheid emissierechten, fors minder profiteren van handel in CO₂ dan met het plafond op basis van sectorale MJA's. De supermarkten verdienen 1 miljoen gulden door de verkoop van CO₂ aan de papierindustrie, terwijl zij voor 19 miljoen zelf aan bestrijdingsmaatregelen nemen. Per saldo komen de kosten voor de supermarkten net zo hoog uit als zonder emissiehandel.

Het blijkt dat de totale bestrijdingskosten van beide sectoren gezamenlijk net zo hoog zijn als de totale bestrijdingskosten zonder handel in CO₂, in beide gevallen zijn de totale kosten 84 miljoen gulden. Door het lagere totale emissieplafond, de toedeling van minder emissierechten aan de sector met de meeste reductiemogelijkheden (maar ook de meeste emissies) en de toedeling van iets meer rechten aan de 'kleinste' sector, zijn de kostenvoordelen van handel verdwenen en de prijs van een CO₂-recht bijna vijf keer zo hoog geworden. Hieruit kunnen we concluderen dat bij handel tussen slechts twee sectoren de uitkomsten van de VER-markt in hoge mate afhangen van het emissieplafond (met de daaraan gerelateerde verdeling van rechten).

Anders gezegd: de 'verdeling' van CO₂ reductie inspanning zoals in de MJA's is afgesproken, is zowel vanuit de sectoren als vanuit de overheid bezien, lang niet gek. Ten minste, als de substantiële kostenvoordelen kunnen worden gerealiseerd door het toestaan van uitruil tussen de MJA's van de verschillende sectoren. De kostenvoordelen van handelsmogelijkheden binnen de sectoren in deze studie niet is meegenomen. De kosten die vermeld staan in Tabel 5.1, gaan ervan uit dat supermarkten en de bedrijven binnen de papierindustrie alle kostenvoordelen van handel al hebben gerealiseerd. Hierdoor blijven de kostenvoordelen van handel binnen en tussen sectoren onbelicht.

5.3.4 Toetsing van de CO₂-markt voor de supermarkten en de papierindustrie

Aan het eind van Paragraaf 4.2 staat een aantal voorwaarden voor goed functionerende markten in verhandelbare emissie- en reductierechten. In deze paragraaf wordt getoetst of de markt voor verhandelbare CO₂-rechten tussen de supermarkten en de papier- en kartonindustrie ook aan deze criteria voldoet. Voor dit doel zullen we de genoemde criteria puntsgewijs langslopen.

Kostenverschillen

Het eerste criterium betreft de kostenverschillen tussen de deelnemers, waarvoor EZ een minimaal verschil van een factor 2 noemt. De kostenverschillen kunnen worden bekeken door de marginale kosten en de totale kosten van de deelnemers te vergelijken. De marginale kosten van

de papierindustrie variëren tussen 2 en 51243 gulden per ton reductie, bij reductiehoeveelheden van 109 tot 866 kton CO₂-reductie. De marginale kosten van de supermarkten variëren tussen -442 en 7705 gulden per ton reductie, bij reductiehoeveelheden van 0 tot 172 kton CO₂-reductie. De totale kosten per sector om aan de doelstellingen te voldoen zijn voor de ene sector bijna 3 keer zo groot als voor de andere¹³ (zie Tabel 5.1). De totale bestrijdingskosten na handel in emissies (Tabel 5.2 en 5.3) verschillen ook met meer dan een factor 2.

Marktconcentratie

Ten aanzien van de marktconcentratie moet niet worden vergeten dat in een werkelijke CO₂-markt niet de sectoren, maar de bedrijven in de sectoren zullen handelen in CO₂-emissies. Met 2154 supermarkten en 17 bedrijven in de papier- en kartonindustrie in 1999-2000, zijn er zeker meer dan 10 spelers. Geen van de spelers zal een marktaandeel hebben van meer dan 40%.

Definitie vervuilingseenheid en emissieplafond

Ten derde is er een duidelijke vervuilingseenheid, namelijk (k)ton CO₂. De doelstelling in toegestane kton CO₂ of de benodigde CO₂-reductie, het vierde criterium, zal echter wel duidelijk vastgesteld moeten worden. Immers, een bepaalde hoeveelheid PJ in gas levert niet dezelfde hoeveelheid CO₂ als dezelfde hoeveelheid PJ in elektriciteit. Als de doelstelling dus wordt gebaseerd op bestaande energie-efficiëncynormen (in PJ/eenheid output) zal hier rekening mee moeten worden gehouden. Verder is in deze simulatie alleen de doelstelling voor 2010 vastgesteld, zonder de tussentijdse doelstellingen voor het tijdspad tot 2010 te bepalen.

Allocatie van rechten

Wat betreft de verdeling van de toegestane emissies, door grandfathering bij VER en door het vaststellen van 'baselines' bij VRR, wordt in deze markt voor de papierindustrie en de supermarkten zoveel mogelijk aangesloten bij de doelstellingen in de MJA's. In die zin zal de verdeling van de benodigde inspanningen in de VER- of VRR-markt niet meer of minder rechtvaardig zijn dan de doelstellingen op basis van MJA's (indien beschikbaar). De vertaling van de relatieve energie-efficiency afspraken in absolute doelstellingen in de VER-markt kan wel discussie over de rechtvaardigheid opleveren. Bij het Kyoto-plafond is uitgegaan van een evenredige bijdrage van beide sectoren aan deze nationale doelstelling; over de rechtvaardigheid hiervan kan ook twijfel bestaan.

Overige criteria

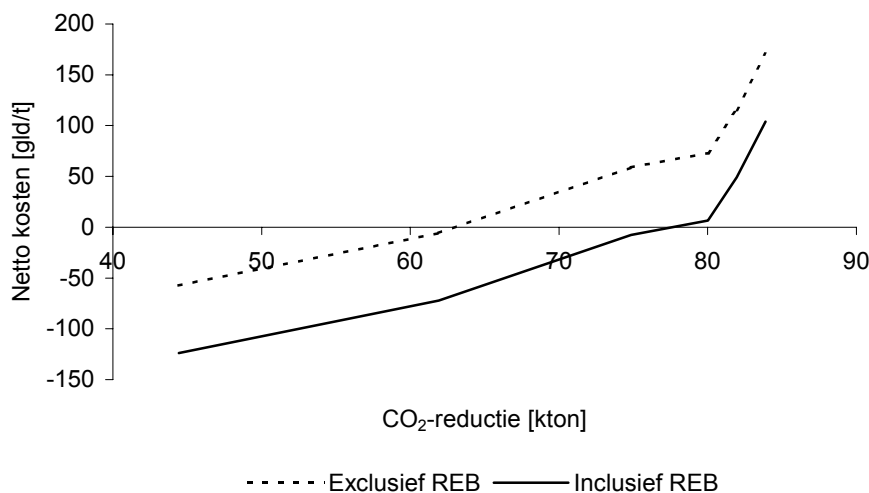
De criteria betreffende de registratie van emissiebronnen, monitoring van emissies en emissie- of reductierechten, handhaving en banking blijven punten van aandacht in een markt voor CO₂-rechten voor de papierindustrie en de supermarkten, maar zijn hier niet verder bekeken.

