

620.g2: 631/635

HET GEBRUIK VAN AGRARISCHE
PRODUKTEN VOOR
TRANSPORTBRANDSTOFFEN

NRLO-rapport nr. 90/14

Rapport van de NRLO-Werkgroep
"Biomassa ten behoeve van energie"



Nationale Raad voor
Landbouwkundig Onderzoek
Postbus 20401
2500 EK 's-Gravenhage
tel.: 070 - 3793654/3793653

juli 1990

H E T G E B R U I K V A N
A G R A R I S C H E P R O D U K T E N
V O O R
T R A N S P O R T B R A N D S T O F F E N

RAPPORT VAN DE NRLO-WERK GROEP 'BIOMASSA TEN BEHOEVE VAN
ENERGIE':

G.J. Doornbos (voorzitter)
drs. S.S. de Vries (secretaris)

NCBTB
Landbouwschap

dr. Th. M. Bakker
ir. P.M. Klestadt
ir. P.H.R. van Hoek
dr.ir. T.J.H.M. Hutten
ir. C.T. Slingerland
ir. P.L. Slis
prof. dr. J. de Veer

Ministerie LNV
Shell Nederland Chemie BV
Nedalco
LEI
NEHEM
NRLO
LEI

INHOUDSOPGAVE

INLEIDING	p. I
SAMENVATTING	p. II - XV
HOOFDSTUK 1 ENERGIE RENDEMENT	p. 1 - 11
1. Algemeen	
2. Uitgangspunten	
3. Ook fossiele brandstof heeft een energetische output/input-verhouding	
4. Meer bewerking, minder rendement	
5. Het primaire productieproces	
6. Transport en verwerking	
7. Output/input-verhoudingen	
HOOFDSTUK 2 MILIEU	p. 12 - 38
8. Milieu in produktie en consumptie	
9. Aannames ten aanzien van het milieu	
10. Kooldioxide en broeikaseffect	
11. Smogvorming en verzuring: VOS en NO ^x	
12. Koolmonoxide	
13. Zwaveldioxide	
14. Stikstof en fosfaat	
15. Bestrijdingsmiddelen	
16. De optie voor ethyl tertiary butyl ether (ETBE)	
17. Emissie-eisen van de overheid voor CO ₂ , NO _x , HC, SO ₂ , P en N	
18. Ethanol en koolzaadolie gemengd met diesel	
15. Aldehyden	
16. Andere emissie-stoffen	
17. Ruimtelijk gebruik en risico's	
18. De mogelijkheden van technologie	

19. Economische haalbaarheid
20. De prijzen van verschillende grondstoffen in de tijd
21. Huidige prijsverschillen
22. De potentie van de Nederlandse landbouw:
fysieke mogelijkheden
23. De prijsontwikkelingen
24. Werkgelegenheid als gevolg van biomassa voor energie
25. Opties voor stimulering agrarische transportbrandstoffen:
internationaal beleid
26. Opties nationaal

BIJLAGE 1 bij hoofdstuk 1 p. 77 - 88

BIJLAGE 2 bij hoofdstuk 2 p. 89 - 96

BIJLAGE 3 bij hoofdstuk 3 p. 97 - 98

BIJLAGE 4 De samenstelling van de werkgroepen p. 99 -100

INLEIDING

De NRLO-Stuurgroep Agrificatie heeft aan het einde van 1989 aan de Werkgroep 'Biomassa ten behoeve van Energie' de mogelijkheid gegeven een drietal subwerkgroepen in te stellen betreffende aspecten van energie-rendement, milieu en economie van transportbrandstoffen op basis van biomassa. Deze subwerkgroepen hebben zich bij hun werkzaamheden vooral beperkt tot de meest recente gedachtenvormingen over deze thema's en baseren hun bevindingen dan ook op recente literatuur en recente ervaringen met experimenten, projecten en ontwikkelingen.

Bij de uitwerking van de verschillende thema's staan de mogelijkheden voor transportdoeleinden centraal. Hiermee is niets ten nadele of ten voordele gezegd van mogelijkheden om biomassa in te zetten voor electriciteits- en warmteopwekking op basis van biomassa. Deze zaken zijn ook eigenlijk niet los van elkaar te zien. Afvalstoffen en bijprodukten kunnen in de productieprocessen voor transportbrandstoffen ook energetisch worden ingezet. Naast concreet gebruik van deze mogelijkheden in de verwerkende agrarische industrieën, wordt op dit gebied in veel landen van de Europese Gemeenschap onderzoek verricht.

De subwerkgroepen hebben vooral in de constaterende zin de drie thema's benaderd. Waar details onbekend zijn, hetgeen voor gewassen en processen geldt die nog onvoldoende in experimenten en projecten zijn opgenomen, zijn vraagtekens gesteld. Dit is bijvoorbeeld het geval voor een gewas als miscanthus en de transportbrandstof ETBE.

Concentratie heeft plaatsgevonden op een drietal akkerbouwgewassen, te weten tarwe, suikerbieten en koolzaad. Er is geen nadere aandacht geschonken aan de verschillende industriële processen waarbinnen transportbrandstoffen op basis van biomassa kunnen worden vervaardigd. Deze processen zijn bekend en worden ook toegepast. Daarnaast is de aandacht gelegd op de markten voor transportbrandstoffen zelf en niet zozeer op de markten voor bijprodukten die ontstaan bij de productie van deze brandstoffen.

SAMENVATTING

1. DRIE VRAGEN

Gebruik van agrarische en bosbouwproducten voor energiedoel-einden vindt in verschillende landen en in verschillende vormen plaats. Directe verbranding van hout, mest en stro zijn reeds lang bestaande vormen voor energieopwekking. Het gebruik van agrarische producten voor transportbrandstoffen is van recenter datum en wordt op grote schaal toegepast in de Verenigde Staten en Brazilië. Biomassa voor transportbrandstoffen zijn in Europees verband ook aan de orde. In verschillende lidstaten van de Europese Gemeenschap is sprake van experimenten, projecten en onderzoek op dit gebied, zoals in Frankrijk, Duitsland en Italië.

De werkgroep "Biomassa ten behoeve van Energie", die is ingesteld door de Stuurgroep Agrificatie van de Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek, heeft in 1989 een aantal aanbevelingen gedaan voor onderzoek. Op het gebied van biomassa voor transportbrandstoffen werd aanbevolen subwerkgroepen van deskundigen in te stellen om een beter inzicht te verkrijgen omtrent een drietal thema's. Deze thema's betreffen de energiebalans, het milieu en de economie. In haar eerdere beschouwingen had de werkgroep "Biomassa ten behoeve van Energie" tegenstrijdigheden geconstateerd in de literatuur rond deze thema's.

Onderstaand worden de bevindingen van subwerkgroepen en werkgroep betreffende het gebruik van agrarische producten voor transportbrandstoffen weergegeven, waarbij de genoemde drie thema's centraal staan. Dat de aandacht vooral is uitgegaan naar de transportbrandstoffen, wil niets ten nadele zeggen van de mogelijkheid om biomassa in te zetten voor electriciteits- of stationaire warmteopwekking. Deze zaken staan overigens niet los van elkaar.

Het rapport moet als een tussenrapport worden gezien, waarin richting wordt gegeven aan de discussie rond het gebruik van biomassa voor transportbrandstoffen. Het geldt dus niet als een eindrapport in de discussie rond bio-brandstoffen, hetgeen ook blijkt uit de omissies die op bepaalde punten bestaan en aangegeven zijn.

2. ENERGIE-RENDEMENT

In de discussies rond het al dan niet gebruik van agrarische grondstoffen voor energiedoeleinden en dan speciaal voor transportbrandstoffen, is het energie-rendement tot nu toe een belangrijk thema geweest. Met energie-rendement wordt dan veelal bedoeld het verschil tussen de hoeveelheid fossiele energie die nodig is voor primaire productie, processing en transport en de hoeveelheid energie die wordt verkregen voor verbruik als brandstof.

Onderstaand wordt niet zozeer gesproken over energie-rendement, maar in termen van output-input verhoudingen. Dit kan worden gedefinieerd als het totaal aan fossiele energie dat in het proces van winning, productie en transport van de transportbrandstof wordt ingezet ter verkrijging van één eenheid van die brandstof. De output-input verhouding is altijd groter dan 0, maar kan kleiner of groter zijn dan 1.

Dat de output-input verhouding in geval van fossiele transportbrandstoffen altijd kleiner is dan 1, wil zeggen dat van de oorspronkelijke ingebrachte hoeveelheid fossiele energie een deel verbruikt wordt ten behoeve van winning, processing en transport. Wat van belang is, is te weten om welke getallen het daarbij gaat.

Output-input verhoudingen zijn in de literatuur op meerdere manieren benaderd voor agrarische producten. Voor een aantal agrarische producten werd lange tijd aangenomen dat de output-input verhoudingen op 1 of lager moesten worden gesteld, wanneer deze producten zouden worden omgezet tot transportbrandstoffen. Bij een verhoudingsgetal van 1 zou dan per eenheid transportbrandstof van biologische oorsprong een zelfde hoeveelheid fossiele energie zijn verbruikt als input. Berekend werd dat het netto rendement bij de productie van transportbrandstoffen uit biomassa nul of zelfs negatief is.

Dit beeld heeft zich in de afgelopen jaren fundamenteel gewijzigd in die zin dat de output-input verhouding voor transportbrandstoffen uit biomassa ruim boven 1 is komen te liggen. Dit beeld zal in de komende tien jaar nog eens in belangrijke mate verbeteren. Voor deze fundamentele veranderingen die plaats hebben gevonden, zijn een drietal redenen te noemen. In de eerste plaats hebben in alle processtappen van primaire productie tot transportbrandstof belangrijke verbeteringen plaatsgevonden van energie-gebruik. In de tweede plaats werd 15 jaar geleden bij de verwerking van suikerbiet, melasse e.d. gewerkt met een batch-proces, terwijl er nu sprake is van een continu-proces. In de derde plaats is er een belangrijke wijziging opgetreden in de verwerking van het afval door middel van de anearobe zuivering, waarbij energie wordt gewonnen.

Uitgaande van bovengenoemde uitleg is tabel 1 samengesteld, die onderstaand wordt weergegeven. Hierin zijn de output-input verhoudingen voor een aantal fossiele en plantaardige transportbrandstoffen samengebracht. Uit het overzicht in de tabel blijkt dat ethanol, ETBE en koolzaadolie zonder twijfel goede energiedragers kunnen worden genoemd.

Tabel 1 Output-input verhoudingen voor enige transportbrandstoffen.

type transport brandstof	$\frac{\text{output verbrandingswarmte}}{\text{totaal input aan fossiele energie}}$
Fossiel	
-methanol	0,6 - 0,7
-MTBE	0,65
-benzine	0,75 - 0,85
-hoog octaan benzine	0,75
Niet-fossiel	
-bio-ethanol	2,0 - 2,85
-ETBE	2,0 ?
-koolzaadolie	2,7
-cellulose-olie	2,5 - 2,85

De output-input verhoudingen voor transportbrandstoffen uit agrarische producten zullen in de toekomst ook zeker nog toenemen. Redenen hiervoor zijn de verdergaande ontwikkeling van membraantechnologie bij de alcoholproductie, de ontwikkeling bij het gebruik van bijproducten, alsook de verfijningen in het primaire productieproces door ontwikkelingen in de mechanisatie en de biotechnologie.

Uitgaande van de boven gegeven output-input verhoudingen voor transportbrandstoffen uit agrarische producten is er alle reden om verder te kijken naar de andere thema's die door de werkgroep "Biomassa ten behoeve van energie" centraal zijn gesteld. Hierbij gaat het om de aspecten van milieu en economie die samenhangen met verschillende transportbrandstoffen.

3. MILIEU

In het Nationaal Milieubeleidsplan (NMP) en het vervolg daarop (NMP⁺) zijn voor verschillende milieubelastende stoffen eisen gesteld wat betreft de emissiereductie. In verband met transportbrandstoffen betreft dit zowel de fasen van winning/primaire productie en verwerking, als van gebruik. Belangrijke aandachtspunten daarbij betreffen de stoffen die bijdragen aan klimaatsverandering, aan smogvorming en zure regen en aan stoffen die direct bedreigend kunnen zijn voor de volksgezondheid. In dit kader is het van belang de verschillende transportbrandstoffen en de productieprocessen te bekijken op emissies van kooldioxide, koolmonoxide, koolwaterstoffen, stikstofdioxide, ozon, benzeen en overige aromaten, zwaveldioxide, fosforverbindingen, bestrijdingsmiddelen en vaste deeltjes.

Bij de beschouwingen over transportbrandstoffen moet voor benzinevoertuigen worden verondersteld dat ze toegerust zijn met een drieweggeregelde catalysator. De vraag is dus onder meer wat bio-brandstoffen kunnen betekenen wanneer hiervan wordt uitgegaan.

Naast de aandachtsgebieden die in het NMP worden genoemd, zijn een aantal andere milieu-aspecten van belang in de afweging te worden betrokken. Het betreft hier de emissie van primaire en secundaire aldehyden bij verbrandingsprocessen en aspecten van ruimtelijk gebruik en risico's die samenhangen met verschillende transportbrandstoffen.

In onderstaande tabel 2 zijn de genoemde aandachtspunten in het milieu-beleid weergegeven, alsook de bijdrage die transportbrandstoffen van plantaardige oorsprong kunnen leveren aan de reductie van milieu-belasting.

Een aantal transportbrandstoffen op basis van agrarische producten zijn wat de bijdrage aan emissie-reductie betreft gunstig tot zeer gunstig te noemen. Onveresterde, dus onbewerkte, koolzaadolie in gangbare dieselmotoren scoort relatief slecht.

Tabel 2 Bijdrage aan reductie van milieu belastende stoffen bij het gebruik van transportbrandstoffen van plantaardige oorsprong, wanneer vergeleken met fossiele transportbrandstoffen en wanneer wordt uitgegaan van benzine motoren met drieweggegelde catalysator. (+ = positieve bijdrage; 0 = neutraal; - = negatieve bijdrage)

transport- brandstof	bio-brandstof				
	ethanol in benzinemotor		koolzaadolie in dieselmotor		
	ethanol	ETBE	onveresterd	onveresterd + Elsbett	veresterd
milieu- aandachtspunt					
kooldioxide	+	+	+	+	+
koolwaterstoffen	0	+	-	+	+
stikstofoxide	0	0	-	+	-
ozon	0	+	-	+	+
benzeen en overige aromaten	+	+	-	?	?
ketonen	+	+	-	?	?
zwaveldioxide	+	+	+	+	+
fosforverbindingen	0	0	0	0	0
bestrijdingsmiddel	-	-	-	-	-
vaste deeltjes	0	0	+	+	+
koolmonoxide	+	+	-	+	+
aldehyden					
-primair	-	-	-	?	+
-secundair	+	+	?	?	?
ruimtelijk gebruik	+	+	+	+	+
risico's	+	+	+	+	+

Duidelijk wordt in deze tabel, dat tussen transportbrandstoffen weer onderscheid gemaakt kan worden wat betreft kwaliteit in de vorm van reductie van milieu-belastende stoffen. Zo kan de kwaliteit van veresterde koolzaadolie beter worden genoemd dan de kwaliteit van onveresterde koolzaadolie, hoewel dit niet geldt voor onveresterde koolzaadolie in de Elsbett-motor. Voor veresterde koolzaadolie bestaan projecten in Frankrijk, Duitsland, Oostenrijk en Zweden. Met de Elsbett-motor wordt geëxperimenteerd in Duitsland en Nederland.

Op dezelfde wijze kan ook ethyl tertiair butyl ether (ETBE), op basis van bio-ethanol en isobutyleen, een nog hoogwaardiger transportbrandstof worden genoemd dan bio-ethanol. Tot nu toe is vooral ervaring opgedaan met bio-ethanol (VS, Brazilië, Zweden, Frankrijk, Duitsland, Italië).

Uit tabel 2 kan niet worden afgelezen in welke mate een bijdrage wordt gegeven. Dit hangt samen met de wijze waarop bio-brandstoffen worden gebruikt, te weten als toevoeging aan de fossiele brandstoffen in verschillende percentages of als pure transportbrandstof. Kooldioxide kan hier als illustratie dienen.

Verhoogde concentratie van kooldioxide levert een bijdrage aan verandering van het klimaat. In dit verband wordt gesproken over het broeikas-effect van verbrandingsprocessen. Kooldioxide komt vrij bij ieder verbrandingsproces. Toename van de kooldioxide-concentratie en de klimaatsverandering betreft een proces dat in hoge mate oncontroleerbaar is en dat steeds meer wordt.

Bij verbranding van plantaardig materiaal komt weliswaar kooldioxide vrij, maar dit is opgenomen bij de groei van het plantaardig materiaal. Voor fossiele brandstoffen ligt dit anders. Vrijkomende kooldioxide bij verbranding van minerale grondstoffen wordt weer omgevormd tot mineralen op geologische tijdschalen.

Wat kunnen agrarische producten betekenen bij de beheersing van de toename van kooldioxide in de atmosfeer. De betekenis is tweërlei.

- Door het vermogen kooldioxide op te nemen bij de groei van plantaardig materiaal is het gewenst zo veel mogelijk plantaardig materiaal per ha en met een zo hoog mogelijk droge stofgehalte te telen en zo veel mogelijk hectares daarvoor te bestemmen. Het ene gewas onttrekt in deze zin per ha meer kooldioxide aan de atmosfeer dan het andere gewas. Het voordeel dat zo is te verkrijgen is van eenmalige aard en staat los van de toenemende kooldioxide emissie door het gebruik van fossiele grondstoffen.
- Door de aanwending van plantaardige producten voor transportbrandstoffen kan eveneens een beperking van de emissie van kooldioxide worden bereikt, doordat gedeeltelijk de verbranding van fossiele transportbrandstof wordt tegengegaan. Dit wordt geïllustreerd aan de hand van onderstaande tabel 3. Kolom 1 geeft de emissiewaarden van CO₂ van de verschillende transportbrandstoffen wanneer gekeken wordt naar de verbruiksfase en de mogelijkheid van heropname daarvan in plantaardig materiaal in het volgende groeiseizoen. Kolom 2 geeft de emissiewaarden aan indien het gehele productieproces van winning/primaire productie tot en met gebruik wordt meegenomen. Dit betreft een combinatie van kolom 1 en bovenstaande tabel 1.

Tabel 3 CO₂ emissies van verschillende brandstoftypes in g CO₂/MJ (kolom 1: in de verbruiksfase; kolom 2: in de totale keten) (* =CO₂ is opgenomen gedurende het groeiseizoen; bij verbranding van bio-ethanol komt 66 g CO₂/MJ vrij)

Brandstoftype	Kolom 1	Kolom 2
Fossiel		
CNG	56	70 - 80
Aardgas	56	± 60 - 65
Benzine	73	86 - 97
Diesel	73	80 - 90
LPG	66	± 85
Motorolie	78	91 - 104
Methanol	70	93 - 107
Niet-fossiel		
Ethanol	0*	25 - 36
Plantenolie (koolzaadolie)	0*	27
Cellulose-olie	0*	27
ETBE	onbekend	± 36

De reductie van CO₂ emissie door gebruik van transportbrandstoffen uit agrarische producten ligt dus tussen de 60 en 70% ten opzichte van de fossiele brandstoffen. Bij een 10% vervanging van benzine door bijvoorbeeld bio-ethanol treedt er een reductie op van de CO₂ emissie van 6 à 7% in vergelijking met 100% benzine. Dit, wanneer beschouwd over de gehele keten. Gerelateerd aan de totale hoeveelheid gebruikte fossiele brandstof in het weg- en waterverkeer betekent genoemde vervanging met 10% een reductie van de CO₂ emissie met 3%.

Uit de bespreking van de milieu-aspecten blijkt dat een aantal transportbrandstoffen op basis van agrarische producten een belangrijke bijdrage kunnen leveren aan reductie van milieu-belastende stoffen die in het NMP benadrukt worden. Ook wanneer wordt uitgegaan van algemeen gebruik van de catalysator. Dit moet een belangrijke overweging betekenen bij de beschouwingen over economische haalbaarheid van transportbrandstoffen op basis van plantaardige grondstoffen en bij het starten van experimenten en projecten.

4. ECONOMIE

Het aantal transportbrandstoffen in het wegverkeer in Nederland is vijf, te weten diesel, LPG, loodhoudende benzine met octaangetal 98 (L98), Euro-loodvrije benzine met octaangetal 95 (UL95) en loodvrij super met octaangetal 98 (UL98). Alleen de benzine is dus opgedeeld in verschillende kwaliteiten met ieder een eigen kostprijs. LPG blijft in het volgende buiten beschouwing, omdat het voornamelijk een Nederlands product betreft.

De kostprijzen van de transportbrandstoffen per liter en raffinaderij liggen voor diesel op 25, voor L98 op 46, voor UL 95 op 47 en voor UL98 op 50 cent. Voor de loodvervanger MTBE geldt een marktprijs die circa 50% hoger ligt dan L98, dus 75 cent per liter.

De totale consumptie van de transportbrandstoffen in Nederland is ongeveer 10 mrd liter per jaar. Hiervan is benzine circa 4,5 mrd en diesel 4 mrd liter. Vele marktsegmenten zijn hierbij te onderscheiden. Zo wordt in de pleziervaart 35 mln liter diesel per jaar verbruikt en in de totale agrarische sector circa 195 mln liter.

De verschillende transportbrandstoffen kunnen worden geclassificeerd op basis van hun kwaliteiten, zoals de anti-klop eigenschappen (octaangetallen) en de emissies van milieubelastende stoffen (vluchtigheid bijvoorbeeld). Vergelijking van ethanol met het nu veelvuldig toegepaste methyl tertiair butyl ether (MTBE) in UL98 geeft aan dat ethanol de meerdere is wat anti-klop eigenschappen betreft, maar de mindere wat betreft de vluchtigheid. ETBE (deels op basis van bio-ethanol) is de meerdere van MTBE op zowel de anti-klop eigenschappen als de vluchtigheid. Deze transportbrandstof mag om die reden beschouwd worden als zeer hoogwaardig voor loodvervanging of ter verbetering van de kwaliteit in technische en milieukundige zin.

De prijzen van transportbrandstoffen op basis van agrarische producten moet tegen genoemde prijzen van fossiele brandstoffen worden afgezet. De huidige prijzen zijn in onderstaande tabel 4 bijeengebracht voor een aantal agrarische producten en verschillende grondstofprijzen.

Tabel 4 Kostprijzen van de transportbrandstoffen bio-ethanol en onveresterde koolzaadolie op basis van agrarische grondstoffen, uitgaande van schaalproductie (exclusief en inclusief huidige EG-regelingen voor verwerking)

Grondstof	Specificatie	Dfl./ton	Transportbrandstof	
			excl. EG-steun Dfl/liter	incl EG EG-steun Dfl/liter
Suikerbiet	A/B-mengprijs	130,=	1,60	
	C-prijs	80,=	1,10	
Tarwe	EG intern	400,=	1,40	
	Wereldmarkt	250,=	1,05	
Koolzaad	EG interventie	1075,=	1,85	0,75
	Wereldmarkt	510,=	0,83	

De gemiddelde prijzen over de afgelopen jaren, zoals die uit literatuur naar voren komen, zijn in de bovenstaande tabel 4 en in paragraaf 21b van hoofdstuk 3 als uitgangspunt genomen. Voor ethanol uit tarwe en suikerbiet is daarbij een gemiddelde genomen van f.1,30 per liter en voor onveresterde en veresterde koolzaadolie (inclusief verwerkingssteun van de E.G.) respectievelijk f.0,75 en f.0,90 per liter.

Ter vergelijking met de fossiele transportbrandstoffen zijn dan drie opties nader te bekijken, te weten:

- A. Uitbreiding van de brandstofvoorziening ofwel vervanging van fossiele transportbrandstof. Bij een 5 tot 10% toepassing van ethanol in benzine ligt de prijs dan 4 tot 10 cent hoger per liter. Bij toepassing van 5 tot 10% veresterde koolzaadolie in diesel ligt de prijs 3 tot 6 cent per liter hoger.

- B. Loodvervanging in de nu loodhoudende benzine door een geheel of gedeeltelijk plantaardige transportbrandstof (dus bio-ethanol of ETBE). Het gaat hier om een kwaliteitstoepassing van bio-ethanol of ETBE in de zin van loodvervanging en een gelijkblijvend octaangetal. De ethanol toepassing is echter kwalitatief de mindere van de MTBE-toepassing in UL98. Bij een 5 tot 10% toevoeging van bio-ethanol is er sprake van een prijsverschil van 3 tot 7 cent per liter met UL95. Voor de ETBE-optie zou dit nader moeten worden uitgewerkt.
- C. Hoogwaardige kwaliteitstoepassingen in technische en milieukundige zin. Dit geldt voor ETBE, 100% ethanol-gebruik, waarschijnlijk 100% onveresterde koolzaadolie in speciaal ontwikkelde motoren, gebruik van 100% veresterde koolzaadolie en de bijmenging aan diesel van 5 tot 20% veresterde koolzaadolie. De 100% toepassingen zijn zonder twijfel duurder dan het gebruik van diesel, maar onderscheiden zich op milieugebied.
In de toevoegingsfeer zijn ETBE en veresterde koolzaadolie interessante opties. Voor ETBE is de prijsstelling niet bekend, maar het kan hier vergeleken worden met UL98 met een kostprijs van 50 cent per liter. Voor veresterde koolzaadolie ontbreekt hier eigenlijk een vergelijkingsprijs, omdat er maar één diesersoort is met een lagere kwaliteit. De dieselkostprijs van 25 cent voldoet dan eigenlijk niet meer.

In dit kader kan worden geconstateerd dat de huidige infrastructuur en logistiek van de petro-chemische industrie qua productie, levering en voorziening de genoemde mogelijkheden niet uitsluit. Ook is binnen die structuur en logistiek een langzame en geleidelijke marktpenetratie door nieuwe brandstoftypen niet uitgesloten.

Wordt gekeken naar de mogelijkheden van de Nederlandse landbouw qua areaal, dan zou een 5% toevoeging van bio-ethanol aan alle benzine (A bovenstaand) mogelijk zijn, hoewel met grote verschillen in benodigd areaal tussen tarwe en suikerbiet. Bij tarwe als grondstof voor bio-ethanol moet dan gedacht worden aan 95.000 ha en bij suikerbiet als grondstof aan 40.000 ha. Een 5% vervanging van dieselolie door koolzaadolie, zou bij de huidige ha opbrengsten ongeveer 130.000 ha vragen. Wordt gekeken naar de pleziervaart dan zou een 20% bijmenging van veresterde koolzaadolie circa 5.000 ha koolzaad vereisen. Een 100% vervanging vereist ongeveer 25.000 ha koolzaad.

