

**ACHTERGRONDEN VAN DE REFERENTIERAMING  
ENERGIE EN CO<sub>2</sub> 2001-2010**

A.W.N. van Dril (ECN)  
H.E. Elzenga (RIVM)  
P. Kroon (ECN)  
B. Wesselink (RIVM)

## Verantwoording

Dit rapport bevat achtergrondinformatie die gebruikt is voor de Referentieraming Energie en CO<sub>2</sub> 2001-2010 van ECN en RIVM, gepubliceerd in januari 2002. De achtergrondinformatie betreft de sectorale economische ontwikkeling, en sectorstudies van de industrie en landbouw. De referentieraming is een project dat is uitgevoerd in opdracht van de Ministeries van Economische Zaken en van Volkshuisvesting Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer. Het ECN projectnummer is 7.7387.

## Abstract

For the Reference Outlook on Energy and CO<sub>2</sub> 2001-2010, several background studies have been done by ECN and RIVM. This report includes studies on sectoral economic growth, on the basic metals sector, the chemicals sector, the pulp and paper sector, oil refineries and agriculture. Expected developments in product markets, sector structure, policies, technology and energy consumption are dealt with.

# INHOUD

1.	INLEIDING	7
2.	ECONOMISCH SECTORMODEL	8
2.1	Behoeft van ECN	8
2.2	Kenmerken sectormodel	8
2.3	Validatie met CPB-gegevens	9
	Referenties	12
	Bijlage H2: Sectoraal model	13
3.	BELEID INDUSTRIE	15
3.1	Best Practise voor procesefficiency	15
3.2	Convenant Benchmarking	15
3.3	Interpretatie Convenantenbeleid	16
3.4	Effect MJA-1	16
3.5	Effect Convenant Benchmarking	17
3.6	Nadere mogelijkheden best practise beleid	18
3.7	Verbreidingsthema's	18
3.8	Nadere beleidsmogelijkheden verbredingsthema's	19
4.	INDUSTRIE: CHEMIE	21
4.1	Afbakening	21
4.1.1	Vooruitzichten op korte termijn	22
4.1.2	Procesontwikkelingen	23
4.1.3	Beleidsontwikkelingen	25
4.1.4	Marktontwikkelingen langere termijn en uitgangspunten voor de raming	25
	REFERENTIES	27
5.	INDUSTRIE: IJZER EN STAAL	28
5.1	Afbakening van de sector	28
5.2	Energiegebruik 1999	28
5.3	Fysieke productie	30
5.4	Marktontwikkelingen en verandering productiepakket	31
5.5	Technologieontwikkeling en energiebesparing	31
5.6	Relevante beleidsontwikkelingen (energie en anderszins)	32
5.7	Synthese op basis van productenpakket, productievolume, technologie energiebesparing en daaruit resulterende E-prognose	33
5.8	CO2-emissies	33
6.	INDUSTRIE: ALUMINIUM	35
6.1	Afbakening van de sector	35
6.2	Energiegebruik 1999	35
6.3	Fysieke productie	36
6.4	Marktontwikkelingen en verandering productiepakket	36
6.5	Technologieontwikkeling en energiebesparing	36
6.6	Synthese op basis van productenpakket, productievolume, technologie, energiebesparing en daaruit resulterende E-prognose	37
7.	INDUSTRIE: PAPIER	38
7.1	Afbakening van de sector	38
7.2	Energiegebruik 1999	38
7.3	Afzet	38
7.4	Marktontwikkelingen en verandering productiepakket	39
7.5	Technologieontwikkeling en energiebesparing	39
7.6	Synthese op basis van productenpakket, productievolume, technologie, energiebesparing en daaruit resulterende E-prognose	40

8.	RAFFINADERIJEN	41
8.1	Inleiding	41
8.2	Modelbeschrijving en berekeningsmethodiek	41
8.3	Volumeontwikkelingen	43
8.4	Verwerking van beleid	46
8.4.1	Brandstofnormen voertuigen	46
8.4.2	Gasolie voor mobiele werktuigen, recreatievaart, railvervoer, scheepvaart	47
8.4.3	Bunkerolie voor de zeescheepvaart	47
8.4.4	Overige zwavelnormen	48
8.4.5	Energiebesparingsbeleid	48
8.5	Raffinage capaciteit	49
8.6	Resultaten	51
	Referenties	52
9.	LANDBOUW	54
9.1	Besparingsbeleid: GLAMI en AMvB glastuinbouw	57
	Referenties	58
BIJLAGE A	LIBERALISERING ENERGIEMARKTEN	59

## SAMENVATTING

Voor de referentieraming energie en CO<sub>2</sub> 2001-2010 zijn diverse achtergrondstudies uitgevoerd door ECN en RIVM. Dit rapport beschrijft eerst de modelmatige afleiding van de sectorale groei op basis van macro-economische gegevens van het CPB. Daarna wordt het klimaatbeleid voor de industrie behandeld, inclusief de veronderstelde effecten en aanvullende mogelijkheden. Vervolgens wordt een aantal energie-intensieve sectoren behandeld: basismetaal, chemische industrie, papierindustrie, aardolieraffinage en landbouw, met name glastuinbouw. Voor deze sectoren wordt aangegeven wat de huidige situatie is en welke toekomstige ontwikkeling wordt verondersteld. Aan de orde komen economische en fysieke groei, marktontwikkelingen, structurele veranderingen, technologische ontwikkeling, de situatie betreffende warmtekrachtkoppeling, de effecten van klimaatbeleid en overige externe factoren.



## 1. INLEIDING

In januari 2002 is de Referentieraming Energie en CO<sub>2</sub> 2001-2010 (ECN/RIVM, 2002) gepubliceerd. Deze raming is een consistent beeld over de periode 2001 tot en met 2010 van de ontwikkelingen in de energievoorziening, het gebruik van energie en de emissies van CO<sub>2</sub> en verzurende stoffen die samenhangen met de energievoorziening. Tevens is een inschatting gegeven van het effect van het beleid uit de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid en het daarmee samenhangende beleid. De referentieraming is géén voorspelling maar een projectie gebaseerd op uitgangspunten en methoden. Het is ook geen scenario waarbij een specifieke keuzen zijn gemaakt uit mogelijke ontwikkelingen.

In dit rapport worden achtergronden van de ontwikkelingen in de verschillende bedrijfstakken uiteengezet. Allereerst is aangegeven hoe macro-economische groeicijfers zijn vertaald naar sectorontwikkelingen. Vervolgens worden voor afzonderlijke sectoren de achtergronden behandeld. Daarbij speelt ook de aanwezige fysieke capaciteit een belangrijke rol. Daarnaast wordt ingegaan op de effecten van beleid op de sectoren. De verschillende hoofdstukken zijn afzonderlijk als naslagwerk te gebruiken. Voor een samenhangend beeld dat alle sectoren dekt wordt verwezen naar de Referentieraming zelf.

De deelstudies zijn tot stand gekomen na overleg met vertegenwoordigers van de verschillende bedrijfstakken. ECN en RIVM blijven verantwoordelijk voor de gekozen uitgangspunten.

## 2. ECONOMISCH SECTORMODEL

### 2.1 Behoeft van ECN

Om te komen tot een verantwoorde onderbouwing van de volume-effecten bij energie- en CO<sub>2</sub>-ramingen wordt gebruik gemaakt van economische verkenningen. De economische groei bepaalt in belangrijke mate de omvang van maatschappelijke activiteiten en de daarmee samenhangende energiefuncties.

Voor de SAVE-energievraagmodellen is de economische groei naast de omvang van bepaalde maatschappelijke ontwikkelingen een belangrijk invoergegeven. Voor de industrie is de omvang van de productie in energie-intensieve sectoren van belang. Dit wordt sterk bepaald door de internationale vraag naar primaire materialen en nationale productiecapaciteit daarvan. Voor de landbouw is met name de vraag naar glastuinbouwproducten van belang en de ontwikkeling van het areaal en gebruik daarvan. Ook voor de dienstensectoren is de vraagontwikkeling de belangrijkste determinant, daarnaast spelen demografische ontwikkelingen en beleid een rol in non-profit sectoren als onderwijs en gezondheidszorg.

De SAVE-vraagmodellen maken gebruik van economische gegevens op een gedetailleerd niveau. Relevant voor de energievraag is bijvoorbeeld een uitsplitsing binnen de basismetaleindustrie tussen ferro en non-ferro bedrijven en tussen bedrijven met primaire productie en met recycling. In de glastuinbouw kan een onderscheid tussen sierteelt en groenteteelt van belang zijn. In de dienstensectoren is bijvoorbeeld een uitsplitsing tussen horeca, detailhandel en groothandel gewenst.

Voor het maken van energieverkenningen is daarom naast de meer geaggregeerde sectorale prognoses van het Centraal Planbureau (CPB) uitgegaan van sectorgegevens op een meer gedetailleerd niveau. Enkele energie-intensieve materiaalstromen worden nader in beeld gebracht met het STREAM-model van het CPB. Daarnaast kan uiteenlopende sectorinformatie relevant zijn voor de volumegroei.

### 2.2 Kenmerken sectormodel

ECN heeft ten behoeve van haar vraagmodellen een sectormodel ontwikkeld voor de consistente vertaling van macro-groeicijfers naar de ontwikkeling in subsectoren. Dit model wordt weergegeven in Bijlage H2. Het sectormodel gaat uit van zowel vraag- als aanbodfactoren voor de omvang van de productie. Zowel de vraag- als aanbodfactoren zijn deels endogeen, deels exogeen verondersteld.

Bepalende vraagfactoren voor de groei van een specifieke sector  $s$  zijn:

- het aandeel van de export en van de binnenlandse afzet in de productie van de Nederlandse sector  $s$ ,
- de mate waarin de afzet van  $s$  producten zich trendmatig verhoudt tot de relevante buitenlandse vraag, als indicatie van de relatieve concurrentiepositie van de Nederlandse sector  $s$ ,
- macro-economische factoren die de concurrentiepositie van exporterende sectoren beïnvloeden, zoals de verhouding tussen euro en dollar.

Als basis voor de modelinput wordt uitgegaan van de eerste factor. Voor de tweede factor wordt uitgegaan van CPB-gegevens over 1988-1998. In specifieke sectoren kunnen aanvullende aannamen worden gemaakt, bijvoorbeeld indien een bepaalde categorie producten trendmatig ach-



terblijft, of iets nader bekend is over de concurrentiepositie van de sector. De derde factor wordt vooralsnog geprikt binnen een beperkt bereik.

De aanbodfactoren representeren eigenlijk alle specifieke ontwikkelingen die niet rechtstreeks gevoelig zijn voor de macro-economische vraag. Het betreft nu bekende investeringen in kapitaalgoederen die bepalend zijn voor de productiecapaciteit in met name energie-intensieve sectoren, zoals b.v. uitbreiding van naftakrakers. Het zijn ook bijvoorbeeld ontwikkelingen van leerlingenaantallen, bepalend voor de sector onderwijs. Ook beleid kan een belangrijke ‘aanbod’ factor zijn, zoals landbouwbeleid voor de intensieve veehouderij of kunstmestsector, of zorgbeleid met betrekking tot de huisvesting van ouderen. Het hanteren van deze aanbodfactoren houdt niet in dat alle capaciteitsontwikkelingen daarmee gefixeerd zijn. Additioneel kan een exogene productiviteitsgroei ingevoerd worden voor het niet in de kapitaalgoederen belichaamde deel. Bovendien is het mogelijk door middel van een weegfactor zowel vraag- als aanbodfactoren op een sector van toepassing te laten zijn.

Investeringen in binnenlandse productiecapaciteit zijn niet generiek gemodelleerd. Impliciet wordt verondersteld dat voor de meeste sectoren de kapitaalmarkten flexibel kunnen reageren op de vraagontwikkelingen en niet afhankelijk zijn van het spaargedrag van de Nederlandse burger. Ook de arbeidsmarkt is niet expliciet gemodelleerd via lonen en uitkeringen. Verondersteld wordt dat Nederlandse ontwikkelingen met betrekking tot lonen en prijzen niet structureel afwijken van internationale ontwikkelingen. De arbeidsmarkt is zodanig gemodelleerd dat op een hoge vraag naar arbeid ze reageert met meer arbeidsaanbod en een hogere arbeidsproductiviteit. Tegelijk wordt in dat geval de productiegroei afgeremd.

#### *Algemene kenmerken*

Het model betreft circa 100 sectoren en is gebouwd in een Excel spreadsheet. De basis jaargegevens zijn ontleend aan CBS nationale rekeningen 1998 (pw) en 1999 (tw). Import- en exportquotes zijn afgeleid uit de input-outputtabellen van de NR. Macro invoergegevens betreffen de relevante wereldvraagontwikkeling, ruilvoetontwikkeling, arbeidsaanbod en arbeidsproductiviteitsontwikkeling.

### 2.3 Validatie met CPB-gegevens

Voor validatie van het model is gebruik gemaakt van macro-gegevens uit de vorige Middellange termijn verkenning (CPB 1997) en het recent gepubliceerde Centraal Economisch Plan (CPB 2001). Er heeft nog geen validatie op het niveau van 100 sectoren plaatsgevonden.

#### *Bruto binnenlands product*

Kerngrootheid voor de vergelijking tussen economische toekomstbeelden is de groei het Bruto Binnenlands product (BBP). De belangrijkste exogene motor in een open economie is de relevante wereldhandel. De Nederlandse goederenexport (CBS NR) heeft ongeveer gelijke tred gehouden met de relevante wereldhandel (CPB), hierin speelt evenwel de doorvoer van goederen een belangrijke rol. De binnenlandse vraag naar intermediaire en consumptiegoederen blijft daarbij in het algemeen achter. De groei wordt in sterke mate bepaald door de dienstensectoren, ruim 60% van de bedrijven die nog slechts 15% van de productie in het buitenland afzet. De verhouding tussen de relevante wereldhandel en BBP is over de beschouwde periode 1 op 2, dus het BBP groeit half zo hard als de relevante wereldhandel. Deze verhouding treedt ook ongeveer op in de door CPB gebruikte scenario's Gunstig en Behoedzaam uit 1997. De exportquote is inmiddels gegroeid tot circa 60% van het BBP. Een toenemende internationale component zal op lange termijn leiden tot een convergentie van BBP-groei en groei van de voor Nederland relevante wereldhandel, maar dit speelt vooralsnog geen rol. Wel kan de concurrentiepositie van belang zijn, in de vorm van relevante wisselkoersen en loonkostenverschillen. Voor de concurrentiepositie wordt vooralsnog een afwijking verondersteld via stijging van de Euro-

dollarverhouding die kan evenwel leiden tot een minder sterk groeiende export buiten het Eurogebied.

Voor de nieuwe verkenning zal ook het groeipotentieel van belang zijn dat de arbeidsmarkt toelaat. (zie ook Don, 2001) De bedrijven kunnen immers niet onbeperkt reageren op binnen- en buitenlandse vraag als ze niet over arbeidskrachten beschikken. Een correctiemechanisme voor de korte termijn is loonstijging, momenteel volop ter discussie. Er zijn ook aanpassingsmechanismen in de vorm van verhoging van de arbeidsduur en vervanging van arbeid door kapitaal. Don veronderstelt een groei van het arbeidsaanbod van ca. 1%, en voor de marktsector een arbeidsproductiviteitsstijging van ca. 2% en nog wat kapitaalintensivering. Buiten de marktsector is de arbeidsproductiviteitsstijging veel lager. De potentiële groei van de totale economie tot 2006 bedraagt volgens Don 2,75% per jaar, echter rekening houdend met de huidige uitgangssituatie met hoogconjunctuur 2,5% tot 2006. Recente groeiprognoses voor 2001 en 2002 van 2% bevestigen deze conjuncturele neerwaartse beweging. De onzekerheidsmarge rond het BBP is door Don op  $\pm 0,4\%$  gesteld. Voor een optimistische centrale raming van het BBP lijkt 3% aan de hoge kant. Conform CPB zou 2,75% een relatief hoge en 2,25% een relatief lage (voorzichtig trendmatig) schatting zijn. Voor de jaren 2007-2010 is nog geen schatting gemaakt. Structureel kan voor die jaren een nog verder afnemende groei van het arbeidsaanbod leiden tot een potentiële groei van rond 2%.

#### *Particuliere consumptie en besteedbaar inkomen in relatie tot het BBP.*

Over een langere periode is de groei van BBP, besteedbaar inkomen en particuliere consumptie ongeveer gelijk geweest, op 2,7-2,9%. Dit geldt ook voor het behoedzame scenario uit de MLT (1,75-2%). Een dergelijke samenhang is kenmerk van evenwichtige groei. In het gunstige CPB-MLT scenario groeit het BBP met 3,25% terwijl de consumptie op 2,75 blijft. Verschillen tussen BBP en consumptie kunnen zitten in het consumentengedrag met betrekking tot sparen en fiscaal beleid. Ook consumptieve bestedingen in het buitenland versus consumptieve bestedingen van buitenlanders in Nederland kunnen leiden tot verschillen. Voor dit laatste wordt echter geen verandering verondersteld. Een trendmatige afwijking is het met pensioen gaan van de naoorlogse generatie (babyboomers) in 2010, hetgeen zal leiden tot ontsparingen. Mogelijk wordt echter een groter aandeel van deze pensioenen in het buitenland geconsumeerd. Spaargedrag is afhankelijk van de rentestand en investeringsperspectieven, hier zal men zich steeds meer internationaal kunnen oriënteren. Overheidsconsumptie en monetair beleid wordt steeds meer internationaal ingekaderd. Het een en ander is geen reden om specifieke nationale economische politiek te voeren en particuliere consumptie structureel te laten afwijken van het BBP.

#### *Sectorale ontwikkelingen export*

De relevante wereldhandel betreft een aggregaat van voor Nederlandse exporterende bedrijven relevante producten. De ontwikkeling van buitenlandse afzet van de afzonderlijke sectoren hangt af van de rol die hun producten in de internationale handel spelen en hun concurrentiepositie op het internationale speelveld. Uit de middellange termijnverkenning van 1997 kan worden afgeleid hoe de reactie van verschillende sectoren op de groei van de wereldhandel werd verondersteld (eerste kolommen Tabel 2.1). Sectoren die hun concurrentiepositie volgens de MLT ongeveer behouden zijn de chemie, handel en zakelijke dienstverlening. Uit de realisaties over 1988-2000 (derde kolom) kan worden afgeleid hoe de reactie van verschillende sectoren op de groei van de wereldhandel in het verleden daadwerkelijk is geweest. Sectoren met een sterke concurrentiepositie zitten vooral in de diensten. De metaalindustrie en transportsector blijven iets achter. De landbouw, voedingsmiddelenindustrie, chemie en overige industrie blijft nog wat verder achter, de exportgroei is hier evenwel nog meer dan de helft van de wereldhandelsgroei. De aardolie-industrie blijft daar nog weer onder. De realisaties over 1988-2000 laten een wat minder sterk beeld voor de industrie en een sterker beeld voor de dienstensectoren zien. In het model is gebruik gemaakt van deze realisaties voor de toekomst.

Tabel 2.1 *Volume export, mutaties per jaar in [%]*

	MLT 1999-2002		1988-2000
	behoedzaam	gunstig	realisatie
Relevante wereldhandel	4	6.75	6.4
Landbouw en visserij	2.5	4.5	3.7
Voedings- en genotmiddelenindustrie	2.25	4.5	3.7
Overige industrie	2.5	4.5	3.4
Chemische, rubber- en kunststofverw.industrie	4	7.25	3.7
Metaalindustrie	3.25	6.5	4.9
Aardolie-industrie	2	2	-0.1
Handel en reparatiebedrijven	4	6.5	6.9
Transport-, opslag- en / communicatiebedrijven	3.75	5.75	4.9/24.4
Zakelijke diensten	4.25	6.25	8.8

*Sectorale ontwikkelingen toegevoegde waarde*

Een vergelijking tussen de Middellange Termijnverkenning en de vooruitblik in het Centraal Economisch Plan van 2001 laat zien dat:

- de industrie tussen gunstig en behoedzaam uitkomt,
- de dienstensector nog iets sterker groeit dan onder gunstig werd voorzien,
- de bouwnijverheid sterker groeide dan gunstig.

In de raming is uitgegaan van een continuering van de groei van de dienstensector en bouw, die in toenemende mate wordt beïnvloed door buitenlandse activiteiten. Bij de communicatiebedrijven komt evenwel een einde aan de sterke groei van de laatste 5 jaar. Bij de metaalindustrie wordt een relatief sterke groei verondersteld vanwege huidige goede exportprestaties, hetgeen een belangrijk gewicht heeft in de ontwikkeling van de industrie.

Tabel 2.2 *Sectorale toegevoegde waarde ontwikkeling in [% per jaar]*

	1999-2002	1999-2002	1999-2002	2001-2005
	behoedzaam	gunstig	CEP	Raming
Landbouw en visserij	2	3,25	2,6	1,4
Voedings- en genotmiddelenindustrie	1,5	3,75	2,3	2,2
Overige industrie	1,75	3	2,1	3,3
Chemische, rubber- en kunststofverw.industrie	3,5	6	4,7	4,0
Metaalindustrie	2	4	2,9	4,2
Aardolie-industrie	1,5	3,25	1,6	1,5
Delfstoffenwinning	-2	-0,5	-0,5	2,5
Openbare nutsbedrijven	2	3,5	3,8	2,3
Bouwnijverheid en -installatiebedrijven	0,75	2	3,7	3,1
Verhuur van en handel in onroerend goed	1,75	2,5	2,0	1,8
Handel en reparatiebedrijven	2	4,25	4,3	3,3
Transport-, opslag- en communicatiebedrijven	4	5,5	7,2	4,0
Bank- en verzekeringswezen	0,75	2,75	4,2	3,5
Rest tertiaire diensten	2,75	4,5	4,2	3,7
Zorg	1,25	1,25	2,0	1,4
Industrie	2,25	4	2,8	3,5
Diensten	2,25	3,75	4,1	3,0

*Centrale raming, onderkant en bovenkant*

Ten behoeve de referentieraming is als uitgangspunt een groei van 2,75% per jaar over 2001-2010 als uitgangspunt genomen. Dit komt overeen met een relatief optimistische schatting van het groeipotentieel door het CPB. Tevens is rond deze centrale raming een onzekerheidsmarge

aangegeven van + en - 0,5% punten. Deze paden worden aangeduid met ‘bovenkant’ en ‘onderkant’. In de tabel staan de kerngegevens van deze groeipaden aangegeven.

Tabel 2.3 *Ontwikkelingen in % per jaar over 2001-2010, c.q. waarde modelparameters voor de centrale raming en varianten*

	centraal	bovenkant	onderkant
BBP, particuliere consumptie	2,75	3,25	2,25
Relevante wereldhandel	5,5	7	4
Arbeidsvolume	0,9	1,1	0,7
Arbeidsproductiviteit	1,9	2,1	1,5
Modelparameters*			
Macro exportsterkte n	0,95	1	0,9
Ruimte arbeidsmarkt q	0,5-0,6	0,4-0,5	0,7-0,8

\* (zie box voor formulering).

De differentiatie in onderkant en bovenkant is aan de vraagzijde ingegeven door een spreiding in de groei van de relevante wereldhandel. Daarbij past ook een spreiding in macro-exportsterkte, onder andere via een relatief lage c.q. hoge dollarkoers. Aan de aanbodzijde zijn de specifieke sectorfactoren als demografische ontwikkeling en fysieke productiecapaciteit niet gevarieerd. Wel is verondersteld dat de arbeidsproductiviteit en het arbeidsaanbod samenhangt met de vraag uit de sectoren: een grotere activiteit kan leiden tot meer werkgelegenheid en meer arbeidsbesparende efficiencyverbeteringen.

## Referenties

CBP CEP (2001): *Centraal Economisch Plan 2001*.

CBS NR: *Nationale rekeningen*, CBS, diverse jaren.

CPB (1997): *Economische verkenning van voor de volgende kabinetsperiode*, SDU, Den Haag, november 1997.

Don, F.J.H. (2001): CPB-document 1: *Het Nederlandse groeipotentieel op middellange termijn*, CPB, 2001.