5.4 Verhandelbare belastingcredits

Bij verhandelbare belastingcredits kunnen de supermarkten emissiereducties kopen van de papierindustrie en een bedrag bepaald door de aangekochte vermeden CO₂-uitstoot van de papierindustrie aftrekken van de REB-verplichtingen. We veronderstellen dat zowel de supermarkten als de papierindustrie geen absoluut of relatief emissieplafond hebben. De papierindustrie zal dus alleen emissies reduceren als de supermarkten hiervoor betalen. Het aanbod en de vraag naar de belastingcredits wordt bepaald door de hoogte van de marginale REB. Voor dit doel zijn de REB-tarieven omgerekend naar CO₂, zoals in Appendix D. De marginale REB-tarieven worden bepaald op winkelniveau. De gemiddelde supermarkt die deelneemt aan de MJA betaalt een REB-tarief in de categorie van 50.000 tot 10 miljoen kWh elektriciteit en van 5 tot 170 duizend m³ gas. In prijzen van het jaar 1999, komt dit neer op een tarief van respectievelijk 22 of 66 gulden per ton CO₂.

¹³ Afhankelijk van het gekozen plafond en de initiële allocatie daarvan is het niet steeds dezelfde sector die de laagste kosten heeft.

Hoewel de marginale bestrijdingskosten curve voor de supermarkten een optelling van de marginale bestrijdingskosten van de individuele supermarkten is, vormt dat in theorie geen beletsel voor een REB-tarief op winkelniveau. Immers, bij continue convexe kostencurven, zijn in het marktevenwicht de marginale bestrijdingskosten voor de sector gelijk aan die van de gemiddelde supermarkt.



Figuur 5.4 Marginale reductiekosten supermarkten in 2010 met en zonder REB (detail)

Omdat in de marginale bestrijdingskostencurven zoals die gebruikt zijn voor de markt met verhandelbare rechten met emissieplafond de REB verwerkt zit, hebben we de marginale bestrijdingskostencurve voor de supermarkten aangepast door de marginale REB-tarieven uit de gas- en elektriciteitsprijzen te halen, Figuur 5.4 toont hiervan het resultaat¹⁴. We veronderstellen dat de REB tussen 2001 en 2010 uitsluitend met de inflatie toeneemt. Met een inflatiepercentage van 2,5% per jaar rekenen we de bijbehorende maximale belastingcredittarieven terug naar gulden in 1999. Dit betekent dat de maximale prijs voor een belastingcredit op basis van de REB voor gas gelijk is aan 66 gulden per ton CO₂-reductie en 22 gulden per ton CO₂-reductie op basis van de REB voor elektriciteit. Elektriciteit heeft het grootste aandeel in de CO₂-uitstoot van de supermarkten: 80% van de onbestreden CO₂-emissies wordt veroorzaakt door elektriciteitsverbruik, dat is 407 kton van de 509 kton onbestreden CO₂. Om deze reden gaan we uit van de maximale prijs van een belastingcredit van 22 gulden per ton reductie. Tabel 5.4 geeft de resultaten van de handel in belastingcredits weer.

De bepaling van het marktevenwicht gaat als volgt. Eerst berekenen we vraag en aanbod aan belastingcredits bij de maximale prijs van 22 gulden per ton CO₂-reductie. Voor deze prijs kan de papierindustrie 180 kton CO₂ reduceren, zodat zij 180 kton belastingcredits aanbiedt. De vraag naar credits van de supermarkten is gelijk aan de onbestreden CO₂-emissies (509 kton) minus de CO₂-reductie die rendabel is bij een prijs van 22 gulden per ton. We abstraheren dus van het feit dat maar 80% in plaats van 100% van de emissies door het elektriciteitsverbruik worden veroorzaakt. Het blijkt dat de supermarkten zelf 67 kton reduceren tegen negatieve bestrijdingskosten van 14 miljoen gulden. Voor de overige 442 kton willen de supermarkten belastingcredits kopen. Er is dus een vraagoverschot, maar de prijs is reeds gelijk aan de maximumprijs en kan dus niet worden verhoogd. Het gevolg is dat de supermarkten 180 kton credits van de papierindustrie kopen en over de restemissies REB betalen.

¹⁴ Merk op dat een correctie voor de marginale bestrijdingskostencurve van de papierindustrie niet nodig is, omdat voor de papierindustrie het marginale REB-tarief 0 is. Bovendien beschouwen we alleen de REB-betalingen van de supermarkten.

Tabel 5.4 *Verhandelbare belastingcredits, REB 50000-10 mln. kWh elektriciteit*

		Papier	Supermarkt	Totaal
Onbestreden emissies in 2010	[Kton CO ₂]	2262	509	2771
Maximale prijs in 2010	[Gld/ton CO ₂]	22	22	22
Evenwichtsprijs	[Gld/ton CO ₂]	22	22	22
Handel in credits	[Kton CO ₂]	-180	180	0
Aanbod en vraag credits bij max. prijs	[Kton CO ₂]	180	442	-262
Emissiereductie na handel	[Kton CO ₂]	180	67	247
Emissies na handel	[Kton CO ₂]	2082	442	2523
Kosten aankoop credits	[miljoen gld]	-4	4	0
REB totaal	[miljoen gld]		21	21
Bestrijdingkosten	[miljoen gld]	2	-14	-12
Totale kosten	[miljoen gld]	-2	11	9

Uit Tabel 5.4 blijkt verder dat de supermarkten en de papierindustrie na handel in belastingcredits gezamenlijk nog 2523 kton CO₂ uitstoten. Dat is 26% meer dan met het emissieplafonds op basis van de Kyoto-doelstelling (1996 kton) en 18% meer dan op basis van de voortzetting van de MJA's (2132 kton). Om zeker te zijn van een minimale emissiereductie, is het noodzakelijk om in een systeem van belastingcredits ook een plafond (voor de exposed sector) af te spreken.