Wordt gekeken naar de loodvervangingsoptie (B bovenstaand) dan zou een 5% toevoeging van bio-ethanol een areaal benodigen van 16.500 ha in geval van suikerbiet. In geval tarwe als grondstof dient is een totaal areaal van 43.500 ha nodig. Voor 10% ETBE-toevoeging gelden dezelfde hoeveelheden benodigd areaal als in geval van een 5% ethanol toevoeging.

Noch het Nederlandse landbouwareaal, noch het bouwplan behoeft een principiële belemmering te vormen voor een of meerdere vormen van gebruik van biomassa voor transportbrandstoffen. De belemmering is gelegen in de concurrentieverhoudingen die bestaan tussen de fossiele transportbrandstoffen en de transportbrandstoffen van agrarische oorsprong, zoals bovenstaande prijsvergelijkingen aangeven. Uit deze vergelijkingen blijkt dat de concurrentieverhoudingen in de huidige situatie ten nadele van de laatste uitvallen.

Er mag niet worden verwacht dat door de verwachte productiviteitsontwikkeling in de landbouw in de komende 10 tot 15 jaar bio-ethanol of koolzaadolie concurrerend zullen worden, wanneer vergeleken met de huidige en verwachte prijzen van fossiele transportbrandstoffen. Voor de ETBE zal dit beeld mogelijk anders zijn. Niettemin kan gesteld worden dat er op termijn sprake is van een ontwikkeling die de toepassing en het gebruik van transportbrandstoffen op basis van agrarische producten prijstechnisch gunstiger laat uitkomen.

5. ENERGIEBALANS, MILIEU EN ECONOMIE

Uit de bespreking van de verschillende vraagstellingen die door de NRLO-werkgroep "Biomassa ten behoeve van energie" zijn gesteld, is een beeld ontstaan dat een 'conflict' aangeeft tussen enerzijds de energetische en milieu aspecten van plantaardige producten voor transportbrandstoffen en anderzijds de economische aspecten ervan.

Uit de bespreking van de aspecten betreffende energiebalans en milieu mag worden geconcludeerd dat activiteiten in de richting van transportbrandstoffen van agrarische origine wenselijk genoemd moeten worden. Uit de bespreking van de economische aspecten is gebleken dat dit niet het geval kan zijn zonder financiële ondersteuning voor waarschijnlijk een langere termijn.

De werkgroep "Biomassa ten behoeve van energie" heeft met het oog op overbrugging van de prijsverschillen tussen fossiele en agrarische transportbrandstoffen een aantal veelgenoemde mogelijkheden nader bekeken en van kanttekeningen voorzien. Daarbij moet onderscheid worden gemaakt tussen mogelijkheden op Europees en op nationaal niveau.

Op Europees niveau is er sprake van een overschotproductie in geval van granen. Overschotten die met behulp van exportrestituties worden afgezet op de wereldmarkt. gezien de productiviteitsstijging in de agrarische sector is dit bedrag jaarlijks stijgend. Niet alleen de exportrestituties, maar eveneens de bijbehorende kosten van opslag en overige diensten (administratie e.d.), zijn aan het graanbeleid gekoppeld. Voor 1989 worden de totale budgetlasten die hiermee zijn gemoeid geschat op 5,3 mrd ECU. In 1986 lag dit bedrag rond de 3,5 mrd ECU en in 1987 was het ongeveer 4 mrd ECU.

Ombuiging alléén van de exportrestituties voor granen naar stimulering van bio-ethanol is niet voldoende om de bio-ethanoloctie nu te laten concurreren. Wel komt dan de kwaliteits-toepassing van ETBE waarschijnlijk beter in beeld. Wordt gekeken naar het totale budget dat samenhangt met de export van granen, dan zal bij ombuiging daarvan in de richting van transportbrandstoffen zowel bio-ethanol als ETBE concurrerend worden bij de huidige prijzen voor fossiele brandstoffen. Dit werkt onder de huidige omstandigheden budgettair neutraal voor de Europese Commissie. Prijsstijgingen van fossiele brandstoffen kunnen dan zodanig doorwerken, dat de uitgaven voor de Europese Gemeenschap worden ontlast.

Hierbij zij opgemerkt dat positieve gevolgen voor de inkomens van akkerbouwers volgen, indien de zo aangewende hoeveelheid graan niet meetelt in de huidige stabilisatorregeling. Is dit wel het geval, dan moet het effect onzeker worden genoemd.

Productie van ethanol op basis van suikerbiet door het instellen van een zogenoemde "D-prijs", die zou gelden speciaal voor de aanwending van de grondstof in deze richting, zou het prijsverschil verminderen, maar niet overbruggen. De kwaliteitstoepassing ETBE komt dan waarschijnlijk beter in zicht. Van de optie mag een positief inkomenseffect worden verwacht voor akkerbouwers. De Europese graanmarkt wordt ontlast, alsook het budget dat daarmee samenhangt. Tevens zal er sprake zijn van een verminderde druk op de wereldmarkt voor suiker vanuit de Europese Gemeenschap.

Zou de huidige Nederlandse braaklegpremie in het geheel kunnen worden ingezet voor de productie van biomassa voor transportbrandstoffen, dan worden de prijsverschillen overbrugd. Bio-ethanol als loodvervanger is dan prijstechnisch haalbaar. Deze optie werkt nationaal niet budgettair neutraal. Voor de Europese Commissie is het budgetontlastend.

Nationaal is er de optie van heffingen en accijnzen. Een stijgende lijn kan geconstateerd worden in de accijnzen en heffingen op transportbrandstoffen, om redenen van toenemend weggebruik (ruimtegebruik) en milieu-vervuiling. Maatregelen om via de accijnzen of de heffingen het gebruik van bepaalde transportbrandstoffen te ontmoedigen en andere aan te moedigen zijn in Nederland niet onbekend. Wetgeving in deze zin kan van korte duur of van relatief lange duur zijn.

Ge- en verbodsbepalingen met betrekking tot het gebruik van transportbrandstoffen vinden slechts plaats in geval van calamiteiten (oliecrises, hoge concentraties van bepaalde emissies). In verschillende landen zijn ge- en verbodsbepalingen niet onbekend in bepaalde seizoenen (temperatuur) of voor bepaalde gebieden (steden).

H O O F D S T U K 1

E N E R G I E - R E N D E M E N T

1. Algemeen

Zonne-energie legt zich ieder jaar vast in biomassa. Biomassa zowel op het land als in de zee. Jaarlijks wordt zo op wereldschaal 140 tot 170 mld ton biomassa gevormd, terwijl de opgeslagen energie in de vorm van biomassa ongeveer 10 keer deze jaarlijkse produktie is ⁽¹⁾. Van deze produktie bestaat 100 tot 125 mld ton uit biomassa op land in de vorm van hout, graan, suiker en andere gewassen. De totale jaarlijkse biomassa produktie komt overeen met bijna 70 mld ton petroleum equivalent (tpe), hetgeen ongeveer 10-12 keer de huidige jaarlijkse energieconsumptie van circa 7 mld tpe is en het 26-voudige van de jaarlijkse wereldolieconsumptie van 3 mld tpe ⁽²⁾.

Niet alle gevormde biomassa is bruikbaar. Zo wordt de potentieel bruikbare houtmassa geschat op 13 mrd ton per jaar, terwijl er nu jaarlijks 1,5 mrd ton wordt geoogst. De wereldgraanproduktie is jaarlijks 1,8 mrd ton en de wereldsuikerproduktie circa 120 miljoen ton per jaar. Volledige benutting van genoemd potentieel aan cellulose, zetmeel en suiker komt overeen met de huidige jaarlijkse wereld-energieconsumptie in tonnen petroleum equivalenten. De jaarlijkse wereldproduktie van zetmeel en suiker in de vorm van suikerbiet, -riet en granen is ongeveer gelijk aan tweederde van het gebruik van olie in de wereld.

Plantaardig materiaal kan ongebruikt worden gelaten, waarbij het over een lange periode afbreekt en zich mineraliseert, of het kan direct worden gebruikt. Bij direct gebruik moet worden gedacht aan consumptie in de voedingssfeer en het gebruik als diervoeder, maar eveneens aan toepassingen in de niet-voedselsfeer, zoals energie.

Bij aanwending als energiebron worden plantaardige grondstoffen vergeleken met de minerale grondstoffen olie, kolen en gas. Dit ter bepaling van de waarde van agrarische grondstoffen als brandstof. Daarbij wordt ook gekeken naar de verbrandingswarmte die brandstoffen op basis van biomassa netto kunnen toevoegen. Dit staat bekend als de "berekening van energiebalansen", waarbij de gebruikte energie tegenover de geproduceerde energie gesteld wordt voor een bepaald gewas en een bepaalde aanwending.

Het woord "energiebalans" in genoemde zin is verwarrend. In de literatuur over het onderwerp is niet altijd duidelijk wat met "balans" wordt bedoeld. Wel is duidelijk dat de totale input aan fossiele verbrandingswarmte die wordt ingezet in de processen van winning, produktie en transport tegenover de geproduceerde verbrandingswarmte moet worden gesteld.

De beste benadering van energiebalansen is de output/input-verhouding, waarbij één eenheid geproduceerde verbrandingswarmte wordt gesteld tegenover de totale input aan fossiele verbrandingswarmte. Dit verhoudingsgetal is altijd positief en kan groter of kleiner zijn dan 1.

In geval kleiner dan 1, moet meer dan één eenheid fossiele energie in het proces worden ingezet om één eenheid verbrandingswarmte, al dan niet fossiel, te verkrijgen.

In geval groter dan 1, behoeft minder dan één eenheid fossiele energie daarvoor te worden ingezet. Onderstaand wordt op deze berekeningen nader ingegaan en worden de verschillende typen brandstof op dit punt nader met elkaar vergeleken. De aandacht wordt daarbij uitsluitend gericht op de zogenoemde transportbrandstoffen. De optie van brandstof voor stationaire motoren wordt niet meebetrokken.

2. Uitgangspunten

Ten aanzien van de output/input-verhouding van verschillende typen transportbrandstoffen is een aantal beslissingen genomen om dit probleem te kunnen benaderen.

Er is sprake van een viertal hoofdstappen in produktie en gebruik. Deze zijn:

- primaire produktie/winning
- transport
- verwerking
- distributie/gebruik.

Naast dit hoofdproduktieproces voor de produktie van een energiegrondstof zijn in principe een veelheid van toeleveringen te onderscheiden die energie verbruiken. De vraag is evenwel of ook dit indirecte energieverbruik moet worden meegerekend bij de inputkant. Gedacht kan bijvoorbeeld worden aan de energie die nodig is om een kunstmestfabriek, tractoren, een raffinaderij, een distributiestation en een automotor te bouwen. In dat geval zou een beeld ontstaan, waarbij over input en output van energie nauwelijks nog iets zinvol valt te zeggen.

Aangenomen wordt dat de verschillen qua energieverbruik in de toeleverende sectoren echter niet zodanig wezenlijk van elkaar afwijken voor de verschillende transportbrandstoffen dat hieruit conclusies kunnen worden getrokken met betrekking tot output/input-verhoudingen. Bovendien kan worden opgemerkt dat de energie die wordt verbruikt in ieder van de toeleveringsstappen zich verdeelt over een zeer groot aantal eindprodukten. Het energieverbruik per toegeleverd produkt wordt daardoor minimaal.

Om die reden moet het energieverbruik in de fasen van toelevering niet mee worden betrokken in de berekeningen van het energie-rendement bij de produktie van verschillende energiegrondstoffen. Het is om deze redenen dat de volgende aanname geldt.

A1. Berekeningen voor energierendement moeten beperkt worden tot het hoofdproductieproces voor de energiegrondstof en de daarin voorkomende variabele produktiemiddelen. In de literatuur wordt hierbij gesproken over 'continue energie-stromen'. Berekeningen worden dus beperkt tot de directe energieconsumptie en -productie die plaatsvindt in het proces van grondstofproductie voor energiegebruik.

Naast het hoofdprodukt "transportbrandstof", komen in de verschillende fasen van het hoofdproductieproces ook bruikbare bijprodukten vrij. Wanneer naar de energetische output/input-verhoudingen in het hoofdproductieproces voor verschillende brandstoffen wordt gekeken, is het van belang een gemeenschappelijke noemer te vinden voor het hoofdprodukt en de vrijkomende bruikbare bijprodukten. De verbrandingswarmte van de verbruikte en geproduceerde energie is hiervoor het meest geschikt.

A2. Bij de totale energieproductie in de zin van verbrandingswarmte dienen ook de bijprodukten te worden betrokken.

Motoren kunnen worden geoptimaliseerd voor een bepaalde brandstof, zodat verschillen in nuttig effect van de brandstof in verschillende motoren bij energie-rendementsberekeningen als verwaarloosbaar klein (maximaal 15%) kunnen worden verondersteld. De verbrandingsmotor zelf behoeft nauwelijks een rol te spelen bij berekeningen voor energetische output/input-verhoudingen. Dit betekent dat de volgende twee aannames gelden voor de berekeningen.

A3. Het verschil in rendement van dezelfde typen motoren voor verschillende brandstoffen is 10 tot 15%. Binnen het kader van energetische output/input-berekeningen speelt dit verschil geen significante rol en wordt derhalve constant verondersteld.

A4. Berekeningen voor energetische output/input-verhoudingen moeten worden uitgedrukt in verbrandingswarmte van verbruik en productie in het hoofdproductieproces, om een gemeenschappelijke noemer te krijgen voor hoofd- en bijprodukten.

3. Ook fossiele brandstof heeft een energetische output/input-verhouding

Hoewel voor plantaardige grondstoffen die worden omgezet in bruikbare energiedragers veelvuldig energetische output/input-verhoudingen zijn opgesteld (zie bijlage 1), worden soortgelijke verhoudingsgetallen vrijwel nooit berekend voor fossiele grondstoffen die worden omgezet in nuttige brandstoffen ⁽³⁾.

Voor een goede vergelijking met bio-brandstoffen zullen output/input-verhoudingen ook moeten worden berekend voor de hoofdproductieprocessen van olie, kolen en gas en van de afgeleide brandstoffen als benzine, diesel, methanol, tertiair butyl alcohol (TBA) en methyl tertiair butyl ether (MTBE). Energie wordt verbruikt in de processen van winning, raffinage en transport van deze fossiele energiegrondstoffen. Hoe meer processtappen om een specifieke brandstof te verkrijgen, des te meer energie als input benodigd is.

Onderstaande tabel 1 laat zien dat het oxygeneren van methaan om methanol te verkrijgen en het produceren van MTBE relatief zeer hoge energieconsumptie vragen. De tabel drukt uit de hoeveelheid gewonnen verbrandingswarmte, al dan niet fossiel, per eenheid fossiele energie die wordt ingezet in het proces van winning, transport en verwerking. Dit voordat de typen transportbrandstof met elkaar worden gemengd.

Tabel 1 Output-input verhoudingen voor transportbrandstoffen ⁽⁴⁾

type transport brandstof	<u>output verbrandingswarmte</u> totaal input aan fossiele energie
methanol ^{1,2}	0,6 - 0,7
MTBE ³	0,65
benzine ¹	0,75 - 0,85
hoog octaan ¹ benzine	0,75
ethanol uit graan of suikerbiet ²	2,00 - 2,85
ETBE ⁴	2,0 ?
koolzaadolie ⁵	2,7
olie uit cellulose ⁶	2,5 - 2,85

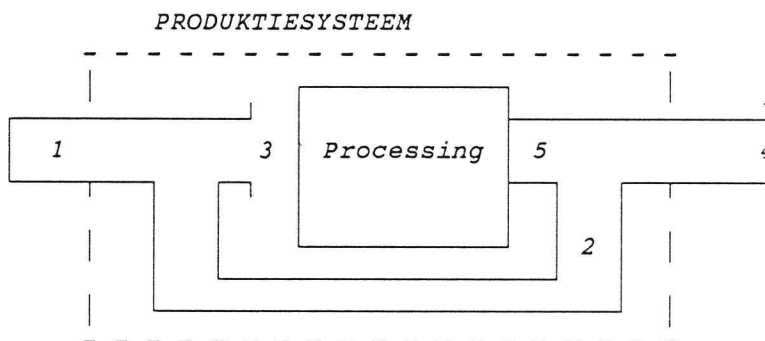
Zoals boven gesteld, zeggen deze verhoudingsgetallen niet dat fossiele brandstoffen gekenmerkt worden door een negatief energierendement en bio-brandstoffen door een positief rendement. Wel wordt het nodige aangegeven omtrent verlies of winst van fossiele energie bij het verkrijgen van verschillende transportbrandstoffen.

Met de cijfers wordt het op indirecte wijze ook mogelijk uitspraken te doen over de mate waarin uitputting van fossiele grondstoffen plaatsvindt bij het gebruik van de genoemde verschillende brandstoffen in het transportverkeer. Daarmee eveneens uitspraken over mogelijke besparingen in het gebruik van fossiele energie.

Zoals onderstaande figuur 1 nog eens extra aangeeft, gaat het bij de berekeningen van output/input-verhoudingen om de hoeveelheden fossiele energie die in het gehele productieproces moeten worden opgenomen om er 1 eenheid energie uit te krijgen.

Wat hierin duidelijk is geworden, is dat het achterhalen van de output/input-verhoudingen voor agrarische grondstoffen van groot belang is, maar dat deze op basis van dezelfde voorwaarden moeten worden gerelateerd aan de output/input-verhoudingen van de huidige gebruikte fossiele brandstoffen.

Figuur 1 Output/input-verhoudingen in het totale productiesysteem van transportbrandstoffen *.



Toelichting bij figuur 1:

- 1 = Input verbrandingswarmte in de vorm van fossiele energie in het productiesysteem
- 2 = Gewonnen en hergebruikte energie in het productie-systeem (biogas bij suikerbiet en tarwe)
- 3 = Totale input van verbrandingswarmte in processingfase
- 4 = Totale verbrandingswarmte uit het productiesysteem geschikt voor verder gebruik als brandstof
- 5 = Totale output aan verbrandingswarmte uit de processingfase

4. Meer bewerking, minder rendement

Energie wordt in verschillende vormen gevraagd om zodoende op meerdere manieren te kunnen worden ingezet.

Benzine voor autobrandstof vraagt meer bewerking dan kolen of gas voor verbranding in een elektriciteitscentrale of zware stookolie voor de scheepvaart. Methanol en MTBE vragen weer meer bewerkingsstappen dan gas of steenkool.

Iedere extra bewerking kost een hoeveelheid energie ofwel verlaagt de energetische output/input-verhouding om de gewenste transportbrandstof te verkrijgen. Het toevoegen van methanol en MTBE aan benzine, verlaagt de output/input-verhouding van de autobrandstoffen zoals uit bovenstaande tabel 1 kan worden geconcludeerd.

Dat dergelijke bewerkingen en toevoegingen dan toch plaatsvinden, is om het produkt geschikt te maken voor een bepaald gebruik (verbetering klopvastheid) of om aan bepaalde milieueisen tegemoet te komen die specifiek gelden voor verbranding in motoren (lood- en benzeenverwijdering uit benzine) of om concurrentie- en technische redenen.

Hetzelfde geldt ook voor biomassa. Om bijvoorbeeld granen en suiker geschikt te maken voor brandstof in het wegverkeer moeten bepaalde bewerkingen worden uitgevoerd. Bewerkingen die energie consumeren. De energetische output/input verhouding van kolen en gas is hoger wanneer ze direct zouden worden verbrand, in plaats van eerst tot methanol te worden verwerkt en dan pas verbrand in automotoren. Zo is ook de energetische output/input-verhouding van granen en stro hoger als deze direct zouden worden verbrand in plaats van omgezet tot ethanol en ETBE, om pas daarna te worden verbrand in automotoren.

Zo wordt soms aan directe verbranding van tarwe, inclusief stro, een energetische output/input-verhouding van 8 toegeschreven. Aan de produktie van energie in de vorm van bio-ethanol uit tarwe, inclusief de energetische waarde van stro en de eiwitrijke bijprodukten, wordt een energetische output/inputverhouding van 2 tot 3 toegekend: wordt naar de output/input-verhouding voor bio-ethanol alléén gekeken, hetgeen overigens niet overeenkomstig de aannames A1, A2 en A4 is, dan is de verhouding bij tarwe als grondstof circa 1,7 en bij suikerbiet 2,3 (zie ook verklaring 5 van bijlage 1).

5. Het primaire productieproces

De energie die wordt verbruikt bij de primaire produktie van granen, suikerbieten, koolzaad en bij andere landbouwprodukten die in aanmerking komen voor energieproduktie, betreft een viertal zaken namelijk:

- * kunstmest
- * bestrijdingsmiddelen
- * zaaizaad
- * brandstof

Bij de produktie van granen voor energiewinning wordt ervan uitgegaan dat ook het produkt stro meebetrokken wordt en wel voor de verbrandingswarmte. Deze verbrandingswarmte ligt op ca. 12 MJ/per kg. In bijlage 1 wordt dus niet naar stro als bemestingsmogelijkheid gekeken, omdat het opstellen van een balans voor verbruik en produktie van energie de huidige mogelijkheden wil aangeven. Wel kan ervan worden uitgegaan dat bij de huidige produktie methoden ca 1/3 van het stro door de bewerkingen op het land achterblijft.

Dit klopt met recenter gegevens over 'whole crop harvesting' van graan en stro, waarbij de gewonnen droge stof-opbrengst van stro éénderde hoger ligt dan zonder whole crop harvesting. Bij suikerbieten gaat het om de mogelijkheden die het blad biedt. De verbrandingswarmte wordt hier benaderd door de voederwaarde van het blad als diervoeder.

Onder het eerste punt van bijlage 1 worden een aantal invullingen gegeven voor de energieconsumptie in het primair agrarisch productieproces. Daarbij zij opgemerkt dat vooral bij tarwe het nodige aan energiewinst valt te bereiken voor wat betreft kunstmestgift en bestrijdingsmiddelen.

Recente experimenten met de mineralenbalans geven dit aan. Kunstmest en bestrijdingsmiddelen maken bij de huidige teeltmethoden en bij de huidige variëteiten het overgrote deel van de energie-kosten uit van het primaire productieproces. Bij tarwe is dit 50 tot 60%, bij suikerbiet ca 50% en bij koolzaad ca. 70%. Alleen bij een produkt als miscanthus lijkt dit percentage aanmerkelijk lager te liggen, hoewel de ervaring in de noordelijke regio's van de EG nog niet groot is.

6. Transport en verwerking

De energieconsumptie bij transport van suikerbieten ligt ongeveer twee keer zo hoog als bij transport van tarwe en stro. Bij suikerbieten neemt het transport dan ook een groter deel van het energieverbruik in bij het totale productieproces van ethanol en bijproduct, nl. 5% tegenover 2% bij tarwe. Bij verwerking van koolzaadolie is dit percentage nog lager, nl. bijna 2%, hoewel dit verschillend is voor regionale of groot-schalige verwerking. In bijlage 1 zijn de verschillen tussen de genoemde gewassen nader aangegeven. Miscanthus ligt qua percentage energieverbruik bij transport tussen tarwe en suikerbiet is.

In de verwerkingsprocessen van agrarische grondstoffen tot nuttige energiedragers, komen ook bijprodukten vrij. Bij suikerbieten betreft dit het blad bij eerste scheiding, melasse bij verwerking tot dun- en diksap, vinasse en gist bij fermentatie. Deze bijprodukten kunnen allen als diervoeder worden gebruikt. De energetische waarde daarvan benadert de verbrandingswarmte. Daarnaast wordt biogas gewonnen bij de fermentatie, die in het fermentatie- en drogingsproces kan worden gebruikt.

Bij tarwe ontstaat naast biogas, het eiwitrijke bijproduct tarwegluten dat als diervoeder kan worden gebruikt. De verbrandingswarmte is relatief gering wanneer vergeleken met het koolzaadschroot, maar relatief groot in vergelijking met de waarden van vinasse en gist bij suikerbieten.

Afhankelijk van de toepassingen, namelijk bijmenging aan benzine of een 100 procent toepassing van biobrandstoffen, moet gewerkt worden met respectievelijk absolute en niet-absolute alcohol. Absolute alcohol kan bijgemengd worden aan benzine en de watercomponent is daartoe teruggebracht tot 0,002%.

Niet-absolute alcohol kan niet worden bijgemengd, maar kan worden gebruikt als afzonderlijke transportbrandstof. De watercomponent is dan circa 4%.

Zoals in Verklaring 3 van bijlage 1 is gesteld, vergt absolute alcohol 30% meer energie in het verwerkingsproces dan niet-absolute alcohol.

7. Output/input-verhoudingen

Bij het opstellen van de uiteindelijke output/input-verhoudingen voor agrarische produkten die worden ingezet ten behoeve van energie, spelen de uitgangspunten die bovenstaand onder punt 2 zijn genoemd een belangrijke rol. Uit de berekeningen van output/input-verhoudingen voor agrarische grondstoffen die in bijlage 1 zijn gegeven, blijkt dat de mate waarin het verhoudingsgetal positief is ook afhangt van de wijze waarop de vrijkomende nuttige bijprodukten worden beoordeeld.

Deze beoordeling moet overeenkomstig de verbrandingswarmte van de bijprodukten zijn. In geval van bepaalde bijprodukten wordt deze verbrandingswaarde benaderd door de waarde als veevoeder. Dat in de praktijk bepaalde bijprodukten soms eerder als grondbemester dan als diervoeder worden gebruikt, heeft niet zozeer met de energiewaarde als wel met de economische waarde van het bijprodukt te maken.