## BIJLAGE H2: SECTORAAL MODEL

De trendafwijking (groei in %) van de productiewaarde van sector s is:

$$pw_s = q_s \times (a_s \times n_s \times n \times wv + d_s \times nedv) + (1 - q_s) \times \left\{ (pop_s + p_s); c.q. (k_s + p_s); c.q. (l_s + h_s) \right\}$$

waarin

- $q_s$  = verdelingsfactor vraag/aanbodfactoren in sector s
- $wv$  = trendafwijking macro wereldmarktvraag
- $nedv$  = trendafwijking macro binnenlandse vraag
- $a_s$  = relevantie van de betreffende vraag voor de sector s, het huidige aandeel buitenlandse afzet
- $d_s$  = idem binnenlandse afzet
- $n_s$  = sectorale exportsterkte (1= wereldmarktvraag volledig volgend)
- $n$  = macro exportsterkte, o.a. ruilvoet m.b.t. export (1 = huidige situatie)

Indien er sterk bepalende factoren zijn, zoals de fysieke productiecapaciteit of de demografische ontwikkeling, is  $q_s$  laag (b.v. 0,25). Het volume van de productie wordt dan nog in beperkte mate bepaald door de vraag. In de andere sectoren kan de factor arbeid beperkend zijn. Knelpunten op de arbeidsmarkt zijn niet zo sectorspecifiek. In dat geval hangt  $q_s$  af van de totale vraag naar arbeid in verhouding tot het arbeidsaanbod (0,25-0,75).

- $pop_s$  = trendafwijking demografische en institutionele factoren in sector s (exogeen), s = o.a. onderwijs; gezondheidszorg; welzijn; openbaar bestuur
- $k_s$  = trendafwijking fysieke capaciteit sector s (exogeen), s = o.a. basischemie, basismetalaal, papier en karton, landbouw
- $p_s$  = trendafwijking fysieke productiviteit sector s (exogeen)
- $l_s$  = trendafwijking arbeidsaanbod voor sector s, s = overige sectoren
- $l_s$  =  $pw_s - h_s$  d.w.z. evenwicht tussen arbeidsaanbod en arbeidsvraag in de sectoren
- $l_s$  = l consistentie tussen sectorale en macro ontwikkeling van de arbeidsvraag in de overige sectoren
- $h_s$  = trendafwijking arbeidsproductiviteit in sector s,  $h_s = h \times hf_s$ ,  $hf_s$  is een sectorspecifieke factor voor arbeidsproductiviteitsstijging
- $l$  = trendafwijking arbeidsaanbod macro, afhankelijk van exogene factoren en de ruimte op de arbeidsmarkt (q)
- $h$  = trendafwijking arbeidsproductiviteit macro, ook h is afhankelijk van exogene factoren en de ruimte op de arbeidsmarkt (q)

in absolute grootheden (hoofdletternotatie) geldt:

$$NEDV = \sum NEDVI_s + NEDVC$$

$NEDVI_s$  = de binnenlandse vraag van sector s naar intermediaire producten

$NEDVC$  = de binnenlandse vraag naar consumptieproducten

$$NEDVI_s = VI_s - IMPVI_s$$

$$NEDVC = VC - IMPVC$$

$VI_s$  = de binnenlandse vraag van sector s naar intermediaire producten

$IMPVI_s$  = de binnenlandse vraag van sector s naar buitenlandse intermediaire producten

$VC$  = de binnenlandse vraag naar consumptieproducten

IMPVC = de binnenlandse vraag naar buitenlandse consumptieproducten  
 $VI_s = i_s \times pw_{s-1}$   
 $VC = cy$   
 $Y = \sum (1 - i_s) \times pw_{s-1}$   
 $I_s =$  = aandeel intermediaire producten in de productiewaarde van sector s (inputquote)  
 $C =$  = consumptiequote van het beschikbaar inkomen y  
 $IMPVI_s = m_s \times n_s \times vi_s$   
 $IMPVC = m_c \times n_c \times vc$   
 $m_s =$  = complementair aandeel te importeren intermediaire producten voor sector s  
 $m_c =$  = complementair aandeel te importeren consumptieproducten  
 $n_s =$  = ruilvoetafhankelijke factor intermediaire producten voor sector s  
 $n_c =$  = ruilvoetafhankelijke factor consumptieproducten

### 3. BELEID INDUSTRIE

In dit hoofdstuk wordt het energiebeleid voor de industrie uiteengezet, en aangegeven hoe het ingezette beleid is verwerkt in de raming. Tevens wordt geanalyseerd wat het effect van dit beleid kan zijn en worden aanvullende beleidsmogelijkheden aangestipt.

#### 3.1 Best Practise voor procesefficiency

Voor de industrie wordt energiebesparingsbeleid gericht op het implementeren van de beste beschikbare technieken voor procesefficiency (best practise), overeenkomstig het algemene milieubeleid vastgelegd in de Wet Milieubeheer. Voor nieuwe inrichtingen worden strenge eisen gesteld met betrekking tot emissies, deze dienen zo laag als redelijkerwijze mogelijk te zijn (ALARA-beginsel). Voor bestaande inrichtingen wordt gestreefd naar ditzelfde doel, waarbij echter rekening kan worden gehouden met fasering en situatiefactoren. Dit principe stemt ook overeen met de Europese richtlijn met betrekking tot 'Integrated Pollution Prevention and Control' (IPPC).

Het energiebesparingsbeleid gaat grotendeels via drie parallelle sporen, benchmarking, MJA2 en milieuvergunningverlening. Daarnaast is er technologiestimulering, financieringssteun voor energiebesparing en CO<sub>2</sub>-reductie, en regulerende energiebelasting (REB).

##### *Benchmarking*

Bij Benchmarking wordt de meeste verantwoordelijkheid bij de inrichtingen zelf gelegd. Deze dienen zelf doelen te stellen, een energie-efficiencyplan in te dienen, te monitoren en te rapporteren. Inrichtingen met meer dan 0,5 PJ primair energieverbruik kunnen hieraan deelnemen. Voor de industrie zijn circa 200 inrichtingen toegetreden met circa 75% van het primair energetisch industrieel verbruik.

##### *MJA-2*

De tweede generatie MJA's is een voortzetting van de MJA's van 1989-2000 van de kleinere energieverbruikers. Deze afspraak omvat 15 branches en 10-15% van het primair industrieel verbruik. Bedrijven moeten afzonderlijk verklaren dat ze deelnemen in een MJA en aan de bijbehorende verplichtingen voldoen. Naast dit verbruik heeft de MJA2 via verbredingsthema's ook betrekking op duurzame opwekking en indirect energieverbruik. Dit komt in een volgende paragraaf apart aan de orde.

##### *Vergunningverlening*

De best beschikbare technieken worden ook via vergunningen voorgeschreven (Circulaire Energie in de Milieuvergunning, VROM, EZ 1999) voor bedrijven met een gasverbruik vanaf 25.000 m<sup>3</sup> en elektriciteitsverbruik vanaf 50.000 kWh. Ook in dat geval kan via een energiebesparingsplan door het bedrijf worden aangegeven hoe het denkt te voldoen aan 'best practise'.

#### 3.2 Convenant Benchmarking

Het Convenant Benchmarking is het belangrijkste instrument voor de energie-intensieve sectoren zoals chemie en basismetaal. Het is ook ondertekend door raffinaderijen en de elektriciteitsproductiesector. Het doel is het om de wereldtop qua energie-efficiëntie te bereiken en daar te blijven. De wereldtop wordt door middel van een benchmark geconcretiseerd. Indien een inrichting achter blijft bij de top dan moeten in ieder geval de maatregelen met een interne rentevoet van 15% na belasting voor eind 2005 zijn genomen. Als de top dan nog niet wordt bereikt, moeten ook de minder rendabele maatregelen worden genomen vóór 2009 of mogen ook andere

maatregelen worden ingezet zoals emissiehandel. De top wordt elke vier jaar opnieuw vastgesteld.

Bij Benchmarking wordt veel verantwoordelijkheid bij de inrichtingen zelf gelegd. Deze dienen zelf doelen te stellen, een energie-efficiencyplan in te dienen, te monitoren en te rapporteren. Inrichtingen met meer dan 0,5 PJ primair energieverbruik kunnen deelnemen aan het Convenant Benchmarking. Voor de industrie zijn circa 200 inrichtingen toegetreden met circa 75% van het primair energetisch industrieel verbruik.

### 3.3 Interpretatie Convenantenbeleid

Het Convenant Benchmarking is een voortzetting van het MJA-1-beleid van de periode 1989-2000 en kan niet los daarvan beoordeeld worden. In het kader van de Energiebesparingsnota en de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid zijn reeds analyses gedaan naar de te verwachten effecten van een voortgezet convenantenbeleid (ECN, 1998: Extra energiebesparing nader onderzocht). De belangrijkste elementen van MJA-1 zijn:

- Het bewustwordingsproces dat bij de bedrijven is gestart, en dat heeft geleid tot het bekend raken met de beleidsdoelen, sancties, efficiency verbeteringsmogelijkheden, monitoring en kosten.
- Door de overheid gefinancierd onderzoek naar de concrete implementatiemogelijkheden, leidend tot een besparingsplan met een gekwantificeerde efficiencyverbetering (meestal 20%).
- Het beperken van efficiencyverbetering tot rendabele opties (IRV 15%).
- Het convenant beperkt zich tot procesefficiency, bedrijven bepalen grotendeels zelf de monitoringsystematiek.

Dit beleid wordt in grote lijnen voortgezet met de Convenant Benchmarking, met dien verstande dat:

1. De Benchmarking betrekking heeft op afzonderlijke inrichtingen. Daardoor kan een achterblijvende inrichting niet gecompenseerd worden door beter presterende inrichtingen binnen het bedrijf of de sector (zwaarder dan MJA-1).
2. Er is geen algemene kwantitatieve doelstelling, bedrijven kunnen zelf hun doelstelling bepalen binnen randvoorwaarden en behoeven die niet te publiceren (minder zwaar dan MJA-1).
3. Bedrijven organiseren en financieren zelf het onderzoek naar verbetermogelijkheden. Het onderzoek en de gehanteerde methodiek wordt echter getoetst door het Verificatiebureau Benchmarking. Het blijft onduidelijk hoe streng deze toetsing zal zijn.

In de verkenningen voor UK1, Energiebesparingsnota en recent voor de referentieraming is het Convenant Benchmarking geïnterpreteerd als een voortzetting van het MJA-1-beleid met een gelijkwaardige zwaarte. Het UK-1-beleid betreffende procesefficiency heeft daarom geen extra bijdrage aan CO<sub>2</sub>-reductie boven hetgeen reeds verondersteld was in het basispad met 'bestaand beleid'. Dat houdt niet in dat de Convenant Benchmarking geen reductie bewerkstelligt. Bij het achterwege blijven van een vervolg op het MJA-1-beleid is immers een zekere geleidelijke terugval van de besparingsinspanningen te verwachten.

### 3.4 Effect MJA-1

Met bovenstaande interpretatie van het convenantbeleid kan met behulp van modelberekeningen het effect gekwantificeerd worden. In een recente publicatie (Jeeninga, 2002) is onder andere het MJA-1-beleid voor de industrie (excl. raffinage) onderzocht. Eerst is het daarvoor nodig het beleid duidelijk te omschrijven in termen van condities waaronder besparingsgedrag plaatsvindt. Het effect van dit beleid wordt dan bepaald door een situatie met beleid en zonder beleid te vergelijken.



In genoemde publicatie is het MJA-1-beleid omschreven als:

- ondersteuning bij het bepalen van het technisch potentieel en monitoring door Novem, en door de energiebedrijven, bijvoorbeeld het Milieuplan Industrie (MPI) van de Gasunie,
- sanctionering van niet-deelnemers en van bedrijven die de doelstelling niet halen via vergunningsbeleid (WBM),
- financiële ondersteuning van technologieontwikkeling en demonstratieprojecten, met name door Novem.

Op een totale CO<sub>2</sub>-reductie voor de industrie van circa 12 Mton over 1990-2000, in grote lijnen het behaalde MJA-resultaat, wordt het effect van het hierboven omschreven beleid benaderd tussen 1,8 en 3 Mton. Van aanvullende financiële stimulering, belasting en bouwregelgeving en MAP wordt 0,6-1 Mton effect verondersteld, van stimulering WKK nog eens 2 Mton. Van de totale reductie is dus iets minder dan de helft het gevolg van besparingsbeleid.

### 3.5 Effect Convenant Benchmarking

Het verschil tussen het resultaat van de Referentieraming en een ‘frozen-efficiency scenario’ voor de Benchmarkende sectoren is 70-75 PJ primair<sup>1</sup>, ofwel circa 4,5 Mton exclusief WKK. De te verwachte besparing inclusief WKK betreft ongeveer nog 1 Mton erbij. Het betreft de sectoren olieraffinage, chemie, suiker, zetmeel, bier, glas, cement, pulp en papier, ijzer en staal en primair aluminium, die circa 80% van het energetisch verbruik van de industrie (incl. raffinage) dekken. De verwachte CO<sub>2</sub>-reductie ligt dus ongeveer op de helft van het MJA-1 resultaat.

Het frozen efficiency scenario veronderstelt dezelfde economische groei en ontwikkeling van daaraan gekoppelde fysieke grootheden als in de Referentieraming (zie Tabel 3.1). Dat veronderstelt dus wel een ‘algemene’ technologische ontwikkeling, maar alle energierelevante technologische ontwikkelingen, ook nieuwe elektriciteitstoepassingen zijn in een frozen efficiency scenario afwezig. Deze aanpak lijkt op de MJA-1 methodiek met een normverbruik.

Tabel 3.1 *Groei van fysieke productie industrie en raffinaderijen tussen 2001 en 2010 volgens de referentieraming*

Sector	Groei 2001-2010 [%]
Voedings- en genotmiddelen	19,1
Textiel, kleding en leer	25,6
Papier, drukkerijen, uitgeverijen	22,5
Kunstmest	5,9
Organische basischemie	21,1
Anorganische basischemie	15,0
Overige basischemie	26,3
Chemische producten	27,9
Bouwmaterialen	14,9
Basismetaal ijzer en staal	12,3
Basismetaal non-ferro	11,5
Metaalproducten	29,1
Kunststof- rubber en overige	17,4
Totaal industrie	19,0

Op basis van onderzoek van de Universiteit Utrecht (UU-rapport 99018 Benchmarking Dynamic approach) is de afstand tot de wereldtop in 2012 ten opzichte van de situatie in 1995 bij frozen efficiency 4,5-5,7 Mton voor de volgende industriesectoren: raffinaderijen, ijzer en

<sup>1</sup> Bij de omrekening naar primair is een opwekkingsrendement van 40% voor elektriciteit verondersteld.

staal, (primaire) aluminium, ammonia, chlorine/alkali, naftakraken, en pulp & papier. Dit lijkt consistent met het hiervoor genoemde resultaat van 5,5 Mton, gezien enerzijds de nu bredere dekking van de Benchmarking<sup>2</sup> en anderzijds het nu latere basisjaar.

Het beleidseffect van de Convenant Benchmarking is niet verder bepaald. Hiervoor moeten veronderstellingen gemaakt worden betreffende verminderende aandacht voor energie-efficiency binnen bedrijven, de afbouw van Novem-activiteiten als monitoring en technologie-beleid, en de compenserende effecten van energie-efficiency in de milieuvergunning. Duidelijk is, dat ook bij het opzeggen van de Convenant Benchmarking een belangrijke deel van de efficiencyverbetering zal blijven. Dit kan echter niet zomaar betiteld worden als autonome besparing.

### 3.6 Nadere mogelijkheden best practise beleid

Met het ingezette instrumentarium zijn de mogelijkheden voor aanvullend beleid beperkt. In principe staan de volgende routes open:

1. Het best practise beleid is in grote lijnen vastgelegd in richtlijnen en circulaire's. Tot op zekere hoogte is hier nog een uitwerking aan te geven in de vorm van handhaving en strikte interpretatie. Dat ligt bij het bevoegd gezag (vergunningverleners), bij het Verificatiebureau Benchmarking en bij de Onafhankelijke deskundige (MJA-2).
2. Bij beschikbaarheid van voldoende aanvullende technische mogelijkheden is verdere aanscherping denkbaar. Dat kan door lagere rentabiliteitscriteria te stellen en beoordeling van toepasbaarheid te leggen bij onafhankelijke instanties. Dit zal evenwel worden opgevat als het doorbreken van bestaand beleid, hetgeen schade kan berokkenen aan de lopende inspanningen.
3. Een andere mogelijkheid is de toepassing van zeer sterke financiële prikkels, zoals denkbaar met verhandelbare emissierechten. Dit kan bedrijven motiveren om zelf onderzoek in te stellen, techniek te ontwikkelen en risico's te nemen met betrekking tot het toepasbaar maken van nieuwe technieken. De aanpassing van de financieringssteun (EIA en VAMIL) is niet geschikt en niet voldoende om op deze wijze toepasbaarheidsgrenzen te verleggen.

### 3.7 Verbredingsthema's

In het kader van de tweede ronde Meerjarenaafspraken energie-efficiency (MJA-2) zijn verbredingsthema's geïntroduceerd, zijnde duurzame energie en energiezuinige productontwikkeling. Onder energiezuinige productontwikkeling vallen duurzame producten, duurzame bedrijventerreinen en transport en logistiek in de keten. Hiermee kunnen de MJA-2-deelnemers ook invloed uitoefenen op energiegebruik buiten de bedrijfsgrenzen. De verbredingsthema's vallen buiten het regelgevingkader van de 'beste beschikbare technieken', er zijn geen kwantitatieve doelstellingen geformuleerd maar wel afspraken gemaakt over inspanningsverplichtingen. Verbredingsthema's, zoals voor de MJA-2 geformuleerd, spelen voor bedrijven buiten het MJA-2-bereik alleen incidenteel een rol.

De verbredingsthema's worden reeds in de praktijk toegepast maar zijn nooit expliciet als energiebesparingsoptie voor de industrie beschouwd en geformaliseerd met een protocol. Duurzame opwekking van elektriciteit en warmte wordt beschouwd als besparing op fossiel energieverbruik. Minder materiaalverbruik leidt tot een volume-effect bij de materiaalproducent. Optimalisatie van logistiek bespaart motorbrandstoffen in de transportsector. Energiezuinige apparaten stellen de gebruikers in staat energie te besparen. Evenals procesefficiency vindt ook efficiencyverbetering via verbredingsthema's deels autonoom plaats, dus ook bij

---

<sup>2</sup> Nu ook vrijwel de gehele chemie, de suiker, zetmeel, bier, glas en cementsector. Niet meegerekend zijn grotere losse bedrijven als Budelco, Philips, Vlisco, Rockwool.

afwezigheid van beleid. Door gericht beleid in te zetten kan op den duur een aanzienlijk groter potentieel benut worden.

Het beleid kan getoetst worden aan de criteria van het beleidsmodel: bekendheid, toepasbaarheid en voordeel (Van Dril, 2001):

- *Bekendheid*  
Verbredingsthema's staan nog in de kinderschoenen, de bekendheid van de maatregelen is beperkt. Er is geen verplichting en er zijn nog conceptuele onduidelijkheden. Met name energiezuinige productontwikkeling is een zeer breed concept waarvoor het nodig is voor bedrijven om eerst de reikwijdte en mogelijkheden vast te stellen. Indien hierover meer duidelijkheid en deskundigheid is ontstaan zullen bedrijven lopende besparingsacties gaan aanmelden en mogelijk nieuwe initiatieven ontwikkelen. Daar zal het beleid de komende tijd dan ook op gericht zijn.
- *Toepasbaarheid*  
Belemmeringen in de toepassing liggen vooral op het organisatorische en conceptuele vlak, de fysieke opties zijn in het algemeen wel aanwezig. Knelpunten zijn: korte termijn denken, onvoldoende bekendheid met de voordelen, verkokering, onvoldoende instrumentarium, de veroorzakers zijn niet de oplossers, onzekerheden.
- *Voordeel*  
In de perceptie van de bedrijven zijn er opties die met voordeel of zonder grote nadelen kunnen worden gerealiseerd. Gezien het vrijwillige karakter en het brede scala van mogelijkheden wordt vooralsnog een keuze gemaakt uit fysieke maatregelen die voordelig lijken. Omdat het een nieuwe invalshoek voor energiebesparing betreft kunnen bedrijven gebruik maken van de positieve beeldvorming rond verbredingsthema's.

### *Conclusie*

De verbredingsthema's leiden bij industrie en bedrijven tot mogelijk extra implementatie van besparingsmogelijkheden. Grotendeels maakt het echter al onderdeel uit van lopende activiteiten op het gebied van productontwikkeling, efficiencyverbetering van logistiek, inrichting van nieuwe bedrijventerreinen en duurzame energieopwekking. De beschikbaarheid van toepasbare en voordeel opleverende mogelijkheden lijkt geen knelpunt, wel de bekendheid van het bedrijfsleven hiermee, hierdoor worden suboptimale oplossingen gekozen en kansen onbenut gelaten. Ook ontbreekt een duidelijke prikkel omdat er geen verplichting of beloning is, hoewel er wel een inspanningsverplichting in de MJA is opgenomen. Bedrijven zullen zelf de besparingsmogelijkheden als toepasbaar of rendabel aanmerken, en stellen daarmee zelf de grenzen van hun inspanningen.

De uitwerking van de verbredingsthema's is in de raming beperkt ingeschat (enkele PJ's). Opschaling en intensivering van verbredingsthema's is mogelijk, aanspreken van nieuwe sectoren en het betrekken van benchmarksectoren levert veel extra energiewinst op. Hieronder volgen een paar aanbevelingen voor beleid om tot opschaling en intensivering van verbredingsthema's te komen. In het rapport *Effect op CO<sub>2</sub>-emissies van beleid in voorbereiding* (ECN/RIVM, 2002) is geen additioneel effect ten opzichte van de Referentieraming toegerekend aan de verbredingsthema's.

### 3.8 Nadere beleidsmogelijkheden verbredingsthema's

Nadere beleidsmogelijkheden:

1. Met uitzondering van duurzame bronnen is het beleid voor verbredingsthema's nog niet vastgelegd in circulaires en handreikingen, en nog niet verbreed onder bedrijven, consultants en voorlichtende organisaties. Verondersteld wordt nu een zekere groei van de bekendheid door ingezet beleid.
2. Een duidelijke prikkel kan worden ingebouwd door de realisatie van efficiency in het kader van verbredingsthema's vollediger mee te laten wegen in de convenantdoelstelling (Bij-

voorbeeld uitruil met procesefficiency, te combineren met een gekwantificeerde taakstelling, zoals indertijd voor MJA-1 procesefficiency 20% was afgesproken).

3. Uitbreiding lijkt nog mogelijk naar andere branches dan de MJA-bedrijven. Voor Benchmarkende bedrijven is alleen op puur vrijwillige basis wat mogelijk, omdat in het BM-convenant overeengekomen is geen extra beleid op te leggen. Voor andere branches, zoals de bijvoorbeeld de bouw en de metaalverwerkende industrie zijn nieuwe afspraken denkbaar die speciaal gericht zijn op verbredingsthema's.
4. Striktere implementatie van beleid met kwantitatieve doelen werkt in deze fase waarschijnlijk contraproductief. Pas na de nodige ervaring zal blijken of dit mogelijk is.

## 4. INDUSTRIE: CHEMIE

### 4.1 Afbakening

De chemische industrie omvat in het NEV-rekensysteem en volgens de Nationale Energiehuishouding (NEH 1999) van het CBS (SBI 24) een vijftal sectoren. Verdere opdeling in processen kan plaatsvinden volgens de NEEDIS-rapporten betreffende de chemie (NEEDIS, 1994/1995). Een globaal overzicht geldig voor 1999 is opgenomen in tabel 1. In 1999 neemt de chemie 62% van het finaal energieverbruik inclusief non-energetische toepassingen in de industrie voor haar rekening.

Tabel 4.1 *Chemie, energieverbruik*

(CBS, NEH 1999)	Finaal verbruik PJ <sub>e</sub>		Finaal verbruik PJ	
	Elektriciteit		Brandstof en warmte	
w.v. voor	Energetische doeleinden	Niet-energetische doeleinden	Energetische doeleinden	Niet-energetische doeleinden
Kunstmestindustrie	3,4	0,0	28,6	76,1
w.v. ammoniak en N-kunstmest	2		25	76,1
Organische basischemie	13,1	2,7	155,5	245,2
w.v. etheen	4		85	223
w.v. methanol	1		7	22
Anorganische basischemie	1,5	6,0*	7,2	5,4
Overige basischemie	10,4	0,0	29,8	6,1
Chemische productenindustrie	4,1	0,0	11,6	4,1
Totaal chemie (CBS, finaal)	32,5	8,7	232,7	336,9
Joint ventures + WKK chemie (saldo)	-44		113	
Overige omzettingen (CBS, saldo)	1,5		6,5	
Totaal chemie (CBS, saldo)	-10		351,5	
Sector chemie (MJA-monitoring)	6,4		307	

\* Inclusief organische chemie en omzettingen wordt in totaal naar schatting ca. 6,5 PJ<sub>e</sub> voor chloorelektrolyse gebruikt en 3,6 PJ<sub>e</sub> voor fosfor.