Bij een hogere REB op basis van elektriciteitsgebruik in de categorie 10-50 duizend kWh (maximale prijs van 72 gulden per ton CO₂-reductie) wordt er voor 431 kton CO₂ aan credits verhandeld tegen een prijs van 67 gulden per ton CO₂-reductie. Het gevolg is dat de supermarkten 29 miljoen gulden biedt voor de belastingcredits en geen REB meer betalen. Na deze handel in belastingcredits resulteert een gezamenlijke CO₂-uitstoot van 2261 kton. Dit is nog steeds meer dan met de emissieplafonds op basis van Kyoto en voortzetting van de MJA's.

Zoals al eerder is opgemerkt, betalen de supermarkten nu alle emissiereductie die plaatsvindt in de papierindustrie. Echter, omdat de supermarkten deze kosten kunnen aftrekken van de REB-betalingen, is het uiteindelijk niet de consument van producten in de supermarkten die de rekening betaalt. Toch resulteren de belastingcredits wel in een verstoring in de productmarkt van de papierindustrie omdat de marginale kosten van emissiereductie niet in de productprijzen van deze sector worden verwerkt.

Tot slot hangen de mogelijkheden voor het invoeren van verhandelbare belastingcredits af van de REB in de toekomst. In principe wordt de REB voorlopig uitsluitend met een jaarlijkse inflatiecorrectie verhoogd (VROM, 2001). Het is echter op voorhand niet uit te sluiten dat bijvoorbeeld het marginale REB-tarief voor grootverbruikers van energie wordt verhoogd. Ook is het theoretisch mogelijk dat het tarief voor alle verbruikerscategorieën gelijk wordt getrokken. In beide gevallen zou dit kunnen betekenen dat de papierindustrie een mogelijke koper van belastingcredits wordt, in plaats van een verkoper.

5.5 Onzekerheden, relativering en gevoeligheidsanalyse

5.5.1 Onzekerheden en relativering

De resultaten van de handel in CO₂-rechten worden beïnvloed door een aantal onzekerheden tussen nu en 2010. Deze onzekerheden zijn op twee manieren in te delen. Allereerst kan onderscheid worden gemaakt tussen zaken die de door de mogelijkheden en ontwikkelingen binnen de sectoren worden bepaald, zoals de onbestreden emissies en de marginale bestrijdingskosten,

en zaken die worden bepaald door beleidsmakers. Ten tweede kunnen de onzekerheden worden ingedeeld naar het effect op de marginale bestrijdingskosten (horizontale of verticale verschuiving) en het effect op de beschikbare emissieruimte van CO₂. De tweede indeling biedt handvaten voor de richtingen van de uitkomsten bij gevoeligheidsanalyses in Paragraaf 5.5.2.

De onbestreden emissies in 2010 zijn afhankelijk van de veronderstellingen met betrekking tot de verwachte groeipercentages die gerealiseerd zullen worden zonder energiebesparingsmaatregelen in de respectievelijke sectoren. Deze zijn op hun beurt weer afhankelijk van de economische groei. De marginale bestrijdingskosten worden mede bepaald door de verwachte groei in de productiecapaciteit, de penetratiegraden van de maatregelen, de verwachte energiebesparing per maatregel, de investeringskosten per maatregel en de prijzen van brandstof. We hebben geen technologische ontwikkeling meegenomen in de marginale bestrijdingskosten, wat de resultaten op twee manieren beïnvloedt. Enerzijds kan technologische vooruitgang de kosten per maatregel voor CO₂-reductie verminderen, anderzijds kan ook de efficiency van de maatregel worden vergroot waardoor meer reductie tegen dezelfde netto kosten kan worden gerealiseerd. Door te veronderstellen dat er geen technologische ontwikkeling is, kunnen de bestrijdingskosten dus te hoog uitvallen. De overige veronderstellingen kunnen zowel positief als negatief doorwerken op de bestrijdingskosten van beide sectoren.

Verder moeten een aantal beslissingen worden genomen door beleidsmakers, zoals de hoogte van het emissieplafond, de verdeling van de CO₂-rechten en de hoogte van de REB. We hebben in Paragraaf 5.3 reeds gezien dat het emissieplafond en de initiële allocatie van emissierechten, dan wel de verdeling van de benodigde reducties, belangrijke factoren zijn voor de uitkomsten van de handel in CO₂-emissies. Gezien het doelgroepenbeleid ten aanzien van milieu in Nederland, is het niet waarschijnlijk dat een emissieplafond met grandfathering of een reductiedoelstelling op basis van een evenredige bijdrage van alle marktpartijen aan de Kyoto-doelstelling zal worden ingevoerd. Verder bestaat er grote onzekerheid over het emissieplafond bij voortzetting van het sectorale beleid omdat nog niet bekend is wat het convenant benchmarking concreet gaat inhouden.

Bovendien hebben we verondersteld dat alle kostenvoordelen die aanwezig zijn, ook daadwerkelijk worden gerealiseerd. In werkelijkheid zal altijd een aantal rendabele opties onbenut blijven.

Tot slot is in deze studie alleen gekeken naar handel in CO₂-emissies tussen de supermarkten en de papier- en kartonindustrie. In werkelijkheid is het niet waarschijnlijk dat er een markt voor CO₂-rechten zal worden ingevoerd voor slechts twee sectoren, laat staan juist deze twee sectoren. Daarom is het van belang te weten hoe de resultaten zullen veranderen als meerdere sectoren bij de CO₂-handel zouden worden betrokken. Dit is echter niet eenvoudig, al was het alleen maar vanwege de grote variatie in de resultaten met deze twee sectoren. In het algemeen betekent uitbreiding met sectoren, waarvan verwacht wordt dat ze goedkoop kunnen reduceren en waaraan geen al te strenge eisen worden gesteld, dat de mogelijkheden van handel worden vergroot en daarmee de totale bestrijdingskosten kosten verlaagd. Om de gevolgen van uitbreiding van het aantal sectoren aan te kunnen geven is kwantitatieve informatie van andere sectoren met betrekking tot de marginale bestrijdingskosten, onbestreden emissies en reductiedoelstellingen noodzakelijk, wat nadere studie vereist. De elektriciteitsproductiesector is een voor de hand liggende keuze voor uitbreiding. CO₂ die vrijkomt bij de productie van elektriciteit kan dan aan de sector zelf worden toerekent of indirect aan de verbruikers van elektriciteit. Dit heeft allerlei consequenties voor de inrichting van het CO₂-handelssysteem.