Uitgaande van de gegevens die bijlage 1 geeft en van de genoemde aannames, liggen de energiebalansen voor suikerbiet, tarwe, koolzaadolie en cellulosegewassen als volgt:

Tabel 2 Output/input verhoudingen hoofdprodukt en bijprodukt van agrarische produkten voor transportbrandstoffen.

grondstof	hoofdprodukt	bijprodukt	output/input
tarwe	ethanol	tarwegluten biogas, stro, CO ₂	2,3 - 2,7
suikerbiet	ethanol	blad, melasse, vinasse, gist biogas	2,1 - 3,0
koolzaad	olie (onveresterd)	koolzaadschroot	ca. 2,7
	(veresterd)	koolzaadschroot glycerine	ca. 2,5
miscanthus	gas	?	?
hout	olie	geen	2,5 - 2,85

Noten hoofdstuk 1

- (1) Toorn, B. van der, *Strategy for biomass conversion, Selected Papers Shell-Staff*, London 1988.
- (2) Hoorzitting 'Sociaal en Economisch Comité' van de Europese Gemeenschap over het gebruik van biomassa voor energie-doeleinden te Brussel op 18 januari 1989.
Verschillende bijdragen in Okken, P.A., e.a., *Climate and Energy, The feasibility of controlling CO₂ emissions*, Dordrecht 1989.
- (3) Zie bijvoorbeeld Thier, E., *Bio-ethanol, Daten, Fakten, Fachausdrücke*, Bonn 1988.
Slechts op impliciete wijze wordt ernaar verwezen in *European Commission, Cost/benefit analysis of Production and Use of Bioethanol as a Gasoline Additive in the European Community*, Luxembourg 1987.
- (4) Bronnen bij tabel 1:
- ¹ Pluche, L., *Elf Aquitaine, France; NRLO, Werkgroep "Biomassa ten behoeve van Energie"*, Verslag van gesprekken en projecten in Frankrijk betreffende bio-ethanol en koolzaadolie als brandstof voor auto-motoren d.d. 24 t/m 27 juli 1989, 24\1065.01, Den Haag 1989.
- ² Tourliere, S., *Bilan Energetique de la Production d'Ethanol de Fermentation de Divers Substrats*, in IAA, novembre 1985.
- ³ *European Commission, Cost/benefits of production and use of bioethanol as a gasoline additive in the European Community, 1987* (verhoudingsgetal waarin niet opgenomen is de winning van de grondstoffen).
- ⁴ Zie voorstel van Amerikaanse regering om ETBE (combinatie van bio-ethanol en isobutyleen) te gaan stimuleren in de komende 3 jaar; door het gebruik van de fossiele grondstof iso-butyleen en de extra verwerkingsstap, zal de output/in put-verhouding voor ETBE lager liggen dan voor bio-ethanol, dus rond de 2,0.
- ⁵ Pernkopf, J., *Energiebalanz der Rapsölproduktion*, Wiesenburg 1987.
- ⁶ Volgens hydro-thermaal proces (betreft inschatting met inbegrip van primaire produktie en processing).

H O O F D S T U K 2

M I L I E U

8. Milieu in produktie en consumptie

Produktie- en consumptie-processen staan zowel nationaal als internationaal sterk in de belangstelling wegens de invloed op het milieu. Binnen deze belangstellingssfeer vallen vooral het verkeer en vervoer, de land- en tuinbouw en de sectoren die hiermee op een meer directe wijze zijn verbonden. Bedoeld met de laatste zijn de olie-industrieën, de chemische industrie, de auto-industrie en de agrarische verwerkende en toeleverende industrieën.

Doordat het milieuaspect zo direct aan een groot aantal sectoren en handelingen is gebonden, zijn er ook vele aspecten waarnaar moet worden gekeken. Wanneer vervanging van minerale olie door plantaardige produkten ten behoeve van transportbrandstof aan de orde is, spelen deze verschillende milieuaspecten ook allemaal een rol. In dit hoofdstuk worden milieuaspecten van verschillende alternatieven op de markt voor transportbrandstoffen nader bekeken. Deze milieuaspecten worden vervolgens gerelateerd aan de eisen die zijn vastgelegd in het Nationaal Milieubeleids Plan (NMP). Ook aldehydenemissies worden onderstaand bekeken, hoewel de primaire en secundaire aldehyden niet tot de prioritaire stoffen van het NMP behoren.

Bij het bestuderen van de verschillende alternatieven voor transportbrandstof, zijn in eerste instantie de milieuaspecten belangrijk die samenhangen met het gebruik ervan. Daarnaast komen de milieuaspecten aan de orde die samenhangen met de produktie van de verschillende brandstoffen. Ook wordt hierbij aandacht besteed aan aspecten van ruimtegebruik en van risico's in de vorm van calamiteiten. In tabel 3 van bijlage 3 is een algemeen overzicht gegeven van de voor- en nadelen van transportbrandstoffen op basis van agrarische grondstoffen.

9. Aannames ten aanzien van het milieu

Zoals aannames moeten worden gemaakt ten aanzien van berekeningen van energetische output/input-verhoudingen, moet dit eveneens gebeuren voor het inschatten van milieuaspecten die op directe of indirecte wijze samenhangen met het gebruik van verschillende transportbrandstoffen.

Een van de aannames betreft de technologie waarvan wordt uitgegaan in de beschouwingen. Daarnaast ook de inspanningen die nu worden getroost om de technologie aan te passen aan veranderende eisen voor milieu-emissies. De volgende twee aannames gelden voor milieu en transportbrandstoffen.

- B1 Met betrekking tot emissies van verschillende transportbrandstoffen wordt van de meest strenge eisen uitgegaan die zijn geformuleerd in landen behorend tot de OECD. In het bijzonder geldt dit ook voor de CAFE-wet (Corporate Average Fuel Economy-wet) in de Verenigde Staten, waarin een bonus is opgenomen voor onder meer alcoholbrandstoffen.
- B2 Met betrekking tot de technologie van het gemotoriseerde verkeer wordt uitgegaan van de meest geavanceerde toepassingen en voorziene reële toepassingen in de komende 10 jaar. Dit betekent dat uitgegaan wordt van drieweggeregelde katalysatoren voor benzinemotoren.

Aannames, zoals die gelden voor het consumptief gebruik van transportbrandstoffen, moeten ook geformuleerd worden voor de fasen van winning en processing van deze brandstoffen.

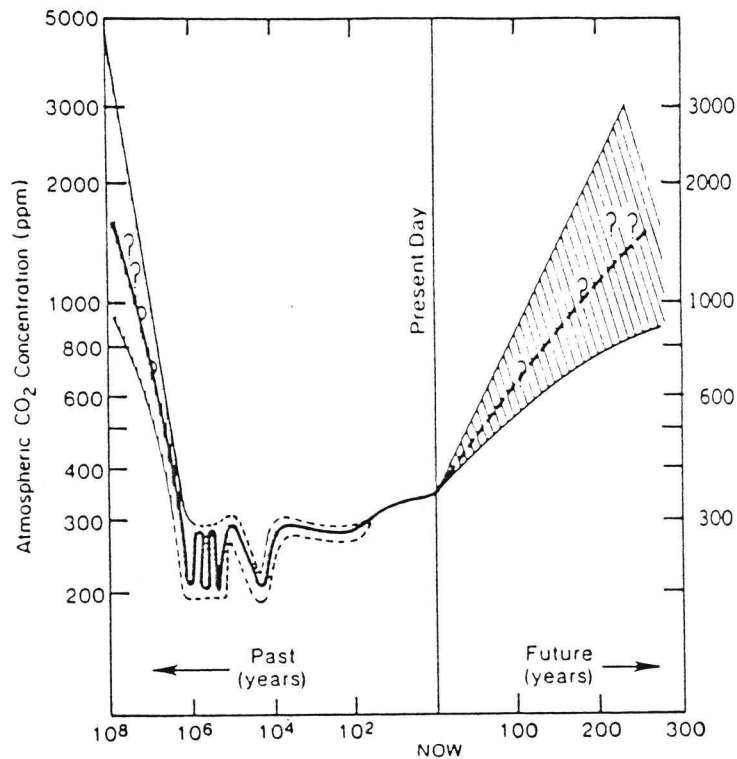
- B3 Ten aanzien van de winning/primaire produktie en processing van de verschillende grondstoffen die bedoeld zijn om te dienen voor brandstofdoeleinden, wordt uitgegaan van de technologie die redelijkerwijs verwacht mag worden te zijn of te kunnen worden ontwikkeld in de komende tien jaar. In het bijzonder geldt dit het verminderde gebruik van kunstmest, bestrijdingsmiddelen en gewasbeschermingsmiddelen in de landbouw, mede als gevolg van strengere wetgeving en van biotechnologische toepassingen.

10. Kooldioxyde en broeikaseffect

Verhoogde concentraties van kooldioxyde, CFK's, methaan, lachgas en ozon veroorzaken verandering van het klimaat. Kooldioxyde komt vrij bij ieder verbrandingsproces. Over de verandering van het klimaat zijn de meningen verdeeld, hoewel de algemene opvatting bestaat dat het hier om een proces gaat dat al in grote mate oncontroleerbaar is en steeds oncontroleerbaarder wordt (¹). Dit laatste tegen de achtergrond van een toenemende wereldbevolking, van een jaarlijkse toename in het energiegebruik per hoofd van de wereldbevolking met 11% en van een verdrievoudiging van het totale wereldenergiegebruik in de komende 50 jaar. De natuur reageert, maar onzekerheid en onduidelijkheid bestaat over de wijze waarop zij reageert.

Onderstaande figuur 1 geeft inzicht in deze ongecontroleerde toename van CO₂. Opvallend in deze figuur is de verwachting dat in de komende 200 jaar de CO₂-concentratie in de atmosfeer zal oplopen tot het niveau dat ook 100 miljoen jaar geleden bestond. Dit kan onverwachte ecologische gevolgen hebben, zoals behoorlijke zeespiegelstijging, woestijnvorming van de klimaatzones. Het is om redenen van verwachtingen omtrent deze risico's, dat sommige oliemaatschappijen anticiperen door verhoging van booreilanden.

Figuur 1 Verloop van CO₂ in de atmosfeer in de geschiedenis en verwacht in de toekomst.



Bron

Goudriaan, J., *The Biosphere as a Driving Force in the Global Carbon Cycle*, in: *Netherlands Journal of Agricultural Science* 35 (1987), p. 183.

Door verbranding van fossiele grondstoffen en ontbossing worden de koolstofverbindingen vrijgegeven aan de atmosfeer in de vorm van kooldioxyde. Jaarlijks komt op deze wijze ca 7 Gt koolstof (24 Gt CO₂) vrij uit een totaal geschat fossiel reservoir van 6000 Gt C en in eerste instantie aan de atmosfeer toegevoegd. Van deze toevoeging van 5 Gt C wordt 40% op kortere termijn opgenomen door de oceanen, terwijl 60% ofwel 3 Gt C per jaar in de atmosfeer achterblijft (2).

Industrialisatie in samenhang met consumptie-gewoonten die zich baseren op verbranding van fossiele grondstoffen als olie, kolen en gas hebben in korte tijd de verhoudingen tussen vrijkomende kooldioxyde en de opname ervan door planten, bomen en wereldzeeën sterk verstoord.

Eén van de mogelijkheden om het CO₂-effect van verbrandingsprocessen meer in de hand te houden bestaat in het gedeeltelijk gebruik van alternatieven voor fossiele energiebronnen. Daartoe behoren de zogenaamde 'hernieuwbare' energiebronnen, samengebracht onder de noemer "biomassa". Hiermee worden de agrarische- en bosbouwprodukten bedoeld, alsmede de bijprodukten van deze produktieprocessen. Bij verbranding van plantaardig materiaal komt weliswaar CO₂ vrij, maar deze wordt weer opgenomen bij de groei van nieuw plantaardig materiaal in het volgende groeiseizoen op de akkers. Er is dan sprake van een cirkel of kringloop voor de CO₂: de hoeveelheid kooldioxyde vrijkomend bij verbranding van plantaardig materiaal wordt bij de plantengroei weer opgenomen. Netto is er dan geen sprake van een toename van CO₂.

Door het vermogen kooldioxyde op te nemen bij de groei van plantaardig materiaal is het gewenst plantaardig materiaal te telen dat een zo hoog mogelijk koolstofgehalte per ha en per jaar ontwikkelt. Het ene gewas onttrekt in deze zin per ha en per jaar meer kooldioxyde aan de atmosfeer dan het andere gewas. Het voordeel dat zo is te verkrijgen, is van eenmalige aard en staat os van toenemende kooldioxyde-emisie door het gebruik van fossiele grondstoffen.

Tabel 1, kolom 1, laat zien hoe CO₂ emissiewaarden zich verhouden voor de verschillende transportbrandstoffen, wanneer alleen wordt gekeken naar de verbruiksfase en de mogelijkheid van heropname daarvan in plantaardig materiaal in het volgende groeiseizoen en niet naar de fasen voor winning en processing. In kolom 2 wordt aangegeven wat de verhoudingen bij benadering zijn indien het gehele proces van winning tot en met gebruik wordt meegenomen. Dit aan de hand van tabel 2 in hoofdstuk 1.

Tabel 1 CO₂-emissies van verschillende brandstoftypes (kolom 1: in de gebruiksfase; kolom 2: in de totale keten van winning, produktie en gebruik) in g CO₂/MJ

Brandstoftype	Kolom 1	Kolom 2
CNG	56	70 - 80
Aardgas	56	± 60 - 65
Benzine	73	86 - 97
Diesel	73	80 - 90
LPG	66	± 85
Motorolie	78	91 - 104
Methanol	70	93 - 107
Ethanol	0*	25 - 36
Plantenolie	0*	27
ETBE	onbekend	± 36

* = CO₂ is opgenomen gedurende het groeiseizoen; bij verbranding van bio-ethanol komt 66 gCO₂/MJ vrij.

Bron

(Kolom 1) Kram, T. en Okken, P.A., Kansen voor alternatieve brandstoffen in het wegverkeer in Nederland tot 2020 onder invloed van de olieprijs, NO_x en CO₂²-plafonds, ESC-52, Petten, p.23.

Gebruik van transportbrandstoffen op basis van biomassa, zoals bio-ethanol, ETBE, pure en veresterde koolzaad-olie en olie uit cellulose, betekent echter in werkelijkheid niet een 100% winst wat CO₂-emissie betreft. Zoals bij de verklaring van bovenstaande tabel 1 is aangegeven, zullen de CO₂-emissiewaarden anders zijn wanneer de fasen van winning, primaire produktie, transport en verwerking worden meebetrokken, ofwel wanneer ook naar de output/input-verhoudingen voor de verschillende transportbrandstoffen wordt gekeken.

Tabel 1 in hoofdstuk 1, waarin de output/input-verhoudingen voor verschillende typen transportbrandstof zijn aangegeven, kan hier wederom dienstbaar zijn en een indicatie geven over de netto voordelen die kunnen worden bereikt bij CO₂-emissies door de inzet van biomassa. Overeenkomstig recente berekeningen, waarbij alleen gebruik is gemaakt van de output/input-verhouding voor bio-ethanol en niet voor fossiele brandstoffen, ligt de vermindering van de CO₂-emissie door gebruik van bio-ethanol tussen de 50 en 75% in vergelijking met fossiele brandstoffen (3). Uit kolom 2 van tabel 1 bovenstaand kan worden afgeleid dat gedacht moet worden gedacht aan CO₂-reducties tussen de 60 en 70%.

Bij een 10% vervanging van benzine door bio-ethanol treedt er dus een reductie van CO₂-emissie op van 6,0 tot 7,0% in vergelijking met 100% benzine. Bij deze berekeningen is dus geen rekening gehouden met de output/input-verhoudingen voor de fossiele brandstoffen zelf. Zou dit wel gebeuren, dus wanneer ook rekening wordt gehouden met de energie die winning, transport en raffinage van fossiele grondstoffen kost, dan wordt het netto voordeel wat betreft vermindering van de CO₂-emissies nog groter bij gebruik van bio-ethanol.

De vraag is wat deze gegevens precies voor de Nederlandse situatie zouden kunnen betekenen. Wordt uitgegaan van een totale gebruikte hoeveelheid fossiele brandstof in het Nederlandse weg- en waterverkeer van ruwweg 10 mrd liter (zie ook figuur 1 en tabel 1 van bijlage 2), waarvan ongeveer 4,5 mrd liter aan verschillende typen benzine, dan betekent een 5% vervanging van benzine door bio-ethanol een reductie van 3,0 tot 3,5% CO₂-emissie ten opzichte van die benzine.

Gerelateerd aan de totale hoeveelheid fossiele brandstof die in weg- en waterverkeer wordt verbruikt betekent het dan een afname van circa 1,5% CO₂-emissie. Bij een 10% toevoeging van bio-ethanol aan de benzine verdubbelt zich deze bijdrage aan de reductie van CO₂-emissie. In deze zin kan biomassa ten behoeve van transportbrandstof dus een reële mogelijkheid worden genoemd om bij te dragen aan doelstellingen van de Nederlandse overheid met betrekking tot de reductie van CO₂-emissie.

11. Smogvorming en verzuring: VOS en NOx

a. Algemeen

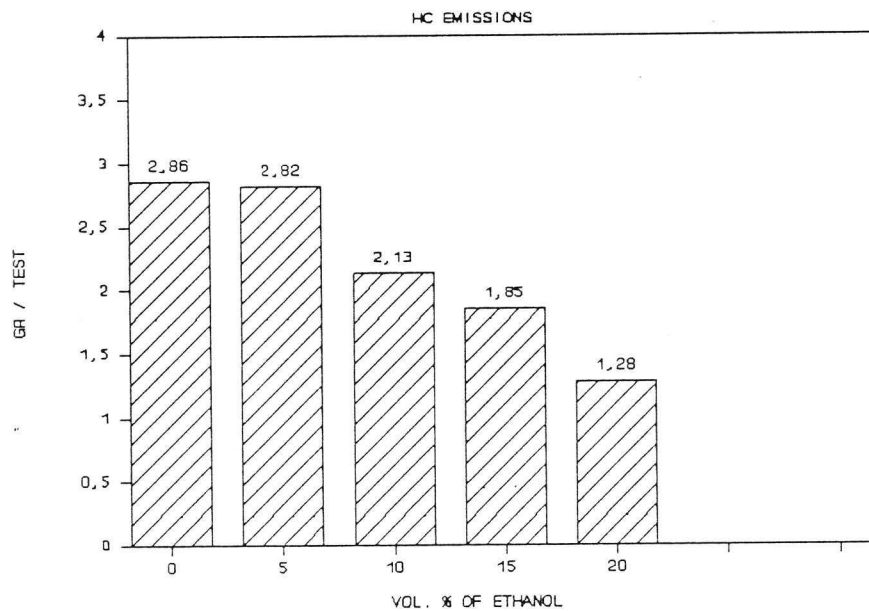
Smogvorming en verzuring, naast klimaatsverandering belangrijke aandachtspunten in het huidige milieubeleid, ontstaan door verschillende stoffen die bij verbrandingsprocessen vrijkomen of daarna gevormd worden. Belangrijke stoffen zijn hier koolwaterstof, stikstofoxyde, ammoniak, ozon, aldehyden, aromaten, benzeen, zwaveldioxyde, en fosforverbindingen. De laatste heeft specifiek betrekking op de landbouw, terwijl de overigen betrekking hebben op verbrandingsprocessen in motoren.

Ozon (O₃) ontstaat in de lagere troposfeer, dus minder dan 3 km hoogte, onder invloed van zonlicht uit vluchtige organische koolwaterstoffen en NOx. Ozon is hierbij vooral een smogvormend element. O₃ heeft daarnaast een negatieve invloed op oogstresultaten in de landbouw (vooral peulvruchten, aardappelen, snijbloemen en voedergewassen) en kan dierlijke organen aantasten.

b. De bio-ethanol optie

Door biomassa te gebruiken als transportbrandstof kunnen belangrijke reducties van de HC worden bereikt. Onderstaande figuur 2 geeft aan dat deze reductie sterk toeneemt naarmate het aandeel bio-ethanol toeneemt in de benzine. Bij een 20% toevoeging is een reductie van 55% in de HC-emissie bereikt. Hierbij zij aangetekend dat de figuur betrekking heeft op voertuigen die niet zijn toegerust met een drieweggeregelde katalysator, hetgeen in tegenspraak is met aanname B2 bovenstaand.

Figuur 2 Invloed van ethanol-toevoeging aan benzine op de HC-emissies



Bron

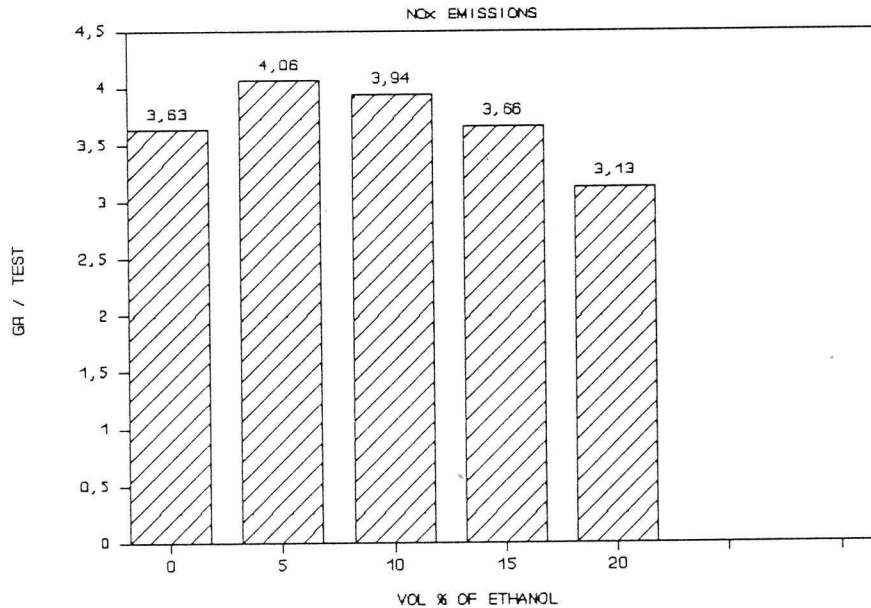
Volkswagen testresultaten in: Menrad, H., Weidmann, K; A Wegener; R., Ethanol in Petrol, Volkswagen AC, in: European New Energies, Saarbrücken 1988 (testen genomen in zogenaamde stadscyclus van 4 km).

Figuur 2 laat zien dat het gebruik van brandstof onder bijmenging van bio-ethanol pas gunstig is met het oog op smogvormende emissies bij een toevoeging van 10% of meer. In andere landen, zoals de VS wordt in het kader van het algemene milieu-beleid, in toenemende mate belang gesteld in de reductie van deze smogvormende emissies, zoals de HC-uitstoot.

Voor de andere smogvormende stof, NOx, wordt volgens dezelfde testen waarbij geen gebruik is gemaakt van katalysatoren, pas een redelijke reductie bereikt bij 20% toevoeging van bio-ethanol aan benzine.

Onderstaande figuur 3, eveneens betrekking hebbend op voertuigen zonder drieweggeregelde catalysator, laat dit zien.

Figuur 3 Invloed van ethanol-toevoeging aan benzine op NOx-emissies



Bron Ibid figuur 2.

Gegevens uit de Verenigde Staten, geven nog eens een extra bevestiging van deze testresultaten van Volkswagen, dus van een geringe stijging van de NOx-emissies bij 10% ethanol-toevoeging en een behoorlijke daling van de vluchtige organische componenten bij dezelfde toevoeging. Onderstaande tabel 2 laat dit zien in vergelijking met de oxygenaat MTBE.

Ook valt aan de hand van deze tabel 2 iets te zeggen over automotoren die toegerust zijn met een drieweggeregelde (closed loop) katalysator. Toerusting met deze katalysator betekent zonder meer al een zeer belangrijke reductie op het gebied van NOx- en HC-emissies. De extra reductie die met betrekking tot de koolwaterstoffen kan worden bereikt, alsook de verhoging van NOx-emissie, worden klein (+/- 5%). Deze kunnen dan ook niet meer als plus-of minpunten worden gezien van ethanol, methanol of MTBE in geval een motor is toegerust met een drieweggeregelde katalysator.

Tabel 2 Testuitslagen voor CO, NOC en VOS in de Verenigde Staten voor 10% ethanol bijmenging en 11% MTBE-mengbrandstof (RVP = dampspanning).

Technology	3.7% Oxygen (10% Ethanol or 5% Methanol/Cosolvent Blends)					2.0% Oxygen (11% MTBE Blends)		
	CO		NOx	VOC		CO	NOx	VOC
	Same RVP	-0.76 PSI		Same RVP	-0.76 PSI	Same RVP		Same RVP
Non-Catalyst	-24.5%	-22.8%	-3.8 %	-5.5%	-4.2 %	-13.2 %	-2.1 %	-3.0 %
Open-Loop Latalyst	-34.9	-33.4	-4.0	-15.6	-14.5 %	-18.9	-2.2	-8.4
Closed-Loop	-21.4	-17.2	-8.1	-5.1	-2.4 %	-11.6	-4.4	-2.8 %

Bron

Emission Control Technology Division, US Environmental Protection Agency, Guidance on Estimating motor Vehickle Reductions from the use of Alternative Fuels and Fuel Blends, Ann Arbor 1988, p. 35.

Gezien de resultaten van genoemde testprogramma's kan gesteld worden dat toevoegingen van bio-ethanol aan benzine vanuit het oogpunt van HC- en NOx-emissies in voertuigen zonder drieweggeregelde katalysator interessant zijn bij toevoegingspercentages van 10% en meer. Uit bovenstaande tabel 2 valt ook op te maken, dat in geval van gebruik van de drieweggeregelde katalysator de koolwaterstofemissies nog eens een extra reductie ondergaan (VOC-daling), in geval van gebruik van bio-ethanol. Niettemin is deze reductie zeer gering te noemen.

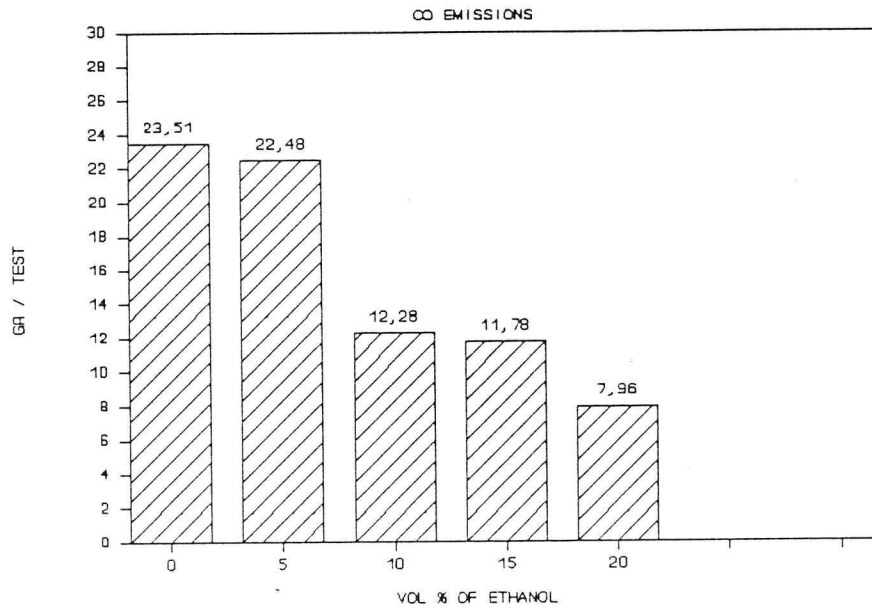
12. Koolmonoxyde

Koolmonoxyde (CO) kan al bij kortstondige blootstelling tot gezondheidsrisico worden. Aan een toename van de koolmonoxyde door verbrandingsprocessen zijn dan directe gezondheidsrisico's verbonden, hetgeen vooral in stedelijke gebieden problematisch kan zijn. Toevoeging van bio-ethanol aan benzine kan deze emissies van koolmonoxyde met grote sprongen reduceren, doordat de zuurstof-/brandstofverhouding wordt verhoogd.