#### *Processen*

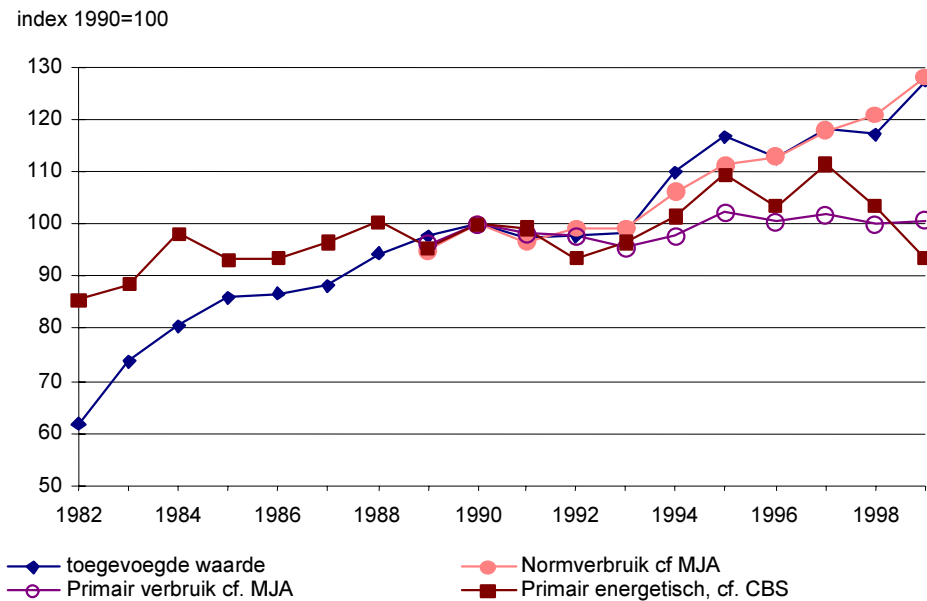
In de tabel staan cursief enkele belangrijke procesclusters toegevoegd, het betreft ammoniakproductie en stikstofkunstmest, etheenproductie (naftakraken) en methanolproductie. Relevant is ook de productie van MBTE, luchtscheiding en chloorproductie en de daarmee verbonden processen. Voor procesbeschrijvingen en specifiek energieverbruik wordt verwezen naar (ECN 1996, 1999 NEEDIS 1994, 1995).

#### *Warmtekrachtkoppeling*

In de CBS-NEH zijn energieomzettingsprocessen geregistreerd binnen de industriesectoren, gesplitst in warmtekrachtkoppeling en overige omzettingen. In de chemie zijn deze energieomzettingsprocessen omvangrijk en spelen een belangrijke rol. Omdat in de omzettingsprocessen verlies optreedt, is het verbruik (saldo) van de sectoren hoger dan het finaal verbruik. De MJA-monitoring in de chemie registreert het primair verbruik van de deelnemende bedrijven. In de MJA-monitoring (Novem, 1999) wordt condenserend bedrijf van een WKK niet meegenomen. Dit verklaart mogelijk een deel van de verschillen tussen CBS en MJA-monitoring. Er bestaan nog steeds belangrijke verschillen tussen CBS- en MJA-cijfers over de chemie. Recent, over 1999 zijn wederom statistische herzieningen toegepast die nog niet gedocumenteerd zijn.

### Ontwikkeling in het verleden

In de grafiek is het verloop van economische ontwikkeling, fysieke ontwikkeling en primair energieverbruik samen weergegeven.



Volgens de MJA-monitoring vertoont de chemie voor recente jaren een stijgende productie en een gelijkblijvend energieverbruik. Het primair verbruik volgens de CBS-waarneming heeft een afwijkend verloop. Het energieverbruik in de chemie volgens CBS heeft bovendien een ongelijkmatig karakter, mogelijk afhankelijk van de bedrijfsvoering van grootschalige installaties. Dematerialisatie door ontkoppeling van fysieke productie (cf MJA) en toegevoegde waarde (cf. CBS) is over de afgelopen periode niet opgetreden. In de eerdere ramingen (ECN, 1998) is aangegeven dat de dematerialisatie die volgens de CPB-scenario's substantieel gaat plaatsvinden, nog zeer onzeker is.

### Handel

In Nederland geproduceerde basischemicaliën als etheen en ammoniak worden in het algemeen ook verder verwerkt tot producten. Methanol wordt relatief veel verhandeld.

- Methanol: productiecapaciteit nl. 780 kton (NEEDIS). Import 1998 1329 kton, waarvan 666 uit Overig Amerika, export 1157 kton, hoofdzakelijk EU.
- Etheen: productiecapaciteit geschat circa 3000 kton, import 277 export 506.
- Propreen: import 663 export 520.
- Buteen: import 19 export 391.
- Overige olefinen: import 478 export 30.

Bron: CBS handelsstatistieken.

#### 4.1.1 Vooruitzichten op korte termijn

De toegevoegde waarde (constante prijzen) van de chemische industrie is gedurende de jaren 1990-1999 met gemiddeld 2,7% per jaar gegroeid. De chemie is sterk cyclisch, per jaar varieerde dit cijfer tussen -4 en +12%. In 2000 is de omzet met liefst 18% gegroeid, waarvan 6% reëel. De rest bestond uit prijsstijging, vooral vanwege de olieprijs. Het CPB verwacht voor de korte termijn een beperkte omzetgroei van ca. 2% in 2001 en 2002 (CPB 2001)<sup>3</sup>. Voor de basischemie

<sup>3</sup> De omzetcijfers betreffen naast de chemie ook de kunststof- en rubberverwerkende industrie.

is dit respectievelijk 2 en 4%. De verwachtingen van het CPB zijn sterk gebaseerd op de ontwikkeling van de wereldhandel en veronderstellingen betreffende conjuncturele cycli.

Recente plannen voor uitbreidingsinvesteringen in basischemie in Nederland tot 2005 (Petrochem, Utilities):

- DOW chemical: emergo project, uitbreiding naftakrakers etheen 600 kton, propeen 350 kton, styreen ? kton; cumeen met 300 kton > 700 kton; PE 300 kton; EPDM 90 kton (met Dupont); ABS uitbreiding 75 kton.
- DSM: vierde kraker en gaskraker, 500 kton etheen; ILDPE 350 kton; EPDM 80 kton.
- Shell Moerdijk: uitbreiding etheenkraker 250 kton; MSPO2 550 kton.
- Shell Pernis: propeenoxide 100 kton.
- Lyondell Botlek BDO2 125 kton; met Air Products+EPON: WKK 43 MW.
- Lyondell Maasvlakte PO11 (met Bayer) styreen 650 kton; propeenoxide 285 kton; WKK 80 MW<sub>e</sub> (met E.on).
- Shin-etsu Botlek: VCM 100 kton en PVC 50 kton.
- Air Liquide Rozenburg: synthegas.
- Norsk Hydro+Delta Sluiskil: WKK 2 x 400 MW.
- Protonchemie: ombouw Kemira ammoniakfabriek voor waterstof 1 mld m<sup>3</sup>.
- Nieuwe magnesiumproductie in Delfzijl alleen in combinatie met chloorafnemende industrie (VCM of PVC).
- Raffinage: Intergen 800 MW<sub>e</sub> WKK (terrein Nerefco).
- Watco Roozendaal: 18 MW<sub>e</sub> afvalverbrander.

Relevant is ook de ontwikkeling van de concurrerende basischemie in West Europa. In Schotland wordt 270 kton gerealiseerd, in Duitsland 240 kton en nog eens 620 kton is in de engineeringfase. In Gelsenkirchen wordt nog eens etheenproductie 1000 kton gepland, in België 200 kton, in Hongarije 300 kton (Stell, 2001).

Voor wat betreft de etheenproductie (naftakraken), het voor energie en CO<sub>2</sub> belangrijkste basisproces in de chemie, expandeert de Nederlandse nominale capaciteit van 2761 kton in 1994 (Gielen 1996) tot ca. 4000 kton in 2005. Dit ligt in de orde van 4% fysieke groei per jaar, ruimschoots boven de veronderstelde groei in het GC-scenario van 2,2%. Het is nog niet duidelijk hoe de capaciteit zich werkelijk ontwikkelt, geleidelijke optimalisatie bedraagt ca. 1% per jaar, vervanging van oude capaciteit is onbekend.

De vervolprocessen van het kraakproces, monomeren als propeen, butyleen, cumeen en verder aromaten, etheenoxide, propeenoxide, styreen, etc. lijken in dezelfde mate te groeien als de etheenproductie. Ook de productie van polymeren lijkt op basis van het projectenoverzicht grotendeels mee te groeien. De nadruk zal echter niet liggen op de gestandaardiseerde polyethyleentypen.

#### 4.1.2 Procesontwikkelingen

##### *Verbetering procesefficiency*

Het tempo van procesefficiencyverbetering wordt geschat op 1% per jaar gemiddeld over de chemische industrie. Dit is voor afzonderlijke processen zeker geen geleidelijke en vanzelfsprekende ontwikkeling. Het wordt sterk bepaald door het tempo van revamping, vervanging en uitbreiding, hetgeen samenhangt met de groei van de betreffende productmarkt. Bij de geschatte marktontwikkeling in de organische basischemie mag evenwel een voortgaande implementatie van procesoptimalisatie, energieoptimalisatie, verbeterde katalysatoren en scheidingstechnieken verondersteld worden. Voor de Nederlandse capaciteit van methanol, ammoniak, chloor, e.d. worden nog specifiekere veronderstellingen gemaakt betreffende vervanging.

### *Gas to liquid technologie*

Er is een toenemende activiteit op het gebied van omzetting van methaan in langere koolstofketens, met Fisher Tropsch synthese en oxidatieve koppeling. Deze technieken spelen vooral een rol op meer afgelegen locaties met grote beschikbaarheid van gas. Momenteel wordt capaciteit gepland in Australië, Nigeria, Qatar en Trinidad (Stell, 2001). Deze installaties zijn hoofdzakelijk gericht op motorbrandstoffen. Door de vaak schone grondstof kan ook worden voldaan aan hoge emissie-eisen. Voor de petrochemie heeft dit nog geen betekenis hoewel de technologie ook etheen kan leveren.

### *Restwarmte- en CO<sub>2</sub>-gebruik*

De ontwikkeling met betrekking tot restwarmte en CO<sub>2</sub>-gebruik c.q. CO<sub>2</sub>-afvang en opslag zijn naar verwachting zeer beperkt. Er zijn ondanks financieringssteun geen nieuwe initiatieven met betrekking tot industriële restwarmtebenutting in Rijnmond van de grond gekomen. Er zijn geen projecten te verwachten met betrekking tot een restwarmte-infrastructuur. Initiatieven van de industrie of energiebedrijven zijn gezien de nieuwe marktsituatie en rendementseisen niet te verwachten.

### *Recycling kunststoffen*

De verwerking van primaire kunststoffen in de West-Europese kunststofverwerkende industrie is over 1991-1999 gestegen met 31% tot ca. 32,5 Mton. In 1999 bedroeg het beschikbare plasticafval van eindverbruikers 19,2 Mton, daarvan werd 1,8 Mton gebruikt voor mechanische recycling, 0,35 Mton voor chemische recycling en 3,9 Mton voor energierugwinning (APME, 2001). Mechanische recycling zou volgens APME kunnen oplopen tot 2,7 Mton in 2006. Het groeitempo bedraagt dan ca. 6% per jaar. Verdere groei zal in toenemende mate stuiten op praktische uitvoerbaarheid. Chemische (feedstock) recycling lijkt te stagneren. Energierugwinning uit plastic verpakkingafval heeft volgens een eco-efficiency studie van TNO op korte termijn een hoog milieurendement (APME, 2001). Toepassing van plastic afval in cementovens of hoogovens is een hoogwaardiger alternatief voor verbranding als huisvuil. Nieuwere technieken voor recycling via verschillende routes zijn pyrolyse, hydrogenering en solvent separation. Deze technieken zijn nog in de ontwikkelingsfase en zijn waarschijnlijk niet in werking op enige schaal in 2010 (Groenendaal en Gielen, 1999).

### *Biomassa*

Via verschillende routes kan biomassa als grondstof voor de petrochemie toegepast worden. Uit methanol en ethanol kan via dehydrogenering etheen of propeen geproduceerd worden. Deze techniek is beschikbaar, echter de grondstofkosten zijn hoog, zeker als de benodigde methanol of ethanol uit biomassa wordt geproduceerd (Groenendaal en Gielen, 1999). Pyrolyse van hout is op laboratoriumschaal getest en levert een combinatie van etheen, pyrolyse-benzine, CO en CO<sub>2</sub>. Er is een pilot plant in Canada. Het proces is vergelijkbaar met naftakraken maar dient nog veel verder ontwikkeld te worden. Het komt niet op enige schaal beschikbaar vóór 2010. Het gebruik van biomassa als grondstof zal op langere termijn een belangrijke rol in de organische chemie kunnen spelen<sup>4</sup>. (GAVE-programma: HTU, Fischer Tropsch).

### *Overige broeikasgassen*

N<sub>2</sub>O in de salpeterzuurproductie heeft een belangrijk aandeel in de nationale emissies. 75% reductie is gerealiseerd in een experiment met katalytische omzetting bij DSM-Agro (Stromen, 2001). Verwacht wordt dat in 2010 een belangrijke reductie gerealiseerd kan worden (RIVM, 2002: referentieraming overige broeikasgassen).

---

<sup>4</sup> Biomassa als grondstof is natuurlijk niet nieuw in de chemie. Verf- en kleurstoffen, detergenten, lijm, geur- en smaakstoffen, vezels, alcoholproducten, geneesmiddelen zijn chemische producten die deels ook van biomassa gemaakt worden. Hier wordt echter vooral de productie van organische basischemicaliën bedoeld zoals etheen en methanol.



### 4.1.3 Beleidsontwikkelingen

#### *Benchmarking*

De basischemie is op grote schaal bezig met benchmarking van energie-efficiency. De meeste grote basischemiebedrijven zijn toegetreden tot het convenant. Gegevens met betrekking tot de na te streven efficiency in de peiljaren zijn niet bekend. Ook de te hanteren methode voor specifieke processen is niet bekend. Warmtekrachtkoppeling vormt een belangrijk element in deze benchmarking, mede door de toerekeningsmethode van besparing<sup>5</sup>. Verondersteld wordt dat daardoor de extra inspanningen van de chemische industrie met betrekking tot verbetering van de procesefficiency doorgaans beperkt kunnen blijven. Een uitzondering daarop vormt mogelijk de ammoniakindustrie waar warmtekrachtkoppeling moeilijk toepasbaar is. Ammoniakproductie is relatief gestandaardiseerd, en buitenlandse nieuwe capaciteit zal waarschijnlijk efficiënt zijn, ook al staat deze capaciteit op plaatsen met goedkoop aardgas.

#### *MJA-2*

In het kader van de tweede ronde Meerjarenaafspraken energie-efficiency zijn verbredingsthema's geïntroduceerd, waaronder duurzame energie en energiezuinig productontwerp. Verbredingsthema's in de MJA-2 spelen geen rol van betekenis in de basischemie voor de periode tot 2010.

#### *Liberalisering energiemarkten*<sup>6</sup>

Voor de basischemie geldt met name een verdere kostenreductie op energie, aangezien het grote verbruikers betreft met in het algemeen een gelijkmatig afnamepatroon. Energiemanagement is zodanig ontwikkeld in deze sector dat geen informatieachterstanden ontstaan. Met betrekking tot warmtekrachtkoppeling zal nog apart op de effecten van liberalisering ingegaan worden (zie ook (Van Dril et al, 1999).

#### *Milieubeleid*

- Momenteel is een discussie gaande over energieheffingen in Europees verband. Tevens wordt verbreding van energieheffingen steeds vaker aan de orde gesteld. Het impliceert in beide gevallen opheffing van de REB-vrijstelling voor grootverbruik. Dit is van groot belang voor de chemische industrie.
- Ontwikkeling van plannen voor emissiehandel, zowel nationaal als in EU-verband.
- Opzeggen van het Kyoto-klimaatverdrag door de VS. Dit zal met name de basisindustrie gevoelig maken voor concurrenten uit Noord Amerika die minder restricties krijgen met betrekking tot CO<sub>2</sub>-uitstoot. Dit legt in Europees verband extra beperkingen op aan het beleid met betrekking tot energieheffingen en emissiehandel.
- Ontwikkeling kunstmestgebruik Nederland/West Europa. (Gerlagh en Van Dril, 1999).
- Importbeperkingen Oost-Europese stikstofkunstmest, betekenis EU-uitbreiding voor import N-kunstmest.

### 4.1.4 Marktontwikkelingen langere termijn en uitgangspunten voor de raming

Van de voor het energieverbruik en de CO<sub>2</sub>-emissie relevante basisproducten wordt een prognose gemaakt van de ontwikkeling van de vraag op langere termijn. Het betreft met name kunststoffen en kunstmest.

---

<sup>5</sup> Recent is een overeenkomst bereikt tussen de elektriciteitsproductiesector en de industrie met betrekking tot WKK in gezamenlijk beheer (joint ventures). Daarin is besloten dat beide sectoren de besparing van WKK mogen toerekenen aan de eigen activiteit. De toerekening aan de chemische industrie is beschreven door Novem (1999). Voor derden geproduceerde elektriciteit wordt daarbij niet als een product gezien maar als negatief energieverbruik dat gesaldeerd wordt met ingekochte energiedragers. Essentieel voor het behalen van de benchmark lijkt niet zozeer de efficiency van het chemische proces, maar de te hanteren veronderstellingen over de toepassing van WKK bij de buitenlandse industrie.

<sup>6</sup> Zie ook Bijlage H9.

### *Monomeren en polymeren*

De wereldmarkt voor monomeren en polymeren zal een doorgaande groei vertonen. Volgens SRI groeit polypropyleen met 5,9% per jaar tot 2009, PE met 4,8%, aromaten met 4,5% (SRI 2001). Het is niet te verwachten dat de groeivoeten ook voor de West Europese markt zo hoog zijn. Op basis van de expansieplannen van de 12 voornaamste etheenproducenten die 48% van de wereldproductie dekken, vindt de voornaamste capaciteitsuitbreiding plaats in Azië (met name China), Noord Amerika en het Midden Oosten. West Europa zou 11% aandeel hebben in de capaciteitstoename, geëxtrapoleerd naar alle West Europese producenten is dat circa 6000 kton. Dit lijkt overeen te stemmen met een eerdere ECN-studie (Gielen, 1996), echter hier werd deze groei over een veel langere periode voorzien (1995-2015).

De kostprijs voor etheen kan in 2005 voor Canada 45% en voor Europa 120% boven de kostprijs in het Midden Oosten liggen (HP 2001). Nieuwe capaciteit in het Midden Oosten gebruikt doorgaans ethaan als grondstof en produceert relatief weinig bijproducten als propheen en benzeen. Ingeval van een tegenvallende groei in Azië is derhalve vooral voor etheen zware concurrentie uit het Midden Oosten te verwachten. Verondersteld wordt dat de relatief forse capaciteitsgroei in Nederland tot 2005 van 4% per jaar niet doorzet tot 2010, maar afvlakt naar 1% per jaar door verdere optimalisatie van de aanwezige capaciteit. Dit betekent niettemin dat Nederland een relatief groot aandeel pakt van de groei van de Europese basischemie.

De toenemende betekenis van kunststoffenrecycling kan effect hebben op de behoefte aan primaire kunststoffen op de Europese markt. Dit effect is voor 2010 nog beperkt (zie ook onder 4.1.2). Verondersteld wordt dat het aangegeven (APME, 2001) tempo van recycling van 6% wordt voortgezet, waarbij echter na 2005 de betekenis van chemische recycling zal toenemen. Daarmee wordt in 2010 circa 4 Mton verwerking van primaire kunststoffen vermeden op de Europese markt van thermoplasten, die dan een omvang heeft van 40-45 Mton. Het effect op de markt voor basiskunststoffen zal derhalve niet onaanzienlijk zijn, en een rem zetten op verdere uitbreiding van primaire capaciteit.

### *Methanol en MBTE*

De methanolcapaciteit groeit uitsluitend op locaties met goedkoop aardgas, zoals Rusland 800 Iran 3400 kton, Trinidad 1800 kton, Venezuela 1600 kton. Hoge aardgasprijzen in de US en EU maken momenteel lokale uitbreiding onwaarschijnlijk. Niettemin profiteerde de Nederlandse methanolproducent van hoge wereldprijzen voor methanol (AKZO, 2001). MTBE is momenteel de belangrijkste toepassing van methanol, een octaanverbeteraar voor toevoeging aan motorbenzine. Recente discussies in de US over milieuproblemen met MBTE, in het bijzonder grondwaterverontreiniging, lijken nog niet te leiden tot vervangende antiklopmiddelen (CRS 1998). De reeds omvangrijke capaciteit in Nederland kan verder groeien, zeker gezien de hoge bezettingsgraad van de raffinage in verband met de Amerikaanse brandstofbehoefte. Ook hier kan in de periode 2005-2010 een afvlakking verwacht worden als de winnings- raffinagecapaciteit in de VS zich heeft aangepast. De methanolcapaciteit zal niet worden uitgebreid, Nederland zal meer importeren.

### *Ammoniak*

Ook de ammoniakproductie groeit ook vooral op plaatsen met goedkoop aardgas. Gepland staat 2200 kton in Venezuela, 750 in Trinidad, 400 in Iran en 675 kton in Algerije. Een afnemende markt voor stikstofkunstmest heeft geleid tot teruggang van de capaciteit in Nederland via recent sluiting van Kemira Rozenburg. De totale productiecapaciteit bedraagt nu circa 2500 kton, waarvan ca. 1000 kton niet voor kunstmestdoeleinden. DSM past ammoniak toe voor de productie van intermediaire producten zoals Acrylonitril, Caprolactam en Ureum. Deze producten vormen weer grondstof voor kunststoffen als nylon en melamine. De vraag naar ammonia in het voor de Nederlandse kunstmestindustrie relevante gebied is eerder verkend door ECN (Gerlagh 1999a). Verwacht wordt een afname van de N-kunstmestvraag met 25% in 2020 t.o.v. 1998. Dit effect is van dezelfde omvang als de inmiddels gesloten Kemirafabriek. De groei van de vraag naar ammoniak ten behoeve van kunststoffenproductie is geschat op 3% per jaar. De capaciteit

van ammoniak naar verwachting niet verder dalen in Nederland. Mogelijk zullen Norsk Hydro en DSM de komende jaren nog capaciteit vervangen, de oudere installaties dateren van begin jaren '70. Verondersteld wordt een groei van de huidige capaciteit van 15% in 2010 tot ca. 2900 kton/jaar. Bij een bezettingsgraad van 90% bedraagt de Nederlandse ammoniakproductie dan ca. 2600 kton.

### *Overige producten*

Voor wat betreft de overige chemische producten kan geen nadere verkenning worden gedaan. Verondersteld wordt dat een aantal basisprocessen in de anorganische chemie zoals, chloor, fosfor, siliciumcarbide en carbon black in het algemeen geen capaciteit uitbreiden, maar dat er wel wat groei zit bij specialere nieuwe basisproducten. De industriële gassenproductie in de sector overige basischemie zal fors blijven meegroeien met de organische basischemie. In de chemische productensector is de groei gebaseerd op economische verwachtingen en de gewenste trend van de chemieconcerns naar meer fijnchemieproducten.

## Referenties

Akzo (2001): Akzo Nobel jaarverslag 2000.

APME (2001): Website. o.a. Sofres Consulting 1999, TNO 2000.

CBS (1999): *Nationale Energiehuishouding*, 1999 en voorgaande jaren, CBS Voorburg.

CPB (2001): CEP - op-maat Chemische industrie 2000-2002, CPB Memorandum, April 2001.