5.5.2 Gevoeligheidsanalyse

Kwalitatief

De bovengenoemde onzekerheden hebben verschillende effecten op de ligging van de marginale bestrijdingskosten en de beschikbare emissieruimte. Wat de beschikbare emissieruimte betreft, werkt een hogere dan verwachte groei van de onbestreden emissies beperkend, evenals een lager emissieplafond of een hogere reductiedoelstelling en minder grandfatherde emissierechten. Het gevolg hiervan is dat de prijs van een CO₂-recht en de totale bestrijdingskosten zullen stijgen.

De prijs van een CO₂-recht en de bestrijdingskosten kunnen ook hoger of lager dan verwacht uitvallen door een verschuiving van de marginale bestrijdingskostencurve in horizontale richting. Mogelijke oorzaken waardoor er per maatregel minder emissiereductie kan worden gerealiseerd dan verwacht zijn bijvoorbeeld een lagere dan verwachte groei van de productiecapaciteit en lagere dan verwachte penetratiegraden van maatregelen. Technische vooruitgang die een hogere efficiency van de energiebesparingsmaatregelen teweegbrengt zal de marginale bestrijdingskostencurve naar rechts doen verschuiven.

Daarnaast kunnen er redenen zijn waardoor de marginale bestrijdingskosten per eenheid emissiereductie hoger of lager zijn dan verwacht; een verticale verschuiving van de curve. Lagere dan veronderstelde energieprijzen en een lagere dan ingeschatte REB schuiven de marginale bestrijdingskosten omhoog, met als gevolg dat de prijs van een CO₂-recht en de bestrijdingskosten hoger zijn dan verwacht. Immers, bij lagere brandstofprijzen zullen de kostenbesparingen door energiebesparing verminderen, wat de kosten verhoogt. Technische vooruitgang waardoor maatregelen goedkoper worden heeft het tegenovergestelde resultaat.

Al met al beïnvloedt een groot aantal zaken het evenwicht in de CO₂-rechten markt. Bij het doorrekenen van de evenredige bijdrage aan de Kyotodoelstelling en voortzetting van het MJA-beleid hebben we reeds gezien dat de twee verschillende emissieplafonds met grandfathering andere resultaten opleveren. Het zou te ver gaan van alle overige onzekerheden de kwantitatieve effecten na te gaan. Daarom beperken we ons hier tot een analyse van de energieprijzen (gas en elektriciteit).

Kwantitatief: effect van energieprijzen

We beschouwen de effecten van prijzen die 25% hoger en 25% lager liggen dan de veronderstelde 0,25 gld/kWh en 0,55 gld/m³ (beide incl. REB) voor de supermarkten en 0,12 gld/kWh en 0,19 gld/m³ voor de papierindustrie. Bij de verhandelbare belastingcredits worden de brandstofprijzen exclusief REB met 25% verhoogd en verlaagd.

Een verhoging van de prijzen met 25% betekent dat CO₂-reductie 25% meer energiekosten bespaart. De investeringskosten per maatregel blijven echter hetzelfde, waardoor de marginale kosten met minder dan 25% afnemen. We verwachten dus dat de prijzen van CO₂-rechten lager zijn dan in Paragraaf 5.3, met lagere totale bestrijdingskosten voor beide sectoren. Deze verwachtingen worden bevestigd door de resultaten in de eerste drie tabellen van Appendix E. In het geval van belastingcredits, verandert de maximum prijs van 22 gulden per ton CO₂-reductie niet (want de REB is hetzelfde), maar door de lagere marginale bestrijdingskosten worden er meer emissies door de papierindustrie en de supermarkten gereduceerd, terwijl de totale bestrijdingskosten lager zijn dan in Tabel 5.4.

Een verlaging van de brandstofprijzen met 25% geeft het omgekeerde effect: CO₂-reductie resulteert in 25% minder besparing van de energiekosten. Ook hier blijven de investeringskosten per maatregel hetzelfde, waardoor de marginale kosten met minder dan 25% worden verhoogd. De prijzen van CO₂-rechten zijn hoger dan in Paragraaf 5.3, met hogere totale bestrijdingskosten voor beide sectoren. De resultaten voor de verhandelbare rechten met emissieplafonds worden weergegeven in de laatste twee tabellen van Appendix E. Tabel 5.5 geeft de resultaten van

de verhandelbare belastingcredits bij een verlaging van 25% in de energieprijzen. De REB is hetzelfde als in Tabel 5.4, waardoor de maximum prijs 22 gulden per ton CO₂-reductie blijft. De goedkoopste maatregel voor CO₂-reductie van de papierindustrie is nu echter 29 gld/ton, waardoor de papierindustrie geen belastingcredits meer aanbiedt bij een prijs van 22 gulden per ton. Over alle restemissies van de supermarkten moet derhalve REB worden betaald. Door de hogere marginale bestrijdingskosten gaan de supermarkten zelf minder reduceren. Het resultaat is dat de totale kosten hoger uitvallen dan in Tabel 5.4, terwijl er meer CO₂ wordt uitgestoten.

Tabel 5.5 *Energieprijzen -25%, Verhandelbare belastingcredits*

		Papier	Supermarkt	Totaal
Onbestreden emissies in 2010	[kton CO ₂]	2262	509	2771
Maximale prijs in 2010	[gld/ton CO ₂]	22	22	22
Evenwichtsprijs	[gld/ton CO ₂]	-	-	-
Handel in credits	[kton CO ₂]	0	0	0
Aanbod en vraag credits bij max. prijs	kton CO ₂	0	458	458
Emissiereductie na handel	[kton CO ₂]	0	51	51
Emissies na handel	[kton CO ₂]	2262	458	2720
Kosten aankoop credits	[miljoen gld]	0	0	0
REB totaal	[miljoen gld]		36	36
Bestrijdingkosten	[miljoen gld]	0	-10	-10
Totale kosten	[miljoen gld]	0	26	26

Tot slot blijkt dat de gekozen emissieplafonds meer invloed op de uitkomsten hebben dan een verhoging of verlaging van de brandstofprijzen met 25%.

6. CONCLUSIES

In deze studie zijn markten voor emissie- of reductierechten en belastingcredits ten behoeve van de reductie van CO₂-emissies gesimuleerd. Een belangrijke veronderstelling is dat de productiehoeveelheden van de papierindustrie en de supermarkten gegeven en bekend zijn in 2010. De flexibiliteit van de doelstellingen van de papierindustrie bij VRR zijn daardoor niet zichtbaar. Immers, een relatief plafond met een reductiedoelstelling per eenheid output komt neer op een vast plafond als de productie gegeven is. Hierdoor bestaat er in de simulaties geen wezenlijk verschil meer tussen verhandelbare emissie- en reductierechten: in het ene geval wordt er in emissies gehandeld en in het andere geval in reducties. Desalniettemin hebben de simulaties een aantal opmerkelijke punten laten zien.