Bovenstaande tabel 2 laat zien aan welke reductiepercentages daarbij moet worden gedacht, wanneer bio-ethanol voor 10% wordt toegevoegd. Bij een toevoeging van 10% ethanol aan benzine wordt, ook bij gebruikmaking van een drieweggeregelde katalysator, een extra reductie van 21% in de CO-emissie gemeten.

Ook onderstaande figuur 4, die echter experimentresultaten toont met voertuigen zonder een drieweggeregelde katalysator, geeft aan dat bij een toevoeging van 10% bio-ethanol een halvering van CO-emissie volgt en bij een 20% toevoeging slechts eenderde van de CO-emissie resteert.

Figuur 4 Invloed van ethanol-toevoeging aan benzine op de CO-emissies.



Bron Volkswagen test, Ibid.

13. Zwaveldioxyde

Zwaveldioxyde is een giftige stof, die bijdraagt aan de verzuuring. Hoewel de zwaveldioxyde-uitstoot de laatste 10 tot 15 jaar zeer behoorlijk is teruggebracht, zeker wanneer gekeken wordt naar de gelijktijdige groei van de chemische en petrochemische industrie, is er sprake van een aanzienlijk probleem.

Emissie van SO_2 vindt voornamelijk plaats in de chemische en petrochemische industrie, alsook bij de verbranding van fossiele brandstoffen en de concentratie is ook in belangrijke mate afhankelijk van activiteiten in het buitenland (4). Bij raffinaderijen vindt nu relatief de grootste uitstoot van zwaveldioxyde plaats, wanneer wordt vergeleken met industrie, elektriciteitscentrales, verkeer en huishoudens. In het jaar 2010 zal deze bijdrage van de raffinaderijen volgens verwachting relatief sterk zijn gewijzigd (5). Industrie en centrales zullen verreweg de grootste emissies van SO_2 veroorzaken, namelijk 75% tegenover 18% door raffinaderijen en wegverkeer en 0,7% van de primaire agrarische sector.

Het zwavelgehalte is in verschillende fossiele brandstoffen verschillend, maar is afwezig bij de transportbrandstoffen op basis van biomassa (6). De benadering van het probleem van zwaveldioxyde wat de verschillende transportbrandstoffen betreft kan daarom vergelijkbaar zijn met de benadering die in paragraaf 9 is gekozen voor de CO₂-emissie.

Inzet van energie op basis van biomassa kan op dit gebied een bijdrage leveren in de vorm van emissie-reductie, zowel wanneer gerelateerd aan de processing- als aan de gebruiksfase.

14. Stikstof en fosfaat

Bij de primaire produktie van biomassa ten behoeve van energie is sprake van het gebruik van chemische stoffen die bijdragen aan de verzuring van bodem en lucht en water. Bedoeld zijn de stikstofgift (N) en de fosfaatgift (P₂O₅).

Vervuiling door fosfaat wordt voor een deel veroorzaakt door de landbouw, te weten voor circa 15%. Het probleem van de fosfaatgift is bovenal een veehouderijprobleem en slechts zeer gedeeltelijk een probleem van de akkerbouw. De fosfaatgift per ha is het minst in geval van koolzaadteelt (ca 40 kg/ha), terwijl het bij tarwe en suikerbieten respectievelijk 60 en 100 kg/ha is. Uitgedrukt in een liter transportbrandstof uit de verschillende gewassen liggen de verhoudingen iets anders, te weten voor koolzaad en tarwe 0,025kg/liter en voor suikerbieten 0,016 kg/liter. Verwacht mag worden dat de fosfaatgift in geval van houtteelt en de teelt van miscanthus nog lager ligt.

De zaken liggen ongeveer hetzelfde voor vervuiling door nitraat. Weliswaar wordt nitraatvervuiling vrijwel volledig veroorzaakt door het gebruik van stikstof in de landbouw (7), maar de helft van het stikstofgebruik betreft dierlijke mest, de andere helft kunstmest.

De teelt van biomassa ten behoeve van energie vereist het gebruik van stikstof en fosfaat, maar de stikstofgift is niet voor iedere teelt dezelfde. Zo is de stikstofgift per ha duidelijk het grootst voor koolzaad (ca 180 kg/ha of 0,1 kg/liter koolzaadolie), terwijl de stikstofgift voor granen en suikerbieten beduidend lager ligt (resp. 160 en 130 kg/ha ofwel 0,06 en 0,02 kg/liter). Voor houtteelten en bijvoorbeeld miscanthus ligt de stikstofgift per ha nog weer lager.

Reductie in het gebruik van fosfaat en stikstof zal in de toekomst zeer waarschijnlijk niet gepaard hoeven te gaan met produktiviteitsvermindering per ha. Enerzijds door de ontwikkeling van methoden om de gift van kunstmesten, bestrijdings- en gewasbeschermingsmiddelen gericht te laten plaatsvinden en anderzijds door de ontwikkeling van nieuwe plantenvariëteiten onder andere door middel van de biotechnologie. Ontwikkelingen in de mechanisatietechnologie en biotechnologie zullen de minerale opname door de gewassen verbeteren.

Afweging van koolzaad, tarwe en suikerbieten levert wat fosfaat- en stikstofgiften per hectare betreft niet een bepaalde voorkeur op. Wordt uitgegaan van de doelstelling het laagste gebruik van fosfaat en stikstof te hebben wanneer uitgedrukt per liter transportbrandstof, dan verdient bio-ethanol uit suikerbiet de voorkeur. Worden ook cellulosegewassen meebetrokken, dan zijn deze waarschijnlijk gunstig qua stikstof- en fosfaatgift. Voor een gewas als mais ligt de stikstof- en fosfaatgift relatief ongunstig, wanneer uitgedrukt in kg/ha.

15. Bestrijdingsmiddelen

Het gevaar van het gebruik van bestrijdingsmiddelen in de landbouw, voor onkruidbestrijding en gewasbescherming, ligt in de opeenhoping van deze middelen in het milieu, uitspoeling naar het grondwater en daardoor mogelijke hoge concentraties in drink- en oppervlaktewater. Een belangrijk deel van het landbouwkundig onderzoek is gericht op het terugdringen van het gebruik van deze middelen tot aanvaardbare niveau's, de vervanging ervan door milieuvriendelijker middelen en de verbetering van de toediening van de middelen.

Gebruik van deze middelen ⁽⁸⁾ bij de koolzaadteelt betreft circa 1,8 kg/ha, bij tarwe circa 6 kg/ha in de Noordelijke provincies van Nederland en bij suikerbieten circa 5 kg/ha in dezelfde regio. Uitgedrukt in kg/liter transportbrandstof, geldt ook hier het relatieve voordeel van suikerbiet boven koolzaad en tarwe.

Het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen is niet aanwezig bij produktie en verbranding van fossiele brandstoffen.

16. De optie voor ethyl tertiary butyl ether (ETBE)

Toevoeging van ethanol of methanol aan benzine verhoogt de vluchtigheid van de brandstof (9). Ethanol bij 100%-gebruik is minder vluchtig is dan benzine en synthetische methanol kent een grotere vluchtigheid dan ethanol (10). Wanneer de vluchtigheid van een transportbrandstof hoger is, is er in meerdere mate sprake van bepaalde emissies bij zowel het tanken van de brandstof als bij onvolledige verbranding ervan.

In dit kader is het van belang om naast ethanol ook het afgeleide produkt ethyl tertiair butyl ether (ETBE) te noemen, dat een verbinding is van ethanol en isobutyleen in de gewichtsverhouding van circa 1:1,2. ETBE kan als vervanger dienen van de huidige gebruikte MTBE (methyl tertiair buthyl ether: chemische verbinding van methanol en isobutyleen) en toegevoegd worden aan benzine tot ongeveer 12 procent. ETBE kan worden beschouwd als een zeer schone brandstof, die alle positieve kenmerken van bio-ethanol heeft (hoog octaangehalte, lage koolmonoxyde-uitstoot) en geen van de negatieve kenmerken van ethanol (zoals "water-intolerantie" en een relatief hoge "vluchtigheid").

Tijdens een recent congres over Luchtkwaliteit en Motorbrandstoffen in de Verenigde Staten ⁽¹¹⁾ zijn daarnaast nog de volgende voordelen van ETBE genoemd:

- door de zeer geringe vluchtigheid van ETBE kunnen andere goedkopere, maar vluchtige stoffen als butaan in benzine worden gebruikt;
- de betere hanteerbaarheid van ETBE zowel bij transport als bij gebruik aan de pomp, vergelijkbaar met andere petroleum-producten;
- de hogere mengwaarde met benzine in de zin van een hoger blend-octaan getal;
- hogere acceptatiegraad bij olie- en auto-industrieën en bij consumenten.

17. Emissie-eisen van de overheid voor CO₂, NO_x, HC, SO₂, P en N

In het kader van het Nationale Milieubeleids Plan (NMP) dat in 1989 door de Nederlandse overheid is geformuleerd en in het NMP zijn eisen aangegeven voor de komende decennia aangaande onder meer HC, NO_x en CO₂. In onderstaande tabel 3 zijn deze emissie-eisen opgenomen.

Tabel 3 Emissieplafonds voor CO₂, NO_x en HC

Aan de sector verkeer en vervoer worden de volgende emissieplafonds gesteld:

	1986	2000 ²	2010 ²
NO _x personenverkeer ¹	163	40 (-75%)	40 (-75%)
NO _x vrachtverkeer ¹	122	72 (-35%)	25 (-75%)
Koolwaterstoffen ¹ pers. verkeer	136	35 (-75%)	35 (-75%)
Koolwaterstoffen ¹ vrachtverkeer	46	30 (-35%)	12 (-75%)
CO ₂ ¹	24 000	24 000 (0)	21 600 (-10%)
Geluid personenauto ³	80	74	70
vrachtauto/bus ³	81-88	75-80	70
aantal woningen ⁴ geluidhinder in enige mate ⁵	260 000	130 000 (-50%)	1 000 000 (-50%)
	2 000 000	1 800 000 (-10%)	1 000 000 (-50%)

- 1 NO_x, koolwaterstoffen en CO₂ in
2 kilogrammen per jaar
3 percentages NO_x en koolwater-
stoffen t.o.v. 1980
streefwaarden voor de max.
geluidproductie van voertuigen in
dB (A)
- 4 aantal woningen dat aan een
onaanvaardbaar hoog (sane-
rings-) geluidniveau is
blootgesteld, verminderd
door bron- en overdrachtsmaat-
regelen met 50% in 2000
5 woningen met een geluidbelas-
ting van meer dan 55 dB (A)

Bron

Nationaal Milieubeleids Plan, Kiezen of Verliezen, 1990-1994,
Den Haag 1989, p.195.

Voor zwaveldioxyde-uitstoot zijn in het NMP eveneens de nodige emissie-eisen geformuleerd tot het jaar 2000. Zo zullen de raffinaderijen in het jaar 2000 de uitstoot van zwaveldioxyde moeten hebben verminderd tot 36 kiloton/jaar in vergelijking met de 95 kiloton in 1985. Voor verkeer en huishoudens geldt een vermindering van 47 kiloton in 1985 tot 24 kiloton in het jaar 2000. Voor het verkeer formuleert het NMP voornamelijk een eis ten aanzien van gasolie/dieselolie. Voor de HC en NO_x geldt dit in geval van bio-ethanol bij voertuigen die niet zijn toegerust met katalysator. Dit is in tegenstelling tot de aannames. Bij voertuigen met driewegge-regelde katalysator zijn effecten van bio-ethanol op NO_x en HC-emissies verwaarloosbaar klein.

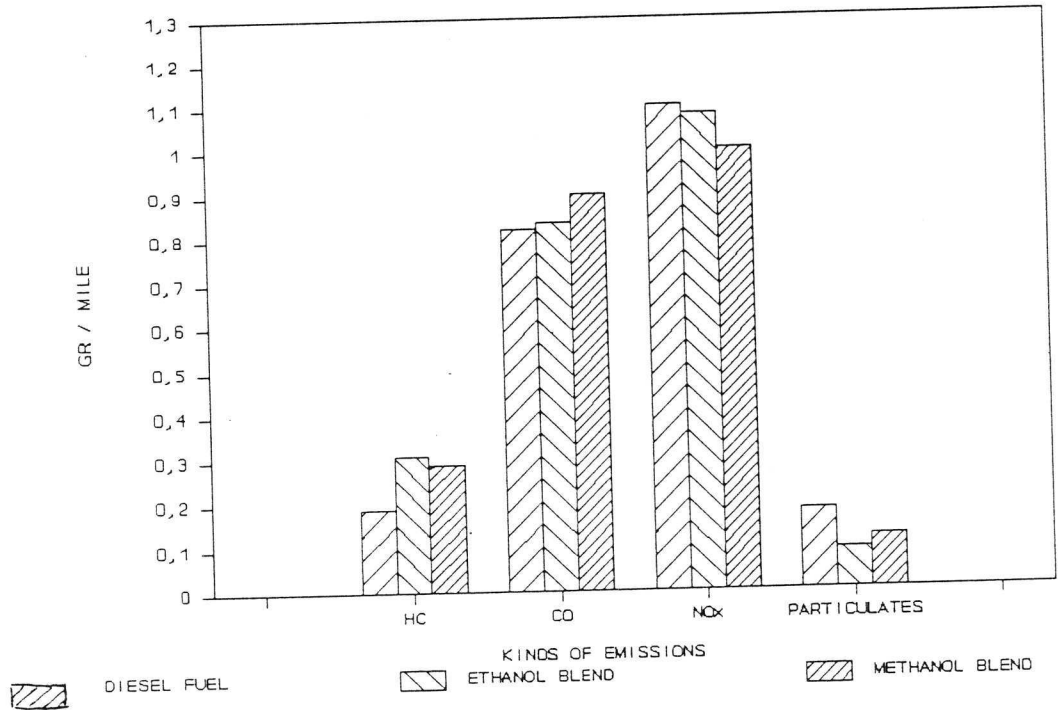
Uit hetgeen in de paragrafen 9 en 10 naar voren is gekomen kan toevoeging van bio-ethanol en ETBE aan benzine in aanzienlijke mate bijdragen in de reductie-eis ten aanzien van componenten HC, CO₂ en SO₂ bij relatief lage toevoegingspercentages, terwijl de reductie-mogelijkheid t.a.v. de NOx pas ontstaat bij toevoegingspercentages van 15% en meer. Voor de HC en NOx geldt dit in geval van bio-ethanol bij voertuigen die niet zijn uitgerust met katalysator. Dit is in tegenstelling tot de aannames. Bij voertuigen met drieweggeregelde katalysator zijn effecten van bio-ethanol op NOx en HC-emissies verwaarloosbaar klein.

Voor fosfaat zijn in het NMP eisen gesteld ten aanzien van zowel industrie, rioolwaterzuiveringsinstallaties en aan de landbouw. Ten aanzien van de laatste is de eis gesteld dat de fosforaccumulatie (P-accumulatie) in landbouwgronden in het jaar 2000 terug moet zijn gebracht tot 0. Niettemin zijn hieraan geen consequenties te verbinden voor transportbrandstoffen van agrarische grondstoffen.

18. Ethanol en koolzaadolie gemengd met diesel

Bovenstaand is nagegaan wat het betekent voor NOx-, HC- en CO-emissies, indien bio-ethanol in verschillende percentages wordt toegevoegd aan benzine. Toevoeging is echter ook mogelijk aan diesel, maar heeft daar andere gevolgen. Een 25% vervanging van diesel door ethanol wordt in onderstaande figuren vergeleken met een 15% vervanging van diesel door methanol en met diesel zelf.

Figuur 5 Emissie van HC, CO, NOx en vaste deeltjes bij ethanol-toevoeging aan diesel.

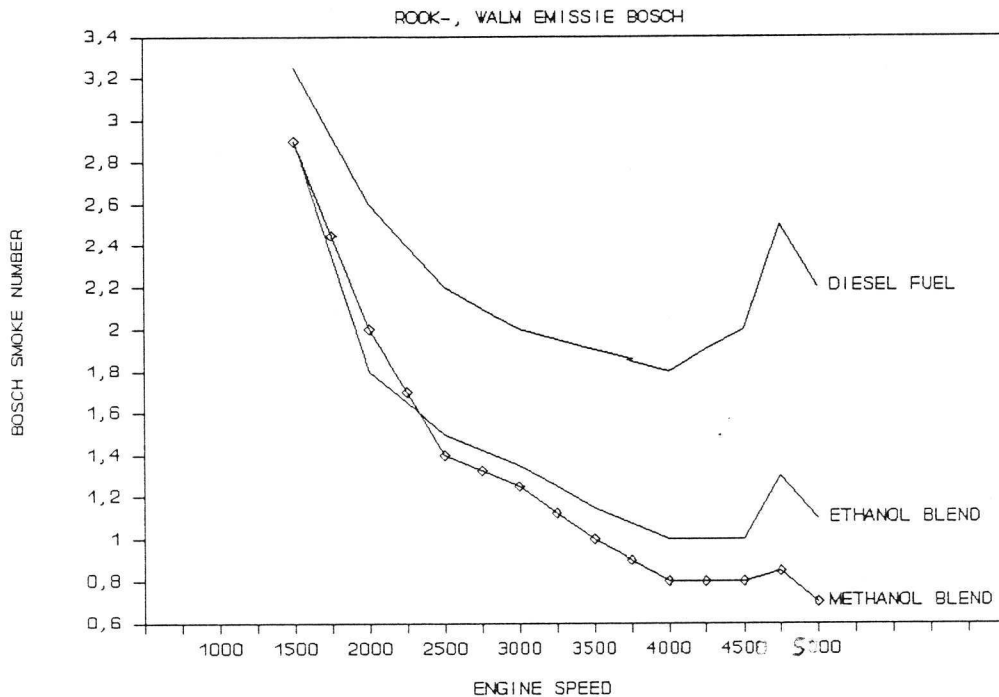


Bron

Quadflieg, H., Fuel products or additives originating from agriculture; comparison of the various technical solutions, in: Alternative uses for agricultural surpluses, Dordrecht 1985, p. 27 (leanburn-motor experimenten).

Duidelijk uit figuur 5 is de afname van de vaste deeltjes en daarmee ook de zwaveldioxyde-uitstoot. In figuur 6 wordt aangegeven wat de verschillende toevoegingen voor gevolgen hebben inzake rook-, vaste deeltjes- en walmemissies bij dieselmotoren.

Figuur 6 Rook-, vaste deeltjes- en walmemissie Bosch, bij volle lading



Bron Ibid, p. 27.

Interessant zijn in dit verband ook de vergelijkingen die zijn gemaakt voor volledige vervanging van dieselbrandstoffen door alternatieven als aardgas en ethanol. Dit wordt weergegeven door de figuren 2a tot en met 2h in bijlage 2, hoewel het nadeel van de vergelijking is dat voertuigen met katalysator worden vergeleken met voertuigen zonder katalysator. In de genoemde figuren komt daardoor aardgas beter naar voren dan ethanol.

Duidelijk evenwel is dat ethanolbrandstof als zodanig aan de komende Europese eisen wat betreft emissies van NO_x, CO, HC en particles voldoet. Eveneens voldoet het aan de zeer strenge VS-HD eisen voor 1991, zoals die opgenomen zijn in de figuren. Wanneer 100% koolzaadolie of methylester (80% veresterde koolzaadolie en 20% alcohol) wordt gebruikt in plaats van diesel brandstof ontstaat het beeld zoals wordt gegeven in tabel 4 onderstaand. Hieruit blijkt dat vervanging van diesel door onveresterde koolzaadolie in gangbare dieselmotoren een verhoging van de emissies van CO, HC en NO_x betekent. Dit, terwijl vervanging door veresterde koolzaadolie juist belangrijke reducties geeft wat betreft CO en vaste deeltjes en een lichte stijging voor de NO_x.

Tabel 4 Gedrag van koolzaadolie en methylester in gangbare dieselmotoren (g/kwh)

	diesel	koolzaad olie	methylester van koolzaadolie
CO	7,99	12,31	2,73
HC	1,62	4,35	1,43
NOx	4,59	4,89	5,31
walm, rook	2,10	1,50	0,9

Bron

Gateau, P, ed., *Utilisation des Mises végétales et de leurs produits de transtérification comme carburants diesel*, in: *Revue de l'institut Français des Pétrole*, vol. 40, no 4, 1985 p. 519.

Bij de stadsbusmaatschappij 'Semitrat' te Tours rijden 4 van de 184 (diesel) autobussen op een brandstof bestaande uit 91,5% ethanol, 3,5% buthanol, 0,4% isopropanol en 4,8% avocet. De experimenten vinden plaats met een lichte moteraanpassing en zonder roetfilter. De resultaten zijn opvallend gunstig in termen van CO, HC en vaste deeltjesemissies (12).

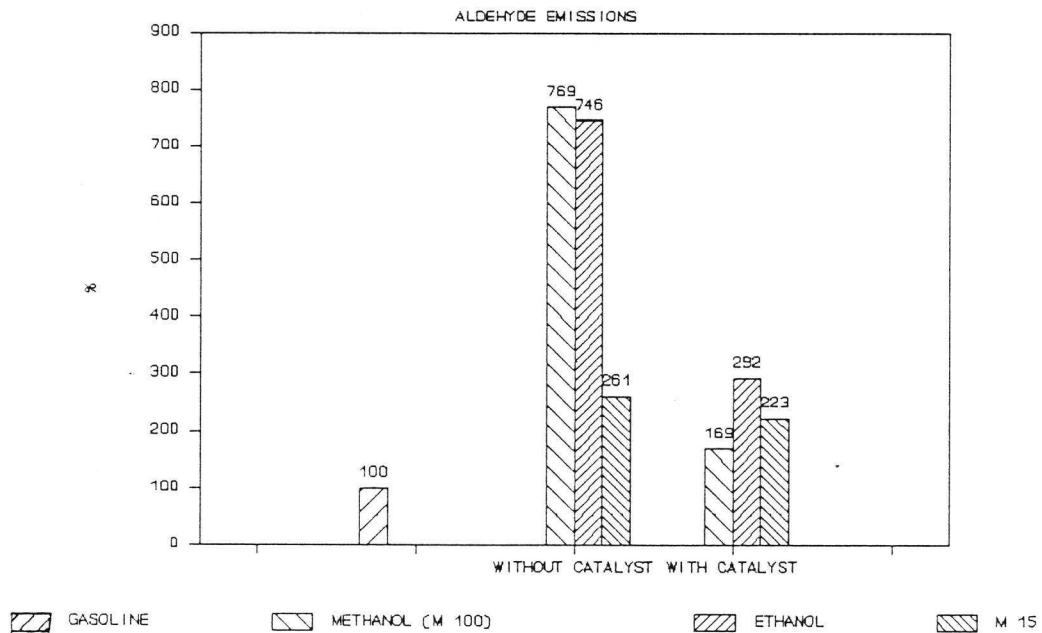
15. Aldehyden

Aldehyden vormen een relatief nieuw thema waar het de waardering van de verschillende transportbrandstoffen betreft. Dit lijkt vooral het geval te zijn in de Verenigde Staten. Aldehyden kunnen als schadelijk worden gezien voor het milieu en de volksgezondheid. In het Nationaal Milieubeleids Plan van 1989 zijn de aldehyden niet opgenomen onder de zogenoemde prioritaire stoffen.

In het algemeen kan worden gezegd dat in geval van een bio-ethanol-toevoeging aan benzine en gebruikt in een voertuig dat niet is voorzien van een katalysator, de emissie van primair aldehyden relatief toeneemt ten opzichte van pure benzine. Met primair aldehyden worden dan de aldehyden bedoeld, die direct aan de uitlaat kunnen worden gemeten.

Onderstaande figuur 7 geeft een indicatie over de emissie van primair aldehyden bij verbranding van verschillende alternatieve brandstoffen.

Figuur 7 Primair aldehyden emissies met en zonder catalysator



Bij de weergave van de primair aldehyden-emissie van de verschillende transportbrandstoffen vallen twee opmerkingen te maken (13):

1. de toename van de aldehyden-emissie in geval van methanol betreft hoofdzakelijk de formaldehyde, terwijl de toename in geval van bio-ethanol het azetaldehyde betreft;
2. de gegevens in figuur 7 hebben betrekking op primair aldehyden. Daarnaast zijn er de zogeheten secundair aldehyde, zoals peroxyacetylnitraat ofwel PAN. Dit zijn aldehyden die tot stand komen in een latere reactie van de verbrandingsresten in de atmosfeer door fotochemische reacties. Bij benzine is er een behoorlijke stijging van de secundair gevormde aldehyden, in tegenstelling tot methanol en bio-ethanol.

Een vaste uitspraak met betrekking tot de primaire en secundaire aldehyden-emissie van de alternatieve transportbrandstoffen valt bij ontbreken van voldoende onderzoeksmateriaal eigenlijk niet te doen. Wel is bekend dat ingeval van voertuigen met een drieweggeregelde catalysator, de emissie van primair aldehyden voor benzine en de alternatieve transportbrandstoffen alsook van PAN, in sterke mate vermindert (14).

Onder de alternatieve brandstoffen zijn voornamelijk geen onderzoeken gedaan bij MTBE en ETBE wat de emissie van aldehyden betreft. Het is zeer waarschijnlijk dat bij deze brandstoffen aanzienlijke verbetering optreedt, wegens de minder grote vluchtigheid in vergelijking met benzine, methanol en bio-ethanol.

Voor veresterde en onveresterde koolzaadolie als vervangers van dieselbrandstof in gangbare dieselmotoren zijn gegevens uit experimenten bekend. Onderstaande tabel 5 geeft deze gegevens aan.

Uit recent Duits onderzoek binnen het ontwikkelingsinstituut voor motortechneik van Porsche wordt de verhoogde primaire aldehyde-emissie bevestigd voor onveresterde koolzaadolie in een aantal aangepaste motoren. In deze proefnemingen is nog niet de Elsbett-motor opgenomen, die speciaal ontworpen is voor pure en onverwerkte koolzaadolie. Bij de proefnemingen die in het Franse Compiègne worden genomen met veresterde koolzaadolie (20% bijmenging en 100% vervanging), zijn nog geen metingen verricht met betrekking tot aldehydenemissies en aldehyde-vorming als gevolg van onvolledige verbranding.