CRS (1998): Report for Congress, MTBE in Gasoline: *Clean Air and Drinking Water Issues*, James E. McCarthy and Mary Tiemann, Environment and Natural Resources Policy Division, Congressional Research Service, Updated July 7, 1998.

Dril, A.W.N. van, J.J. Battjes, F.A.M. Rijkers, A. de Raad (1999): *Toekomst Warmtekrachtkoppeling, verkenning van de economische aantrekkelijkheid in een geliberaliseerde energiemarkt*. ECN-C--99-086, Petten, oktober 1999.

ECN (1998): *Nationale Energieverkenning 1998*.

Gerlagh, T. A.W.N. van Dril (1999): *The fertiliser industry and its energy use*, ECN-C--99-045, Petten, 1999.

Gielen et al. (1996): *The Petrochemical industry and its energy use*, ECN-C--96-029, Petten 1996.

Groenendaal, B.J. and D.J. Gielen (1999): *The future of the petrochemical industry, A Market-Matter analysis*, ECN-C--99-052, September 1999.

HP (2001): *North American Petrochemicals*, report presented at the 24th NPRA Conference, March 1999, cit. in Hydrocarbon Processing, February 2001.

NEEDIS (1994/1995): *NEEDIS sectorstudies Kunstmestindustrie*, oktober 1994, Anorganische chemie, oktober 1994, Organische chemie, december 1995, Petten.

Novem (1999): *Handboek monitoring energie-efficiency direct energieverbruik in meerjarenafspraken*.

SRI (2001): *Cycles Trade Flows and Competition in the 21st Century*, SRI Consulting, Houston.

Stell (2001): *World wide construction update, Gas-to-liquids projects, petrochemical projects*, Oil and Gas Journal 16 april 2001, Internet: [www.ogjonline.com](http://www.ogjonline.com)

## 5. INDUSTRIE: IJZER EN STAAL

### 5.1 Afbakening van de sector

SBI-code 1993 is 271(0): vervaardiging van ijzer en staal en van ferro-legeringen. De staalindustrie in Nederland is beperkt tot één primair staalbedrijf<sup>7</sup>, Corus (v.h. Hoogovens) in IJmuiden, en één secundair staalbedrijf<sup>8</sup>, Nedstaal in Alblasterdam.

Het productenpakket van Hoogovens omvat in 1996 (Milieujaarsverslag Hoogovens, 1996<sup>9</sup>):

Tabel 5.1 *IJzer en staal, aandeel producten in totale productie van eindproducten in 1996*

gegoten plakken en knuppels	24,0%
betonstaal	7,3%*
warm gewalst	28,1%
koud gewalst	24,3%
vertind	10,1%
verzinkt	4,3%
geverfd	1,8%

\* De afdeling lange producten is inmiddels gesloten. Er wordt dus geen betonstaal meer geproduceerd.

Nedstaal maakt uit schroot blokken (128,5 kton in 1999). Uit deze blokken worden vervolgens knuppels gewalst (111,7 kton in 1999). Uit deze 111,7 kton zelfgeproduceerde en 85 kton ingekochte knuppels werd in 1999 187 kton walsdraad geproduceerd (Milieujaarsverslag 1999).

### 5.2 Energiegebruik 1999

De cijferbasis daarvoor wordt gevormd door de Nederlandse Energiehuishouding (NEH) van het CBS, basisjaar 1999.

Tabel 5.2 *IJzer en staal, energieverbruik*

(CBS, NEH 1999)	Energieverbruik (PJ)					
	elektriciteit		brandstof		warmte	
	energ.	non-en.	energ.	non-en.	energ.	non-en.
Finaal verbruik (cokesfabrieken) (aandeel Corus geschat o.b.v. cokesinzet)	0,3		10			
Finaal verbruik (ferro-basismetaleel) w.v. secundaire staalprod**	8		28*	55	3	
WKK incl. joint vent.	-1		4***		-3	
Overige omzettingen			1			

\* Waarvan 7 PJ cokesovengas., 8 PJ hoogovengas., 0,5 PJ overige kolen en 13 PJ aardgas

\*\* Cijfer niet uit NEH, maar uit Milieujaarsverslag Nedstaal 1999

\*\*\* Waarvan 1 PJ cokesovengas, 2 PJ hoogovengas, en 1 PJ aardgas.

<sup>7</sup> Dit is productie van staal uit erts en cokes/kolen.

<sup>8</sup> Dit is productie van staal uit schroot.

<sup>9</sup> Alleen in de MJV 1996 wordt een zeer gedetailleerd overzicht van grondstoffen en producten gegeven. In de jaren er na alleen totaalcijfers.

In deze notitie wordt de inschatting van de te verwachten energiebesparing in belangrijke mate gebaseerd op het Energie Efficiency Plan (EEP) van Corus<sup>10</sup>. In het kader daarvan is het belangrijk om na te gaan in hoeverre de daarin vermelde energiegebruikcijfers voor het basisjaar overeenkomen met die van de NEH. Deze vergelijking is om een aantal redenen moeilijk te maken:

- NEH-cijfers hebben betrekking op de gehele ijzer- en staalbasismetaleindustrie: dus Corus, Nedstaal en overige (o.a. stalen buizenindustrie). Echter: aangenomen mag worden dat de bijdrage van de overige basismetale zeer beperkt is.
- NEH-cijfers voor cokesfabrieken dienen gecorrigeerd te worden voor de gesloten fabriek in Sluiskil.
- NEH-cijfers hebben betrekking op alle energiedragers, zowel voor energetische als voor non-energetische (grondstof-) toepassingen, terwijl de EEP-cijfers alleen betrekking hebben op energetische toepassingen<sup>11</sup>. Ook energiegebruik voor de productie van hulpstoffen (zuurstof, stikstof, argon, waterstof en schermgas) wordt niet meegerekend.
- De EEP-cijfers hebben weliswaar betrekking op 1998, maar zijn berekend voor het productienpakket dat vanaf 2000 geproduceerd wordt. Dat wil zeggen dat is uitgegaan van de situatie als zou de afdeling lange producten al zijn gesloten.

Ondanks deze belemmeringen wordt hier een poging gedaan. Uiteraard wordt daarbij uitgegaan van CBS-cijfers voor het jaar 1998.

Tabel 5.3 *IJzer en staal, vergelijking CBS NEH en energie efficiency plan*

	NEH 1998	EEP 1998
Cokesfabrieken (geschat voor Corus-aandeel o.b.v. ingezette cokes)		
inzet steenkool	79	-
inzet h.o.g	1	-
productie cokes	57	-
productie cokesovengas	9	-
productie teer, BTX e.d.	4	-
verbruikte brandstoffen	10	opgenomen in totaalcijfers
Pellet- en sinterfabrieken, hoogovens en staalfabrieken		
inzet steenkool	35	-
inzet cokes	57	-
productie hoogovengas + oxygas	33	-
verbruikte steenkool	22	-
verbruikte cokes	36	7 (bries)
WKK		
inzet c.o.g	2	-
inzet hoogovengas + oxygas	1	-
inzet aardgas	1	-
productie electriciteit	1	
productie stoom/warm water	3	
verbruikte brandstoffen	4	
Overige finale toepassingen		
inzet cokesovengas	8	15 (incl. WKK?)
inzet hoogovengas + oxygas	9	12 (incl. WKK?)
inzet aardgas	12	12 (incl. WKK?)
verbruikte brandstoffen	28	39

<sup>10</sup> Het EEP is 31 mei 2001 beschikbaar gekomen.

<sup>11</sup> Dus niet meegerekend worden: steenkolen voor cokesproductie en de hoogovens. Wel meegerekend: bries voor sinter- en pelletfabricage, aardgas, productiegassen ingezet bij de productieprocessen van Corus (hoogoven-, cokesoven- en oxygas), electriciteit, perslucht, stoom, afvalwarmte, benzine en diesel.

Tabel 5.3 *Vervolg*

	NEH 1998	EEP 1998
Ingekochte - verkochte elektr.	8	
Verbruikte elektriciteit	(8)**	14*
Verbruikte stoom	(3)**	1
Totaal verbruikte brandstoffen	100	46
Totaal verbruik (incl. elektr.)	108	62

\* Let op: de CBS-waarde heeft betrekking op elektriciteit 'als zodanig', in het EEP is elektriciteitsgebruik echter reeds omgerekend naar primair gebruik (factor 2,5). Het elektriciteitsgebruik in EEP is bovendien exclusief de zuurstofproductie (Hoekloos); dit verklaart het verschil tussen de CBS- en de EEP waarde (7,6 vs. 5,6 PJ).

\*\* Niet meegerekend om dubbel telling met WKK brandstofinzet te voorkomen.

### 5.3 Fysieke productie

#### *Historisch*

De informatie in onderstaande tabellen is afkomstig uit Bedrijfsmilieuplannen en Milieujaarverslagen. De cijfers hebben betrekking op de productie van ruwstaal. Bij Corus betreft dit de productie van gegoten staal, bij Nedstaal de productie van blokken uit schroot.

Tabel 5.4 *Ruwstaalproductie in kiloton 1990 - 1999 volgens milieujaarverslagen en BMP's (tussen haakjes de verhouding tot ruwijzerproductie; cursief de productie volgens het EnergieEfficiency Plan van Corus (mei 2001))\**

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Corus	5180	4943	5197	5812	5949	6149	6171 (1,1)	6474	6225	5951 (1,1)	5376 <sup>12</sup> (1,06)
					<i>6060</i>	<i>6234</i>	<i>6252</i>	<i>6539</i>	<i>6305</i>	<i>6011</i>	
Nedstaal	242	216	256	193	209	267	176	164	167	128	n.b.
Totaal	5422	5159	5453	6005	6158	6416	6347	6638	6392	6079	n.b.

\* De cijfers uit het EEP zijn in alle gevallen hoger dan die uit de MJV's. Vermoedelijk hebben de EEP-cijfers betrekking op vloeibaar staal, terwijl de MJV-cijfers betrekking hebben op gegoten staal.

Tabel 5.5 *IJzer- en staalproductie eindproducten in kiloton 1990 - 1999 (tussen haakjes de verhouding tot ruwstaalproductie, i.c. blokken bij Nedstaal)*

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Corus	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	5884 (91)	5843 (94)	n.b.
Nedstaal	245 (101)	207 (104)	224 (88)	208 (108)	234 (112)	250 (94)	165 (94)	179 (109)	222 (133)	187 (146)

De productie van walsdraad bij Nedstaal staat niet in een vaste verhouding tot de blokkenproductie, vanwege inkoop van knuppels (zie paragraaf 2).

#### *Prognose*

Corus verwacht dat de productiecapaciteit in de platte route in de periode 2000 - 2010 zal worden uitgebreid tot 6,5 Mton.

Nedstaal verwacht dat de blokkenproductie na 2000 zal worden voortgezet op een niveau van ca. 120 tot 160 kton (MJV 1999). Hierbij zal gebruik worden gemaakt van de aanwezige technologie. Met betrekking tot de productie van walsdraad zijn twee opties mogelijk:

<sup>12</sup> In 2000 is Corus een half miljoen ton onder de maximale capaciteit van 6 miljoen ton gebleven. Een van de hoogovens brandt door (300 kton productiederving) en er zijn problemen met de gietwalsinstallatie.

- Het openhouden van beide draadwalsenrijen: het productievolume van walsdraad kan dan in de komende jaren groeien van 200 tot 300 kton per jaar.
- Het sluiten van 1 van de 2 walsenrijen: het productievolume kan dan uitgroeien naar 200 kton/jaar.

Een definitieve keuze voor één van de scenario's zal naar verwachting medio 2001 worden gemaakt.

#### 5.4 Marktontwikkelingen en verandering productiepakket

Corus produceert sinds medio 2001 alleen nog maar platte producten. De afdeling lange producten is gesloten. Afzet vindt plaats aan de verpakings-, wit- en bruingoed-, automobielenindustrie en de bouw. Een belangrijke vraag is of er voor de periode 2000-2010 een verschuiving van het productpakket is te verwachten, en zo ja, of dit een significante invloed zal hebben op het gemiddelde specifieke energiegebruik. Volgens Corus is het de bedoeling om in de toekomst alle staal van Corus te walsen, dus dit kan leiden tot een hoger energiegebruik. Daar staat tegenover dat de in 2000 gesloten afdeling voor lange producten verouderd en inefficiënt was. Het is goed mogelijk dat de overschakeling energieneutraal zal blijken te zijn.

Het walsdraad van Nedstaal wordt voornamelijk toegepast in producten zoals veren, kogellagers, bouten e.d. Nedstaal zet het draad voor 70% af aan de automobielenindustrie; ca. 90% van het staal draad wordt geëxporteerd, vooral binnen Europa (Milieujaarsverslag 1999). Voor Nedstaal wordt geen verandering van het 'productenpakket' verwacht.

#### 5.5 Technologieontwikkeling en energiebesparing

##### *Historisch*

Volgens het Energy Efficiency Plan van Corus is in de periode 1989 tot 1999 een energiebesparing van 11 PJ gerealiseerd. Dit komt overeen met een besparing van ca. 2% per jaar (betrokken op alleen energetisch gebruik).

##### *Korte termijn (tot 2010)*

De energiebesparing in 2010 is gebaseerd op de volgende maatregelen en projecten (uit Energy Efficiency Plan Corus). Er zijn geen plannen om nieuwe warmtekrachtkoppelinginstallaties neer te zetten.

Tabel 5.6 *IJzer en staal, overzicht energiebesparingsmaatregelen*

Besparing per 2010	[PJ]	Toelichting
GHK en generiek	1,1	GHK = good housekeeping
Procesverbetering hoogovens	1,2	Verlaging cokesinzet (= verhoging koleninzet, besparing vindt plaats bij cokesfabriek), en verhoging productiviteit ruwijzerproductie.
Procesverbetering GWI	1,4*	Corus heeft in 2000 een geïntegreerde gietwalsinstallatie (GWI) met een capaciteit van 1,4 Mton ruwstaal in gebruik genomen. Het energiebesparende effect hiervan is het gevolg van het overslaan van afkoelen en opwarmen voordat het gegoten staal wordt gewalst. Gaandeweg zal de kwaliteit gelijk zijn aan de producten uit de koudbandwalserij. In dat geval wordt dus (ook) koudwalsen en gloeien overgeslagen.
Oxygas op malerij	0,5	Voorwaardelijk
Kopschaar optimalisatie WB2	0,2*	Voorwaardelijk
Overige voorwaardelijke projecten	0,1	Voorwaardelijk
Excess enthalpy Combustion WB2	0,8	Onzeker
Totaal per 2010	5,3	Zekere, voorwaardelijke en onzekere projecten

\* Door de toegenomen productie zal het energiegebruik stijgen. Door besparingsmaatregelen zal het energiegebruik dalen. Het saldo is ongeveer 0. Derhalve worden deze maatregelen niet meegeteld bij de berekening van de energiebesparing.

Corus verwacht het volgende tijdspad voor de besparingen:

Tabel 5.7 *IJzer en staal, tijdspad energiebesparing*

Besparing in PJ	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Alle maatregelen	1	1,3	1,7	2,7	3,6	4,1	4,3	5,0	5,3	5,5
Excl. onzekere maatregelen	1	1,3	1,7	2,7	3,6	4,1	4,3	4,3	4,5	4,7

## 5.6 Relevante beleidsontwikkelingen (energie en anderszins)

Zowel Corus als Nedstaal zullen deelnemen aan benchmarking, en verplichten zich daarmee om in 2012 tot de wereldtop te behoren. Vooral nog wordt de benchmark voor Corus vastgesteld op basis van de Best Practice-methode. Er is een lijst met 100 BP-processen gemaakt, en hiermee is een fictieve fabriek met dezelfde karakteristieken als Corus samengesteld. De benchmark van deze fabriek is vervolgens vastgesteld door het specifieke energiegebruik van de samenstellende processen met 10% te verhogen. Vastgesteld is dat Corus 4% beter presteert dan de aldus vastgestelde benchmark.

Corus streeft er naar om in 2004 te komen tot een ‘echte’ benchmark, waarbij vergeleken wordt met feitelijk bestaande staalbedrijven. Corus heeft samen met een aantal Europese staalbedrijven en een Amerikaans staalbedrijf het initiatief genomen om tot uitwisseling van energie efficiency cijfers te komen. De uitwisseling zal in eerste instantie nog niet de gehele route beslaan maar de processen tot en met het warmbandproces (85% van het energiegebruik).



## 5.7 Synthese op basis van productenpakket, productievolume, technologie energiebesparing en daaruit resulterende E-prognose

Energiegebruik 2010 ten opzichte van 1998:

- Productie van 6,23 Mton naar 6,5 Mton: + 4,3%: uitgaande van frozen efficiency levert dit een NEH-energiegebruik van 112,6 PJ.
- Energiebesparing 3,1 PJ<sup>13</sup> t.o.v 112,6 (2,8%)= 109,5 PJ.

Voorlopige conclusie: de energiebesparing is niet groot genoeg om de toename van het energiegebruik door de productiestijging volledig op te heffen, waardoor het energiegebruik van de ferro basismetaleindustrie ten opzichte van 1998 iets zal toenemen: 109,5 PJ (inclusief elektriciteit). Hierbij is er van uitgegaan dat de overschakeling van lange naar platte producten (in 2000) energieneutraal is. Weliswaar worden bij platte producten meer processtappen gedaan (zou tot een hoger energiegebruik kunnen leiden), maar daar staat tegenover dat de inmiddels gesloten productiecapaciteit voor lange producten verouderd en inefficiënt was.

## 5.8 CO<sub>2</sub>-emissies

Tabel 5.8 *Situatie 1998, berekening o.b.v. CBS (NEH)*

Energiedrager	Eindverbruik [PJ]	Emissiefactor* [kton/PJ]	Emissie [kton]
c.o.g	9 (cokesfabriek)	44	396
hoogovengas	1 (cokesfabriek)	255	255
cokes (bries)	6,9*	94	653
hoogovengas + oxygas	10,1 (finaal + wkk)	ca. 255	2.576
cokesovengas	9,1 (finaal + wkk)	44	400
aardgas	13,4 (finaal + wkk)	56	750
elektriciteit (inkoop-verkoop)	7,6	204 <sup>14</sup>	1.550
benzine, diesel	0,2	73	15
<i>Totaal excl. elektriciteit</i>	<i>49,7</i>		<i>5.045</i>
<i>Totaal incl. elektriciteit</i>	<i>57,3</i>		<i>6.595</i>

\* Uit: EEP

Exclusief elektriciteit is de aldus berekende CO<sub>2</sub>-emissiefactor voor 1998 (5045/6225) = 0,81 ton/ton ruwstaal. Inclusief elektriciteit bedroeg de emissiefactor 1,06 ton/ton. Nogmaals zij opgemerkt dat de NEH-cijfers voor de gehele ferro-basismetale gelden (dus inclusief Nedstaal en overige ferrobasismetale) en dat de berekening dus niet geheel zuiver is.

Tabel 5.9 *Berekening in EEP*

<sup>13</sup> Exclusief onzekere maatregelen, en exclusief maatregelen die alleen maar stijging als gevolg van hoogwaardiger productiepakket voorkomen. Het gaat om procesverbeteringen GWI en kopschaar optimalisatie.

<sup>14</sup> Emissiefactor berekend o.b.v. emissie e-centrales gedeeld door elektriciteitproductie.

Energiedrager	Eindverbruik [PJ]	Emissiefactor [kton/PJ]	Emissie [kton]
c.o.g	15,4	44	674
hoogovengas	11,8	257,3	3.024
cokes (bries)	6,9	94	653
oxygas	0,6	188,3	115
aardgas	12,1	56	679
elektriciteit	14,0	74,6	1.046
stoom (STEG IJmond 01)	1,1	270,8	289
benzine, diesel	0,2	73	13
warmte	0,1	56,3	7
Totaal excl. elektriciteit	48,1		5.455
Totaal incl. elektriciteit	62,1		6.500

Exclusief elektriciteit is de aldus berekende CO<sub>2</sub>-emissiefactor voor 1998 (5455/6225) = 0,88 ton/ton ruwstaal. Het verschil met de emissiefactor volgens NEH (0,81) wordt voor een groot deel verklaard doordat in het EEP een groter verbruik van hoogovengas (+ oxygas) wordt opgevoerd.

Inclusief elektriciteit bedroeg de emissiefactor 1,04 ton/ton. Het elektriciteitsgebruik in EEP is niet het gebruik 'als zodanig', maar is volgens de regels van het convenant teruggerekend naar primair gebruik. Dit verklaart ook de lage emissiefactor (74) die is gebruikt. Met 40% als opwekkingsrendement heeft het (geïmporteerde) elektriciteitsgebruik *als zodanig* 5,6 PJ bedragen. Vergeleken met het NEH-cijfer (7,6) is dat tamelijk laag. De verklaring is dat het elektriciteitsgebruik in EEP exclusief de zuurstofproductie is (Hoekloos)<sup>15</sup>. Dit verklaart tevens voor een belangrijk deel het verschil tussen de CO<sub>2</sub>-cijfers die in het EEP en in het Geïntegreerde Milieujaarsverslag 1999 voor 1998 worden vermeld: EEP: 6.500 kton en GMJV 99: 7.356 kton. Een ander deel van de verklaring is dat de CO<sub>2</sub> afkomstig uit kalk (komt vrij bij sinteren) wel in het GMJV wordt meegerekend, en niet in de EEP.

#### *Prognose 2010*

Volgens het EEP zal de energiebesparing bij Corus leiden tot een evenredige vermindering van de CO<sub>2</sub>-emissie. Rekening houdend met de verwachte productiestijging zal de CO<sub>2</sub>-emissie dus - net als het energiegebruik - licht stijgen.

<sup>15</sup> In het Overheidsverslag 2000 van Corus worden waarden genoemd die wel in overeenstemming zijn met die van het CBS: voor 1999 wordt een *geïmporteerde* elektriciteitsgebruik van 2126,5 GWh (7,7 PJ) genoemd, voor 2000 een gebruik van 2133,0 GWh (7,7 PJ).

## 6. INDUSTRIE: ALUMINIUM

### 6.1 Afbakening van de sector

De energiestatistiek van het CBS omvat vanaf 1993 de non-ferro industrie: primaire en secundaire aluminiumindustrie, primaire zinkindustrie, secundaire koper, lood en tinindustrie en overige non-ferrometalen.

### 6.2 Energiegebruik 1999

Tabel 6.1 *Aluminium, energieverbruik*

CBS, NEH 1999

[PJ]	elektriciteit		brandstof		warmte	
	energ.	non-en.	energ.	non-en.	energ.	non-en.
Finaal verbruik	2,6	17,9	3,5	3,4	1,6	-
WKK	-0,1		0,5		-0,3	

Volgens de MJA-monitoring bedroeg het energetische *primaire* energiegebruik in 1999: 9,6 PJ en het non-energetische gebruik 47 PJ. Beide waarden zijn wat lager dan het primair energiegebruik volgens CBS<sup>16</sup>: energetisch (2,6/0,4+3,5+1,6=11,6), en non-energetisch (17,9/0,4+3,4=48,1).

#### *Energiegebruik aluminiumindustrie*

Uit het MJV 1999 van *Pechiney* volgt dat voor een productie van 186,2 kton aluminium is gebruikt: 2,782 TWh elektriciteit (10,0 PJ)<sup>17</sup>; 26,5 miljoen m<sup>3</sup> (aard)gas (0,84 PJ), 85.000 ton petroleumcokes (3,0 PJ) en 16.000 ton steenkoolteerpek (0,3 PJ).

Uit het MJV 2000 van *Aldel* blijkt dat het (energetische + non-energetische) elektriciteitsgebruik in 1999 (0,72 + 5,39<sup>18</sup> =) 6,1 PJ heeft bedragen. Het gebruik van aardgas en gasolie bedroeg 0,47 PJ. Niet vermeld wordt het gebruik van cokes en pek want Aldel koopt anodes in. Aangenomen dat het anodegebruik/ton gelijk is aan dat van *Pechiney*, dan zou dit 1,8 PJ hebben bedragen.

De twee aluminiumsmelters samen hebben in 1999 gebruikt:

- 16,1 PJ elektriciteit, waarvan (9,5 + 5,4 =) 14,9 PJ voor elektrolyse,
- 1,3 PJ aardgas en olie,
- 3,3 PJ cokes en pek, (p.m. +1,8 PJ in de vorm van aangekochte anodes),
- in totaal 20,7 PJ, overeenkomend met een primair gebruik van 44,9 PJ (40% rendement).