Om te beginnen valt op dat de supermarkten een behoorlijke reductie kunnen bereiken zonder dat dat wat hoeft te kosten. Dit zijn maatregelen die economisch rendabel zijn, ook zonder aanvullend milieubeleid. Belangrijkste reden hiervoor is dat het energiebesparingsbeleid bij de supermarkten nog in de kinderschoenen staat. De supermarkten kunnen 15% van de onbestreden emissies terugdringen, wat de supermarkten 17 miljoen gulden oplevert. Deze getallen zijn echter niet absoluut aangezien er nogal wat onzekerheden over de marginale bestrijdingskosten-curves bestaan.

Zonder de mogelijkheid om CO₂-emissies te verhandelen, zijn de kosten voor de supermarkten bij de plafonds op basis van MJA en Kyoto respectievelijk 71 miljoen en 17 miljoen gulden, terwijl de papierindustrie respectievelijk 22 miljoen en 67 miljoen gulden moet neertellen. De mogelijkheid om in CO₂-rechten te handelen bespaart beide sectoren gezamenlijk 80% van de kosten bij het plafond en de initiële hoeveelheden op basis van de MJA's. Het voordeel van handel bij de verdeling op basis van de Kyotodoelstelling is nihil. Bij de Kyotodoelstelling krijgt de papierindustrie initieel een stuk minder rechten toegedeeld, terwijl de supermarkten slechts weinig CO₂-emissierechten kunnen verkopen. Bij strenge emissieplafonds is uitbreiding van de markt naar meer sectoren derhalve een vereiste.

Ook de prijs van een CO₂-recht blijkt nogal te variëren met het emissieplafond van beide sectoren. Bij het plafond van 2132 kton CO₂ met grandfathering op basis van het sectorale beleid is de prijs van een CO₂-recht rond de 158 gulden per ton CO₂. De prijs is 758 gulden per ton bij een plafond van 1996 kton CO₂ en verdeling op basis van de Kyotodoelstelling (6% lager dan op basis van het sectorale beleid). De gevoeligheidsanalyse met 25% lagere en hogere energieprijzen toont aan dat het emissieplafond met de initiële verdeling van groter belang is voor de uitkomsten dan de prijs van de brandstoffen.

Het emissieplafond met de bijbehorende initiële verdeling blijkt ook bepalend te zijn voor de vraag welke sector verkoper dan wel koper van emissierechten zal zijn. Bij het relatief ruime MJA-plafond van 2132 kton toegestane CO₂-emissies in 2010 zal de papierindustrie CO₂-rechten aan de supermarkten verkopen, terwijl de rollen (in beperkte mate) worden omgedraaid bij de Kyotodoelstelling van 1996 kton CO₂-emissies voor beide sectoren gezamenlijk. De vraag die hierbij rijst is hoe het plafond eruit zou hebben gezien op basis van het convenant benchmarking en de relatieve afstand van de papierindustrie tot de wereldtop wat de energie-efficiency betreft.

Daarnaast is een markt voor verhandelbare belastingcredits gesimuleerd bij het middelhoge marginale REB-tarief voor elektriciteitsverbruik zonder emissieplafond voor beide sectoren. Het blijkt dat er met de belastingcredits meer CO₂-emissies (2523 kton) worden uitgestoten dan bij de VER-markt. De gevoeligheidsanalyses met afwijkende energieprijzen leiden tot dezelfde conclusie. Hierbij dient wel opgemerkt te worden dat het mogelijk is om de totale reductie te

verhogen door ook belastingcredits voor gas toe te staan. Echter, het REB-tarief voor gas verschilt van het REB-tarief voor elektriciteit, wat leidt tot een andere maximale prijs en de markt gecompliceerder maakt. Bovendien levert het gasverbruik slechts 20% van de onbestreden CO₂-emissies van de supermarkten.

Als de brandstofprijzen in 2010 25% lager zijn dan verondersteld wordt er niet meer in belastingcredits gehandeld, omdat de goedkoopste energiebesparingsmaatregel van de papierindustrie duurder is dan de maximumprijs die supermarkten willen betalen voor een belastingcredit op basis van het middelhoge REB-tarief voor elektriciteit. De effectiviteit van een verhandelbaar systeem op basis van REB-belastingcredits is dus gevoelig voor veranderingen in de energieprijzen. Een ander nadeel van verhandelbare belastingcredits is dat de supermarkten de gehele CO₂-reductie betalen voor de papierindustrie. In de simulatie gaat het om een bedrag variërend van 0 tot 6 miljoen gulden, afhankelijk van de brandstofprijzen. Het gevolg is dat de milieukosten niet in de productprijzen van de papierindustrie worden verwerkt, wat weliswaar goed is voor de concurrentiepositie van deze industrie, maar niet bijdraagt aan een duurzame prijsvorming. Het opleggen van een emissieplafond aan de exposed sector kan beide nadelen tegemoet komen. Dit is echter niet onderzocht in deze studie.

Tot slot blijken de uitkomsten van de gesimuleerde varianten in CO₂-emissiehandel nogal te variëren in termen van de prijzen van de CO₂-rechten, de bestrijdingskosten en de kosten vergeleken met de situatie zonder handel tussen sectoren. Voor een deel is dit te wijten aan onzekerheden omtrent onder andere de netto bestrijdingskosten, de plafonds en de verdeling van de benodigde inspanningen. Voor een ander deel zijn deze variaties in de uitkomsten echter het resultaat van de focus op slechts twee sectoren, waarbij ook de handel door bedrijven binnen de sectoren niet in beschouwing is genomen. Doordat de twee bestrijdingskostencurves progressief toenemen, kan een kleine verandering in de emissiereductie een grote verandering in de totale kosten en de prijs van een CO₂-recht teweeg brengen.