Tabel 5 Metingen van aldehyden-emissies bij een 50% vervanging van diesel door koolzaadolie en een 100% vervanging van diesel door onveresterde en door veresterde koolzaadolie (in gangbare dieselmotoren).

Emissions pondérée d'aldehydes et de cétones (en g/h) (Pondération selon la procédure du cycle californien).

	Gazole	Gazole 50% Huile de colza 50%	Huile de colza	Ester méthylique de colza	Laurae de méthyle
Formaldéhyde	4.2	9.5	16.0	5.9	3.9
Acetaldéhyde	1.9	3.9	6.1	1.7	1.1
Acroléine	1.3	4.2	9.6	2.5	1.0
Acétone	0.52	0.68	0.74	0.23	0.22
Propionaldéhyde	0.54	1.5	2.9	0.88	0.34
Crotonaldéhyde	0.51	1.1	1.6	0.49	0.29
Methacroléine	0.16	0.18	0.11	0.027	nég.
Methyl-ethyl-ceton - n-butyraldéhyde	0.56	1.1	1.8	0.43	0.23
Benzaldéhyde	0.23	0.18	0.63	0.22	0.06
Total mesuré	9.9	22.3	39.5	12.4	7.1

Bron

Gateau, P. e.a., Utilisation des Huiles Végétales et de leurs Produits de Transesterification comme Carburants Diesel, in: Revue de l'Institut Français du Pétrole, juillet/aout 1985.

16. Andere emissie-stoffen

Andere stoffen naast aldehyden die van belang zijn in de waardering van verschillende alternatieve transportbrandstoffen, zijn aromaten, benzeen en ketonen. Deze dragen bij aan smogvorming. Benzeen en aromaten betreffen prioritaire stoffen in het Nationaal Milieubeleids Plan. Zware stookolie, diesel, en de verschillende typen benzine scoren hier negatief, terwijl de alternatieve brandstoffen bio-ethanol, ETBE, methanol en MTBE hiervoor gunstig zijn (15).

Uit de voorlopige testresultaten voor onveresterd koolzaad, waar bovenstaand naar is verwezen, blijkt een verhoging van de emissies van benzeen, aromaten en ketonen.

17. Ruimtelijk gebruik en risico's

a. Ruimtelijk gebruik

Ruimtelijk gebruik is een moeilijk grijpbare milieu-component voor zover het niet betrekking heeft op emissies. Niettemin is het een steeds vaker terugkerend aspect in beschouwingen over het leefmilieu (16), op gelijke voet met bijvoorbeeld geluid. Zo is uit Franse experimenten gebleken dat door 100% vervanging van diesel in autobussen door bio-ethanol voordelen op het gebied van trilling en geluid worden behaald. Uitgewezen is dat een stationair draaiende ethanol-bus 20/30 toeren heeft tegenover de 60 toeren van de normale diesel autobus (17).

Ruimtelijk gebruik heeft betrekking op aspecten als visuele indrukken, de bevolkingsdichtheid, het gebruik van het landschap en de leefbaarheid daarbinnen, de bevolkingsdichtheid en de mogelijkheid van integratie in een dienstverleningsnet, qua scholing, voedselvoorziening, veiligheid, uitgaansleven, bereikbaarheid.

Eén van de mogelijke manieren om de industriële ontwikkeling en werkgelegenheid in de plattelandsgebieden te verstevigen, is de activering van energiewinning uit biomassa (18). Dit geldt vooral in de huidige situatie van problemen inzake overschotten voor verschillende akkerbouwgewassen en de verschillende opties die als tegenwicht hiervoor opgeld doen, waaronder het braakleggen van grond. Bij deze genoemde optie moeten negatieve milieu-aspecten in de zin van het ruimtelijk gebruik zoals aangegeven niet worden uitgesloten (19).

Blijvend gebruik van grond, onder meer ten behoeve van energie-productie, kan hierbij van wezenlijke betekenis zijn.

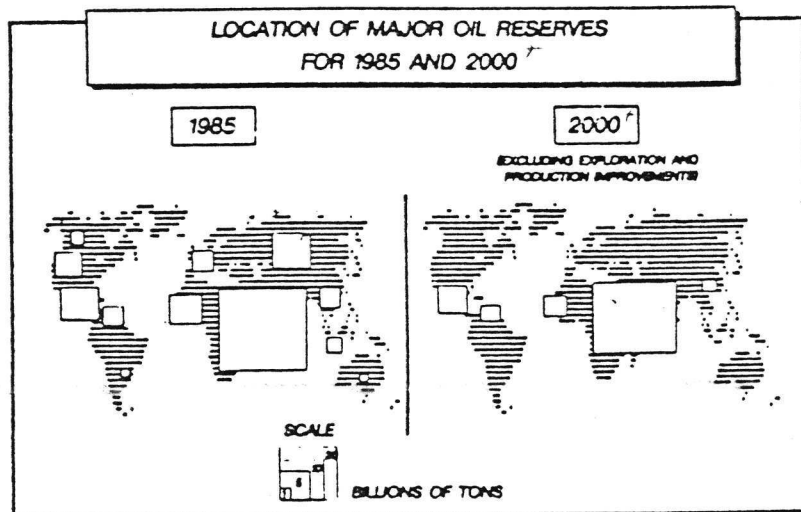
b. Risico's

Met risico's kunnen vele verschillende zaken worden bedoeld. Zij kunnen bijvoorbeeld slaan op de genoemde emissies en de leefbaarheid in de toekomst. Vooral in geval van de CO₂-emissies en de atmosferische toename ervan speelt dit aspect van risico.

Risico kan ook betrekking hebben op calamiteiten, in de vorm van mogelijke grote gebeurtenissen, die van het ene op het andere moment een belangrijke omgevingsverandering kunnen teweegbrengen. Bedoeld zijn hiermee ongelukken met kernenergiecentrales of olietransporten, die ecologische verstoringen kunnen veroorzaken. Daarnaast zijn er de risico's die betrekking hebben op de uitputting van voorraden in bepaalde gebieden en de noodzaak grondstoffen te moeten winnen in gebieden die ecologisch nog weinig zijn verstoord. Ook de uitputting van energievoorraden in het algemeen behoort tot de risico's op milieugebied.

Onderstaande figuur 8 laat zien wat met risico's kan worden bedoeld wanneer de laatste twee aspecten in oenschouw worden genomen.

Figuur 8 Locatie van belangrijke oliereserves voor 1985 en 2000[†]



Bron

Chartier, Ph. en Clément, D. (Agence Française pour la Maîtrise de l'Énergie), *Technological Progress in New and Renewable Energy Sources*, Paris 1986.

De milieu-risico's zoals bovenstaand genoemd, zijn in geval van biomassa ten behoeve van energie aanzienlijk minder. Dit niet in de laatste plaats vanwege de regionale produktie en het gedeeltelijk gedecentraliseerde transport dat bij biomassa plaatsvindt. Het kan een overweging zijn om winning, transport en processing van fossiele energie aan te vullen met produktie, transport en verwerking van biomassa met het oog op energiewinning.

Naast risico's voor calamiteiten op grotere schaal zijn ook calamiteiten op kleine schaal niet uitgesloten. Zo zijn bijvoorbeeld aan de experimenten met autobussen op gas risico's verbonden die te maken hebben met de hoge temperatuur die bij verbranding ontstaat en met de zeer grote brandstoftanks. Er is dan sprake van verhoogd risico ten opzichte van conventionele voertuigen (20). Hetzelfde geldt ook voor voertuigen die aangedreven worden door elektrische accu's.

18. De mogelijkheden van technologie

Het is van belang om alternatieven te noemen op motorengedebied. Dit in relatie met het milieugedeelte van biomassa ten behoeve van energie. Het gaat hierbij bijvoorbeeld om ontwikkelingen als die van de Elsbett-motor in Duitsland voor gebruik van pure koolzaadolie en de mogelijke verdere ontwikkeling van de Stirling-motor in Nederland. Aanpassingen van bestaande motoren voor optimalisatie in het kader mengbrandstoffen behoort hier ook toe. Het laatste is voor een aantal toepassingen (bijmengingen) van ethanol en veresterde koolzaadolie gedaan in Frankrijk, Zweden en Duitsland.

Zoals eerder aangegeven is de Elsbett-motor nog niet getest op de bovengenoemde milieu-emissies als ketonen, aldehyden e.d. Naar verwachting zal dit op korte termijn gebeuren. In tabel 2 van bijlage 2 zijn de emissies van de Elsbett-motor opgenomen voor de emissies van CO, HC, CO₂, NO^x en vaste deeltjes. De emissie-waarden zijn zeer gunstig wanneer vergeleken met de strenge grenswaarden die door de Verenigde Staten zijn gesteld.

De Stirling-motor wordt in sommige studies een reële optie genoemd om verder aan te werken in het kader van biomassa ten behoeve van transportbrandstoffen (21). Stirling-motoren zijn in een aantal landen in de wereld in onderzoek, waarbij Nederland. Verschillende proefopstellingen voor Stirling-motoren in stationaire toestand en in voertuigen hebben reeds plaatsgevonden (22).

Door de uitwendige verbranding kan de Stirling-motor alle brandstoffen gebruiken, waaronder de transportbrandstoffen op basis van biomassa. Vooral in combinatie met biologische transportbrandstoffen kan de Stirling-motor, in zijn vele toepassingen, een weg zijn om tot verregaande reducties in emissies van CO, HC en NO_x te komen. Onderstaande tabel 6 laat enige mogelijkheden van de Stirling-motor zien tegenover de Otto-motor met en zonder katalysator.

Tabel 6 Vergelijking van de Stirling-motor en de Otto-motor bij constant vermogen, in g/GJ (EGR = Exhaust Gas Recirculation)

	Otto-motor CS/stand.	CA/3w.Kat.	Stirling-motor	
				ECR
CO	1340	370	133-400	-
HC	333	37	4-8	-
NOx	2853	37	133-266	60

Bron

BV Stirling Motors Europe, Vergelijking Emissies, Geluid en Trillingen van de Stirling-motor met die van de inwendige verbrandingsmotor, Den Haag, Report 89/03.

Naast de Elsbett- en Stirling-motor, moet als realistische aanpassing van motoren het principe van Flexible Fuel Vehicle (23) worden genoemd, dat in Nederland is ontwikkeld en in de Verenigde Staten in een gevorderd stadium van toepassing is. Vooral in het kader van de Amerikaanse CAFE-wet (Corporate Average Fuel Economy-wetgeving, die als wetgeving in de context van milieu en energiebezuiniging moet worden gezien), is het juist deze technische mogelijkheid die het mogelijk maakt voertuigen op meerdere typen brandstof, dus zowel pure benzine als pure ethanol en mengvormen daarvan, te laten rijden.

Noten hoofdstuk 2

- (1) Zie Okken, P.A., e.a, *Climate and Energie, The feasibility of controlling CO₂ emissions*, Dordrecht 1989, p.1: "...merging evidence of global warming and the threat of uncontrollable climate feedback mechanisms".
- (2) *Ibid*, p.108.
Nationaal Milieubeleids Plan, Kiezen of Verliezen, 1990 - 1994, Den Haag 1989.
- (3) Fegal, F., *Ethanol Fuel and Global Warming*, Congressional Research Service, Washington DC, 1989.
- (4) RIVM, *Zorgen voor morgen, Nationale milieuverkenning 1985-2010, Alphen aan de Rijn, 1988, p.105 e.v.*
- (5) *Ibid*, p.120.
- (6) OECD, *Environmental Impacts of Renewable Energy: the OECD Compass project, Paris 1988, p.53. Kram, T & Okken, P.A., Impacts on Environment and Oil Price Constrains on Alternative Automotive Fuels and Vehicles; A long term appraisal, Paris 1989*
- (7) *Om schone zakelijkheid, Perspectieven voor de agrarische sector in Nederland, Den Haag, oktober 1989, p. 137.*
- (8) Berends, A.G., *Bestrijdingsmiddelen en oppervlaktewaterkwaliteit: Een inventarisatie van het gebruik van bestrijdingsmiddelen in de akkerbouw en tuinbouw, Lelystad 1988.*
- (9) USDA, *Ethanol: Economic and Policy Trade Offs, January 1988, p. 29.*
- (10) *Ibid* p. 15.
- (11) Crowder, T.R., *Agriculture's Role in Energy and Air Quality, Conference on Air Quality Issues & America's Motor Fuel Business, October 5, 1989;*
USDA Backgrounder, Ethanol's Role in Clean Air, August 23, 1989 Washington;
Persbericht USDA, Yuetter commends Brady for extending ethanol tax to ETBE, Neb., March 9, 1990.
- (12) NRLO-Werkgroep "Biomassa ten behoeve van Energie"; *Verslag van gesprekken en projecten in Frankrijk betreffende bio-ethanol en koolzaadolie als brandstof voor automotoren. Den Haag, augustus 1989.*
- (13) Thier, E., *Bioethanol, Daten, Fakten und Fachausdrücke, Bonn 1988.*
- (14) Milgoon, L, *'Clean' carfuels run into trouble, New Scientist, 8 april 1989.*
- (15) USDA, *Ethanol: Economic and Policy Tradeoffs, Washington 1988. Thier, E, Ibid.*
- (16) OECD, *Environmental Impacts of Renewable Energy: the OECD Compass project, Paris 1988.*
- (17) NRLO-Werkgroep "Biomassa ten behoeve van Energie"; *Verslag van gesprekken en projecten in Frankrijk betreffende bio-ethanol en koolzaadolie als brandstof voor auto-motoren, Den Haag augustus 1989.*

- (18) *European Commission, Ethanol, Brussel 1988; Landbouwschap, Bio-ethanol: Europese landbouw in perspectief, Den Haag 1988.*
- (19) *FNEI, De Betekenis van de Landbouw voor de Noordelijke Economie, Leeuwarden 1988.*
- (20) *NRLO-Werkgroep "Biomassa ten behoeve van Energie"; Verslag van gesprekken en projecten in Frankrijk betreffende bio-ethanol en koolzaadolie als brandstof voor auto-motoren. Den Haag, augustus 1989.*
- (21) *Kram, T. & Okken, P.A., Kansen voor alternatieve brandstoffen in het wegverkeer in Nederland tot 2020 onder invloed van de olieprijs. NOx; en CO2-plafonds, ESC, Petten, 1989, p. 11.*
- (22) *Meyer, R.J., The Evolution of the Stirling Engine, Michigan 1987.*
- (23) *Weide, J. van der, e.a., Flexible Fuel Vehicles Optimized on Methanol, in: VIIIth International Symposium on Alcohol Fuels, Tokyo, november 1988.*

H O O F D S T U K 3

E C O N O M I E

19. Economische haalbaarheid

Het criterium van economische haalbaarheid is voor de afweging van biomassa ten behoeve van energie van groot belang. Niettemin kan het criterium op verschillende wijze worden opgevat. Zo is het niet voldoende om alleen naar de korte termijn te kijken, maar eveneens naar de lange termijn-mogelijkheden.

Bekend is dat plantaardige transportbrandstoffen als bio-ethanol, ETBE, veresterde en onveresterde koolzaadolie duurder zijn in vergelijking met de huidige gebruikte fossiele transportbrandstoffen. Toch wordt in meerdere landen op grote schaal gebruik gemaakt van de plantaardige potentie om in een deel van de vraag naar transportbrandstoffen te voorzien. Ook wordt in een groot aantal landen onderzoek gedaan naar de mogelijkheden voor deze brandstoffen van agrarische oorsprong en worden er experimenten mee verricht.

Ook verschillende Europese landen hebben op dit gebied experimenten en proefprojecten opgestart, zoals Frankrijk, Duitsland, Italië, Zweden en Oostenrijk. Al deze projecten gaan ervan uit dat transportbrandstoffen op basis van plantaardig materiaal een markt zullen kunnen krijgen, waarop geanticipeerd moet worden. Argumenten en benaderingen van verschillende aard worden hiertoe aangedragen. Sommige spelen in op het milieu-aspect, andere betreffen de onafhankelijkheid in de energievoorziening en weer andere de mogelijkheden en moeilijkheden van de huidige problemen van overschotten in de Europese agrarische sector.

In geval van een lange termijn-benadering van economische aspecten moeten trends in de prijsontwikkeling van grondstoffen worden meebetrokken, alsook de te verwachten technologische ontwikkelingen in het primaire productieproces van de agrarische sector en de verschillende processen van energie-opwekking. De denken valt hier aan de inzet van de biotechnologie. Daarnaast spelen op langere termijn de trends in de consumptie van energie.

Daartoe behoren tevens de verwachtingen die bestaan ten aanzien van de toekomstige energie-consumptie in de huidige ontwikkelingslanden. Hierbij zij aangetekend dat verschillende ontwikkelingslanden onderzoek verrichten ten behoeve van de aanwending van biomassa in de richting van energie-opwekking of dergelijke toepassingen al gerealiseerd hebben.

Dit veelal met het oog op de gewenste toekomstige energie-consumptie en het vermijden van risico's daarbij. In het vorige hoofdstuk is daarover ook gesproken in verband met milieu en risico.

In de korte termijn-benadering wordt naar de economische haalbaarheid hier en nu gekeken, met huidige kostprijzen, huidige markten en huidige technologie. Willen transportbrandstoffen op basis van biomassa dan mogelijk zijn en in een zeker marktsegment worden gebruikt, dan moeten zij een bepaalde ondersteuning verkrijgen.

Verwachte milieukosten, in zoverre niet neergelegd als eisen aan het eindprodukt of het productieproces, alsook de kosten in termen van werkloosheid, bijdrage betalingsbalans, overheidstekort, afweging van verschillende financiële ondersteuningsmethoden, kunnen daarbij een nadere afweging vormen.

Niet al de genoemde aspecten komen onderstaand aan de orde. Onder meer de milieu-overwegingen die in het vorige hoofdstuk zijn genoemd verdienen nadere afweging op financiële consequenties, onder meer door ze af te zetten tegen de kosten van alternatieve beleidslijnen. Dit geldt in principe ook voor werkgelegenheids-consequenties, die in paragraaf 17 zijn aangestipt. De economische benadering onderstaand is vooral constaterend van aard, zich beperkend tot prijsbenaderingen en ontwikkelingen zoals die redelijkerwijs mogen worden verwacht.

20. De prijzen van verschillende grondstoffen in de tijd

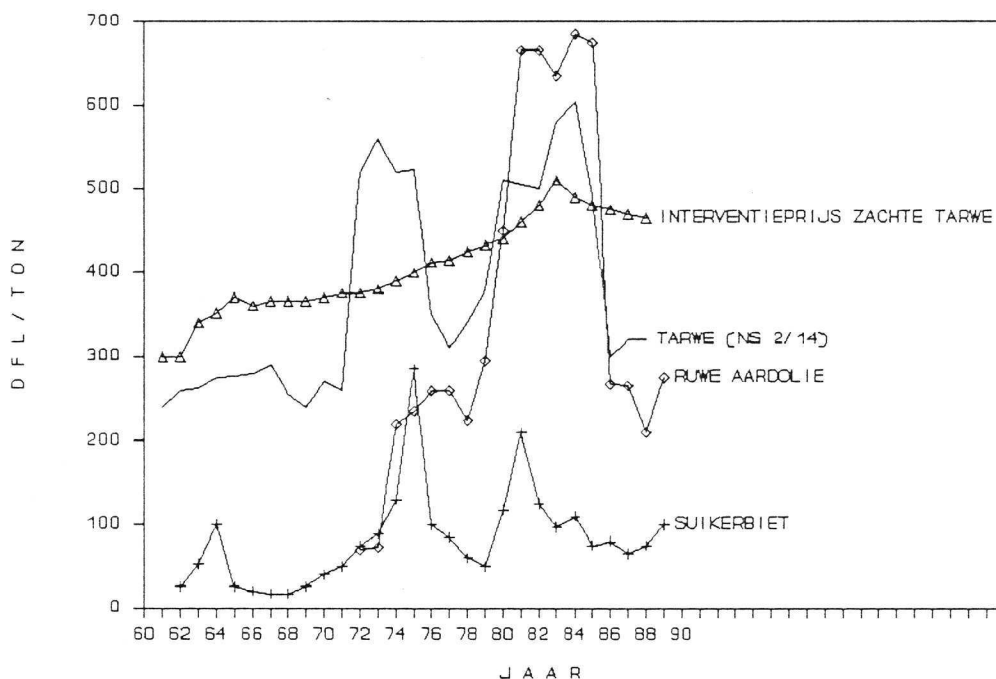
Grondstoffenprijzen kunnen op de wereldmarkt aan zeer grote schommelingen onderhevig zijn. Plotselinge wisseling van productprijzen kan crisisverschijnselen teweeg brengen in de landen die in sterke mate aangewezen zijn op de betreffende produkten die verhandeld worden op de wereldmarkt. Het is om die reden dat in het verleden binnen de Europese Gemeenschap voor sommige produkten van agrarische oorsprong gekozen is voor een zekere afscherming van de wereldmarkt.

Voor andere produkten, zoals ruwe olie, is een dergelijke afscherming niet tot stand gekomen. Er is een groeiende vraag naar gebruiksgoederen van fossiele oorsprong ontstaan. Daarmee ook een toenemende afhankelijkheid van de toevoer van deze grondstoffen vanuit vooral de OPEC-landen. Het is vanwege deze vraagontwikkeling dat plotselinge prijswijzigingen van de minerale fossiele grondstoffen op de internationale markt in het recente verleden diepe gaten geslagen in de economische groei van de OECD-landen.

In onderstaande figuur 1 wordt aangegeven hoe de wereldmarktprijzen voor verschillende produkten zijn geweest in de periode 1960 tot 1990. Het gaat hierbij om het algemene beeld van sterke prijsschommelingen voor ruwe olie en de agrarische produkten tarwe en suikerbiet. Eveneens wordt aangegeven dat de Europese Gemeenschap in geval van tarwe de invloed van de wereldmarktprijs op het interne marktgebeuren grotendeels heeft buitengesloten. De redenen daarvoor zijn in het oprichtings-Verdrag van Rome aangegeven.

Opvallend in figuur 1 is dat de wereldmarktprijs voor ruwe olie zich gedurende de eerste helft van de jaren '80 boven de wereldmarktprijs van tarwe heeft bewogen en daar in de tweede helft van de tachtiger jaren net onder is blijven steken. Dit beeld is geheel verschillend beeld met dat van de zestiger en zeventiger jaren. Toch kan niet gezegd worden dat de consumptie van energie op basis van ruwe olie een grote stijging heeft ondergaan. Het aandeel van olie in de totale energie-behoefte in de wereld is in de laatste twee decennia tamelijk stabiel gebleven ⁽¹⁾. Sterkere toenames vallen te constateren in het gebruik van steenkool, gas en nucleaire energie in dezelfde periode.

Figuur 1 Wereldmarktprijzen voor ruwe olie, tarwe en suikerbieten en de interventieprijs voor zachte tarwe in de Europese Gemeenschap (periode 1960 tot 1990).



De conclusie uit dit beeld van de prijsontwikkelingen in de laatste 30 jaar is dat slechts met grote onzekerheidsmarges voorspellingen kunnen worden gedaan over het toekomstig prijsverloop. Dit geldt zowel voor de fossiele grondstoffen als voor de agrarische produkten. Meerdere factoren zullen en kunnen op die ontwikkeling van invloed zijn, waarop onderstaand nader wordt ingegaan.

21. Huidige prijsverschillen

Bij de berekeningen van prijsverschillen tussen fossiele brandstoffen en brandstoffen op basis van agrarische grondstoffen zijn verschillende zaken van belang. Ten aanzien van produkten en bijprodukten moeten inschattingen worden gemaakt wat betreft kosten en baten. Dit is in een aantal vooral buitenlandse studies gedaan. De concentratie onderstaand is op de prijzen van de brandstoffen zelf, dus met inbegrip van bijproduktkosten en -opbrengsten.

Berekeningen dienen ook plaats te vinden exclusief accijnzen, die door de overheid zijn opgelegd voor motorbrandstoffen. Berekeningen aangaande huidige prijsverschillen tussen enerzijds transportbrandstoffen van fossiele oorsprong en anderzijds transportbrandstoffen van agrarische oorsprong, dienen wel rekening te houden met de afwijkende eigenschappen of kwaliteiten van de brandstoffen.

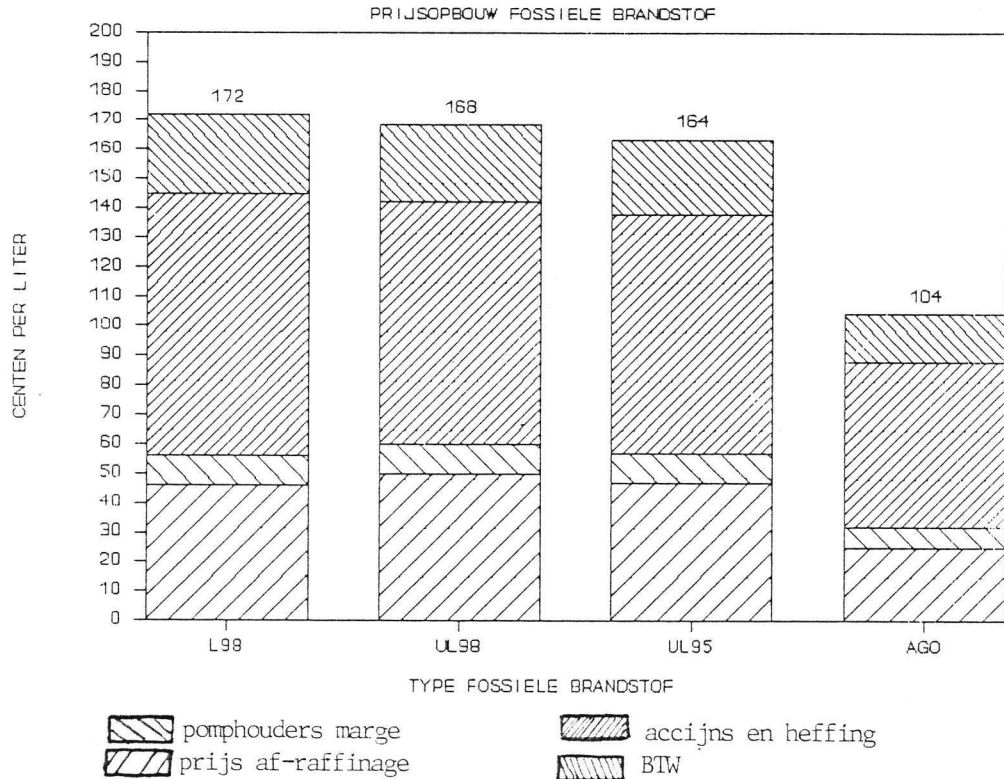
a. Prijzen en afzet van transportbrandstoffen op basis van ruwe olie

Groot probleem bij de vergelijking van de kostprijzen van transportbrandstoffen, of ze nu van fossiele of van agrarische oorsprong zijn, is de vaststelling van die kostprijzen zelf. In de fossiele brandstoffen worden naast olie verschillende andere componenten opgenomen, zoals lood of oxygenaten als MTBE. De kostprijs is dan een samenstelling van verschillende andere prijzen. De ruwe olieprijs is daarbij zo wisselend, dat het moeilijk is de brandstofprijzen af-raffinaderij daaraan te relateren. Er is niet een bepaalde formule te vinden die de prijs van ruwe olie aan de brandstofprijzen af-raffinaderij koppelt. Voorraadvorming, prijsverwachting en -speculatie spelen hierbij parten.