#### *Energiegebruik overige non-ferro-industrie*

Berekend als verschil tussen CBS-totaal en berekening van energiegebruik van aluminium-industrie:

Finaal verbruik in primaire termen is (59,7 - 44,9 =) 14,8 PJ, waarvan elektriciteit (als zodanig): (20,5 - 16,1 =) 4,4 PJ (overeenkomend met 11,0 PJ primair) en brandstof (6,8-4,6 =) 2,2 PJ. Het is niet duidelijk in welke sector de 1,6 PJ warmte, die door het CBS wordt genoemd, wordt ge-

<sup>16</sup> Waarbij gerekend is met een gemiddeld opwekkingsrendement van centrales van 40% (cf. mja).

<sup>17</sup> Waarvan 2,625 TWh voor elektrolyse (9,45 PJ).

<sup>18</sup> 14,8 kWh/kg maal productie (101 kton).

bruikt. Aangezien warmtegebruik niet wordt genoemd in de verslagen van Pechiney en Aldel wordt verondersteld dat dit ook bij de overige non-ferro-industrie wordt ingezet.

Van de 4,4 PJ elektriciteitsverbruik is 3 PJ non-energetisch, waarschijnlijk toegepast voor de productie van primair zink.

### 6.3 Fysieke productie

Tabel 6.2 *Historische productie van aluminium in kton in de periode 1990-1999; de groeivoet (laatste kolom) heeft betrekking op de gehele periode*

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	[%/jr]
Primair	258	263	237	228	219	216	227	232	265	287	1,2
w.v. Aldel	83,9	96,1	87,8	85,4	82,2	80,9	92,3	93,7	92,6	101,2	2,1
w.v. Pechiney	174	167	148,7	142,9	137,3	134,8	134,6	137,9	172,1	186,1	0,7
Secundair	134	114	150	139	175	192	172	179	213	198	4,4
Totaal	392	377	387	367	394	408	399	410	477	485	2,4

De productie van de Nederlandse primaire aluminiumindustrie groeide in de jaren '90 met 1,2%/jaar, die van de secundaire productie met 4,4%/jaar.

#### *Prognose*

In de milieujaarverslagen van Pechiney en Aldel wordt geen melding gemaakt van eventuele plannen om de capaciteit uit te breiden. In de raming wordt derhalve aangehouden dat de primaire productie in 2010 ongeveer 300 kton bedraagt.

### 6.4 Marktontwikkelingen en verandering productiepakket

Waarschijnlijk zijn geen verschuivingen naar hoogwaardiger of juist laagwaardiger productienpakket met daarmee gepaard gaande consequenties voor energiegebruik te verwachten. De primaire aluminiumindustrie maakt vooral perspalen en walsplakken met een hoge zuiverheid (>99%). Er zijn geen aanwijzingen dat dit gaat veranderen.

### 6.5 Technologieontwikkeling en energiebesparing

#### *Historisch*

Uit de MJA-monitoring is nauwelijks af te leiden welke mate van energiebesparing de afgelopen jaren is bereikt, en welke maatregelen daar aan hebben bijgedragen. Ten eerste heeft de MJA betrekking op slechts 15% van het energiegebruik, ten tweede worden de maatregelen in zeer algemene termen besproken.

#### *Prognose 2010*

De aluminiumindustrie heeft het covenant benchmarking getekend. In de NW&S-studie 'Benchmarking the energy-efficiency using a dynamic approach' (1999) wordt gesteld dat op technologiegebied geen doorbraken zijn te verwachten (bijv. andere elektrolyten of kathodes). Er wordt uitgegaan van een autonoom besparingstempo van 0,2-0,5%, op basis van verbeteringen t.a.v. celontwerp, voeding en batchsamenstelling.

Het specifieke energiegebruik van Pechiney bedraagt 53,7 GJ/ton elektrisch<sup>19</sup> (als zodanig), en 23 GJ/ton brandstof (aardgas en pek e.d.).

Pechiney verwacht in de Benchmark-periode ten opzichte van een gebruik voor elektrolyse van 14.100 kWh/ton ongeveer 200 kWh te kunnen besparen, oftewel 1,4% (MJV, 1999). Elektrolyse bepaalt 91% van het energiegebruik. De belangrijkste maatregel is de omschakeling van zijvoeding naar middenvoeding.

Aldel stelt in het MJV 2000 de intentie te hebben tot de beste aluminiumsmelters ter wereld te gaan behoren. "Concreet betekent dit dat de elektrolyse de beste in zijn technologieklassen wil worden door het laagste *energiegebruik* per eenheid product te bereiken".

Volgens het MJV 1999 van Pechiney bevindt de absolute wereldtop zich op 13.000 kWh/ton. De modernste grotere smelters produceren met een gebruik van 13.400 kWh/ton. Indien Aldel zijn claim realiseert zou het een energiebesparing boeken van (14.800 - 13.000 =) 1.800 kWh per ton. Dit lijkt onwaarschijnlijk, zeker omdat de intentie in het geheel niet wordt onderbouwd door concrete maatregelen. Aangenomen wordt dat Aldel feitelijk bedoelt dat het tot het beste deciel wil behoren. Op grond van mondelinge informatie van Pechiney wordt verondersteld dat dit zich in 2010 rond 14.100 kWh/ton zal bevinden.

## 6.6 Synthese op basis van productenpakket, productievolume, technologie, energiebesparing en daaruit resulterende E-prognose

### *Aluminiumindustrie*

- Productie van primair aluminium in 2010 ca. 300 kton.
- Elektriciteitsgebruik t.b.v. elektrolyse ca. 14.000 kWh/ton.
- Totaal elektriciteitsgebruik voor elektrolyse dus 15,1 PJ (als zodanig).
- Elektriciteit voor elektrolyse ca. 91% van totaal elektriciteitsgebruik, dus overige elektriciteitsgebruik: ca. 1,5 PJ.
- Totaal elektriciteitsgebruik: 16,6 PJ.
- Brandstofgebruik (incl. pek en cokes voor productie van anodes) bedroeg in 1999 23 GJ/ton. De mogelijkheden hierop te besparen zijn klein<sup>20</sup>. Derhalve wordt het specifieke brandstofgebruik gelijkgesteld aan het niveau van 1999. In totaal bedraagt het brandstofgebruik in 2010 dus 6,9 PJ. Let wel: hierin is ook het cokes- en pekgebruik t.b.v. de productie van anodes voor Aldel meegeteld, hoewel Aldel deze niet zelf produceert.

### *Overige non-ferro*

Verondersteld wordt dat de fysieke groei in deze sector in de periode 2001 - 2010 1,5% per zal bedragen, onder andere vanwege de geprognosticeerde productiestijging van de secundaire aluminiumindustrie. De geraamde besparing op brandstof en warmte is 1% per jaar. Uitgaande van het energiegebruik in 1999 (4,4 PJ elektrisch, 2,2 PJ brandstof en 1,6 PJ warmte) bedraagt het energiegebruik in 2010 naar schatting 5,1 PJ elektrisch, 2,3 PJ brandstof en 1,7 PJ warmte.

---

<sup>19</sup> 2,782 TWh per 186 kton. Het betreft hier echter het totale elektriciteitsgebruik. Voor alleen de elektrolyse is gebruikt 2,625 TWh per 186 kton, ofwel 14.100 kWh per ton. In een staatje op p. 6 van het MJV 1999 stelt Pechiney echter dat het elektriciteitsgebruik laagspanning in 1999 13.713 kWh/ton bedroeg. Is het verschil met genoemde 14.100 kWh te verklaren door conversieverliezen?

<sup>20</sup> MJV1999 van Pechiney, p. 11: 'De mogelijkheden het gebruik van anoden te verminderen zijn marginaal'.

## 7. INDUSTRIE: PAPIER

### 7.1 Afbakening van de sector

In dit factsheet staat de papier- en kartonindustrie (SBI 21.1) centraal. De papier- en grafische industrie zoals deze in statistieken is opgenomen omvat naast de papier- en kartonindustrie ook papier/kartonwaren en grafische industrie en uitgeverijen<sup>21</sup>.

### 7.2 Energiegebruik 1999

Tabel 7.1 *Papier, energieverbruik*

CBS, NEH 1999

[PJ]	elektriciteit		brandstof		warmte	
	energ.	non-en.	energ.	non-en.	energ.	non-en.
Finaal verbruik	13,2	-	10,6	-	16,1	-
WKK incl. joint ventures*	-12,1		39,0		-17,4	

Joint venture-cijfers van CBS zijn bekend voor industrie totaal en voor de chemie, maar niet exact voor de papierindustrie; het joint venture aandeel voor de papierindustrie is berekend als  $0,5 \times (\text{joint venture}_{\text{industrie}} - \text{joint venture}_{\text{chemie}})$ : brandstofinzet 22,3 PJ, elektriciteit: -8,2 PJ, stoom/warmte: -7,4 PJ. De andere helft van het verschil is toegerekend aan de voeding- en genotmiddelenindustrie.

Het gezamenlijke primaire energieverbruik van de sectoren papier/karton-, papier/kartonwaren en grafische industrie bedroeg volgens NEH in 1999 ca. 50 PJ. Uit de NEH gegevens kan niet worden afgeleid welk aandeel de afzonderlijke sectoren in dit totaal hebben. Uit de EZ-rapportage 'Meerjarenafspraken energie-efficiency, resultaten 1999' volgt echter dat het primaire energiegebruik voor alleen de papier- en kartonindustrie in 1999 31,3 PJ heeft bedragen.

### 7.3 Afzet

#### *Historisch*

De afzet van de Nederlandse papierindustrie groeide in de jaren '90 met 2%/jaar. Dit is minder hard dan die van de Europese papierindustrie (CEPI annual statistics 1999: 3,3%). De reden is dat er niet geïnvesteerd is in nieuwe fabriekslijnen, alleen in vernieuwing en/of verbeteringen van machines.

Table 7.2 *Afzet van papier en karton in kiloton in de periode 1990-2000; de groeivoet [%/jr] heeft betrekking op de gehele periode (bron: VNP jaarverslagen)*

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	[%/jr] (90-00)	[%/jr] (94-00)
grafisch	1102		1098	1098	1210	1180	1178	1252	1224	1268	1345	2,0	1,8
w.v. krantenpapier					385	407	385	403	349	376	415		1,3
w.v. druk/schrijf					823	770	789	849	875	892	930		2,1
verp. papier/-karton	1475				1633	1626	1651	1739	1787	1844	1854	2,3	2,1
hygiënisch/sanitair	166				167	161	159	168	169	144	133	-2,2	-3,8
totaal	2743	2866	2835	2855	3010	2967	2988	3159	3180	3256	3333	2,0	1,7

Voor de periode 1994-1999 geldt dat de samenstelling van het productenpakket licht is verschoven in de richting van een kleiner aandeel kranten- en hygiënisch papier, en een groter aandeel

<sup>21</sup> De energiestatistiek van het CBS omvat vóór 1993 alleen de papier/karton- en papier/kartonwarenindustrie (SBI 21), en vanaf 1993 ook de grafische industrie, drukkerijen en uitgeverijen (SBI 22)

druk- en schrijfpapier en verpakkingspapier en -karton. Hoewel het specifieke energiegebruik van de onderscheiden soorten per soort verschillend is (specifieke energieverbruik verpakkingspapier en kranten lager dan van druk-, schrijf en hygiënisch papier<sup>22</sup>), is de verschuiving van de afgelopen jaren te klein geweest om invloed te hebben op het *gemiddelde* specifieke energiegebruik.

### Prognose

De ontwikkeling van de Nederlandse afzet voor de komende 10 jaar wordt door de groei van de periode 1990-2000 of 1994-2000 te extrapoleren. Dit zou neerkomen op een groei van 1,7 tot 2,0% per jaar. Bij een groei van de productie vanaf 2000 met 1,7% zou de productie in 2010 uitkomen op  $1,18 \times 3333 = 3945$  kton. Ten opzichte van de capaciteit in 2000 (3.533 kton, VNP-jaarverslag 2000) dient de capaciteit dan met 412 kton (12%) te groeien. Volgens de aanwezigen bij het overleg met de VNP op 2 juli 2001 kan deze groei gerealiseerd worden zonder dat er geïnvesteerd wordt in nieuwe papiermachines.

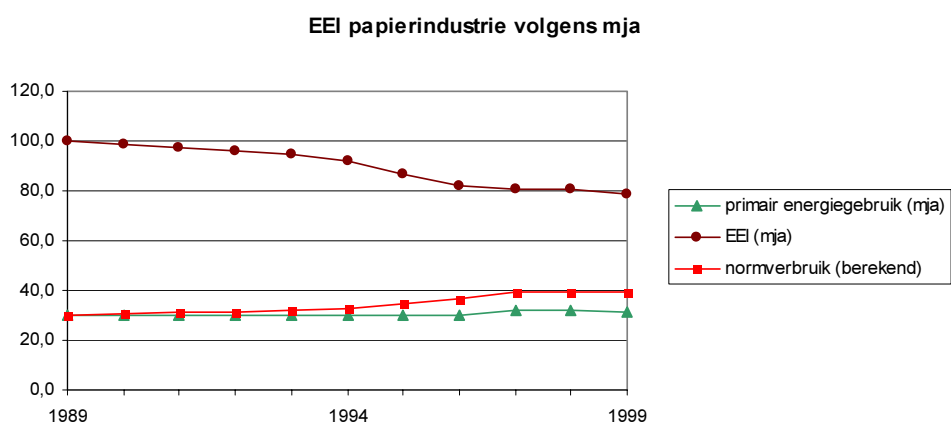
## 7.4 Marktontwikkelingen en verandering productiepakket

Tijdens het VNP-overleg 2 juli is vastgesteld dat er geen aanwijzingen zijn dat de samenstelling van het productenpakket de komende jaren zal veranderen. Daarom wordt verondersteld dat het productenpakket constant blijft.

## 7.5 Technologieontwikkeling en energiebesparing

### Historisch

In figuur 1 is de ontwikkeling van de energy efficiency index (EEI) volgens de mja-monitoring weergegeven. De cijfers zijn overgenomen uit de EZ-rapportage 'Meerjarenafspraken energieefficiency, resultaten 1999'. De EEI in 1999 bedraagt 79, overeenkomend met een jaarlijkse besparing van 2,3%. Volgens de EZ-rapportage hebben in de periode 1989 - 1999 met name projecten op het gebied van warmtekrachtkoppeling, optimale grondstofinzet en productefficiency verbeteringen bijgedragen aan de bereikte besparing. De bijdrage van WKK aan de besparing bedroeg 56%.



Figuur 7.1 *EEI papierindustrie volgens MJA*

<sup>22</sup> Het specifieke energiegebruik kan, afhankelijk van de papiersoort, variëren van 8 tot 23 GJ/ton.

### *Prognose*

De papier- en kartonindustrie heeft het convenant benchmarking getekend (6/7/99). Per 1/1/2000 zijn 26 bedrijven toegetreden (100%), met een gezamenlijk (primair) energiegebruik van 33 PJ. In 1999 is een MPI-team van de Gasunie een onderzoek gestart om de nulsituatie vast te leggen voor de vergelijking met de wereldtop. KPMG heeft opdracht gekregen om in samenwerking met het Finse Jaakko Pöyry de wereldtop vast te stellen. Deze studies hebben nog niet geleid tot openbare resultaten. De energie-efficiency plannen (EEP's) zouden per 1/1/2001 opgeleverd moeten zijn, maar door omstandigheden is dit vertraagd; de laatste EEP wordt waarschijnlijk in oktober van 2001 opgeleverd.

Op dit moment is dus nog niet vast te stellen welke mate van energiebesparing de komende 10 jaar zal worden gerealiseerd. Op grond van het gegeven dat in de periode 1989-2000 een aanzienlijk deel van de bereikte energiebesparing (EZ-rapportage 1999: 56%) bereikt is d.m.v. warmtekrachtkoppeling, kan echter worden verondersteld dat het historische besparingstempo (2,3% per jaar) niet zal kunnen worden vastgehouden. Immers: 20 van de 27 bedrijven hebben inmiddels een WKK-installatie, en 'gezien de ontwikkelingen in de energiemarkt wordt de kans dat er nog WKK-installaties in bedrijf worden gesteld steeds kleiner.' Sterker nog: volgens de EZ-rapportage kan "een suboptimale benuttingsgraad van de (bestaande) WKK-installaties als gevolg van tariefstructuurwijzigingen en de liberalisering van de elektriciteitswereld in de toekomst leiden tot *ontsparingen*."

Tijdens het VNP-overleg van 2 juli werd aangegeven dat de energiebesparing waarschijnlijk tussen 0 en 0,8% per jaar zou liggen.

## 7.6 Synthese op basis van productenpakket, productievolume, technologie, energiebesparing en daaruit resulterende E-prognose

Energiegebruik 2010 ten opzichte van 1999:

- Uitgaande van een productiegroei van 1,7% per jaar (cf. 1994-2000) en frozen efficiency resulteert een energiegebruik in 2010 dat 20% hoger is ten opzichte van 1999.
- Ten aanzien van de samenstelling van het productenpakket wordt verondersteld dat het niet verandert.
- Ten aanzien van de energiebesparing wordt het midden gekozen van het bereik dat door de VNP is genoemd (0 - 0,8%): 0,4% per jaar in 11 jaar komt overeen met 4,3%.

Op grond van deze aannames zal het energiegebruik ten opzichte van 1999 stijgen met ca. 15%. Dit betekent dat het energiegebruik van alleen de papier- en kartonindustrie 36,0 PJ (1999: 31,3) zal bedragen. Gesteld dat voor papier- en kartonwarenindustrie en de grafische industrie dezelfde groei- en besparingscijfers gelden als voor de papier- en kartonindustrie, dan bedraagt het energiegebruik in 2010 voor deze drie sectoren samen 57,5 PJ (1999: 50 PJ).



## 8. RAFFINADERIJEN

### 8.1 Inleiding

Tussen 1990 en 2000 hebben er belangrijke veranderingen plaatsgevonden in de raffinagesector. Eén raffinaderij is gesloten; een andere is weer in bedrijf genomen. De productmix is verschoven naar lichtere olieproducten en de eisen aan olieproducten zijn aangescherpt. Tenslotte is er een groot aantal maatregelen genomen om de uitstoot van CO<sub>2</sub> en schadelijke stoffen te verminderen.

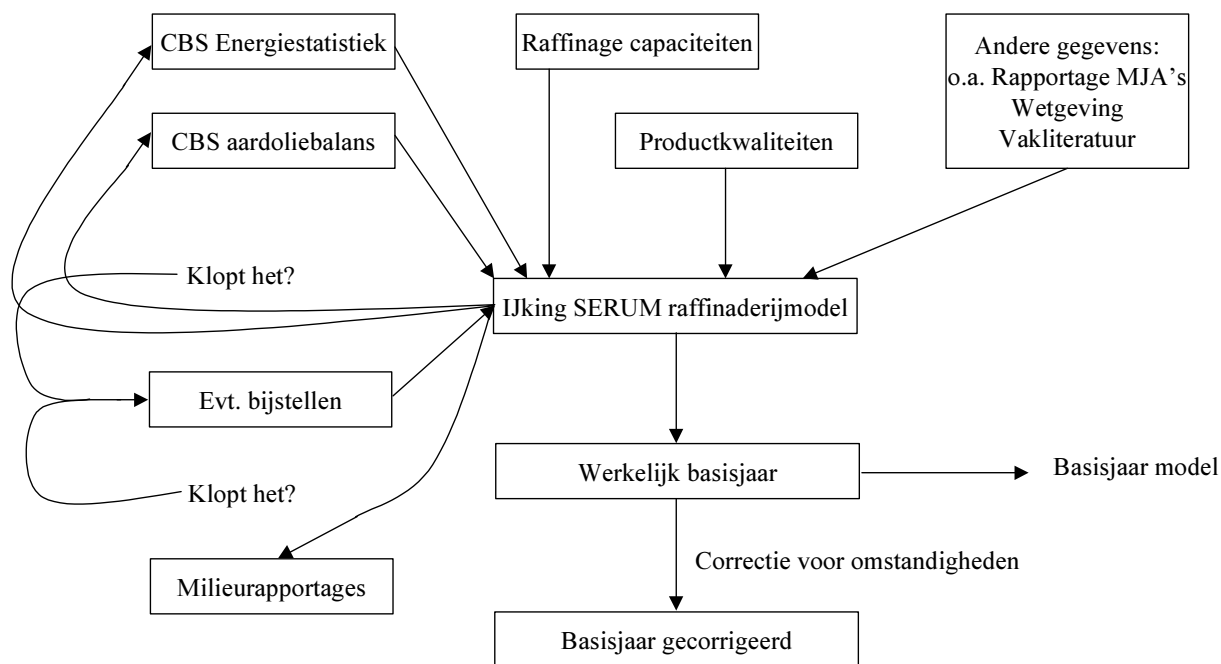
Van de raffinageproducten zijn de motorbrandstoffen het belangrijkste. In heel Europa neemt het brandstofverbruik van de transportsector gestaag toe met 1 tot 2% per jaar. Indien er een simpel verband zou bestaan, zou deze groei in de vraag naar motorbrandstoffen zich direct moeten doorvertalen in een groeiende doorzet en een groeiend energieverbruik van de Nederlandse raffinaderijen.

In de periode 1995-1998 hebben de Nederlandse raffinaderijen op maximale capaciteit geproduceerd. In 1999 en 2000 blijkt de doorzet, onder andere door groot onderhoud, circa 7% lager. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de ontwikkeling van de vraag naar olieproducten hoogstens op de lange termijn de doorzet van de Nederlandse raffinaderijen bepaalt, maar dat op de korte termijn andere factoren een belangrijker rol spelen. De onzekerheid over wat in dit hoofdstuk over 2010 gezegd wordt is dus aanzienlijk. Tenslotte kan nog opgemerkt worden dat onder invloed van de steeds strenger wordende kwaliteitseisen een toename van de internationale handel in eind- en tussenproducten verwacht wordt. Zeker als de brandstofeisen tussen landen nog verschillen of als de binnenlandse productvraag tussen landen sterk verschilt kan transport tussen landen een oplossing zijn om investerings- en productiekosten te beperken. Ook dit aspect levert onzekerheid op in toekomstverkenningen.

### 8.2 Modelbeschrijving en berekeningsmethodiek

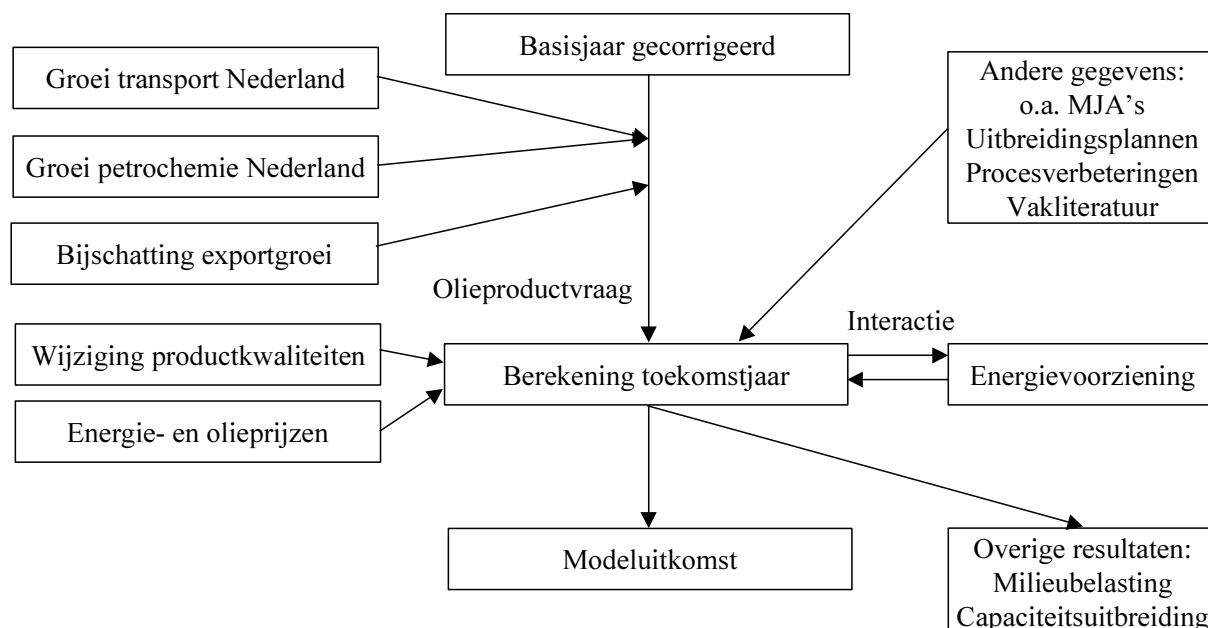
Voor de berekeningen aan de raffinagesector wordt het SERUM-model gebruikt. Dit model bevat gegevens uit internationale literatuur over de belangrijkste in Nederland toegepaste raffinageprocessen, voor een drietal verschillende typen ruwe olie (Oostvoorn, 1989; Kok, 1997). Het model bevat tevens een onderdeel energievoorziening, waarin uit diverse brandstoffen proceswarmte, stoom of elektriciteit gemaakt kan worden, en een onderdeel blending waar uit intermediaire oliestromen eindproducten gemaakt worden die aan opgegeven kwaliteitseisen voldoen. Het model wordt aangestuurd door middel van de vraag naar olieproducten. Tegen de laagste kosten moet, binnen gegeven randvoorwaarden, aan de vraag naar olieproducten worden voldaan.