REFERENTIES

- Beer, J.G. de, et al. (1994): *ICARUS-3 - The Potential of Energy Efficiency Improvement in The Netherlands up to 2000 and 2015*, NW&S-rapport 94013.
- Boom, J.T., en A. Nentjes (2001): *Alternative Design Options for Emission Trading: A Survey and Assessment of the Literature. Conference on Institutions to Control Global Environmental Change*, Maastricht, 21 en 22 juni 2001.
- Boonekamp, P.G.M. et al., (2000): *Milieukosten van genomen besparingsmaatregelen*, ECN-C--00-045, Petten.
- Boots, M.G. (2000), ECN-notitie d.d. 18 september 2000.
- CBL (2000) Jaarverslag 1999.
- CBL en Ministerie van Economische Zaken (1999): *Meerjarenafspraak energie-efficiency in de supermarktsector*.
- CBL website (2000): www.cbl.nl
- CBS (2000a): Industriemonitor. Jaargang 4, oktober 2000. p.21.
- CBS (2000b): CBS Kwartaalbericht Milieustatistieken 2000-I.
- CEPI (2000): Environment Report 2000, Confederation of European Paper Industries, www.paperonline.org
- Convenant Benchmarking Energie-efficiency (1999): 6 juli 1999, Internet: www.minez.nl
- CVG (2000): Milieujaarverslag 1999, Crown Van Gelder Papierfabrieken N.V., Internet: www.milieujaarverslag.com
- Dijkstra, B.R. (1998): *The Political Economy of Instrument Choice in Environmental Policy. Dissertatie*, Rijksuniversiteit Groningen.
- Duijse, P. van, A. Nentjes en J. Krozer (1998): *Verhandelbare CO₂-emissierechten*, Achtergrondstudie 002, VROMRaad.
- Ellerman, A.D. et al. (1997): *Emissions Trading Under the U.S. Acid Rain Program Evaluation of Compliance Costs and Allowance Market Performance*, MIT, Centre for Energy and Environmental Policy Research.
- EU (2000): *Green Paper on Greenhouse Gas Emissions Trading within the European Union*, Green paper presented by the Commission.
- Feber, M.A.P.C. de (1998): *Factoren van invloed op oudpapierinzet in Nederland - Een parameterstudie t.b.v. CPB/RIVM model STREAM*, TNO-rapport BU2.98/010653/MF
- FOI (2000): *Uitvoering intentieverklaring Papier- en kartonindustrie Jaarrapportage 1998* (R990910.c), FO Industrie, januari 2000, Internet: www.fo-industrie.nl
- Havermans, J.B.G.A. (1998): *Chemie van het organische industriële product: papier*, TNO-rapport BU2.98/010960-1/JH.
- Intentieverklaring uitvoering milieubeleid papier- en kartonindustrie (1996): 8 maart 1996, Internet: www.fo-industrie.nl
- Klaassen, G., and A. Nentjes (1997): *Sulfur Trading Under the 1990 CAAA in the US: An Assessment of the First Experiences*, Journal of Institutional and Theoretical Economics 153, pp. 384 -410.

- Koutstaal, P.R. (1996): *Tradeable CO₂ Emission Permits in Europe*, Dissertatie, Rijksuniversiteit Groningen.
- Koutstaal, P.R. (1998): *Intern discussiestuk Verhandelbare CO₂ reductie-certificaten*. ECN, Petten.
- Krushch M., et al. (1999): *Carbon Emissions Reduction Potential in the US Chemicals and Pulp and Paper Industries by Applying CHP Technologies*, Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory, LBNL-43739, juni 1999, Internet: <http://eetd.lbl.gov/ea/IEUA/>
- Luiten, E. and K. Blok (2000): *The success of a simple network in developing an innovative energy-efficient technology*, Draft, november 2000.
- M&P (2000): Milieujaarverslag 1999, Meerssen Papier bv, Internet: www.meerssen-palm.com
- Martin N., et. al. (2000): *Opportunities to Improve Energy Efficiency and Reduce Greenhouse Gas Emissions in the US Pulp and Paper Industry*, Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory, LBNL-46141, juli 2000, Internet: <http://eetd.lbl.gov/ea/IEUA/>
- Menkveld, M., et. al. (1999): *Verbreding MJA's in de dienstensector - Definities en potentiëlen*, ECN-C--99-056. Petten.
- Ministerie van Economische Zaken (1999): *Energierapport*, Ministerie van Economische Zaken, november 1999.
- Ministerie van Economische Zaken (1999a): *Meerjarenafspraken over energie-efficiency resultaten 1998*, Ministerie van Economische Zaken, oktober 1999, Internet: www.minez.nl
- Ministerie van Economische Zaken (1999b): *Actieprogramma energiebesparing 1999-2002*, Ministerie van Economische Zaken, juli 1999, Internet: www.minez.nl
- MJA dienstensector website (2000) Novem, Internet: www.mjadiensten.nl
- Mulder, B.M.P. and A.M.J. Sinon, (1994): *Energy use and conservation in the Dutch paper and board industry*, CADDET Energy Efficiency Newsletter No. 3/1994.
- Nentjes, A. (1999): *De dure weg van de minste weerstand*, Economisch Statistische Berichten, 16 april 1999, pp. 290-292.
- Nentjes, A. (2000): *Eigen verantwoordelijkheid en beslissingsruimte voor de energie-intensieve sectoren in het internationale klimaatbeleid: convenanten en handelsystemen*, in RMNO Kennis voor internationaal klimaatbeleid, Rijswijk, november 2000, pp. 21-31.
- Nentjes, A. en P. Rietveld (2000): *Verhandelbare rechten voor verkeer en vervoer als instrument van klimaatbeleid*, Deel II uit Studies ten behoeve van het VROM-raadsadvies 'Mobiliteit met beleid', VROMRaad Achtergrondstudie 007.
- Nentjes, A., P. Koutstaal en G. Klaassen (1995): *Tradable Carbon Permits: feasibility, experiences, bottlenecks*, Final report NRP I 1990-1995.
- Novem (1999): *Protocol Monitoring Duurzame Energie*, Nederlandse onderneming voor energie- en milieu, Sittard, september 1999, Internet: www.novem.nl
- PVERR (1999): *Milieu in de Markt; Emissiehandel als beleidsinstrument*, Projectgroep Verhandelbare EmissieRechten en -Reducties, Ministerie van Economische Zaken.
- Sorrell, S. en J. Skea (eds.) (1999): *Pollution for Sale; Emissions Trading and Joint Implementation*, Edward Elgar, Cheltenham, UK.
- Viscusi, W.K., J.M. Vernon and J.E. Harrington, Jr. (1996): *Economics of Regulation and Antitrust*, Second Edition, Cambridge, Massachusetts, London, England.
- VNP (1999): Jaarverslag 1998, Vereniging van Nederlandse Papier- en Kartonfabrieken.