De meest geëigende methode is daarom naar de totstandkoming van de prijzen van fossiele transportbrandstoffen aan de pomp te kijken en hieraan een indicatie te ontleen voor de kostprijzen af-raffinaderij (waarin opgenomen vervangingsinvesteringen, gederfde interest e.d.). Dit is de zogenoemde 'marktprijsbenadering' en niet de 'reële kosten-benadering'.

De onderstaande figuur 2 geeft de prijsopbouw van de fossiele transportbrandstoffen in Nederland aan op 8 februari 1990. De heffingsverhogingen in het kader van het Nationaal Milieubeleids Plan en van het CO₂-beleid, die per 1 februari 1990 zijn ingevoerd, zijn dus in het beeld opgenomen.

Figuur 2 Prijsopbouw van fossiele transportbrandstoffen op 8/2/90 (ctn/liter)



Bron: SHELL-Nederland.

In bovenstaande figuur 2 staat L98 voor loodhoudend super met octaangetal 98, UL98 voor loodvrij super met octaangetal 98, UL95 voor Euro-loodvrij met octaangetal 95 en AGO voor dieselolie. Het ongearceerde gedeelte in de kolommen is de prijs in centen per liter af-raffinaderij + de prijs die de pomphouder per liter toevoegt. Het licht gearceerde deel geeft de accijnzen en heffingen aan. Het donker gearceerde gedeelte geeft de BTW aan.

Voor de eenvoud wordt onderstaand uitgegaan van de in figuur 2 genoemde prijzen voor fossiele transportbrandstoffen af-raffinaderij, hetgeen voor loodhoudend super 46 cent/liter, voor loodvrij super 50 cent/liter, voor Euro-loodvrij 47 cent/liter en voor diesel (snellopende voor wegverkeer) 25 cent/liter betekent.

Wat de afzetmarkt van fossiele transportbrandstoffen in Nederland betreft, kan gerekend worden met circa 10 mrd liter aan benzine, diesel en gas in het totale wegtransport. Daarnaast vindt nog het nodige gebruik van gasolie (langzaam lopende diesel) plaats in het watertransport. Onderstaande tabel 1 geeft aan hoe dit gebruik in de laatste jaren in Nederland is geweest.

Tabel 1 Verbruik van fossiele brandstoffen in het Nederlandse weg- en waterverkeer (in mld liters)

	1988 *		1989 *	
	weg	water	weg	water
motor benzine	4,48		4,6	
gasolie/diesel	4,05	0,549*	4,2	2,00** waarvan ± 0,035 pleziervaart
LPG (mld kg)	0,85		1,00	
Methanol	----		---	

Bron

* CBS, Het jaar 1989 in cijfers; alleen binnen schepen (exclusief zeevaart) in 1986.

** SHELL-gegevens; totaal geleverd (incl. zeevaart).

Opgemerkt moet hierbij worden dat in deze totaalmarkten weer allerlei deelmarkten zijn te onderscheiden. Dit niet zozeer met betrekking tot de kwaliteit van de produkten, als wel aangaande prijszetting, logistiek e.d. Zo zijn de segmenten voor busmaatschappijen, expeditiebedrijven, binnenvaart, kustvaart, pleziervaart, de agrarische sector, overheidsbedrijven en -instellingen en particuliere bedrijven, tussenhandel en eindhandel van elkaar te onderscheiden, zonder dat hiermee een volledige opsomming is gegeven. Binnen al deze segmenten is weer sprake van deelsegmenten, hetgeen vooral bij overheidsbedrijven en -instellingen opvallend is. De Nederlandse land- en tuinbouw verbruikt per jaar ongeveer 7 PJ aan transportenergie, ofwel circa 195 mln liter dieselbrandstof. In de rundveehouderij is dit 110 mln liter, in de akkerbouw 50 mln liter en in de tuinbouw circa 25 mln liter.

Benzine, diesel, gasolie, gas en LPG zijn de zogenaamde 'bulk'-produkten in de wereld van de transportbrandstoffen. Het zijn samengestelde produkten, waarin andere stoffen zijn verwerkt. Lood was hiervan voor enige jaren geleden een belangrijk voorbeeld en wordt nog steeds in enkele in de loodhoudende superbenzine verwerkt. Opname vond in het verleden plaats als antiklop middel, ofwel ter verbetering van het octaangetal in transportbrandstoffen. Lood heeft echter belangrijke bezwaren vanuit het gezondheidsoogpunt en zal in die zin ook binnen enkele jaren, als gevolg van Europese wetgeving, geheel uit de transportbrandstoffen zijn verdwenen.

Vanuit deze achtergrond is binnen de raffinage-wereld een zoekproces begonnen naar loodvervangers als anti-klopmiddelen en middelen ter verbetering van het octaangetal van de brandstoffen. Hierbij zijn voor de Europese petro-chemische industrie in eerste instantie een aantal "octaan-boosters" van fossiele oorsprong in het blikveld gevallen, te weten methanol, methyl tertiair butyl ether (MTBE) en tertiair butyl alcohol (TBA). Voor de Amerikaanse petro-chemische industrie echter ook ethanol en recentelijk ETBE.

MTBE is een zeer wijd en veelvuldig toegepaste octaanverbeteraar, ook bij de Nederlandse petro-chemische industrie. Toevoeging aan benzine kan op dit ogenblik plaatsvinden van 1 tot 15%. De prijsverhouding van MTBE ten opzichte van de normale benzinebrandstof is volgens de historische trend circa 1,5:1. Werd in 1987 nog uitgegaan van een MTBE-marktprijs die 40% boven de kosten van benzine ligt, in 1989 is dit gestegen tot 60% (2).

Wat bij het gebruik van oxygenaten meespeelt zijn dus de specifieke eigenschappen die ze kunnen verlenen aan de transportbrandstoffen. Van groot belang daarbij zijn het zogenoemde RON-getal, MON-getal en het dampspanningsgetal voor de RVP. Hoe hoger het getal voor RON (Research Octane Number), hoe beter de anti-klop eigenschappen bij lage motorsnelheden. Hoe hoger het MON-getal (Motor Octane Number), hoe lager de ontstekingsgevoeligheid van de brandstof en hoe minder de kansen van klop bij hoge toeren van de motor. Lage RVP-getallen geven een lage dampspanning aan en dus een geringe emissie van vluchtige Organische Stoffen.

In tabel 2 onderstaand wordt omtrent deze kwaliteiten van de verschillende oxygenaten een overzicht gegeven. In deze tabel is ETBE niet opgenomen. Volgens het meest recente onderzoeksmateriaal is, naast andere in het oog springende voordelen, de vluchtigheid van ETBE bij benadering de helft van de vluchtigheid van MTBE, terwijl ETBE een lichte verhoging van de RON- en MON-getallen betekent ten opzichte van MTBE. Vooral de zeer lage dampspanning van ETBE is van belang en dat niet alleen ten opzichte van MTBE, maar ook ten opzichte van ethanol zelf zoals uit tabel 2 blijkt. De oxygenaat ETBE is in velerlei opzicht dus een zeer goede kandidaat (3).

Tabel 2 Eigenschappen van enkele oxygenaten

	RON	MON	RVP (psi)	Vol pc in blend
Ethanol	125	97	25	7
GTBA	108	94	22	7
MTBE	115	101	10	10
Methanol/Ethanol (40/60 blend)	125	96	45	7
Methanol/GTBA (50/50 blend)	117	95	47	6

Bron

Hunt, P.A., *Refinery Economics: the options in 1988-1989*, Frankfurt 1988.

De conclusie die hieruit getrokken kan worden, is dat ethanol- en ETBE-prijzen niet alleen met de benzineprijzen moeten worden vergeleken, maar eveneens met de prijs van de nu gebruikte oxygenaten. Figuur 1 in bijlage 3 geeft hiervan nog eens een verduidelijking, door de marktwaarde van bio-ethanol zowel naar octaanverbetering als naar pure brandstofvervanging aan te geven voor verschillende jaren in het verleden. Ditzelfde zou ook moeten gebeuren voor de oxygenaat ETBE, rekening houdend met de kwaliteiten zoals bovenstaand aangegeven.

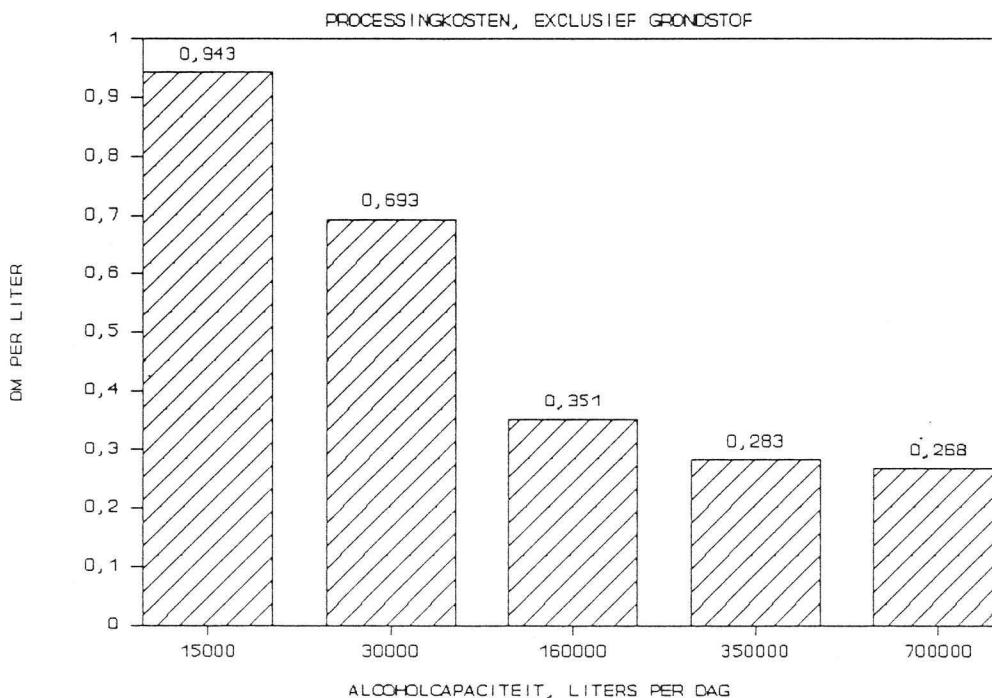
b. De prijzen van transportbrandstoffen op basis van agrarische producten

Zoals de kostprijzen van de transportbrandstoffen op basis van fossiele grondstoffen met grote moeite zijn in te schatten, zo geldt dit in principe ook voor de kostprijs van brandstoffen op basis van biomassa. Onderstaand wordt dit gedaan voor brandstoffen uit suikerbieten, tarwe en koolzaad onder de huidige omstandigheden.

Uitgaande van de korte termijn en de bedrijfseconomische mogelijkheden, zijn voor verschillende agrarische grondstoffen berekeningen gemaakt wat proceskosten betreft in geval van bio-ethanolproductie ⁽⁴⁾. Deze berekeningen komen redelijk overeen wat inschatting betreft voor de periode 1986/1987.

De produktiekosten voor bio-ethanol hangen in sterke mate af van de schaalgrootte van de alcoholproducerende fabriek. Dit blijkt ook uit de onderstaande figuur 3, waarbij de verwerkingskosten van alcohol zijn uitgedrukt in de alcoholcapaciteit in liters per dag. Dit voor suikerbevattende grondstoffen, zoals suikerbiet.

Figuur 3 Verwerkingskosten voor ethanol uit suikerbevattende grondstof



Bron

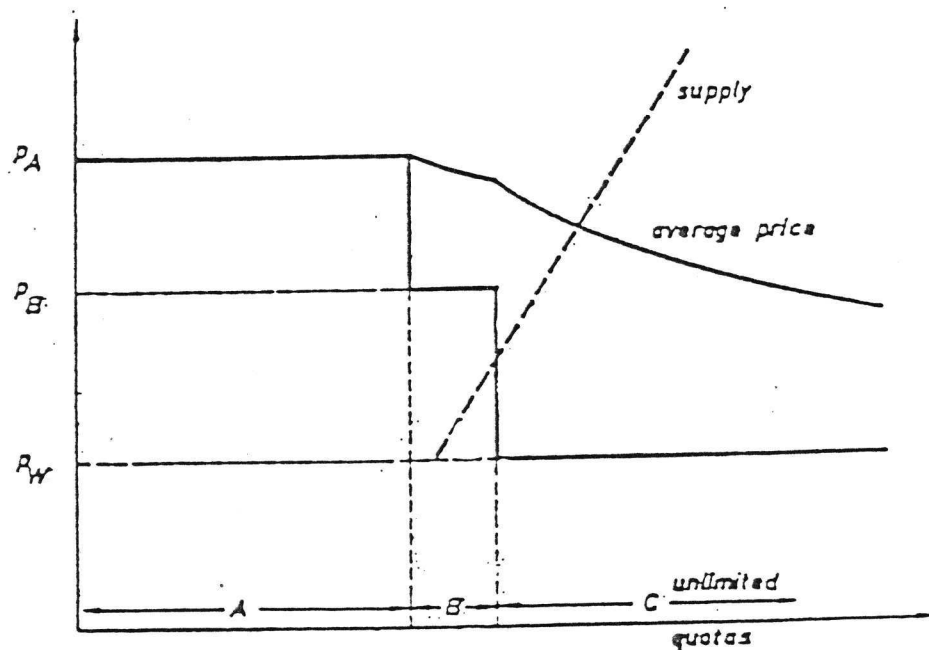
Thier, E., Bio-ethanol: Daten, Fakten, Fachausdrücke, Bonn 1988, p.170.

Voor Nederlandse begrippen moet gedacht worden aan productie van alcohol op de schaal tussen de 160.000 en 350.000 liter per dag, met een bijbehorende hoogte van de verwerkingskosten van circa f.0,30 per liter. Bij fabricage van bio-ethanol uit tarwe liggen deze produktiekosten volgens enkele bronnen hoger, te weten rond de f.0,40 à f.0,45 per liter, waar volgens andere bronnen op hetzelfde niveau als bij suikerbieten, dus rond de f 0,30 per liter (5). Redelijkerwijs kan onderstaand dus worden uitgegaan van f 0,30 voor de proceskosten van bio-ethanol uit tarwe en suikerbiet, waarbij de produktwaarde is verwerkt (zie tabel 2 in bijlage 3).

Wat de grondstofprijzen betreft, kan in geval van suikerbiet op het moment worden uitgegaan van twee mogelijkheden. Dit hangt sterk samen met het suikersysteem (te interpreteren als een quoteringssysteem), zoals dat in de Europese Gemeenschap bestaat. De prijs voor suiker is daarbij verdeeld in drie categorieën, te weten A-, B- en C-suikerprijs. Dit overeenkomstig de mogelijkheden om suiker af te zetten op de Europese interne markt (de A- en B-suiker met een ontmoediging voor productie door de lagere B-prijs) en op de wereldmarkt (C-suiker met de prijzen op de wereldmarkt).

In Nederland wordt het verschil teruggebracht tot de mengprijs, waarbij een middeling van de prijzen voor het A- en B-quotum en een klein deel van de C-suikerproduktie plaatsvindt, en de C-prijs. Uitbreiding van de teelt is aan banden gelegd door zogenoemde bedrijfsquota. Onderstaande figuur 4 geeft in algemene zin aan op welke wijze dit systeem van quota en prijzen voor suikerbieten in de Europese Gemeenschap werkt.

Figuur 4 Quota/prijssysteem voor suikerbieten in de Europese Gemeenschap (P_A = prijs voor A-quotum; P_B = prijs voor B-quotum; P_W = prijs wereldmarkt).



Bron

Henze, A., *Crop-based Fuel Alcohol: Brazil, Us, EC, Discussion Paper Series no FAP88-01, National Centre for Food and Agricultural Policy, Washington 1988.*

De mengprijs van suiker is in 1989/90 ongeveer f. 130,= per ton, terwijl de C-suikerprijs is vastgesteld op ongeveer f. 80,= per ton. Produktie van bio-ethanol met behulp van A- en B-suiker, geeft bij de huidige conversie-technologie en de daarbij behorende kosten een eindprijs voor een liter ethanol van f. 1,60 per liter. De omzettingsgetallen worden in tabel 1 van bijlage 3 genoemd. Wordt uitgegaan van de C-suikerprijs, dan zijn de kosten van de bio-ethanol op dit moment f. 1,10 per liter. Onderstaande tabel 3 geeft aan wat de kostprijs in DM per liter ethanol is op basis van B-suikerbiet in 1987. De prijs is afhankelijk van de produktieschaal.

Tabel 3 Kostprijzen van ethanol op basis van suiker bevattende grondstoffenmix (uitgangspunt B-suiker in 1987)

Alkoholkapazität		Kapitalkosten	Erhaltungskosten	fixe kosten	Betriebskosten	Personal kosten	Rohstoff Mix B	Herstellingskosten
l/d	m ³ /a250	DM/l	DM/l	DM/l	DM/l	Annex DM/l	DM/l	DM/l
1 500	3 750	0,922	+ 0,138 =	1,060	0,170	0,160	0,690	2,080
30 000	7 500	0,666	+ 0,100 =	0,766	0,170	0,080	0,690	1,706
160 000	40 000	0,250	+ 0,037 =	0,287	0,170	0,015	0,690	1,162
350 000	87 500	0,160	+ 0,024 =	0,184	0,170	0,007	0,690	1,051
700 000	175 000	0,142	+ 0,021 =	0,163	0,170	0,003	0,690	1,026

Rohstoff-Mix zum B-Preis von Zuckerrüben 405 DM/t Rübenzucker
 Betriebsdauer 250 d/a (d/a = Tage pro Jahr)
 Kapitalkosten 20% für Afa + Zins
 Erhaltungskosten 3% der spezif Investitionskosten

Bron

Thier, E., Bio-ethanol: Daten, Fakten Fachausdrücke, Bonn 1988, p. 170.

In verband met suikerproductie is het in dit verband ook nodig de melasse te noemen die in de huidige situatie in Nederland een belangrijke rol vervult in de alcoholproductie. In een nog te publiceren studie (6) wordt de grondstofprijs geschat op f. 0,73 per liter geproduceerde ethanol. De productie van absolute alcohol is in dat geval f. 1,- tot f. 1,10 per liter. De beperking is daarbij gelegen in de hoeveelheid melasse die jaarlijks in Nederland vrijkomt, hetgeen ongeveer 275.000 ton is.

Voor tarwe gelden in principe ook twee prijzen, te weten de interne prijzen in de Europese Gemeenschap, waartegen geïnterveenieerd wordt en de wereldmarktprijzen waartegen overschotproducties worden afgezet met de zogenoemde exportrestituties. Voor granen in het algemeen ligt de marktprijs binnen de Europese Gemeenschap op het ogenblik op f. 0,38 tot f. 0,40 per kg ofwel f. 380,- tot f. 400,- per ton. Gegeven de omzettingfactoren die in tabel 1 van bijlage 3 zijn aangegeven, zal een liter ethanol uit tarwe en andere graanproducten om en nabij de f 1,35 per liter liggen. Deze uitkomsten komen redelijk overeen met de berekeningen van de Europese Commissie in 1987 (7). Bij een interne EG-marktprijs van f 450,- per ton zou een literprijs van circa 1,45 ontstaan.

De gemiddelde exportrestitutie over de maand maart van 1990 was ongeveer 69 Ecu per ton ofwel ongeveer f. 160,= per ton. Deze exportrestitutie geeft het verschil aan tussen de interventieprijis voor zachte tarwe te Rouen en de prijs f.o.b. voor Amerikaans software Red Winter. Gemiddeld over de laatste 2 jaar is er sprake van een exportrestitutie voor tarwe van circa 60 ECU ofwel f. 150,= per ton. Voor het tweede volumineuze exportgraan, gerst, is de afgelopen twee jaar sprake geweest van een gemiddelde exportrestitutie van circa 65 ECU of f. 160,= per ton. In onderstaande tabel 4 worden de gecertificeerde exporten en exportrestituties voor een aantal graanprodukten nader aangegeven.

Tabel 4 Gecertificeerde exporten van granen en enige getallen voor exportrestituties (periode 1988/1990)

Graantype	Export vanuit de EG mln ton			Exportrestitutie ecu/ton	
	1/7/88- 30/6/89	1/7/88- 27/3/89	1/7/89- 27/3/90	juli 1988	maart 1990
Zachte tarwe	18,1	15,8	17,5	55,5-60	69,5
Gerst	11,9	11,1	9,3	60	68
Mais	2,1	1,5	1,4		82
Durum tarwe	3,7	3,2	1,6		
Rogge	0,14	0,09	0,02		
Totaal	35,94	31,69	30,82		

Bron HPA, Nederland

De wereldmarktprijs heeft zich in de beschouwde periode voor tarwe en gerst van ongeveer f. 270,= naar f. 240,= per ton ontwikkeld en de exportrestituties hebben zich dienovereenkomstig in opwaartse richting ontwikkeld. Zou produktie van bio-ethanol tegen prijzen van circa f. 250,= per ton mogelijk zijn, dan zou de eindprijs van een liter bio-ethanol rond de f. 1,= komen te liggen.

Voor koolzaadolie en koolzaadmethylester (veresterde koolzaadolie) liggen de prijzen in de literatuur ver uiteen. Verklaring daarvoor is het verschil in uitgangspunten. Een recente Duitse berekening (8) geeft bedragen voor de maand juli van 1989 van f. 1,85 voor onveresterde koolzaadolie en f. 2,15 per liter voor veresterde koolzaadolie. Een Nederlandse studie uit 1988 (9) berekent een prijs tussen f. 0,75 en f. 1,00 per liter voor onveresterde koolzaadolie, afhankelijk van de schaal van verwerking en het al dan niet gebruik van dubbelnulrassen. In de Duitse studie wordt de bestaande verwerkingspremie die de Europese Gemeenschap geeft voor koolzaadverwerking (in januari 1990 circa f. 65,00/100 kg) bij de opbrengsten geteld; in de Nederlandse studie gebeurt dit niet. Tabel 3 van bijlage 3 geeft deze laatste berekeningen aan, alsook een berekening voor januari en mei 1990.

De produktie van methyl-ester op basis van koolzaadolie en methanol kost binnen Franse proefexperimenten te Compiègne en Reims (10) circa f. 0,90 per liter onder de huidige prijsvoorwaarden en de huidige ondersteuningsbedragen van de Europese Gemeenschap voor verwerking van koolzaad.

In het bovenstaande ontbreken gegevens over verkrijging van transportbrandstoffen op basis van cellulose. Nader onderzoek zal moeten uitwijzen in welke mate dit concurrerend kan zijn.

c. Pure toevoeging en oxygenaat

Produktie van bio-ethanol is, gegeven de huidige akkerbouwstructuur in Nederland en omliggende landen, in beperkte mate mogelijk tegen de prijs van f.1,00 tot f.1,40. Dit wanneer ook melasse wordt meebetrokken en de laatst genoemde mogelijkheid van ethanol produktie uit tarwe van produktie op basis van wereldmarktprijzen even buiten beschouwing wordt gelaten.

Hoe komen de prijsverschillen te liggen wanneer bio-ethanol wordt aangewend ten behoeve van ETBE en vergeleken wordt met MTBE? ETBE is een produkt dat ontstaat uit een chemische verbinding van ethanol met isobutyleen, dit laatste een afgeleid produkt van butaan.

De huidige inkoopprijs voor de raffinaderij van isobutyleen is circa \$ 430/ton ofwel f. 860/ton bij een omrekeningskoers van 2 f/\$. Omzetting naar liters betekent een vermenigvuldigingsfactor van circa 1,7. In liters uitgedrukt gaat het dan om f. 860,= per 1700 liter, hetgeen resulteert in een prijs van circa f. 0,50/liter isobutyleen.

De chemische verbinding van ethanol met isobutyleen vindt plaats in de volumeverhouding 4:6 ⁽¹¹⁾. Uitgaande van een prijs van f. 1,20 voor een liter bio-ethanol, betekent dit dat de grondstofkosten in de literprijs van ETBE ongeveer f. 0,82 uitmaken. Wordt uitgegaan van een literprijs voor bio-ethanol van f. 1,40, dan resulteert aan grondstofkosten in de literprijs van ETBE circa f. 0,90. Deze grondstofkosten in de literprijs van ETBE geven geen indicatie over de kostprijs van ETBE zelf. Immers zouden daartoe de proceskosten ook bekend moeten zijn. Nader onderzoek zou moeten uitwijzen met welke kostprijs moet worden rekening gehouden bij ETBE. De marktprijs van MTBE is f. 0,65 tot f. 0,70.

Zowel bij MTBE als ETBE gaat het om de zeer hoogwaardige toepassingen van ethanol en methanol in transportbrandstoffen, waarbij ETBE technisch en milieukundig overheerst.

Zoals bovenstaand in figuur 1 is aangegeven, zijn er in Nederland drie benzinesoorten te verkrijgen, met daarnaast diesel en LPG. De huidige logistiek en structuur van oliemaatschappijen, tussenhandel en consumentenverkoop is dus op dit aantal transportbrandstoffen afgestemd. Daarbij moet worden aangetekend, dat loodhoudend super over enige jaren zal moeten zijn verdwenen.

Voor ethanol, ETBE, veresterde en onveresterde koolzaadolie zijn een aantal opties aan te geven voor overweging. Dit betreft de volgende drie:

- A. Uitbreiding brandstofvoorziening ofwel vervanging van fossiele transportbrandstof (geldt voor alle plantaardige typen transportbrandstof);
- B. Loodvervanging door plantaardig oxygenaat (geldt voor ethanol en ETBE);
- C. Hoogwaardige kwaliteitstoepassing als oxygenaat en uitbreiding brandstofvoorziening (geldt alleen voor ETBE, de toepassing van 100% ethanol, 100% onveresterde koolzaadolie in speciale motoren, 100% veresterde koolzaadolie en de bijmenging van veresterde koolzaadolie van 5 tot 20%).