Omdat niet alle raffinageprocessen in detail in SERUM aanwezig zijn en het model werkt met data uit internationale literatuur moet het model geïjkt worden. Dit gebeurt door één of meer recente historische jaren door te rekenen. Het schema hiervoor staat in Figuur 8.1. De werkelijke vraag naar stoom blijkt zo'n 20% hoger en de werkelijke vraag naar elektriciteit zo'n 35% hoger dan dat het model puur op basis van de aanwezige raffinageprocessen bepaalt. Dit wordt veroorzaakt door allerlei aanvullende energietoepassingen om een raffinaderijcomplex in bedrijf te houden. De genoemde percentages worden als correctiefactor in het model aangebracht. De vraag naar proceswarmte, de grootste post, komt in het model direct al goed overeen met wat hiervoor op basis van de statistieken afgeleid wordt.



Figuur 8.1 *IJking model en berekening basisjaar*

Na ijking wordt het basisjaar berekend. In dit geval het jaar 2000. Het kan zijn dat het basisjaar sterk afwijkt van voorgaande jaren. In dat geval zou een toevallige omstandigheid de projecties richting de toekomst sterk beïnvloeden. Dan moet er als startpunt een correctie op dit basisjaar plaatsvinden, vergelijk de temperatuurcorrectie op het energiegebruik voor verwarming.

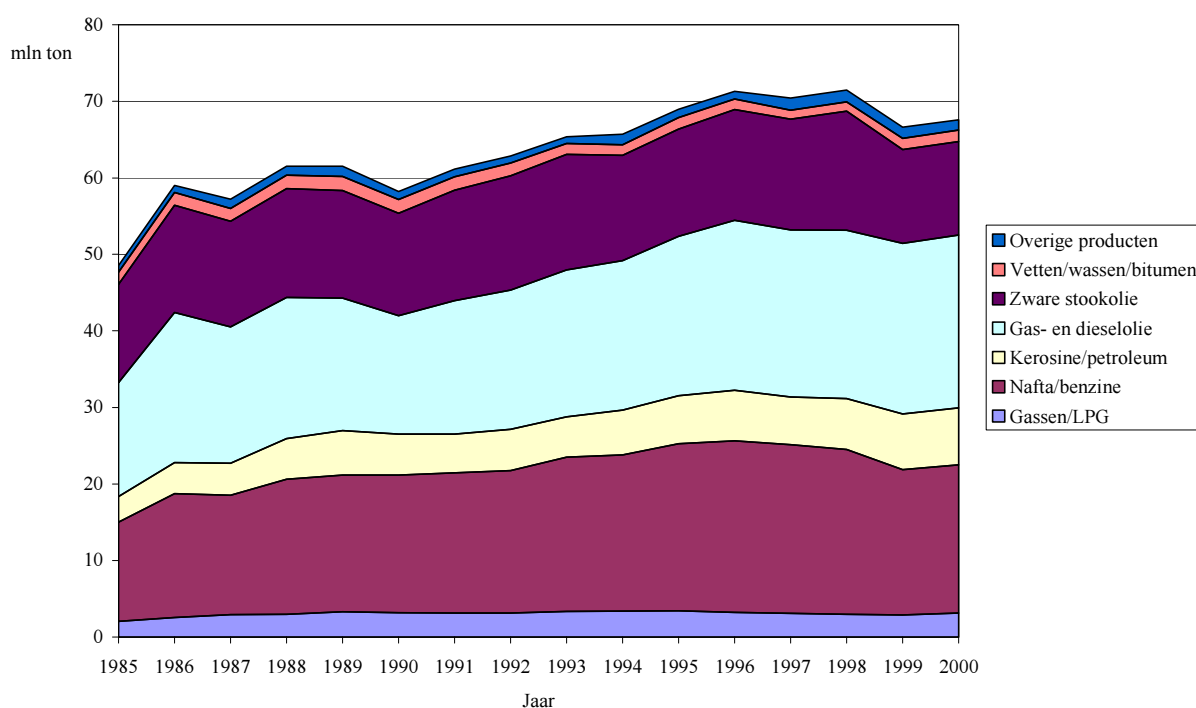


Figuur 8.2 *Berekening toekomstjaar*

Uitgaande van het gecorrigeerde basisjaar kunnen de toekomstprojecties gemaakt worden. Het model wordt, zoals al aangegeven, gestuurd door de vraag naar de diverse olieproducten. Voor een berekening moet een inschatting van de toekomstige olieproductvraag gemaakt worden. Bij gebrek aan beter wordt deze afgeleid uit de verwachte veranderingen in de binnenlandse afzet, eventueel gecorrigeerd voor veranderingen op de exportmarkt. Voor de berekening van een toekomstig jaar zijn ook andere zaken van belang (zie Figuur 8.2) zoals wijzigingen in productkwaliteiten of reeds bekend gemaakte uitbreidingsplannen.

### 8.3 Volumeontwikkelingen

De markt voor aardolieproducten is een wereldwijde markt. Een tekort aan een bepaald product op de Amerikaanse markt heeft direct gevolgen voor de prijs hiervan op de Europese markt. Een voorbeeld hiervan is de hoge benzineprijs in mei 2001 (EVN, 2002). Dit zijn echter vooral korte termijn effecten. Op de langere termijn blijkt de doorzet van de raffinaderijen in een bepaalde regio van Europa redelijk in evenwicht te zijn met de totale regionale afzet aan olieproducten. Dit sluit een beperkte maar langdurige onbalans op productniveau niet uit. Op dit moment importeert West Europa middendestillaten (gasolie) uit Oost-Europa en wordt benzine geëxporteerd naar de VS. Om wat over de doorzet van de raffinaderijen te zeggen in onze regio is het echter niet nodig om eerst een model te maken van de wereldmarkt voor olieproducten (en dat cijfermatig in te vullen). De Nederlandse raffinaderijen hebben mede door de aanwezigheid van de rivieren en de Rotterdamse haven een productiecapaciteit die groter is dan het Nederlandse olieverbruik. Naast het binnenlandse verbruik zijn de afzet op de Duitse markt en de bunkering van de zware restproducten door zeeschepen het meest relevant.



Figuur 8.3 *Bruto productie raffinaderijen 1985-2000*

De bruto productie van de Nederlandse raffinaderijen is zichtbaar in Figuur 8.3. Duidelijk zichtbaar is een groeiende trend in de periode 1985-2000. Daarnaast wordt ook zichtbaar dat de bruto productie in de jaren 1999 en 2000 beduidend onder die van 1995-1998 ligt. In 1999 speelde in dit verband onder andere groot onderhoud bij drie van de vijf raffinaderijen een rol (Novem, 2001). De bruto productie ligt in 2000 onder de historische lijn. Om het effect van jaarlijkse variaties in het startjaar te beperken is er voor gekozen om als basis voor de toekomstprojectie een 6 jarig gemiddelde te hanteren (2000 corr). De berekeningen ten behoeve van de referentieraming zijn eind 2001 uitgevoerd.

De bruto productie van de raffinaderijen bevat ook nog de olieproducten die verbruikt worden voor de eigen energievoorziening. De netto productie is dan ook circa 6% lager. Het verbruik aan ruwe olie is lager dan de bruto productie omdat de raffinaderijen ook een groot aantal lichtere intermediaire producten ten behoeve van het raffinageproces inkopen. Het gaat hierbij al gauw om 10% van de bruto productie. Om een zo goed mogelijke basis voor het energiegebruik van de raffinaderijen te vinden wordt alle inkoop van intermediaire olieproducten lichter dan

zware stookolie op de bruto productie gecorrigeerd<sup>23</sup>. Dit resulteert, nadat ook gecorrigeerd is voor het eigen verbruik, in de netto productievraag ten behoeve van het raffinaderijmodel.

Pragmatisch is gekozen om de verandering in de binnenlandse vraag als indicator te gebruiken voor de groei van productie van de raffinagesector. Deze aanname lijkt redelijk, aangezien de raffinagesector 60% van haar omzet haalt uit binnenlandse afzet. (CBS, nationale rekeningen, 1999). De veronderstelling die hier achter ligt is dat de vraagontwikkeling in de omringende landen met Nederland vergelijkbaar is<sup>24</sup>. Als startpunt is uitgegaan van een macro-economische (gunstige) groei van circa 2,5% per jaar. Omdat dit dicht bij de veronderstelling in het EC-scenario<sup>25</sup> ligt is daarom de ontwikkeling van de vraag naar olieproducten uit het EC-scenario als 'baseline' genomen om de productieontwikkelingen voor raffinaderijen te berekenen. De ontwikkeling van de naftavraag is bepaald op basis van het CPB model STREAM. De ontwikkeling van de binnenlandse vraag naar brandstoffen is deels overgenomen uit de MV5-prognoses van de verkeersgroep (Feinmann, 2000) en in een september 2001 aangepast aan de meest recente inzichten. In Tabel 8.1 is zichtbaar tot welke veranderingen in netto productvraag dit uiteindelijk leidt. De raffinagesector zelf verwacht ook een groei van de kerosine- en diesel vraag. Voor benzine wordt gesproken over een stabilisatie.

Tabel 8.1 Verandering productvraag 2000-2010

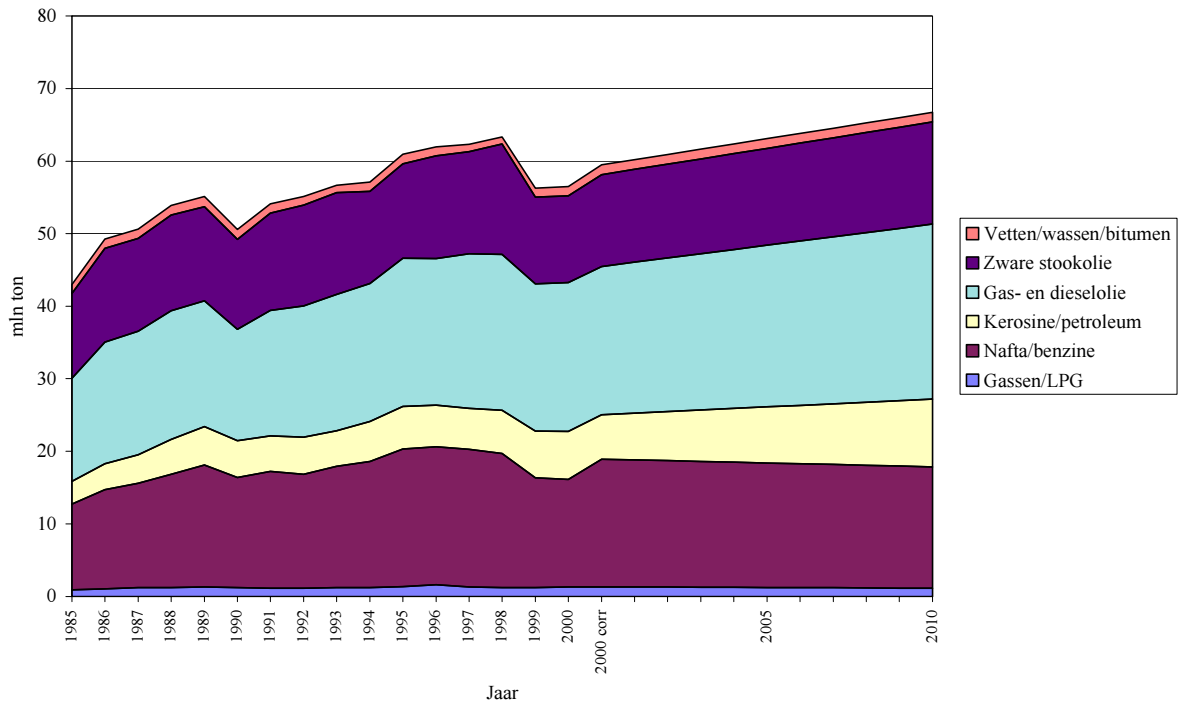
2000 corr = 100%	Afzet in 2010 [%]
LPG	93
Nafta	134
Benzine	95
Kerosine	153
Gas- en dieselolie	118
Zware stookolie	111
Vetten/wassen/bitumen	100

In Figuur 8.4 is aangegeven hoe de netto productvraag er in de tijd uitziet onder genoemde veronderstellingen. Ook voor de historische jaren is volgens de genoemde methode de netto productvraag bepaald. Door vergelijking met 1995-1998 is af te lezen dat de huidige primaire verwerkingscapaciteit voor het zichtjaar 2005 voldoende is, maar dat er voor het zichtjaar 2010 wellicht uitbreiding plaats moet vinden.

<sup>23</sup> Ook bij de ijking van het model vinden deze correcties plaats.

<sup>24</sup> Er zijn nog andere randvoorwaarden die hierbij aangenomen worden, zoals dat de concurrentieverhoudingen met buitenlandse raffinaderijen niet veranderen en er voldoende groei ruimte is bij de Nederlandse raffinaderijen. Daarnaast spelen ook beslissingen van individuele raffinaderijeigenaren een rol.

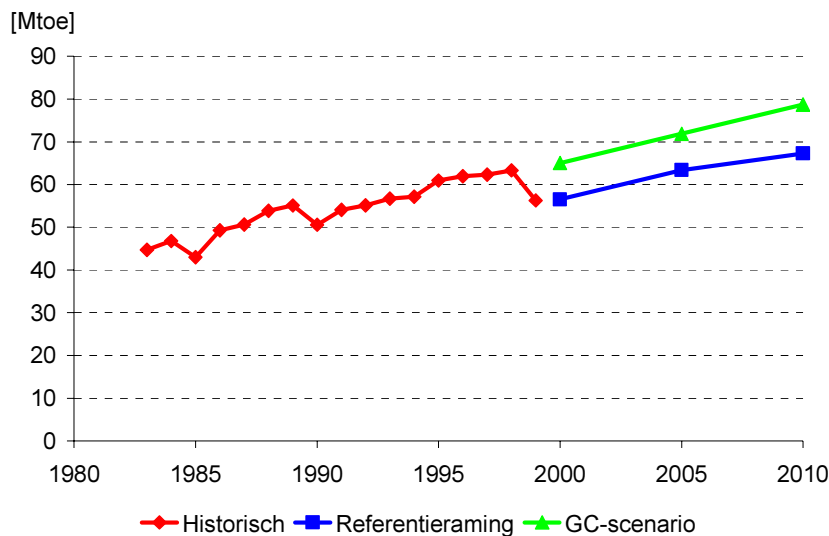
<sup>25</sup> EC staat voor European Coordination. Dit is een van de lange termijn scenario's die in 1996 door het CPB, RIVM, ECN en andere instituten ten behoeve van de Nederlandse overheid ontwikkeld is (zie o.a. Kroon et al, 1997).



Figuur 8.4 *Netto productievraag ten behoeve van het raffinaderijmodel*

Het voornaamste verschil met cijfers voor de transportsector van oudere berekeningen zoals bijvoorbeeld het GC-scenario (een ander scenario uit de CPB lange termijn verkenning van 1996) is dat de groei van de tussen 1995 en 2000 in de praktijk hoger is geweest. Zo groeide de personenmobiliteit (vooral met personenauto's) met 7% meer dan voorzien en nam ook het aantal bestelauto's veel meer toe. Het groeipercentage van het energieverbruik tussen 2000 en 2010 van de verkeers- en vervoerssector verschilt echter in de referentieraming niet veel van het GC-scenario. In beide gevallen is dit iets meer dan 10%. Daarbij komt de referentieraming mede door het ACEA-convenant over zuiniger personenauto's een fractie lager uit. Omdat de groeifactor in het verkeer als basis voor de afzetontwikkeling van motorbrandstoffen gebruikt wordt zullen de ontwikkelingen na 2000 in de doorzet van het GC-scenario en de referentieraming ongeveer parallel lopen. Dit is onder meer zichtbaar in Figuur 8.5 waar de netto<sup>26</sup> doorzet in de periode 1993-2010 is uitgezet. Hier blijkt dat daarmee is uitgegaan van een iets meer gematigde groei dan in het GC-scenario. Daarnaast ligt de doorzet absoluut gezien op een lager niveau. In december 2001 heeft het RIVM nog een nieuwe verkeersprognose gemaakt. Deze resulteerde in een 2,5% hoger binnenlands brandstofverbruik. Gezien de betrekkelijk kleine mutatie zijn hiervoor geen nieuwe raffinageberekeningen uitgevoerd.

<sup>26</sup> De netto doorzet is gebaseerd op de bruto productie, gecorrigeerd voor de inkoop van een aantal, reeds op eindproduct lijkende, grondstoffen en voor het eigen gebruik van olieproducten en restgassen als brandstof. Hiermee wordt getracht om die doorzet te vinden die de beste relatie heeft met het energiegebruik.



Figuur 8.5 Netto doorzet in de periode 1983-2010 voor de referentie raming en GC

## 8.4 Verwerking van beleid

### 8.4.1 Brandstofnormen voertuigen

De kwaliteit van brandstoffen voor het wegverkeer is genormeerd voor het zwavel-, benzeen- en aromaatgehalte. In 1998 is besloten deze normen per 1 januari 2000 en 1 januari 2005 verder aan te scherpen. Tabel 8.2 geeft een overzicht. De eisen zijn ook de site van de Europese Unie te vinden (EC, 1998). Binnen Nederland wordt door fiscale stimulering al vanaf 1 januari 2001 op grote schaal diesel verkocht die aan de 2005 norm voldoet.

Tabel 8.2 Toekomstige normen voor brandstoffen in de MV5 (Feinmann, 2000)

		benzine				diesel
Richtlijn:	Ingangsdatum:	zwavelgehalte	loodgehalte	benzeengehalte	aromaatgehalte	zwavelgehalte
93/12	1-10-1996	-	-	-	-	500 ppm
98/70	1-1-2000	150 ppm	0,005 g/l	1%	42%	350 ppm
98/70	1-1-2005	50 ppm	0,005 g/l	1%	35%	50 ppm

Het effect van deze aanscherping is o.a. door Concawe in beeld gebracht (Concawe, 1999). Uit dit rapport kan afgeleid worden dat de aanscherping bij diesel leidt tot een extra brandstofverbruik in de raffinaderijen van 3%. Ook de bij benzine ontstaat er een extra CO<sub>2</sub>-emissie, vooral door transport van benzinefracties, wat ook naar 3% omgerekend kan worden. Dit transport is echter geen verbruik in de raffinaderijen zelf. De toename van het energiegebruik van de raffinaderijen door het toegenomen gebruik van ontzwavelingsopties is voor 2010 gesteld op 3%.

#### *Recente informatie (2003)*

Op 3 maart 2003 is de richtlijn 98/70/EG betreffende de kwaliteit van benzine- en dieselbrandstof aangepast (EU, 2003). Dit betekent dat zowel bij diesel als benzine de kwaliteit met 10 ppm zwavel in 2005 op ruime schaal verkocht moet worden en dat in 2009 alle benzine en diesel aan deze eis moet voldoen. Deze aanpassing is niet in de referentieraming opgenomen.

Op [http://www.aeat-env.com/Sulphur\\_Review/](http://www.aeat-env.com/Sulphur_Review/) zijn reacties te zien van diverse landen en organisaties op het 10 ppm voorstel. In een bijdrage uit Nederland (Paassen, 2000) wordt een stijging van 0,1 Mton CO<sub>2</sub> bij benzine en 0,775 Mton CO<sub>2</sub> bij diesel berekend (en 0,13 Mton bij distributie). Voor de Nederlandse raffinaderijen is dit samen bijna 0,9 Mton CO<sub>2</sub>. Omgekeerd naar de totale CO<sub>2</sub>-emissie betekent dit een stijging van de CO<sub>2</sub>-emissies en het daaraan ten grondslag liggende brandstofverbruik van circa 7,5% (0,9/12=7,5%). Een studie van Concawe op dezelfde site komt tot 1,5 Mton voor benzine en 3,1 Mton voor diesel voor Europa (Concawe 2000a). Gesteld dat Nederland ongeveer 10% van de EU-15 capaciteit heeft, dan komt dit op 0,45 Mton voor Nederland uit ofwel (0,45/12 =) 3,8% stijging. Een iets later gepubliceerd rapport van Concawe (Concawe, 2000b) komt, omgekeerd naar 6,5% stijging, weer hoger uit. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de CO<sub>2</sub>-emissies van de sector, door recente wijzigingen van de brandstofeisen in 2010, bij dezelfde raffinageproductie hoger komen te liggen dan in de referentieraming is berekend.

#### 8.4.2 Gasolie voor mobiele werktuigen, recreatievaart, railvervoer, scheepvaart

Mobiele werktuigen, recreatievaart en het railvervoer gebruiken een dieselolie met een hoger zwavelgehalte dan het wegverkeer. Op dit moment ligt deze norm voor het maximale zwavelgehalte van gasolie (diesel) op 2000 ppm (=0,2 gew.%). Het maximale zwavelgehalte wordt per 1 januari 2008 verlaagd naar 1000 ppm. Dit gebeurt op basis van EU-richtlijn 1999/32/EG (EC, 1999). Deze eis geldt ook voor alle gasolie die in de zeescheepvaart en binnenvaart op nationaal grondgebied gebruikt wordt.

Voor gasolie (diesel) voor de binnenvaart wordt in het kader van de Rijnvaartcommissie overlegd over de eisen die in de toekomst (2003) gaan gelden. Hierbij wordt gedacht aan een zwavelgehalte van gasolie overeenkomstig met de voormalige dieseisen voor het wegverkeer te weten 500 ppm in 2003. Medio 2001 was hierover geen duidelijk, dus is het niet meegenomen in de referentieraming als vaststaand beleid<sup>27</sup>.

#### 8.4.3 Bunkerolie voor de zeescheepvaart

De norm voor het maximum zwavelgehalte van stookolie ligt op dit moment op 5,0 gew.%. Dit is het maximum zwavelgehalte waarmee nog aan de normen van ISO 8217 voldaan kan worden. In de praktijk ligt het gemiddelde zwavelgehalte in West Europa lager, zo rond de 3% (Concawe, 1993). Dit percentage wordt in het model als maximum gehanteerd. Voor bunkerolie, wat voor Nederland een belangrijke afzetmarkt is, is er een voorstel voor wereldwijde eis van maximaal 4,5% zwavel in het kader van Annex VI van het Marpol-verdrag (IMO, 2003). Deze eis zal voor Nederland niet veel effect hebben. Er zit ook een voorstel in Annex VI om voor speciale gebieden de eis te verlagen naar 1,5% voor de brandstof die in dit gebied gebruikt wordt. De Baltische zee is zo een gebied in Annex VI. In maart 2000 heeft IMO's Marine Environment Protection Committee (MEPC) een voorstel goedgekeurd om ook de Noordzee<sup>28</sup> zo een speciaal gebied te maken, maar om dit pas toe te voegen als de Annex van kracht geworden is.

<sup>27</sup> Tel. mededeling Chris Dekkers 27 mei 1999.

<sup>28</sup> Het voorstel om de Noordzee als een SO<sub>x</sub>-emission control area aan te merken is binnen de EU-landen geaccepteerd.

Tot op heden (mei 2003) is de Annex VI door 8 landen aangenomen (Bahamas; Bangladesh; Denmark; Liberia; Marshall Islands; Norway; Singapore; Sweden) die samen 26% van het laadvermogen hebben. Om de Annex (na 12 maanden) in te laten gaan zijn de handtekeningen van 15 landen nodig en een minimale dekking van 50% van het laadvermogen. De Annex is dus nog niet van kracht.