- VNP (2000): Jaarverslag 1999, Vereniging van Nederlandse Papier- en Kartonfabrieken.
- VNP (2001): Voortgangsrapportage ontwikkeling energie-efficiency papier- en kartonindustrie (VNP) 1989-1999.
- VROM (2001): Internet: www.minvrom.nl.
- VROMraad (1998a): Bundel workshop Klimaatbeleid, 6 oktober 1998.
- VROMraad (1998b): *Transitie naar een koolstofarme energiehuishouding* - Advies ten behoeve van de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid, Advies 010, december 1998.
- Woerdman, E. (2000): *Competitive Distortions in an International Emissions Trading Market*, Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change 5, pp. 337-360.
- Woerdman, E. (2001): *Emissions Trading and Transaction Costs: Analyzing the Flaws in the Discussion*, Ecological Economics, forthcoming.

APPENDIX A: NEDERLANDSE PAPIER- EN KARTONFABRIEKEN

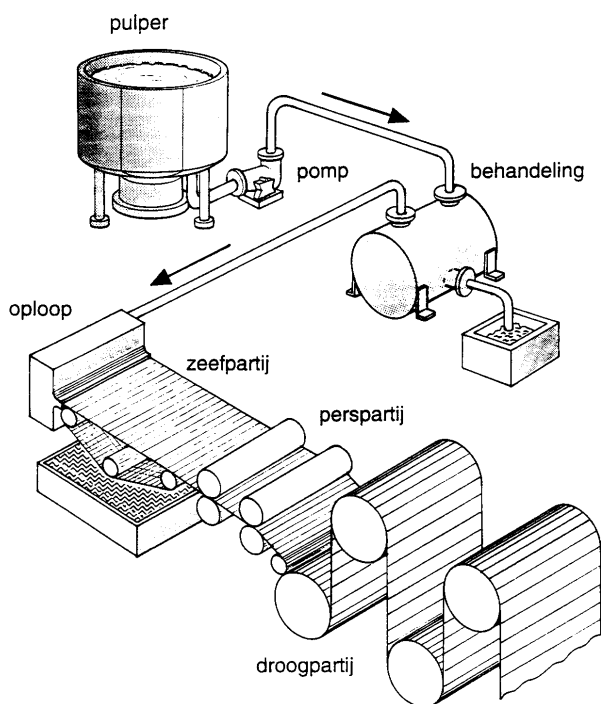
Tabel A.1 *Papier- en kartonfabrieken in Nederland (1999)*

	Naam	Plaats	Graf.	Verp.	Hyg.
1	Berghuizer Papierfabriek NV	Wapenveld	x		
2	W.A. Sanders papierfabriek Coldenhove BV	Eerbeek	x		
3	Crown Van Gelder Papierfabrieken NV	Velsen-Noord	x		
4	Papierfabriek Doetinchem BV	Doetinchem		x	x
5	De Eendracht Karton	Appingedam		x	
6	Fort James Nederland BV	Cuyk			x
7	Van Houtum Papier BV	Swalmen			x
8	Papierfabrieken van Houtum & Palm BV	Apeldoorn	x		
9	Kappa Attica BV	Oude Pekela		x	
10	Kappa Graphic Board BV	Hoogezand		x	
11	Kappa Graphic Board BV	Sappemeer		x	
12	Kappa Recycled Paper Europe	Roermond		x	
13	Kappa Triton BV	Coevorden		x	
14	Kappa Triton BV	Nieuweschans		x	
15	Leopack BV	Franeker		x	
16	Mayr-Melnhof Eerbeek BV	Eerbeek		x	
17	Meerssen Papier BV	Meerssen	x		
18	Parengo BV	Renkum	x		
19	Sappi Maastricht BV	Maastricht	x		
20	Sappi Nijmegen BV	Nijmegen	x		
21	SCA Hygiene Products Tilburg BV	Tilburg			x
22	SCA Hygiene Products Suameer BV*	Bergum			x
23	SCA Packaging De Hoop BV	Eerbeek		x	
24	Papierfabriek Schut BV	Heelsum	x		
25	Smurfit De Halm Karton BV	Groningen		x	
26	Smurfit Solidpack BV	Loenen		x	
27	VHP Veiligheidspapierfabriek Ugchelen BV	Apeldoorn	x		

* Heeft in 1999 een deel van de papierproductie beëindigd en zal in 2000 alle productie staken.

APPENDIX B: DE PRODUCTIE VAN PAPIER

Het productieproces van papier en karton bestaat in principe slechts uit twee delen: de stofbereiding en de papiermachine. Een zeer vereenvoudigd schema van het proces is gegeven in Figuur B.1.



Figuur B.1 *Schematische weergave van het papierproductieproces (Havermans, 1998)*

De stofbereiding kan per fabriek sterk uiteenlopen en wordt bepaald door de combinatie van grondstof en product. De functie van de stofbereiding is het zodanig voorbehandelen van de ingezette grond- en hulpstoffen, dat een pulp ontstaat van de juiste consistentie, waarmee op de papiermachine een blad met de gewenste eigenschappen gemaakt kan worden. In principe zijn drie typen stofbereidingslijnen mogelijk, één op basis van verse vezels en twee op basis van oud papier (met of en zonder voorgaande ontinkting van het papier).

De papiermachine is opgebouwd uit drie secties: de zeef- of doekpartij, de pers- en de droogpartij. De papiermachine is er in feite op gericht om het vochtgehalte van het papier terug te brengen van ca. 99% tijdens de bladvorming tot ca. 5% aan het einde van de droogpartij. Op de zeefpartij vindt de bladvorming plaats, en wordt het merendeel van het water verwijderd. In de perspartij wordt het papier verder ontwaterd door middel van een aantal persen. De droogpartij bestaat meestal uit vele grote, holle cilindres die met stoom tot ongeveer 120°C worden verwarmd. Hierdoor kost de ontwatering in de droogpartij veel energie.

De nabewerking is niet in de figuur opgenomen. Hierin wordt het papier dat uit de droogpartij komt vaak nog nabehandeld om het oppervlak bepaalde eigenschappen te geven, bijvoorbeeld door het aanbrengen van een strijklag of coating. Tot slot wordt de papierbaan op een as gewikkeld, op het juiste formaat gesneden en verpakt.