De eerste twee mogelijkheden moeten gerelateerd worden aan de prijs van loodhoudend super (voorzover ethanol en ETBE betreffend) en aan de prijs van diesel voor zover veresterde en onveresterde koolzaadolie betreffend. De laatste mogelijkheid, nl. de kwaliteitsopties van ETBE, ethanol en veresterde koolzaadolie, kan gerelateerd worden aan de prijs van loodvrij super en diesel.

Bij genoemde drie mogelijkheden valt het volgende op te merken:

Ad A. Als uitbreiding van de brandstofvoorziening geldt kostentabel 5 onderstaand. Vertrekpunten zijn daarbij de prijzen voor L98 en AGO en de resulterende prijzen moeten daarmee ook worden vergeleken. Tussen haakjes staan daarbij de kostprijzen per liter af-raffinaderij van de brandstoffen in pure vorm.

Tabel 5 Ethanol en veresterde koolzaadolie als uitbreiding van de brandstofvoorziening bij vervanging van 5, 10, 15 en 20%

	Ethanol (130)				Veresterde koolzaadolie (90)			
	5	10	15	20	5	10	15	20
L 98 (46)	50,2	54,4	58,6	62,8				
AGO (25)	30,25	35,5	40,75	46	28,25	31,5	34,75	38

Ad B. Als loodvervanger van de nu loodhoudende superbenezine is de optie 5 - 10% ethanol of ETBE aan de orde. Uitgangspunt is dan de prijs voor L98, maar de prijs waarmee moet worden vergeleken is UL95. Niettemin zal loodvervanging door middel van ethanol betekenen dat het octaangetal van de mengbenzine hoger is dan van 'unleaded met octaangetal 95' (UL95) en dus de kwalitatief betere. De vergelijking zou dus eigenlijk plaats moeten vinden met een prijs die boven de prijs van UL 95 ligt, dus 48 à 49 cent. Onderstaande tabel 6 geeft dus een benadering van de prijsverschillen.

Tabel 6 Ethanol en ETBE als loodvervangers bij toepassingen van 5 en 10%

	Ethanol (130)		ETBE (?)	
	5	10	5	10
UL 95 (47)	50,2	54,4	?	?

Ad C. De kwaliteitstoepassingen betreffen in wezen een 4-tal, nl. de 100% ethanoltoepassing, de toepassing van onveresterde koolzaadolie in speciale motoren, de toepassing van 100% veresterde koolzaad, alsook de 5 tot 20% toepassing van veresterde koolzaadolie en de 10/15% ETBE toepassing. In het eerste geval geldt als basisprijs de prijs van L98 en als vergelijkingsprijs UL98 en AGO. In het geval van 100% veresterde koolzaadolie geldt de AGO-prijs als uitgangspunt en vergelijking. Dit is ook het geval in verband met de toevoegingen van veresterde koolzaadolie. In geval van ETBE geldt UL98 als vergelijkingsprijs en L98 als uitgangsprijs.

Tabel 7 De kwaliteitstoepassingen van 100% ethanol (niet-absolute alcohol), veresterde koolzaadolie in verschillende percentages en van ETBE in de toepassing van 10, 15 en 20%

	Ethanol(120)	ETBE (?)			Veresterde koolzaadolie(90)				
	100	10	15	20	5	10	15	20	100
UL98(50)		?	?	?					
AGO (25)	120	?	?	?	28,75	31,5	34,75	38	90

Voor de toepassing van 100% koolzaadolie in onveresterde vorm en geschikt voor speciale motoren, geldt een prijs van f. 0,70/liter ten opzichte van f. 0,25 voor dieselolie.

Bij deze laatste tabel moet nog worden opgemerkt, dat 100% toepassing als alternatieven voor diesel in eerste instantie alleen projecten kunnen zijn. Voor grootschalige toepassingen lijkt vooralsnog de logistiek en infrastructuur te ontbreken. Deze zullen in geval van marktpenetratie apart opgebouwd moeten worden. Dit heeft ook in sterke mate te maken met de aanpassingen die voertuigen moeten ondergaan in geval van deze opties. De ethanol 100%-toepassing is kwalitatief de betere maar ook de duurder.

Bij ETBE gaat het om een oxygenaat dat qua milieu en technologie de meerdere kan worden genoemd van MTBE. Marktpenetratie, ook met een uiteindelijk resulterende prijs die hoger is dan de prijs van UL98, zou hier in principe mogelijk moeten zijn.

Genoemde gegevens en tabellen geven in wezen slechts benaderingen aan van de prijzen die resulteren bij toevoegingen van ethanol, onveresterde en veresterde koolzaadolie. Voor ETBE zal de kostprijs nader moeten worden vastgesteld om te bepalen hoe het concurrentie-vermogen van deze oxygenaat ligt.

Bij de gegevens en de tabellen moet rekening gehouden worden met onzekerheidsmarges en de getallen hebben dus alleen de schijn van exactheid. Onzekerheid bestaat met betrekking tot de kostprijzen van zowel de petrochemische als de agrarische verwerkende industrie.

De conclusie uit het voorgaande is dat er prijsverschillen tussen transportbrandstoffen van fossiele oorsprong en agrarische oorsprong zijn te constateren. Dit wil zeggen dat de toepassingen van transportbrandstoffen op basis van agrarische grondstoffen niet concurrerend zijn onder de huidige prijsverhoudingen. Hoe dit geldt voor ETBE is niet bekend. Het gaat hier om een oxygeenaat van hoge kwaliteit in milieukundige en technische zin.

Ook de kwaliteitstoepassingen van 100% ethanol en van veresterde koolzaadolie in verschillende percentages, voldoen niet aan de economische voorwaarden concurrerend te zijn met de huidige fossiele brandstoffen.

Toch kan gesteld worden dat veresterde koolzaadolie vanuit kwaliteitsoverwegingen een kans zou kunnen hebben. De markt voor diesel is in de huidige omstandigheden bepaald door een één-type diesel. Deze markt is dus nog niet in kwaliteitssegmenten onderverdeeld. Diversificatie kan hier uitwerken.

Het prijsverschil in verband met loodvervanging in L 98 door bio-ethanol is uitgaande van bovenstaande tabel 6 interessant genoeg om verder te bekijken. Dit zeker met de noodzaak loodhoudende benzine verder terug te dringen.

In principe sluit de huidige structuur en logistiek van de petro-chemische industrie qua produktie, levering en voorziening deze mogelijkheden niet uit. Ook is binnen die structuur en logistiek een langzame en geleidelijke marktpenetratie door nieuwe brandstoftypen niet uitgesloten. Het meest recente voorbeeld daarvan is de opname van de super⁺ loodvrij, een marktaandeel van 3% in 1989. Een marktaandeel dat in de komende jaren geleidelijk zal groeien.

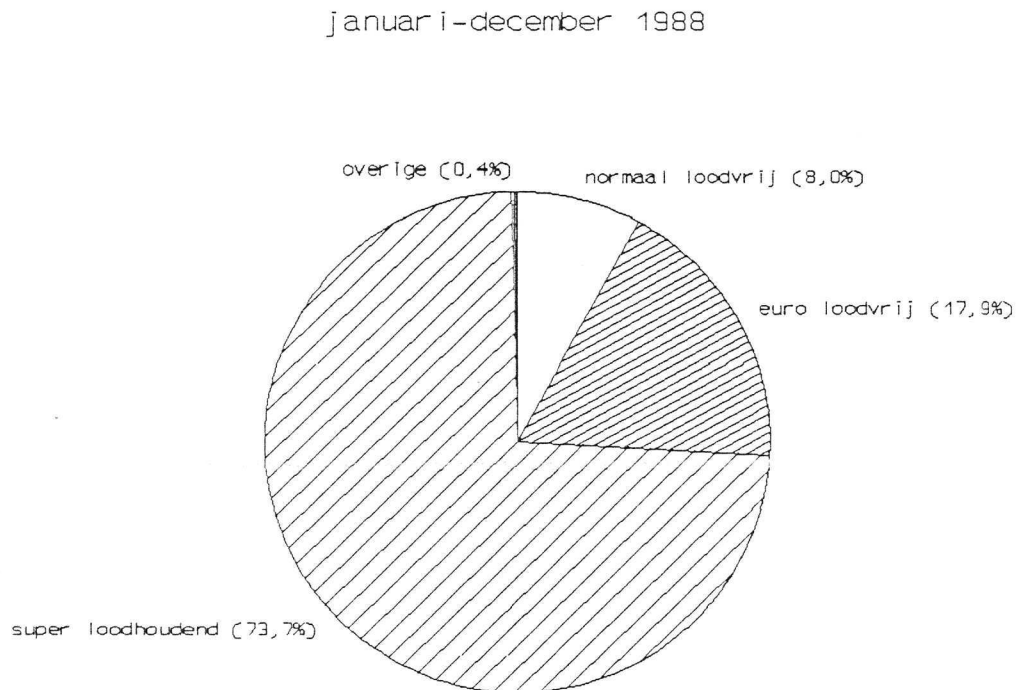
Toepassingen voor bio-ethanol als loodvervanger en 100%-toepassing, alsook toepassing van veresterde koolzaadolie in de 100%-toepassing vereisen extra regelgevende en financiële stimulansen willen ze getest worden in de vorm van experimenten en projecten en willen ze zich bewijzen op de markt van schone en technisch interessante transportbrandstoffen.

22. De potentie van de Nederlandse landbouw: fysieke mogelijkheden

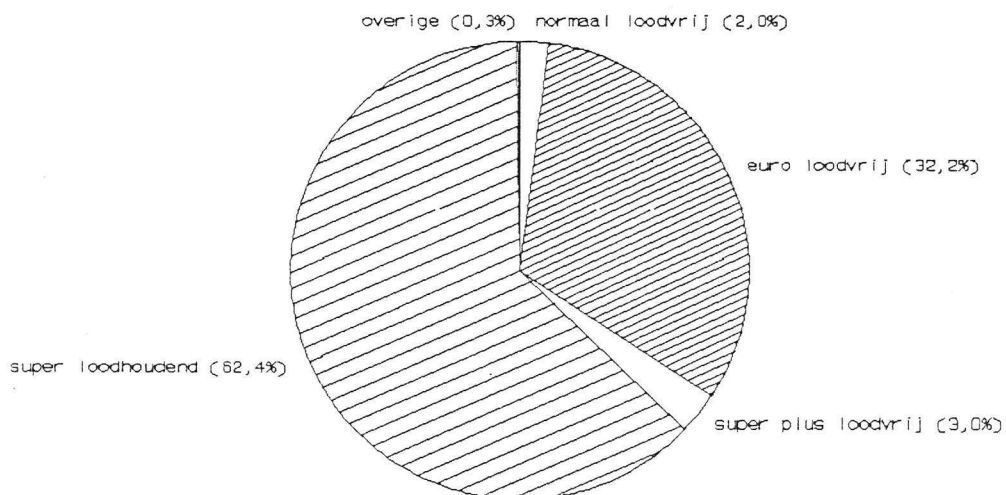
In tabel 1 van dit hoofdstuk zijn de verbruikscijfers aangegeven van de verschillende categorieën transportbrandstof in Nederland. Diesel is daarbij slechts in één categorie te verkrijgen, terwijl voor benzine een drietal kwaliteiten op de markt aanwezig is.

Onderstaande figuur 5 geeft de precieze verdeling van de verkopen van benzine in 1988 en 1989 in procenten op de Nederlandse markt. Daarbij zij opgemerkt dat loodhoudend super door de accijns- en heffingenwetgeving extra wordt belast, waardoor het marktaandeel afnemend is. Over twee à drie jaar zal het aandeel zijn geslonken tot 40 à 50 van de totale binnenlandse benzineverkopen, ofwel tot circa 2 mrd liter jaarlijks. De algemene verwachting is dat het aandeel van de benzineverkopen tot het jaar 2000 zullen teruglopen van 4,5 mrd liter naar circa 3,5 mrd liter ten gunste van diesilverkopen, terwijl autogas een constante te zien zal geven (12).

Figuur 5 Aandeel 'loodvrije benzine' in de afleveringen motorbenzine op de binnenlandse markt.



januari-december 1989



Bron CBS, Afdeling Energie, april 1990.

De vraag in dit verband is wat de potentie van bio-brandstoffen zou kunnen zijn op de markt van transportbrandstoffen. Het gaat dan om de theoretische mogelijkheden en niet zozeer over de noodzaak of wenselijkheid ervan.

Uitgaande van de omzettingsfactoren zoals die in tabel .. van bijlage 3 zijn gegeven, zullen in geval van pure uitbreiding van de voorziening van transportbrandstoffen in Nederland (geval A bovenstaand) de volgende aantallen ha gelden in termen van tarwe, suikerbiet en koolzaad.

Tabel 8 Benodigde aantallen hectares nodig van een bepaald gewas om een bepaald deel van de huidige fossiele transportbrandstoffen te vervangen bij de huidige ha opbrengsten (bio-ethanol in termen van òf tarwe òf suikerbiet; veresterde koolzaadolie in termen van koolzaad).

brandstoftype	vervan- gings- optie %	vervan- gende brand- stof	mld liters nodig	tarwe x 1000 ha	suiker- biet x 1000 ha	koolzaad x 1000 ha
benzine (totaal)	5	bio- ethanol	0,225	94	38	
	10		0,45	188	76	
	15		0,675	282	114	
diesel - wegverkeer	5	veres- terde kool- zaad- olie	0,2			133
	10		0,4			266
	20		0,8			530
- waterverkeer	5		0,1			65
	10		0,2			130
	20		0,4			260
- binnenwater	10		0,012			35
	20					70
- pleziervaart	20		0,007			5
- pleziervaart	100		0,035			25

Bij de optie van onveresterde, dus pure koolzaadolie in speciale motoren zoals de Elsbett-motor, zou in geval van bijvoorbeeld een 100% vervanging van gasolie in de pleziervaart een totaal hectarebeslag van circa 22.000 ha plaatsvinden.

Uitgaande van dezelfde omzettingsfactoren zoals die in tabel 1 van bijlage 3 zijn aangegeven, zullen in geval van loodvervanging in L98 (geval B bovenstaand) de aantallen hectares nodig zijn die in tabel 9 onderstaand worden genoemd. Uitgegaan wordt van een L98-aandeel in de benzinemarkt van 50%, dus 2 mrd liter, en van een huidige opbrengst van 60 ton bieten per ha en 6 ton tarwe per ha.

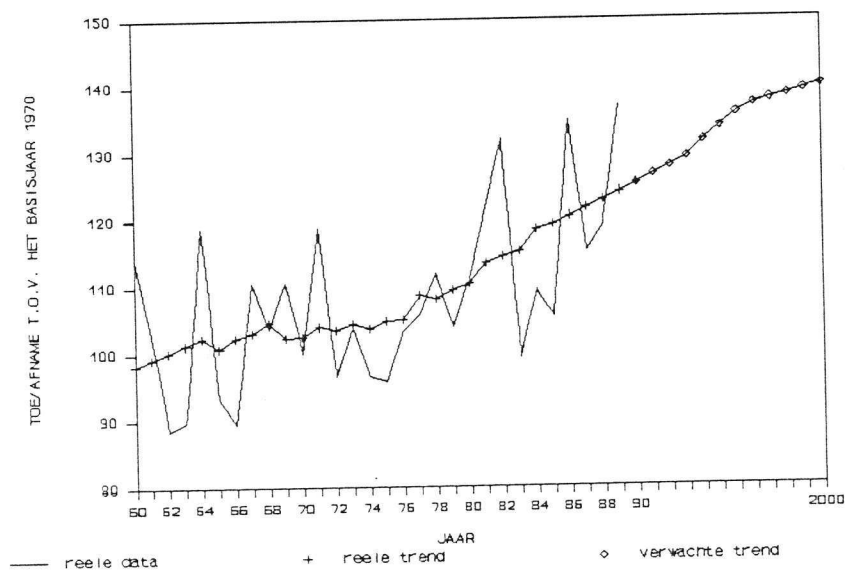
Tabel 9 Aantal ha nodig voor loodvervanging in loodhoudende benzine (2 mrd liter) door bio-ethanol in een 5 en 10% toepassing (zowel huidige situatie als situatie in het jaar 2000, wanneer rekening wordt gehouden met produktiviteitsontwikkeling) en van een 10% toevoeging van ETBE.

toevoeging	jaar	alleen suikerbiet	suikerbiet en tarwe (50/50)	alleen tarwe
		5% ethanol	1990 2000/5	16.500 14.000
10% ethanol	1990 2000/5	33.000 28.000	60.000 50.000	86.500 70.000
10% ETBE	1990	16.500	30.000	43.500

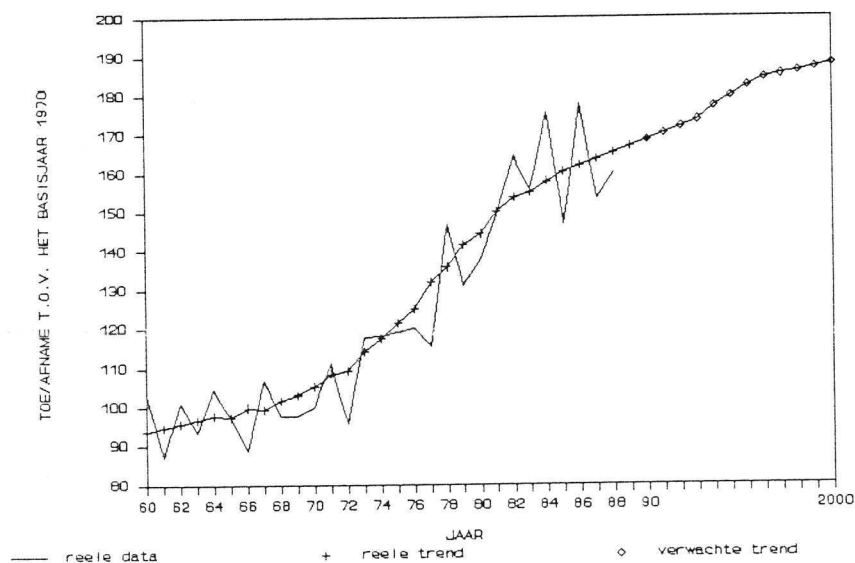
Zoals tabel 9 aangeeft, ziet de toekomstige situatie er enigszins verschillend uit wat de mogelijkheden voor de agrarische sector betreft. Dit wegens de produktiviteitsontwikkelingen die bij de teelt van gewassen als suikerbiet, tarwe en koolzaad mogen worden verwacht. Tot aan het jaar 2005 verwacht de Europese Commissie door vernieuwende technologie in de agrarische sector (biotechnologie, veredeling, betere methoden en middelen voor gewasbescherming) ten minste een produktiviteitstoename per ha van jaarlijks 2% voor zachte tarwe en van jaarlijks 1,9% voor suikerbiet ⁽¹³⁾. Voor de oliehoudende teelten liggen de verwachtingen ten aanzien van produktiviteitsontwikkeling boven de 2% per jaar. Het genoemde areaalbeslag is waarschijnlijk nog te hoog ingeschat.

Dit betekent dat over een periode van 10 tot 15 jaar uitgegaan zou moeten worden van andere kostprijzen en een ander ruimtebeslag in geval van bio-ethanolproduktie voor vervanging van lood volgens bovenstaande aannames. Bovenstaande tabellen 8 en 9 geven dit ook aan wat betreft het ruimtebeslag. Bij de produktiviteitsontwikkeling is niet de mogelijkheid inbegrepen om gewassen speciaal met het oog op energie-winning te veredelen en te telen. Zeer waarschijnlijk zou ook daardoor het benodigde areaal nog dalen. Inschattingen hieromtrent zijn niet gemaakt. In onderstaande figuren 6 en 7 wordt een beeld gegeven omtrent de produktiviteitsontwikkelingen bij tarwe en suikerbiet.

Figuur 6 Indexcijfers voor de produktiviteit per ha bij de teelt van suikerbieten over de periode 1960/1990 en de geëxtrapoleerde trend (1970 basisjaar)



Figuur 7 Indexcijfers voor de produktiviteit per ha bij de teelt van tarwe over de periode 1960/1990 en de geëxtrapoleerde trend (1970 basisjaar)



Wordt uitgegaan van het oxygenaat ETBE, waarin circa 50% ethanol is opgenomen, dan blijkt uit bovenstaande tabel 9 en de figuren 6 en 7, dat de Nederlandse landbouw een dergelijke kwaliteits-optie met gemak kan realiseren qua areaal. Ook wanneer dit een groeimarkt zou betreffen.

Voor de kwaliteitstoepassing van veresterde koolzaadolie geldt in principe een ander beeld. Dit blijkt uit tabel 8 bovenstaand. De totale markt voor diesel in het wegverkeer in Nederland betreft nu circa 4 mrd liter. Een relatief klein deel van de markt voor diesel in het wegverkeer zou uitgaande van de Nederlandse omstandigheden door veresterde koolzaadolie kunnen worden bediend, uitgaande van het benodigde areaal (14). Per ha wordt nu circa 1500 liter koolzaadolie in veresterde vorm behaald. Met 60.000 ha zou een 10%-toevoeging in een vierde deel van de huidige totale dieselmarkt voor het wegverkeer kunnen plaatsvinden.

De conclusie uit het bovenstaande is dat het Nederlandse areaal, wanneer uitgegaan wordt van een totaal van circa 80.000 ha voor non-food toepassingen, noch de invulling van het bouwplan een belemmering behoeft te vormen voor één of meerdere vormen van gebruik van biomassa ten behoeve van transportbrandstoffen. Dit geldt in principe voor de optie van loodvervanging door bio-ethanol als voor de kwaliteitstoepassingen van ETBE en onveresterde en veresterde koolzaadolie. Bij dieselvervanging in het wegverkeer neemt de koolzaadolie niettemin al snel een relatief groot deel van het areaal in.

23. De prijsontwikkelingen

a. Prijzen van fossiele brandstoffen

Prijsontwikkelingen van fossiele grondstoffen zijn voor een belangrijk deel afhankelijk van de schaarsteverhoudingen. Deze schaarsteverhoudingen kunnen kunstmatig en niet kunstmatig zijn. De besluitvorming binnen de OPEC is hier van doorslaggevende aard. Ook kan er sprake zijn van absolute en relatieve schaarste.

In de naaste toekomst zal er geen sprake zijn van absolute schaarste voor ruwe olie wanneer dit op wereldschaal wordt bekeken. Wel zal steeds meer de relatieve schaarste zich doen gevoelen in de komende 10 tot 20 jaar. In figuur 8 van hoofdstuk 2 is dit aspect duidelijk gemaakt (15). Binnen twintig jaar zal de voorziening van ruwe olie voornamelijk tot het Midden Oosten (Saoedi Arabië) en Venezuela zijn beperkt. Dit is één van de belangrijke redenen dat in de Verenigde Staten gekozen is voor de alternatieve opties, waaronder bio-ethanol (16).

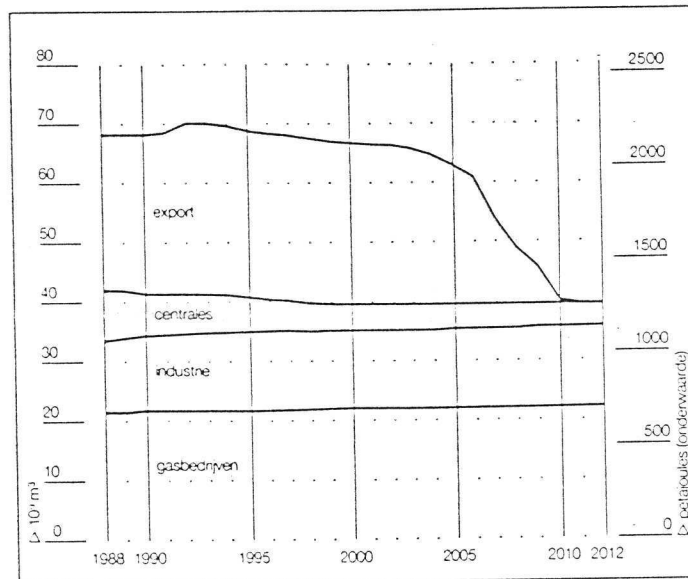
Door deze toenemende relatieve schaarste aan ruwe olie en de mogelijk daaruit volgende scherpe prijsstijgingen, zullen gas en kolen als de alternatieve bronnen voor transportbrandstoffen meer in het blikveld gaan vallen. Biomassa als bron voor transportbrandstoffen zal in de toekomst dan ook steeds meer aan de prijzen van deze alternatieven moeten worden gerelateerd (17).

In dit kader is het van belang op te merken dat de huidige gebruikte oxygenaten methanol en gedeeltelijk MTBE op basis van de grondstoffen gas en kolen worden geproduceerd, waarvan de eerste in Nederland aanwezig is en de tweede een extra belasting voor het milieu betekent.

In andere landen, zoals de V.S., is de aanwezige hoeveelheid gas een probleem voor de toekomstige produktie van methanol. De verwachting is dat methanol in de naaste toekomst meer en meer geproduceerd zal moeten worden op basis van steenkool, met als effecten toenemende milieu-belasting en bovenal scherpe prijsstijgingen. Grootschalig gebruik van MTBE als oxygenaat wordt in een Amerikaanse studie als een nieuwe internationale afhankelijkheid gezien wat de brandstofvoorziening betreft. Gesteld wordt dat MTBE een verdubbeling van de prijs zou geven indien geproduceerd uit eigen energievoorraden. Dit zou ook voor de Europese situatie gelden. Buiten Nederland en de U.K. beschikken de andere E.G.-lidstaten over relatief weinig gas, een belangrijke grondstof voor MTBE.

Vooraf besparing van gasverbruik is voor de Nederlandse overheid van belang, gezien het huidige totaal beschikbare aanbod (de reservepositie) van 2100 mrd m³ en een jaarlijkse export van 30 mrd m³. Onderstaande figuur 8 geeft aan hoe de Nederlandse reservepositie in de komende 20 jaar zal verminderen tot circa 600 mrd m³.

Figuur 8 Plan van afzet gas tot het jaar 2010



Bron: Gasunie, 1988.

De andere zijde betreft de energie-consumptie in de naaste toekomst, maar evenzozeer onzeker om te voorspellen. Ook bij de vraagkant geldt een onderscheid tussen een absolute en een relatieve verschuiving.

De toekomstige vraagverschuiving in absolute zin verklaart zich uit het feit dat de huidige energie-consumptie per capita in West Europa 3,5 keer zo groot als de energie-consumptie per capita in Latijns-America en zes keer groter dan de per capita energie-consumptie in bijvoorbeeld China. Hieruit kan het nodige geconcludeerd worden omtrent de toekomstige trend van de energie-consumptie in de toekomst. Daarnaast moet geconstateerd worden dat de energie-consumptie per hoofd van de bevolking in de V.S. weer twee keer de omvang heeft van West Europese.