In de vijfde milieuverkenning (MV5) is de verlaging van het zwavelgehalte van bunkerolie in het Noordzee gebied toch reeds als vastgesteld beleid worden aangemerkt<sup>29</sup>. De eisen ten aanzien van bunkerolie betreffen slechts een beperkt deel van de afzet, en zullen geen significant effect op het brandstofverbruik hebben. Wellicht is dit al via blending op te lossen.

#### 8.4.4 Overige zwavelnormen

De ICAO (International Civil Aviation Organization) schrijft voor dat kerosine met minder dan 0,3 gew.% zwavel moet worden gebruikt. Het zwavelgehalte ligt op dit moment op circa 0,03 tot 0,05 gew.%, dus ver beneden de ICAO-norm. Op dit moment is geen sprake van een aanscherping van het zwavelgehalte in kerosine. Omdat er van wordt uitgegaan dat alle kerosine door een hydrotreater gaat, speelt dit zwavelgehalte verder geen rol.

Conform het besluit emissie-eisen stookinstallaties (BEES-A) wordt vanaf 1 januari 2000 voor de totale SO<sub>2</sub> uitstoot van de raffinaderijen een norm gehanteerd van 1000 mg SO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> rookgas (standaardcondities), gemiddeld over de rookgassen van de inrichting (inclusief SRU). Deze norm is als SO<sub>2</sub>-plafond in het model aanwezig.

#### 8.4.5 Energiebesparingsbeleid

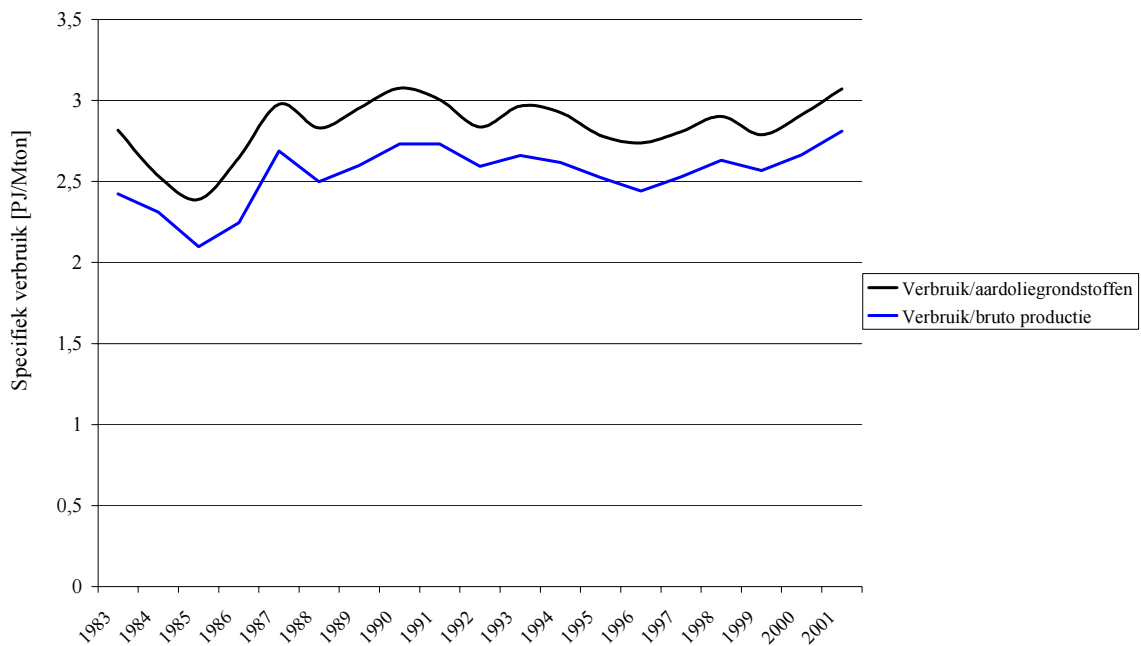
##### *MJA's (meerjarenafspraken)*

Voor de periode 1989-2000 is door de raffinaderijen afgesproken in het kader van MJA-1 10% energiebesparing te realiseren. In de periode 1989 t/m 2000 is volgens de MJA-rapportage 17% gerealiseerd. Door verschuivingen in de productmix en scherpere milieueisen voor brandstoffen is het totale energiegebruik per eenheid crude (of het totaal aan olieproductie) ongeveer constant gebleven. Figuur 8.6 laat het energieverbruik (het saldo tussen aanvoer en afvoer van energiedragers) zien gedeeld door de bruto productie in mln. ton en gedeeld door het verbruik aan aardoliegrondstoffen. Dat deze laatste een hoger cijfer oplevert, komt omdat er ook intermediaire producten verwerkt worden. De grafiek wekt de indruk dat het specifieke verbruik in 2001 weer gestegen is. De verbruikscijfers van 1983 en 1984 zijn in verband met veranderde waarneming onzeker.

---

<sup>29</sup> Volgens Strategische Planning van VROM-DGM.





Figuur 8.6 Energiegebruik raffinaderijen per eenheid totale productie

#### Convenant Benchmarking

Vier van de vijf raffinaderijen (Esso niet) hebben het convenant Benchmarking (CBM) ondertekend<sup>30</sup>. De in het kader van het convenant te realiseren besparing is niet bekend. De bedrijven (inclusief raffinaderijen) hebben hun energiebesparingsplannen (tot 2005) medio 2000 nog niet opgeleverd<sup>31</sup>.

Hoewel anderen, zoals NW&S (Alsema, 1999), op basis van vertrouwelijke Novem-gegevens, uitgaan van een continering van het huidige besparingstempo per eenheid product van circa 1% per jaar, is in de referentieraming van een lager besparingstempo uitgegaan. Voor de stoom- en heatvraag is een besparing van 7% tussen 2000 en 2010 gehanteerd en voor de elektriciteitsvraag 4%. Energie-intensivering, bijvoorbeeld door veranderingen in het crude-pakket, de productmix of de brandstofs specificaties worden door het model berekend. De inzet van warmtekrachtkoppeling (WKK), die ook als efficiencyverbetering in het convenant benchmarking meetelt, wordt separaat bepaald op basis van de energievraag van de raffinaderijen, rekening houdend met de gewenste interne rentevoet en prijzen op de elektriciteitsmarkt.

### 8.5 Raffinage capaciteit

In Tabel 8.3 is een historisch overzicht gegeven van de Nederlandse raffinagecapaciteit. Wat opvalt is dat de ruwe destillatiecapaciteit in 1980 veel hoger was dan nu het geval is. Tussen 1990 en 2000 hebben investeringen plaatsgevonden in hydrocracking en ontzwaveling. Na 2000 zal allereerst in nog meer in ontzwavelingscapaciteit geïnvesteerd moeten worden.

<sup>30</sup> Voor de Esso raffinaderij bestaat de mogelijkheid om via de milieuvergunning energie-efficiency eisen te stellen.

<sup>31</sup> Volgens informatie op [www.benchmarking-energie.nl](http://www.benchmarking-energie.nl) is dit inmiddels (mei 2003) wel gebeurd, maar de inhoud van de plannen is niet bekend gemaakt.

Tabel 8.3 Raffinaderijen en raffinagecapaciteit in Nederland (Bron: Oil and Gas Journal)

	1980	1990	1996	1999	2000	eenheid	1990-2000
aantal raffinaderijen	7	6	6	6	6		0%
ruwe destillatie	2030	1197	1187	1188	1188	1000 b/cd	-1%
vacuüm destillatie	58	423	434	431	431	1000 b/cd	2%
coking (flexicoker)	0	32	37	37	37	1000 b/cd	12%
thermal operations	114	160	121	121	121	1000 b/cd	-32%
catalytic cracking	75	128	137	104	104	1000 b/cd	-23%
catalytic reforming	174	183	169	172	172	1000 b/cd	-6%
catalytic hydrocracking	0	31	73	85	86	1000 b/cd	64%
catalytic hydrocr. (hycon)	0	22	22	22	22	1000 b/cd	0%
cat hydrotreating	199	164	86	86	86	1000 b/cd	-91%
cat hydrotreating	529	467	538	560	560	1000 b/cd	17%
alkylation		14	13	13	13	1000 b/cd	-11%
polymerisatie/dimerisatie						1000 b/cd	
aromatics				26	26	1000 b/cd	100%
isomerization		14	14	14	14	1000 b/cd	-2%
lubes (smeerolie)	4	12	12	12	12	1000 b/cd	1%
oxygenates			4	4	4	1000 b/cd	100%
hydrogen	0,00	0,14	0,14	0,14	0,14	1000 MMcfd	1%
coke			0	0	0	1000 mt/d	
sulfur			pm	1	1	1000 mt/d	100%
asphalt	20	16	15	15	15	1000 b/cd	-6%

In de periode 1995-1998 hebben de Nederlandse raffinaderijen op maximum doorzet gedraaid. Dit betekent dat als de doorzet in 2010 hier significant bovenligt (bijvoorbeeld >5%) dit niet binnen de huidige capaciteit gerealiseerd kan worden. Als de toenemende vraag naar olieproducten leidt tot even grote productie van de Nederlandse raffinaderijen zal in het jaar 2010 een uitbreiding in Nederlandse raffinagecapaciteit gerealiseerd moeten zijn. Omdat de doorzet in het 'gecorrigeerde basisjaar 2000' beneden die van 1995-1998 ligt is deze uitbreiding nog niet nodig in 2005.

De centrale vraag is of deze primaire capaciteit, waarmee de hoeveelheid verwerkte ruwe olie verder toe kan nemen, er ook inderdaad komt. Door de sector worden geen concrete plannen aangegeven. Internationaal lijkt er echter inmiddels een einde in zicht te komen van de langdurige overcapaciteitsituatie. In de VS is de benuttingsgraad gestegen van 66% in 1982 via 94% in 1996 naar 92% in 1999 (daling door capaciteitsuitbreiding) (NPRA, 2002). Daarnaast zijn ook de raffinaderijmarges in 2000 zo toegenomen dat ook bedrijven die zich alleen richten op raffinage in de markt kunnen overleven. Gesteld dat de afzet inderdaad met 15% groeit dan ligt het gezien het bovenstaande zeker voor de hand dat Nederlandse raffinaderijen zullen overwegen om in nieuwe milieuvriendelijke capaciteit te investeren.

### *Situatie 2003*

Na twee jaar krimp is er in 2002 weer 0,8% primaire raffinage capaciteit bijgekomen (Oil and Gas Journal). Dit heeft echter voornamelijk in Noord-Amerika (Mexico) en het Midden-Oosten plaats gevonden. De huidige 81,9 mln barrel per kalenderdag is een nieuw wereldwijd maximum. Binnen Europa hebben de meeste lopende investeringen betrekking op ontzwaveling en waterstofproductie. Daarnaast wordt uitbreiding van FCC capaciteit, vacuümdestillatie en hydrocrackers genoemd. Een vijftal projecten, waaronder in Duitsland en de UK, worden door Oil and Gas Journal genoemd die betrekking hebben op uitbreiding van de crude distillation capaciteit.

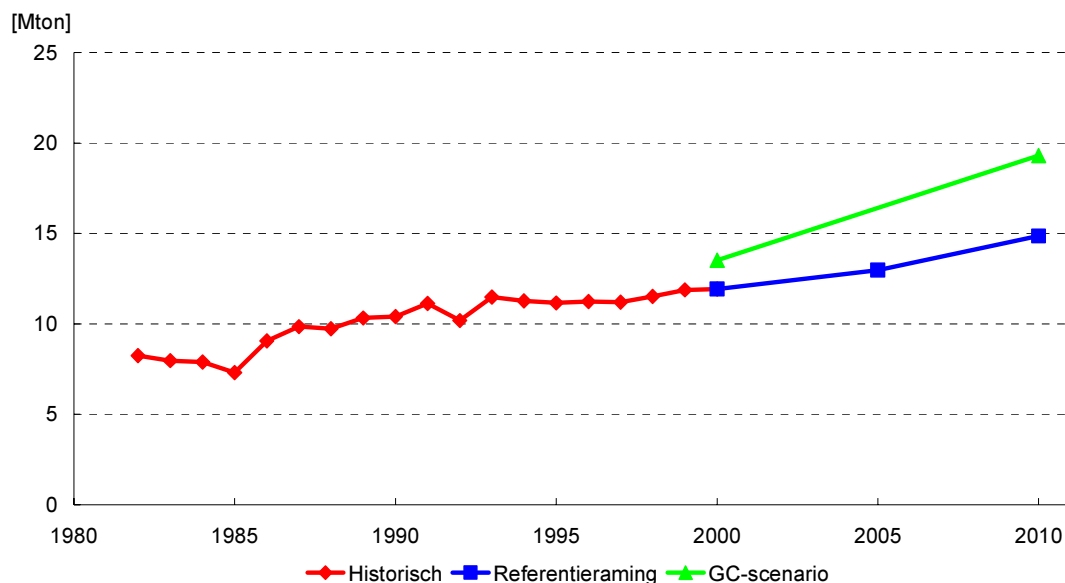
Mede gezien de verwachte verdere groei van de vraag naar transportbrandstoffen (met name groei bij diesel en kerosine in West Europa) zijn er twee opties. Of Europa gaat meer ruwe olie importeren en hier verwerken (en toename export van benzine naar de VS) of Europa gaat meer, reeds geraffineerde producten importeren uit de olieproducerende landen, met name het Midden-Oosten. In de referentieraming is er vanuit gegaan dat de capaciteitsuitbreiding in Europa plaatsvindt, waarbij Nederland (gezien de huidige kennis, opslagcapaciteit, infrastructuur en gunstige ligging van Rotterdam) naar verhouding meegroeit.

Dat er vanuit de sector alleen gedacht wordt aan een geringe primaire capaciteitstoename was, ook bij het opstellen van referentieraming, al bekend. Deze projecten zullen samen echter geen 12% groei van de primaire capaciteit opleveren. Grootschalige nieuwbouw houdt al snel in dat er de omvang van een grote nieuwe raffinaderij bijkomt (kleinere raffinaderijen worden vaak om rentabiliteitsredenen gesloten). Sinds de referentieraming zijn er enkele jaren verstreken waarin geen plannen zijn aangekondigd. Daarbij komt nog dat de economische ontwikkeling niet erg gunstig is. Het is de vraag of er tussen nu en 2010 nog grootschalige nieuwe primaire capaciteit bijgebouwd kan worden. Zelfs indien een bedrijf daar nu (2003) de plannen voor zou aankondigen, kan dit in ca. 7 jaar eigenlijk niet meer gerealiseerd worden

## 8.6 Resultaten

In de berekeningen is de doorzet circa 20% groter dan in 2000. Hierbij moet opgemerkt worden dat de doorzet in 2000 beneden die in de periode 1995-1998 lag. Van de 20% kan circa 10% alleen gerealiseerd worden indien de primaire capaciteit substantieel wordt uitgebreid. Voor wat betreft andere capaciteitsuitbreidingen is om aan de vraag in 2010 te voldoen een forse uitbreiding van hydrocracker-capaciteit nodig. Ook is er een toename nodig bij vacuümdestillatie en bij de opwerkingscapaciteit voor residuale olie van de vacuümdestillatie naar hoogwaardige producten. Tenslotte is er ook een stijging berekend bij hydrotreating en catalytic reforming, die niet direct uit de capaciteitstoename verklaard kan worden.

Met de toenemende doorzet stijgt ook het brandstofverbruik. Het meest in het oog lopende effect is het aardgasverbruik dat tussen 2000 en 2010 bijna verdubbelt. De CO<sub>2</sub>-uitstoot in 2010 komt in de berekeningen uit op 15 Mton. Samen met de uitstoot van de afgelopen jaren is dit zichtbaar in Figuur 8.7. In 2000 was de CO<sub>2</sub>-uitstoot 11,9 Mton in 2001 op basis van voorlopige cijfers 12,6 Mton. Bij dit laatste cijfer, dat ten tijde van de referentieraming nog niet beschikbaar was, kan opgemerkt worden dat de doorzet in 2001 iets boven 2000 lag, en dat in de loop van 2001 vrijwel alle in Nederland verkochte dieselbrandstof, door financiële stimulering, reeds aan de 2005 eisen voldeed.



Figuur 8.7 CO<sub>2</sub>-uitstoot van de raffinaderijen

Tabel 8.4 Samenvattend overzicht in opbouw emissie in 2010

	CO <sub>2</sub> -uitstoot in Opmerkingen [Mton]	
Jaar 2000.	11,9	
Jaar 2000 maar dan gemiddeld over 6 jaar.	12,5	In 2001 al 12,6 voorlopig.
Groei brandstofvraag 12% transport 2000-2010. Doorzet 15% t.o.v. jaar 2000 gemiddeld over 6 jaar.	14,4	Groei komt in alle EU-scenario's voor. De vraag is of NL raffinaderijen meegroeien.
Effect benchmarking en 50 ppm diesel/benzine.	14,4 +/- 0,4	Middelen uit, zit wel wat onzekerheid in (circa 3%).
Overige scenario-effecten (crude prijs, WKK, diepere conversie).	15 +/- 1	Vergt deels investeringen in NL raffinaderijen, grotere onzekerheid. De kans dat het lager uitvalt is groter dan de kans dat het hoger uitvalt.

#### Effect van de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid

Het effect van het UK1-beleid, vastgelegd in de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid, is circa 0,3 Mton minder CO<sub>2</sub>-uitstoot. Tweederde deel hiervan wordt veroorzaakt door de veronderstelde afname van de doorzet, als er meer besparing bij personenauto's plaatsvindt. Ongeveer 1/3 deel wordt veroorzaakt door het convenant benchmarking en het stimuleringsbeleid voor WKK

#### Referenties

Alsema, E. (2001): *ICARUS-4 Sectorstudy for the refineries*. Internet: [www.uce-uu.nl/icarus/](http://www.uce-uu.nl/icarus/), Report nr. NWS-E-2001-26, ISBN 90-73958-77-6, Utrecht University, Utrecht, September 2001.

Concawe (2000a): *Impact of a 10 ppm sulphur specification for transport fuels on the EU refining industry*. Report no. 00/54. Internet: [www.concawe.be/Html/Reports.htm](http://www.concawe.be/Html/Reports.htm), Concawe, Brussels, October 2000

- Concawe (2000b): *EU Commission 'Call for evidence' on ultra low sulphur (ULS) fuels; CONCAWE Response*. Internet: [www.aeat-env.com/Sulphur\\_Review/](http://www.aeat-env.com/Sulphur_Review/), 31 July 2000.
- Concawe (1999): *EU oil refining industry costs of changing gasoline and diesel fuel characteristics*. Report no. 99/56, Internet: [www.concawe.be/Html/Reports.htm](http://www.concawe.be/Html/Reports.htm), Concawe, Brussels, April 1999.
- Concawe (1993): *The European environmental and refining implications of reducing the content of marine bunker fuels*. Report no.1/93, Concawe, Brussels, May 1993.
- EU (2003): *Richtlijn 98/70/EG van het Europees Parlement en de Raad van 3 maart 2003 tot wijziging van Richtlijn 98/70/EG betreffende de kwaliteit van benzine en dieselbrandstof (Voor de EER relevante tekst)*. Internet: [europa.eu.int/eur-lex/nl/lif/reg/nl\\_register\\_15102030.html](http://europa.eu.int/eur-lex/nl/lif/reg/nl_register_15102030.html), Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen L 76/10 (NL). 22 maart 2003.
- EC (1999): *Richtlijn 1999/32/EG van de Raad van 26 april 1999 betreffende een vermindering van het zwavelgehalte van bepaalde vloeibare brandstoffen en tot wijziging van Richtlijn 93/12/EEG*. Internet: [europa.eu.int/eur-lex/nl/lif/reg/nl\\_register\\_15102030.html](http://europa.eu.int/eur-lex/nl/lif/reg/nl_register_15102030.html), Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen L 12113 (NL). 26 april 1999.
- EC (1998): *Richtlijn 98/70/EG van het Europees Parlement en de Raad van 13 oktober 1998 betreffende de kwaliteit van benzine en van dieselbrandstof en tot wijziging van Richtlijn 93/12/EEG van de Raad*. Internet: [europa.eu.int/eur-lex/nl/lif/reg/nl\\_register\\_15102030.html](http://europa.eu.int/eur-lex/nl/lif/reg/nl_register_15102030.html), Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen L 350/58 (NL). 28 december 1998.
- EVN (2002): *Energie Verslag Nederland 2002*. Internet: [www.energie.nl](http://www.energie.nl), Petten, ECN, juni 2002.
- Feimann, P.F.L., et. al (2000): *Verkeer en vervoer in de Nationale Milieuverkenning 5*. RIVM rapport 408129014, Bilthoven, RIVM, december 2000.
- IMO (2003) *International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973, as modified by the Protocol of 1978 relating thereto (MARPOL 73/78)*. Internet: [www.imo.org/home.asp](http://www.imo.org/home.asp), International Maritime Organisation, London, 2003.
- Kok, I.C., Kroon, P. (1997): *Raffinagemodel SERUM in hoofdlijnen; Toets en illustratie van de werking*, ECN-C--96-066, Petten, ECN, maart 1997.
- Kroon, P., et.al., (1997): *Nationale energieverkenningen 1995-2020; trends en thema's*. Rapportnr. ECN-C--97-081, ECN, Petten, maart 1998
- Novem (2001): *MJA Sectorbeschrijving Aardolieraffinaderijen*. MJA-facilitering door Novem, op Internet via: [www.novem.nl/](http://www.novem.nl/), 5 december 2001.
- NPRA (2002): *Comments of the National Petrochemical & refiners association (NPRA) on the federal trade commission's second public conference on refined petroleum products*. Internet: [www.ftc.gov/bc/gasconf/comments2/npra.pdf](http://www.ftc.gov/bc/gasconf/comments2/npra.pdf), NPRA, Washington, April 2002.
- Oostvoorn, F. van, et. al. (1989): *SERUM, Een model voor de Nederlandse raffinage industrie*. ESC-49, Petten, ECN, Oktober 1989.
- Paassen, C.W.C. (2000): *Sulphur reductions in vehicle engine fuels to 30/10 ppm; Refining and product distribution aspects*. On contract from the Ministry of Economic Affairs of the Netherlands, 8 August 2000.

## 9. LANDBOUW

### *Inleiding*

Voor wat betreft de landbouwsector wordt uit energieoogpunt onderscheid gemaakt tussen de glastuinbouw en de overige land- en tuinbouw. De wijze van ramen voor de glastuinbouw is in 1999 op verzoek van het Ministerie van LNV verbeterd en gestroomlijnd (ECN, 1999) met een eerder door LEI en ECN uitgevoerde quickscan. Daarbij is:

- de door LEI voor de MJA gehanteerde populatie en temperatuurcorrectie overgenomen,
- een ophoging voor opkweek toegepast op basis van het areaal,
- het potentieel voor assimilatiebelichting aangepast volgens inzichten van sectordeskundigen,
- de gevoeligheid voor energieprijzen nader geanalyseerd en bijgesteld.

De warmte van derden is conform de NEV-systematiek als energie-inkoop van de sector beschouwd, de sectorramingen betreffen het finale en niet het primaire verbruik.

Het energieverbruik in de landbouw is weergegeven in de Tabel 9.1. De cijfers voor 1995 en 1998/9 zijn gebaseerd op CBS- en LEI-gegevens. Finaal thermisch verbruik betreft in dit geval een optelling van aardgas, olieproducten, warmte uit eigen WKK en door derden geleverde warmte. Brandstof voor WKK is dus niet aangemerkt als finaal verbruik. De gegevens voor 2000 en 2010 betreffen modelresultaten, in de modellen is de opkweeksector behandeld als onderdeel van de glastuinbouw (3-4% van het totaal). Het finaal verbruik is bepaald met SAVE-productiebedrijven (ECN, 1995) op basis van de economische, fysieke en technische ontwikkeling van de sectoren.