APPENDIX C: NEDERLANDSE SUPERMARKTKETENS

Tabel C.1 *Supermarkten die deelnemen aan de MJA*

	Naam	Plaats
1	Albert Heijn	Zaandam
2	Aldi Rosendaal	Rosendaal
3	Boon Sliedrecht	Sliedrecht
4	Co-op '82	Arnhem
5	Deen Supermarkten	Hoorn
6	Dekamarkt	Beverwijk
7	Den Toom	Rotterdam
8	EM-TE Trommelen Beheer	Kaatsheuvel
9	Gekoma	Apeldoorn
10	Groenwoudt Supermarkt	Renswoude
11	Hermans Groep	Baarn
12	Hoogvliet	Alphen a/d Rijn
13	Jamin Winkelbedrijf	Oosterhout
14	Jan Linders	Bergen
15	Kluft Distrifood	Beverwijk
16	Laurus	's Hertogenbosch
17	Nettorama	Oosterhout
18	Poiesz Supermarkten	Sneek
19	Samenwerkende Dirk van den Broek Bedrijven	's Gravenhage
20	Sanders Supermarkt	Enschede
21	Schuitema	Amersfoort
22	Sperwer Groep	De Bilt
23	Ter Huurne's Handelsmij	Buurse
24	Van Eerd Groep	Veghel
25	Vereniging van AH Franchisenemers	Groningen
26	Vomar Voordeelmarkt	IJmuiden

APPENDIX D: MAXIMUM PRIJZEN VAN BELASTINGCREDITS

Tabel D.1 geeft een overzicht van de maximum prijs van belastingcredits bij verschillende verbruikscategorieën. Uitgangspunten zijn een emissiefactor voor aardgas van 56 kg CO₂ per GJ-primair en een energie inhoud (onderwaarde) van 31,65 GJ per 1000 m³ aardgas. Dit komt neer op 1772,4 kg CO₂ per 1000 m³ aardgas. Voor elektriciteit wordt de emissiefactor van 566 kg CO₂ per MWh uit de MAP regelingen (en het Protocol) gehanteerd.

Tabel D.1 *Tarieven REB (in centen per kubieke meter en kWh, excl. BTW) en maximum prijs voor belastingcredits (in nominale guldens per ton CO₂)*

	2000		2001	
	REB	max. prijs	REB	max. prijs
Aardgas [m³]				
0-800	0	-	26,50	149,51
800-5000	20,82	117,47	26,50	149,51
5000-170000	11,44	64,55	12,38	69,85
170000-1 mln	1,54	8,69	2,30	12,98
> 1 mln	0	-	0	-
Elektriciteit [kWh]				
0-800	0	-	12,85	227,03
800-10000	8,20	227,78	12,85	227,03
10000-50000	3,54	98,33	4,27	75,44
50000-10 mln	0,48	13,33	1,31	23,14
> 10 mln	0	-	0	-

APPENDIX E: GEVOLG VAN VARIATIE IN ENERGIEPRIJZEN

Tabel E.1 *Energieprijsstijging (+25%), VER met plafond op basis van MJA's*

		Papier	Supermarkt	Totaal
Onbestreden emissies in 2010	[kton CO ₂]	2262	509	2771
Minimale reductie	[kton CO ₂]	476	163	639
Gegrandfatherde VER	[kton CO ₂]	1786	346	2132
Evenwichtsprijs	[gld/ton CO ₂]	122	122	122
Handel in VER	[kton CO ₂]	-66	66	0
VER na handel	[kton CO ₂]	1719	412	2132
Emissiereductie na handel	[kton CO ₂]	542	97	639
Kosten aankoop VER	[miljoen gld]	-8	8	0
Bestrijdingkosten	[miljoen gld]	16	-23	-7
Totale kosten	[miljoen gld]	8	-15	-7

Tabel E.2 *Energieprijsstijging (+25%), VER met plafond op basis van Kyoto*

		Papier	Supermarkt	Totaal
Onbestreden emissies in 2010	[kton CO ₂]	2262	509	2771
Minimale reductie	[kton CO ₂]	636	138	774
Gegrandfatherde VER	[kton CO ₂]	1626	371	1996
Evenwichtsprijs	[gld/ton CO ₂]	689	689	689
Handel in VER	[kton CO ₂]	3	-3	0
VER na handel	[kton CO ₂]	1628	368	1996
Emissiereductie na handel	[kton CO ₂]	633	141	774
Kosten aankoop VER	[miljoen gld]	2	-2	0
Bestrijdingkosten	[miljoen gld]	47	7	55
Totale kosten	[miljoen gld]	49	6	55

Tabel E.3 *Energieprijsstijging (+25%), Verhandelbare belastingcredits*

		Papier	Supermarkt	Totaal
Onbestreden emissies in 2010	[kton CO ₂]	2262	509	2771
Maximale prijs in 2010	[gld/ton CO ₂]	22	22	22
Evenwichtsprijs	[gld/ton CO ₂]	22	22	22
Handel in credits	[kton CO ₂]	-274	274	0
Aanbod en vraag credits bij max. prijs	[kton CO ₂]	274	429	-155
Emissiereductie na handel	[kton CO ₂]	274	80	354
Emissies na handel	[kton CO ₂]	1988	429	2416
Kosten aankoop credits	[miljoen gld]	-6	6	0
REB totaal	[miljoen gld]		14	14
Bestrijdingkosten	[miljoen gld]	1	-20	-19
Totale kosten	[miljoen gld]	-5	0	-5

Tabel E.4 *Energieprijsdaling (-25%), VER met plafond op basis van MJA's*

		Papier	Supermarkt	Totaal
Onbestreden emissies in 2010	[kton CO ₂]	2262	509	2771
Minimale reductie	[kton CO ₂]	476	163	639
Gegrandfatherde VER	[kton CO ₂]	1786	346	2132
Evenwichtsprijs	[gld/ton CO ₂]	187	187	187
Handel in VER	[kton CO ₂]	-79	79	0
VER na handel	[kton CO ₂]	1707	425	2131
Emissiereductie na handel	[kton CO ₂]	555	84	639
Kosten aankoop VER	[miljoen gld]	-15	15	0
Bestrijdingkosten	[miljoen gld]	48	-9	38
Totale kosten	[miljoen gld]	33	6	38

Tabel E.5 *Energieprijsdaling (-25%), VER met plafond op basis van Kyoto*

		Papier	Supermarkt	Totaal
Onbestreden emissies in 2010	[kton CO ₂]	2262	509	2771
Minimale reductie	[kton CO ₂]	636	138	774
Gegrandfatherde VER	[kton CO ₂]	1626	371	1996
Evenwichtsprijs	[gld/ton CO ₂]	827	827	
Handel in VER	[kton CO ₂]	1	-1	0
VER na handel	[kton CO ₂]	1626	370	1996
Emissiereductie na handel	[kton CO ₂]	635	139	774
Kosten aankoop VER	[miljoen gld]	1	-1	0
Bestrijdingkosten	[miljoen gld]	83	30	113
Totale kosten	[miljoen gld]	84	29	113