Tabel 9.1 *Energieverbruik in PJ, landbouw*

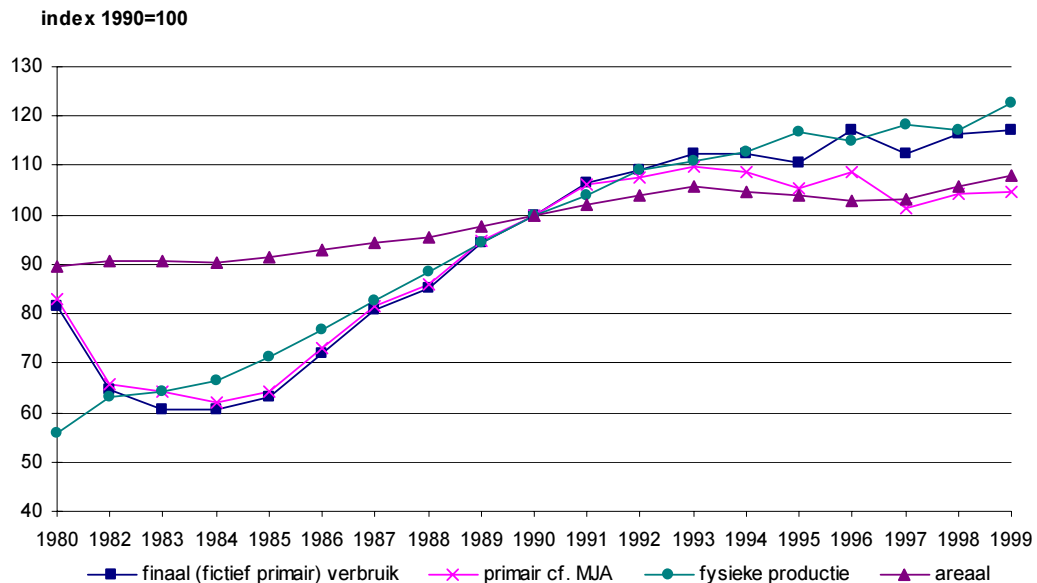
	1995		1999		2000		2010	
	elektr.	therm.	elektr.	therm.	elektr.	therm.	elektr.	therm.
	monitoring ECN**				raming ECN***			
<i>Finaal</i>								
Glastuinbouw	7,6	130,3	11,4	129,4	12,8	130,7	18,6	119,6
Overige land- en tuinbouw	7,6	35,9	7,3	27,9	7,7	31,8	7,2	25,5
Totaal land- en tuinbouw	15,2	166,2	18,7	157,3	20,5	162,5	25,8	145,1
<i>Eigen WKK</i>								
Brandstof input		13,6		20,2		19,8		23,0
Output	4,3	7,2	6,7	10,5	7,3	10,2	8,5	11,8
<i>Verbruikssaldo</i>								
Glastuinbouw	3,2	136,6	4,7	139,1	5,4	140,4	10,1	130,8
Overige land- en tuinbouw	7,6	35,9	7,3	27,9	7,7	31,8	7,2	25,5
Totaal land- en tuinbouw	10,8	172,5	12,0	167,0	13,1	172,2	17,3	156,3
<i>Primair energieverbruik</i>								
Warmtelevering derden		8,2		15,5		16		21
w.v. WKK-warmte		1,3		10		11		14
w.v. restwarmte		6,9		5,5		6		7
factor primair LEI	2,59	0,23	2,43	0,26	2,4	0,28	2	0,3
factor primair Protocol*	2,4	0,5	2,4	0,5	2,4	0,5	2,4	0,5
Primair cf. LEI		138,6		139,1		141,5		136,4
Primair cf. Protocol		141,5		143,9		146,4		145,7

\* warmte uit de energiesector met een factor van 0,5 (voorlopig), bovendien aardgas 1,01; olieproducten 1,05 (ECN, 2001)

\*\* CBS/LEI, bewerking ECN, glastuinbouw cf LEI excl. opkweek.

\*\*\* glastuinbouw incl. opkweek.

Verrekening van de in- en uitgaande stromen van de eigen WKK levert het verbruikssaldo van de sector. Vervolgens wordt dit saldo verrekend met warmtelevering van derden tot het primair verbruik, conform de MJA-methode en conform de methode uit het Protocol Energiebesparing. Deze methoden wijken o.a. af bij de bepaling van het primair verbruik van warmtelevering.



Figuur 9.1 *Realisaties energieverbruik, productie en areaal in de glastuinbouw (Bron LEI)*

In de figuur is het effect van WKK- en restwarmtelevering aangegeven. Dit is gelijk aan het verschil tussen finaal en primair verbruik. Zonder dit effect lijkt de efficiencyverbetering (op het finaal verbruik) beperkt. Warmte van derden is dus een belangrijke besparingsoptie gedurende de laatste tien jaar.

Vanaf 1990 neemt het areaal met ongeveer 1% per jaar toe en de fysieke productie met 2,3%. De areaalproductiviteitsgroei is ook een belangrijk element in de energie-efficiencyverbetering, al is deze niet meer zo hoog als in de periode 1984-1990. Vanaf 1995 is de toename van de areaalproductiviteit zelfs nihil. Het LEI (Ruijs 2001) verwacht dat tot 2010 er hooguit een productiviteitsontwikkeling van 1% per jaar zal zijn.

### Marktontwikkelingen

De afzetmarkt van de glastuinbouw is niet gereguleerd door EU-beleid. De aard van de productie wordt sterk bepaald door de West-Europese vraag naar glasgroenten en de Europese en mondiale vraag naar snijbloemen. De omvang van de productie wordt beperkt door de groei van het areaal en de concurrentie uit met name Spanje voor de vruchtgroenten. Concurrent voor bloemen/potplanten zijn andere landen in het Midden Oosten, Afrika en Latijns Amerika. Deels afhankelijk van de macro-economische ontwikkeling ligt de reële groei van de productiewaarde op 2-3% per jaar.

### Capaciteit

De productiecapaciteit wordt bepaald door de areaalomvang en productiviteit per eenheid van kasareaal. Het areaal groeit slechts in beperkte mate. De nieuwe gebieden zijn omvangrijk maar de planologische procedures zijn relatief traag. Een groeitempo van 1% per jaar lijkt onder druk van noodzakelijke herstructurering realiseerbaar, maar naar verwachting staat daar ook afname in de oude gebieden tegenover. Per saldo resulteert in de stabilisatie van het areaal over 2001-2010 (0% groei). De groei van de fysieke productie per eenheid kasareaal is noodzakelijk om concurrentie het hoofd te bieden. De sector is innovatief en zal zich mede door de gaskostenstijging verder moeten specialiseren, gewone teelten als tomaat en komkommer zullen in omvang

afnemen. Verondersteld wordt dat de jaarlijkse areaalproductiviteitsverhoging inderdaad 1% zal bedragen, iets lager dan in het afgelopen decennium, maar beter dan de laatste jaren. Naast deze fysieke productiviteitsgroei wordt een verdere opwaardering van productkwaliteit en assortiment verondersteld van 1-2% per jaar.

### *Energieprijzen*

In de berekeningen voor de raming wordt uitgegaan van een forse verhoging van de kosten voor aardgas. Daarin wordt de kostencomponent voor ongelijkmatige gasafname een belangrijke factor. De kosten omgerekend per m<sup>3</sup> zijn voor de raming ingezet op 25 ct. voor 1996-2000, 34 ct. voor 2001-2005 en 37,6 ct. voor 2006-2010 (prijsniveau 2000). Dit is gebaseerd op invoering en toepassing van het CDS of een vergelijkbaar systeem, inclusief de heffingen op basis van 2001. De kosten per m<sup>3</sup> zijn gebaseerd op een bedrijfsduur van 2000 uur, dit impliceert reeds een aanpassing van het huidige afnamepatroon van 1000-1500 uur naar een meer gelijkmatig karakter. Deze inschatting is gebaseerd op signalen uit de sector betreffende collectieve inkoop en clustering.

### *Effecten liberalisering*

De effecten van liberalisering op het besparingsgedrag zijn in een aparte bijlage kwalitatief behandeld. Voor de glastuinbouw zal de structurele verhoging van de stookkosten in een aantal situaties leiden tot aanpassingen van teeltkeuze, mogelijk bedrijfsverplaatsing of veranderingen in de energiehuishouding. Volgens LEI zou echter de liberalisering tot een omschakeling naar intensivering kunnen leiden bij de extensieve teelten, omdat daar de kosten voor onregelmatige gasafname het hardst zullen stijgen. Het wordt in de geliberaliseerde situatie met name interessant om in de winterpiek te besparen om de maximale gasafname te beperken. Aanvullende isolatie, uitbreiden winterstop, bijstook van olie (mits hier vergunningen voor worden gegeven) zijn denkbare opties om kosten te reduceren. Clustering van glastuinbouwbedrijven om te profiteren van verschillende afnamepatronen heeft slechts beperkt zin. De behoefte aan ruimteverwarming is immers sterk afhankelijk van de buitentemperatuur. Ook warmtebuffering helpt gezien de beperkte opslagcapaciteit niet voor de afnamepiek in het winterseizoen. Daarentegen wordt het relatief goedkoop om in de zomerperiode gas te gebruiken, bijvoorbeeld voor aanvullende CO<sub>2</sub>-bemesting. De trend van groeiende CO<sub>2</sub>-bemesting is vooral van toepassing op glasgroenten. Er zijn nog weinig kwantitatieve effecten bekend van de liberalisering aangezien de grotere bedrijven (de grens is recent vastgesteld op 835.000 m<sup>3</sup>/jaar) er in 2002 mee te maken krijgen en de rest in 2004. In de raming wordt niet uitgegaan van extra intensiverende effecten door het CDS. Het effect van liberalisering op WKK wordt verderop afzonderlijk behandeld.

### *Elektriciteit*

Het finaal elektriciteitsverbruik is buitengewoon sterk gegroeid, sinds 1990 met gemiddeld 13% jaarlijks. In verhouding tot de toegevoegde waarde is het nu twee keer zo hoog als bij de industrie. Eigen opwekking van elektriciteit speelt daarin een belangrijke rol, en dit hangt weer sterk samen met de toename van belichte teelten. In 1990 was circa 500 ha belicht met ca. 30 Watt/m<sup>2</sup>, ongeveer 1,8 PJ<sub>e</sub> van de 3,7 PJ<sub>e</sub>. Het geschatte belichte areaal bedroeg in 1998 iets meer dan 1000 ha (ECN, stroomlijning 1999, schatting IKC). Met een gemiddeld vermogen van 35 Watt/ m<sup>2</sup> en een gemiddelde belichtingsduur van 3260 uur vereiste dit 4,3 PJ<sub>e</sub> van de 10,8 PJ<sub>e</sub>. Het LEI heeft voor Novem een schatting voor 1999 gemaakt (Monitoring WKK, Novem, M.v.Melick, en COGEN, R.v.d.Schans) en komt op 1460 ha belicht areaal met 33 W/ m<sup>2</sup>, ofwel 5,7 PJ<sub>e</sub> op 11,4 PJ<sub>e</sub> totaal. Per saldo zou het elektriciteitsverbruik door andere functies dan belichting dus nog harder gegroeid moeten zijn. Dit is moeilijk te verklaren (koeltoepassingen, doorlevering derden, cannabisteelt?). Verondersteld wordt evenwel dat de groei van deze andere elektriciteitstoepassingen geleidelijk tempert.

### *Technologie en besparingsopties*

Voor wat betreft energiebesparingsopties en aanpassingen in de teeltwijze wordt verwezen naar de eerdere publicaties (SAVE, Stroomlijnen). Het resultaat enkele relevante ontwikkelingen: isolatie kasdek 63% penetratie in 2010; betere condensoren besparing gemiddeld t.o.v. 1995 25



GJ/ha; warmtebuffer 42% penetratie; warmtepompen 0%; extensievere teeltwijzen: besparing gemiddeld t.o.v. 1995 430 GJ/ha; verbeterde kasconcepten idem nog eens 610 GJ/ha; temperatuur en CO<sub>2</sub>-intensivering 850 GJ/ha; areaal belicht 18%, met 4500 GJe/ha)

### *WKK en grootschalige warmtedistributie*

Warmtekrachtkoppeling met elektriciteitslevering aan het net is geen aantrekkelijke investering meer. Momenteel is het beleid gericht op handhaving van de huidige capaciteit. Voor geliberaliseerde WKK is draaien in de daluren momenteel nadelig, de elektriciteitsopbrengsten wegen dan niet meer op tegen de gaskosten. Verwacht wordt dat deze uitzonderlijke marktsituatie niet blijft voortduren. Niettemin is de lage opbrengst van elektriciteit in de daluren voor WKK een vaststaand feit. Het is echter niet waarschijnlijk dat men hierop gaat inspelen met etmaalbuffering van warmte in combinatie met een vergroting van het WKK vermogen. Nieuwe grootschalige warmtedistributieprojecten zijn financieel geen haalbare kaart gebleken, ondanks subsidie-mogelijkheden. Ook de locatiekeuze voor nieuwe gebieden wordt slechts bij uitzondering bepaald door beschikbaarheid van laagwaardige warmte of CO<sub>2</sub>. Dit legt een belangrijke beperking op het energie-efficiencybeleid, dat de afgelopen tien jaar zeer sterk leunde op toepassing van warmte van derden. WKK voor belichtende tuinders heeft per saldo geen nadeel van liberalisering (Van Dril, 1999), aangezien ook netkosten worden vermeden. Mogelijk kan voor belichtende tuinders het inkopen vanaf het net nog wel aantrekkelijk zijn in de nachtperiode na 23 uur, mits ze geen eilandbedrijf hebben. Per saldo wordt voor beide vormen van WKK een bescheiden groei verondersteld tot een gezamenlijk vermogen van ca. 1300 MWe in 2010. Voor restwarmte worden geen nieuwe projecten verondersteld, maar nog een verbetering van de huidige warmtebenutting.

## 9.1 Besparingsbeleid: GLAMI en AMvB glastuinbouw

Het belangrijkste instrument is de convenant Glastuinbouw en Milieu (GLAMI). Voor energie-efficiency is de doelstelling van het GLAMI-convenant een verbetering van 65% in 2010 ten opzichte van 1980. Ter uitvoering van de GLAMI is een AMvB vastgesteld. In de AMvB worden energienormen gesteld per ha kas<sup>32</sup>. Volgens de teeltnormen in de AMvB is een vermindering van het energieverbruik per ha van ca. 20% mogelijk. Ten aanzien voor de glastuinbouw speelt een rol dat er voorheen eigenlijk geen verplichting was voor afzonderlijke bedrijven met betrekking tot energie-efficiency. De energienormen in de AMvB gelden voor elke tuinder die onder de AMvB valt en zo'n tuinder hoeft dan geen vergunning. Tuinders kunnen ook een vergunning aanvragen en zelf een energiebesparingsplan indienen. De normen moeten worden gehandhaafd door lagere overheden.

De GLAMI-doelstelling is niet 'hard' in het model gezet. Ook de energienormen uit de AMvB zijn niet in het rekenmodel vastgelegd. Door besparingsmogelijkheden bedrijfseconomisch af te wegen, rekening houdend met de kostenverhoging van energie, lijkt het behalen van de energienormen dichterbij te komen. Er zijn geen sanctiebepalingen verondersteld die het daadwerkelijk behalen van de energienormen afdwingen.

Het overige besparingsbeleid dat in de raming wordt verondersteld stemt overeen met de uitgangspunten voor eerdere scenarioberekeningen. Dit betreft o.a budget voor besparingsonderzoek en Energie-investeringsaftrek.

### *Stand van zaken lopende MJA energie efficiency*

In 2000 is een verbetering van 44% bereikt ten opzichte van 1980, de doelstelling uit de MJA van 50% in 2000 is niet gehaald. De laatste 10 jaar is ongeveer 25 PJ primair bespaard. Een belangrijk deel van de efficiency binnengehaald door besparing met WKK- en restwarmtelevering van derden, de besparende effecten blijven volledig aan de tuinbouw toegerekend. Het betrof

---

<sup>32</sup> In tegenstelling tot de GLAMI-doelstelling die energie per eenheid fysieke productie betreft.

een besparing van ca. 9 PJ. Daarnaast werd ca. 8 PJ bespaard door eigen WKK. Daarom is de fiscale stimulering van WKK en warmtedistributie een belangrijk instrument voor de sector. Voor toepassing van warmte van derden is de tuinder echter afhankelijk van het energiebedrijf, van infrastructuur etc. De efficiencyverbetering op het finaal verbruik lag beneden de 1% per jaar. Deze verbetering heeft betrekking op zowel energietechnische maatregelen als schermen en condensoren als (mogelijk ook) efficiëntere teeltmethoden en ontsparende ontwikkelingen zoals CO<sub>2</sub>-dosering.

#### *Vooruitzicht doelstelling voor 2010*

De efficiencyverbetering die in de Referentieraming is verondersteld is niet voldoende om de GLAMI-doelstelling te bereiken. Om de GLAMI-doelstelling van 65% efficiencyverbetering t.o.v. 1980 te bereiken in 2010 is ten opzichte van 2000 een verbetering van nog bijna 40% nodig  $((100-44)-(100-65))/(100-44)$ . Omgerekend per jaar over 2000-2010 is dat 4,5%. De ontwikkeling van WKK is door ECN redelijk optimistisch ingeschat op een groei van 25% over 2000-2010. Dit levert ca. 2 PJ besparing op. (0,1-0,2% per jaar). Voor grootschalige warmtedistributie is geen groei voorzien. Met extra beleid (bijvoorbeeld forse overheidsinvesteringen in infrastructuur zoals een restwarmtenet in het Westland) is de efficiencyverbetering via warmte van derden op 0,5% te brengen. Dan resteert nog ongeveer 4% per jaar efficiencyverbetering die in de kas moet plaatsvinden. In de raming wordt door de hogere energierekening een efficiencyverbetering op het finaal verbruik van 1,8% bepaald<sup>33</sup>. De helft (ca. 1%) van deze efficiencyverbetering ontstaat door meer productie per ha kas en de andere helft (ca. 1%) door minder energieverbruik per ha kas. Om aan de vereisten van de AMvB te voldoen is echter jaarlijks 2% minder energieverbruik per ha kas nodig. Volgens de raming wordt dit tempo derhalve niet bereikt.

#### *Hoe is nog verbetering mogelijk?*

In CO<sub>2</sub> uitgedrukt is dus met forse impulsen in restwarmte nog 0,2-0,3 Mton te halen. Naast de cultuuromslag tengevolge van de liberalisering en de AMvB die reeds in de raming is verondersteld (verdubbeling besparingstempo op finaal verbruik) is om de AMvB volledig te halen nog 1% extra nodig en om de GLAMI te behalen nog eens 1% efficiencyverbetering. Volledig af dwingen van de AMvB-normen betekent dus al een intensivering ten opzichte van de raming, d.w.z. ongeveer 0,8 Mton.

## Referenties

Dril, A.W.N. van (1999): *Stroomlijning Energie en CO<sub>2</sub>-verkenningen glastuinbouw*, ECN-C--99-028, Petten, april 1999.

Dril, A.W.N. van et al (1999): *Toekomst warmtekrachtkoppeling*, ECN-C--99-086, Petten, oktober 1999.

LEI (1999): *Liberalisering Aardgasmarkt*, LEI 1999.

---

<sup>33</sup> Vanuit het LEI wordt deze energie-extensivering betwijfeld, hier wordt ook een verschuiving naar intensievere teelt verwacht. Omdat niet duidelijk is hoe LEI de fysieke productie meet, is ook onduidelijk wat deze mogelijke verschuiving voor een (structuur)effect heeft op de geaggregeerde efficiency. Naar verwachting zijn de structuureffecten klein en mogelijk negatief voor de efficiency.

## BIJLAGE A LIBERALISERING ENERGIEMARKTEN

Verlaging van de energiekosten is een belangrijke doelstelling van het liberaliseringsbeleid. Deze verlaging kan bereikt worden op markten waar aanbieders van energie concurreren en afnemers niet gebonden zijn aan een bepaalde leverancier. Aanbieders van energie zullen genoodzaakt worden efficiënt te werken en kosten te reduceren.

De concurrentie leidt ook tot het expliciet maken en toerekenen van kosten aan de kostenveroorzakers. Met name het afnamepatroon van aardgas wordt nu tot uitdrukking gebracht in de kosten via een capaciteits- en een verbruikscomponent. Het hanteren van een vaste tariefcomponent naast een variabele is niet nieuw, bij elektriciteit bestond het al<sup>34</sup>. Reservecapaciteit en andere faciliteiten met betrekking tot gas- en elektriciteitslevering kunnen nu expliciet in rekening gebracht worden. Exploitanten van distributienetten hebben nog een natuurlijk monopolie, maar zijn aan regels gebonden met betrekking tot de nettarieven en staan onder toezicht.

Ten gevolge van het expliciet doorberekenen van specifieke kostencomponenten kunnen bepaalde groepen gebruikers in plaats van lagere energiekosten met structureel hogere energiekosten geconfronteerd worden. Dit is onder andere het geval voor de gaskosten in de glastuinbouw (LEI 1999). Ook kleinverbruikers kunnen met hogere energiekosten te maken krijgen, los van de verhoging van de regulerende energiebelasting (REB).

De liberalisering van energiemarkten zal op het gedrag van bedrijven een aantal effecten kunnen hebben. De volgende effecten worden onderscheiden:

- Het algemene kosteneffect. Een verlaging of verhoging van de gemiddelde energiekosten voor kleinere verbruikers, met name buitentemperatuurafhankelijke verbruikers. Met andere woorden: het bedrag van de gasrekening gaat omlaag of omhoog. Dit kan leiden tot verminderde c.q. verhoogde aandacht voor energiebesparing, en minder of meer energiebesparende investeringen. Dit verhogingseffect is meegenomen in de modelberekeningen.
- Het systeemkosteneffect. De introductie van met name de CDS-systematiek leidt ook tot (niet fysieke) systeemreacties: bedrijven gaan zich organiseren, mogelijk clusteren, andere tarieven bedingen, gebruik maken van flexibiliteit in de tariefstelling. De aandacht van energiemanagers zal minder gericht zijn op fysieke energiebesparing en meer gericht zijn op kostenbesparing. Deze niet-fysieke reacties zijn in de berekeningen niet expliciet verwerkt, maar tot uitdrukking gebracht door in de tarieven niet uit te gaan van de meest ongunstige afnamepatronen.
- Het effect van verbruiksspreiding. Daarbovenop kunnen er ook fysieke systeemreacties plaatsvinden zoals warmte of gas bufferen, en energie-intensieve activiteiten spreiden in de tijd. Mogelijk is ook bijstook van olie bij piekverbruik nog een alternatief. Deze verbruiksontwikkelingen zijn niet expliciet opgenomen in de berekeningen. Een seizoenbuffer voor ruimteverwarming is in het algemeen niet realistisch, brandstofswitches evenmin. Ten aanzien van spreiding zijn nog geen gegevens voorhanden.
- Het effect op specifieke investeringen in besparing. Verder verandert het kostenplaatje van besparingsopties en andere verbruiksontwikkelingen. Het wordt aantrekkelijker om te besparen in de pieken en minder aantrekkelijk om te besparen in de periodes met laag verbruik. Voor opties die betrekking hebben op energie die over het gehele jaar verbruikt wordt, vooral investeringen in kapitaalgoederen, verandert er niet veel. Zo is een verbeterde isolatie of ketel besparend in alle seizoenen. Met dit soort opties wordt namelijk niet alleen

---

<sup>34</sup> De terminologie vast/variabel is eigenlijk verwarrend. De vaste component waarop gedoeld wordt, is een capaciteitsafhankelijke component. Als men dus structureel minder gas afneemt, doet men beroep op minder capaciteit, waardoor wel degelijk de gaskosten dalen.

het volume verlaagd, maar daalt ook de gevraagde capaciteit per jaar.

- Het effect op besparing via bedrijfsvoering. Op activiteiten die kenmerkend zijn voor piekperioden wordt het aantrekkelijker om te besparen. Het introduceren van een winterstop wordt aantrekkelijker bij ruimteverwarming. Bij het inschakelen van activiteiten met een zeker tijdvenster, zoals batchprocessen, persluchtcompressoren, ventilatie, mengen, transport, etc. kan hier meer op ingespeeld worden. Besparen in het 'dal' wordt minder aantrekkelijk. In de glastuinbouw kan dit leiden tot verhoogde CO<sub>2</sub>-bemesting in de zomerperiode, of meer belichting in de nachtperiode. Klimaatcomputers kunnen mogelijk dit gedrag gaan optimaliseren. Dit bedrijfsvoeringseffect zou nul zijn als de extra besparing in de piek in evenwicht blijft met de extra ontsparing in de dalen. Dit is gemakshalve nu aangehouden, maar verdient nader onderzoek.