Energie in welke hoedanigheid dan ook zal in de komende twintig jaar, wanneer groeiende economische bedrijvigheid ook de huidige ontwikkelingslanden zal betreffen, een toenemende schaarste gaan vertonen ⁽¹⁸⁾. In de scenario's van de World Energy Conference zal de wereld energie-consumptie in 2020 tenminste 2 keer het niveau van 1980 hebben bereikt, waarvan de industriële landen 60% voor hun rekening nemen ⁽¹⁹⁾.

Een ander facet in deze context van de toenemende vraag naar fossiele energiebronnen betreft de veranderingen die nu plaatsvinden in de Oost-Europese landen. Door de lossere band die binnen de COMECON-landen aan het ontstaan is, vindt er in de naaste toekomst een substitutie op van \$-handel voor barterhandel. De energie-consumptie in de betreffende landen is op een betrekkelijk hoog niveau en zal waarschijnlijk ook vanuit dat opzicht een opwaartse prijsdruk voor ruwe olie en gas betekenen.

Naast de vraagtoename in absolute zin zullen er vraagverschuivingen optreden. Dit heeft in sterke mate te maken met het milieu-beleid van overheden ten aanzien van transportbrandstoffen. In dit verband moet ook speciaal de Europese regelgeving met betrekking tot loodverwijdering uit transportbrandstoffen worden genoemd. Afbouw van loodhoudende benzines in de komende 10 jaar vergroot de vraag naar alternatieve alternatieven voor octaanverbetering. Tot nu toe zijn die alternatieven in Europa beperkt geweest tot methanol en MTBE. Een sterke prijsstijging van juist deze produkten onder genoemde omstandigheden valt de komende 10 jaar te voorzien.

De conclusie uit het bovenstaande kan zijn dat energievoorziening in de naaste toekomst in toenemende mate onderhevig zal zijn aan relatieve schaarste en dus grotere afhankelijkheid van slechts enkele aanbiedende landen. Dit geldt voor Nederland ook in verband met gasvoorziening.

Plotselinge en snelle prijsstijgingen van ruwe olie, maar ook vooral van methanol en MTBE zijn hierdoor niet uitgesloten. Dit zou reden kunnen zijn om aan gedeeltelijk energie-voorziening uit agrarische grondstoffen een eigen plaats te bieden op nationaal en Europees niveau. Ook in deze context komt de mogelijkheid van ETBE goed in zicht als een goede concurrent van MTBE.

b. Prijzen van agrarische grondstoffen

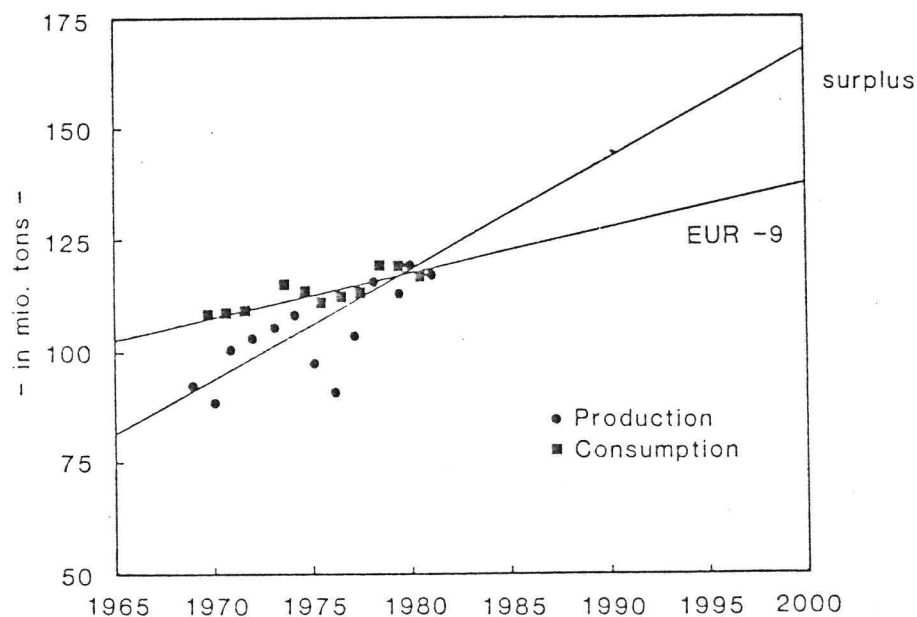
In de vorige paragraaf zijn de huidige prijzen van agrarische grondstoffen besproken. Regelingen op Europees niveau binnen het gemeenschappelijk landbouwbeleid zijn de belangrijkste elementen in het totstandkomen van die prijzen. Deze regelingen zijn ingesteld met het oog op de produktie van voldoende voedingsmiddelen in de Europese Gemeenschap voor eigen voorziening. Het oprichtingsverdrag van de Europese Gemeenschap is hiervoor belangrijke achtergrond geweest en geldt in die zin nog steeds.

In het voorgaande is gesteld dat de agrarische prijzen in de Europese Gemeenschap voor een aantal produkten verschillen van die van de wereldmarkt. Figuur 1 en figuur 4, zoals bovenstaand afgebeeld, laten dit zien voor tarwe en suikerbiet. Ook voor koolzaad geldt een afscherming. Het is in deze zin moeilijk om de prijzen van agrarische grondstoffen in de toekomst in te schatten. Factor die hierop van invloed zijn betreffen de produktiviteitsontwikkeling voor de betreffende gewassen, de ontwikkeling van het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid zowel intern als in het kader van GATT en de mogelijkheid om voor non-food doeleinden te telen.

Bij beschouwingen over prijzen voor agrarische produkten is noodzakelijkerwijs het inkomen van de agrariër referentiepunt. Wordt gekeken naar de produktiviteitsontwikkeling alleen, dan gelden figuren 6 en 7 bovenstaand, alsook tabel .. in de bijlage voor koolzaad. Stijgende produktiviteit per ha als gevolg van nieuwe technologie zal de Europese Gemeenschap budgettair in grotere problemen brengen indien er geen tegenwicht is door ander beleid.

Een daling van de prijzen voor genoemde agrarische produkten met 25% en meer in de komende 10 tot 15 jaar, is bij een dergelijke produktiviteitsontwikkeling niet ondenkbaar. Dit ook omdat produktiviteitsstijgingen niet beperkt zullen zijn tot een bepaald gebied, hetgeen samenhangt met de aard van de techniek die eraan ten grondslag ligt, te weten: de biotechnologie. Het genoemde geldt, wanneer wordt uitgegaan van de huidige inkomens in de akkerbouwsectoren en het huidige Gemeenschappelijk Landbouwbeleid. De onderstaande figuur 9 geeft slechts aan, hoe de actuele situatie de voorspellingen omtrent produktie en produktiviteit van 10 jaar geleden snel heeft achterhaald.

Figuur 9 Totale produktie en consumptie (intern) van granen in de EG 1969/1982 (Eurostat)



Bron

Rexen, F. en Munck, L., *Cereal Crops for Industrial Use in Europe*, Brussels 1984.

Bij deze figuur wordt een overschot van 26 mln ton graan berekend voor het jaar 2000. Uit tabel 4 bovenstaand blijkt echter dat deze overschotsituatie in 1988/89 al actueel is, uitgaande van de zelfvoorzieningsgraad. Eerder moet nu worden uitgegaan van een graanoverschot voor het jaar 2000 dat ligt tussen de 30 en 35 mln ton (bij onveranderd beleid).

Genoemde prijsdalingen van circa 25% voor graan en suikerbiet, onder invloed van produktiviteitsontwikkelingen, betekenen een prijsdaling van f. 0,20 tot f. 0,25 per liter bio-ethanol. Dit, uitgaande van de huidige technologie voor alcoholproduktie.

De conclusie hieruit is, dat bio-ethanol door de produktiviteitsontwikkeling alléén niet concurrerend zal worden. Dit althans, wanneer aan de huidige prijzen voor fossiele brandstoffen wordt vergeleken. Voor de ETBE-optie valt in dit kader niet genoeg te zeggen, maar gezien de grondstofprijs voor dit oxygeenaat en de in redelijkheid te verwachten prijsstijgingen van het alternatieve MTBE is mogelijke concurrentie hier niet uitgesloten binnen afzienbare tijd. Ook veresterde koolzaadolie zal niet concurrerend worden op grond van produktiviteitsstijging alléén, wanneer vergeleken met de huidige prijs voor diesel.

24. Werkgelegenheid als gevolg van biomassa voor energie

Bij de werkgelegenheidsconsequenties van verschillende opties in het kader van biomassa voor energie, wordt veelal zowel naar de directe werkgelegenheid in de landbouw, als naar de indirecte werkgelegenheid gekeken (20). Voor de verschillende bovengenoemde opties liggen de werkgelegenheidsconsequenties daarom verschillend.

Een Franse studie komt voor ethanolproductie van 2 mrd liter op een werkgelegenheidseffect van 25.000 personen. Omgerekend naar de bovengenoemde optie voor de Nederlandse situatie van loodvervanging met 5 tot 10% bio-ethanol zou het werkgelegenheidseffect dus 1250 tot 2500 personen betreffen. Het gaat hierbij slechts om indicaties, waarbij een aantal indirecte aspecten (effecten van belastingen e.d.) niet zijn opgenomen en een aantal veronderstellingen zijn gedaan (bijvoorbeeld de bio-ethanol optie afgezet tegenover de optie van braaklegging van akkerbouwland).

Voor de Nederlandse situatie wordt veelal uitgegaan van een verhouding van 1:0,75 tot 1:1 wat betreft werkgelegenheid in de agrarische sector in verhouding tot de daarmee samenhangende werkgelegenheid in de verwerkende en toeleverende sectoren(21) Het verschil hangt samen met de regio en de gemiddelde bedrijfsgrootte. Voor de noordelijke provincies in Nederland betekent braaklegging van akkerbouwareaal in deze zin een werkgelegenheidsverlies in toeleverende en verwerkende industrie van circa 0,75 arbeidsplaats per 50 ha. Uitgaande van de 5%-loodvervangingsoptie door middel van tarwe (tabel 9 bovenstaand), gaat het hier om 600 arbeidsplaatsen in toeleverende en verwerkende industrie. Belangrijk is ook, dat het hier grotendeels werkgelegenheid in het landelijk gebied betreft.

Voor raffinaderijen zal het werkgelegenheidsaspect verwaarloosbaar zijn, omdat het hier een vervanging van grondstof voor transportdoeleinden betreft. Niettemin mogen de werkgelegenheidsgevolgen ook hier positief worden ingeschat, wanneer er sprake is van nieuwe typen transportbrandstof. Dit geldt dus voor de kwalitatief hoogwaardige toepassingen. Vooral introductie van een tweede dieselloot voor het weg- of waterverkeer zou een gunstig effect hebben. Daarnaast mogen verschuivingen worden verwacht van buitenlandse naar binnenlandse werkgelegenheid (22).

De conclusie met betrekking tot werkgelegenheidseffecten in geval biomassa wordt gebruikt voor transportbrandstoffen is, dat vooral het landbouwregio's hiervan zouden profiteren. De effecten kunnen verschillend liggen al naar gelang de optie. De verwachting is dat in geval van de kwaliteitsopties de gevolgen voor werkgelegenheid beter zullen zijn.

25. Opties voor stimulering agrarische transportbrandstoffen: internationaal beleid

Bovenstaand zijn de prijsontwikkelingen van fossiele en agrarische producten besproken voorzover ze redelijkerwijs kunnen worden ingeschat op basis van produktiviteits- en marktontwikkelingen. Daarnaast is er sprake van overheidsbeleid ten aanzien van deze producten. Voor agrarische producten betreft dit in hoofdzaak het Europese landbouwbeleid. Voor transportbrandstoffen betreft het de accijnzen- en heffingenwetgeving op (tot nu toe) nationaal niveau. In deze paragraaf worden een aantal opties bekeken voor het stimuleren van agrarische transportbrandstoffen vanuit de Europese Commissie. In de volgende paragraaf wordt ingegaan op de nationale mogelijkheden.

a. Ombuigen exportrestituties

Wat zal de prijs van bio-ethanol zijn wanneer de mogelijkheid zou bestaan de agrarische producten tegen wereldmarktprijs te verkrijgen? In concreto betekent dit, dat de huidige exportrestituties zouden moeten worden omgebogen voor bepaalde industriële toepassingen. Deze optie is voor het EG-budget neutraal voor de huidige overschotten en ontlast de wereldmarkt.

Zoals tabel 4 bovenstaand laat zien is er op dit moment sprake van een jaarlijks export van graan van circa 25 miljoen ton graan. Per ton graan is er sprake van circa f. 150,-- aan exportrestitutie. Het geheel vertegenwoordigt op jaarbasis een bedrag van ongeveer f. 3,75 mrd, hetgeen bij ongewijzigd beleid en gelijk graanareaal zal groeien tot f. 4,5 mld in het jaar 2000. Deze 25 mln ton graanoverschotten op jaarbasis vertegenwoordigen 4 tot 4,5 mln ha in de Europese Gemeenschap, ofwel 8 tot 9% van het totale graanareaal⁽²³⁾.

De totale jaarlijkse exportrestitutie zijn in de afgelopen jaren sterk gestegen. In 1986 betrof het een bedrag van 1,7 mrd ECU en in 1987 2,7 mld ECU. Aan de exporten van de Europese Gemeenschap zijn nog andere kosten verbonden, te weten voorraadkosten, administratiekosten e.d. In 1986 waren de voorraadkosten 1,3 mrd ECU en in 1987 bijna 1 mrd ECU. Voor 1989 worden de totale budgetlasten voor graan geschat op 5,3 mrd ECU, waarvan 2,8 mrd ECU aan exportrestituties, 1,4 mrd ECU voor opslag en 1,1 mrd ECU voor overige.

De optie om exportrestituties om te buigen tot ondersteuning voor specifieke toepassingen voor agrarische producten moet worden voorzien van een aantal kanttekeningen.

Gesteld kan worden dat de optie goed ligt in het kader van de ontwikkelingen binnen GATT. De wereldmarkt wordt ontlast voor graan. Bij verwerking van dit graan tot bijvoorbeeld bio-ethanol zullen bijprodukten ontstaan, die als eiwitrijk veevoer afgezet moeten worden. De wereldmarkt voor veevoer zal dan zwaar belast kunnen worden ⁽²⁴⁾.

Het stabilisatorensysteem zoals nu geldt voor granen in het algemeen, met een automatische prijsdaling bij overschrijding van de produktiedrempel voor 160 mln ton, moet beperkt worden tot specifieke marktbestemmingen (voeding). Wanneer dit niet het geval is, heeft de ombuiging van exportrestituties weinig positieve of zelfs negatieve invloed op het agrarisch inkomen.

Wanneer ombuigen van exportrestituties en bijbehorende kosten - voor opslag van graan e.d. ten behoeve van de produktie van bijvoorbeeld bio-ethanol - zou betekenen dat graan tegen een prijs beschikbaar komt die ver beneden de wereldmarktprijs van f. 250,-/ton ligt. Dit zonder extra budgettaire lasten. Tegen een tarweprijs op het niveau van de wereldmarkt zou de eindprijs van bio-ethanol rond de f 1,- per liter komen te liggen. Het is deze prijs van f. 1,- die in Amerikaanse literatuur wordt aangegeven als 'break-even value' van benzine en bio-ethanol (25). Dit zou het geval zijn indien alleen de exportrestituties zouden worden omgebogen.

Worden ook kosten als opslag e.d. meegenomen, dan is de maximaal mogelijke ombuiging circa 150 ECU/ton. In dit geval is ethanol-produktie concurrerend en zal het budget van de Europese Gemeenschap ontlasten (26). Daarbij geldt dat iedere kostenstijging van fossiele brandstoffen een extra ontlasting voor het budget van de Europese Gemeenschap zou betekenen.

De conclusie hieruit is dat ombuiging van alléén de exportrestituties voor granen naar stimulering van bio-ethanol, zodat de grondstof onder wereldmarktprijzen ter beschikking komt, niet voldoende is om de bio-ethanol optie nu te laten concurreren, maar deze dan wel sterk verbetert. De kwaliteitsoptie van ETBE zal, gezien de grondstofprijs, sterk in beeld komen.

Wordt gekeken naar het totale budget dat samenhangt met de export van granen door de Europese Gemeenschap, dus inclusief voorraadkosten e.d, dan zal bij ombuiging van dat budget bio-ethanol op basis van graan een markt hebben en budgettair neutraal uitwerken voor de Europese Gemeenschap. Prijsstijgingen van fossiele brandstoffen kunnen dan zodanig doorwerken, dat de uitgaven voor de Europese Gemeenschap extra worden ontlast.

Aanwending van een hoeveelheid graan die in de non-food sfeer wordt aangewend kan gunstig uitwerken op de inkomens van graanproducerende akkerbouwers, wanneer deze hoeveelheid niet meetelt in regelingen voor stabilisatie van graanproduktie (de '160 mln ton'-regeling met automatische prijskoppeling). Ook behoeft deze optie in het kader van onderhandelingen in GATT-verband niet ongunstig uit te werken.

b. Aanpassing suikerproduktie

Een benadering, naast de bovenstaande voor graan, kan ook de suikerbietenproduktie betreffen. Volgens de huidige prijsverhoudingen tussen graan- en suikerbietenteelt, zou bij een prijs van f. 60,- per ton suikerbiet een ha-inkomen voor een akkerbouwer resteren dat hoger is dan het ha-inkomen in geval van de teelt van tarwe. De teelt van suikerbiet zou dus een deel van de huidige graanteelt kunnen vervangen, ware het niet dat de quoteringsregeling voor suikerbietenteelt hier een belemmering vormt. De huidige wereldmarktprijs (de C-prijs) voor suikerbiet ligt rond de f. 80,- per ton.

Aanpassing van het suikersysteem in die zin dat de mogelijkheid van een "D-prijs" zou ontstaan, speciaal met het oog op de industriële toepassing van de teelt, dan resulteert bij voldoende schaalproduktie een prijs van f. 0,90 tot f. 1,00 voor een liter ethanol. Het scheppen van deze mogelijkheid heeft substitutie tot gevolg. Graanareaal zal mogelijk omgezet worden tot suikerbietenteelt. Deze optie heeft om die redenen eveneens gunstige effecten voor het inkomen van akkerbouwers: de huidige afzetproblemen bij granen worden erdoor ontlast. Het is in deze laatste zin verdedigbaar: het ombuigen van gelden die nu door de Europese Gemeenschap in de vorm van exportrestituties, opslagkosten e.d. aan granen worden besteed, zijn ook van toepassing op "D-bieten".

Zoals in geval van granen, geldt ook hier dat bietenteelt met het oog op industriële verwerking tot bio-ethanol dan buiten het huidige stelsel zou moeten plaatsvinden en dus niet meetellen in het quotum.

Wel meetellen in het quotum heeft vervelende consequenties. Experimenten die nu in de Europese Gemeenschap plaatsvinden met bio-ethanol, zoals in Frankrijk in de omgeving van Parijs met toevoeging van 5% bio-ethanol, worden hierdoor belemmerd wat uitbreiding betreft. Er wordt gebruik gemaakt van suikerbiet tegen een C-prijs en een hoeveelheid die valt binnen het toegewezen quotum. Dit laatste legt ook direct de beperking op aan het experiment.

De conclusie uit het bovenstaande is, dat de instelling van een "D-bietenprijs" met het oog op specifieke toepassingen, de bio-ethanol-optie onder de huidige prijsverhoudingen verbetert. De kwaliteitstoepassing van bio-ethanol in ETBE komt naar alle waarschijnlijkheid in zicht. Van de optie mag een positief effect worden verwacht op de inkomenspositie van akkerbouwers.

c. Braakleggen en non-food toepassing

In december 1989 heeft de Europese Commissie een voorstel aan de Raad gedaan om de mogelijkheid te scheppen een deel van braakgelegde landbouwgrond weer te kunnen bestemmen voor produktie voor non-food doeleinden, waaronder bio-ethanol(27). Het voorstel zou betekenen dat graan in beperkte hoeveelheid beschikbaar zou komen voor circa f. 200,=/ton, dus beneden de wereldmarktprijs.

Afgezien van de moeilijkheden die aan de concrete invulling van het voorstel kleven, betekent het plan (70% van braaklegpremie bij non-food produktie) niet dat bio-ethanol als zodanig concurrerend wordt. Wel zal de kwaliteitstoepassing ETBE dan waarschijnlijk een betere marktkandidaat kunnen zijn. Daarnaast kent het voorstel van de Commissie geen clausule om het graan, dat aldus wordt geproduceerd en afgezet, niet mee te tellen in het stabilisatiemechanisme. Om deze laatste reden mag daarom geen positief inkomenseffect van een dergelijke maatregel worden verwacht voor akkerbouwers.

Zou, in tegenstelling tot het voorstel van de Europese Commissie, de gehele braaklegpremie kunnen worden aangewend voor de produktie van transportbrandstoffen, dan ontstaat een andere prijssituatie. Wordt uitgegaan van de braaklegpremie zoals die in Nederland geldt, van circa f. 1.850,=/ha, dan kan bijvoorbeeld graan worden aangeboden voor f 100,= à f. 150,= per ton. Bio-ethanol zou dan licht concurrerend worden op de markt van loodvervanging in transportbrandstoffen. De ETBE-optie lijkt dan realistisch te worden.

Hierbij moet worden opgemerkt dat de regeling voor vrijwillige braaklegging voor nationale overheden werkt niet budgettair neutraal werkt. Voor de Europese Commissie wel, in verband met het ontgaan van exportrestituties.

De conclusie hieruit is dat de inzet van de in Nederland geldende braakleggingspremie voor non-food produktie aan de bio-ethanol een concurrentiepositie zou geven in de zin van loodvervanger in de huidige transportbrandstoffen.

d. Koolzaad

Voor koolzaad bestaat in Europees verband een verwerkingspremie, waarmee het verschil met de wereldmarktprijs wordt overbrugd (zie ook tabel 3 van bijlage 3). Wanneer koolzaadteelt de graanteelt zou vervangen bij aanwending in de transportbrandstoffen, zouden ombuigingen van exportrestituties ook hier van toepassing moeten kunnen zijn.

26. Opties nationaal

De opties van de Europese Gemeenschap, zoals in de vorige paragraaf genoemd, liggen vooral op het gebied van de prijsvorming voor agrarische produkten. Het betreft hier een van de gebieden waarop nagenoeg volledige integratie heeft plaatsgevonden. Slechts de laatstgenoemde optie, te weten de combinatie van braaklegpremie met non-food produktie, raakt ook direct het nationaal budget.

Nationaal gezien zijn in principe een aantal mogelijkheden aan te geven, wanneer biomassa voor energie-doeleinden wenselijk wordt geacht. Dit kan de accijnzen- en heffingenwetgeving betreffen en ge- en verbodsbepalingen. Beiden worden in verschillende landen toegepast.

Opgemerkt moet hierbij worden, dat puur nationale maatregelen geen soelaas hoeven te bieden op Europees niveau. Een nationale maatregel ter stimulering van transportbrandstoffen op basis van biomassa, zonder dat dit geruggesteund wordt door algemene Europese richtlijnen, heeft als zodanig geen invloed op de marktprijs voor agrarische produkten in de voedingssfeer. Wanneer meerdere individuele lidstaten gelijksoortige maatregelen treffen, is die invloed er natuurlijk wel. Maatregelen van een individuele lidstaat in bedoelde zin, hebben wel direct invloed op de uitgaven van de Europese Commissie, bijvoorbeeld doordat minder graan ter interventie wordt aangeboden en dus voor gecertificeerde export in aanmerking komt.

a. Heffingen en accijnzen

In de toekomst zullen de bedragen voor heffingen en accijnzen in Nederland een stijgende lijn te zien geven. De trend die daarin valt te onderkennen zal waarschijnlijk niet geleidelijk zijn, maar met plotselinge stijgingen gepaard gaan. Dit vanwege het toenemende gebruik van de wegen, de voorzieningen die met het oog daarop moeten worden genomen en de heffingen in het kader van het milieubeleid. Deze heffingen betreffen bestemmings- en reguleringsheffingen.

Accijnzen en heffingen zijn in Nederland niet gelijk voor alle transportbrandstoffen. L98, ofwel gelode super, wordt zowel in de accijnzen als in de heffingenwetgeving hoger aangeslagen dan UL95 en UL98. Voor de accijnzen is hierbij sprake van een verschil van f. 3,- per hl in het kader van de Wet Tijdelijke Toeslag op de Accijns van Gelode Lichte Olie en de Wet Tijdelijke Fiscale Maatregelen Betreffende Auto en Milieu na 1988. Daarnaast wordt L98 extra belast in de heffingsfeer voor f. 4,55 per hl volgens de Wet Algemene Bepalingen Milieuhygiëne (WABM). Het totaalverschil tussen gelode en ongelode lichte olie komt daarmee op f. 7,56/hl.

Het verschil in heffingen en accijnzen is duidelijk bedoeld om het gebruik van een bepaalde transportbrandstof te ontmoedigen. De onderstaande tabel 9 geeft het onderscheid voor accijnzen en heffingen op de verschillende fossiele transportbrandstoffen in detail aan.

Tabel 10 Heffingen en accijnzen in guldens per hl op benzine, diesel, petroleum en zware stookolie per 1/1/'90
(* = per 1/2/'90)

	I	II	III	IV	V
benzine (ongelood normaal)	78,85	78,22		(a)0,27 (1,18*) (b)3,00	1,35
benzine (ongelood super)	78,85	78,22		(a)0,27 (1,18*)	1,35
benzine (gelood normaal)	78,85	79,22	1,30 (2,01*)	(a)4,04 (5,73*) (b)7,00	1,35
benzine (gelood super)	78,85	79,22	1,30 (2,01*)	(a)4,04 (5,73*)	1,35
petroleum	10,26			(a)0,27 (0,72*)	1,35
diesel rood (huisbr.)	10,26			(a)0,27 (0,75*)	1,35
diesel blank (wegvervoer)	36,06			(a)1,75 (2,98*)	1,35
zware stookolie (100 kg)	3,424			(a)0,582(1,35*)	

- I Wet op de Accijns voor Minerale Oliën
 II Wet Tijdelijke Fiscale Maatregelen betreffende Auto en Milieu na 1988 (t/m 1990)
 III Wet Tijdelijke Toeslag op de Accijns van Gelode Lichte Olie (1988 t/m 1990)
 IV Wet Algemene Bepalingen Milieuhygiëne (WABM 1986/1987);
 a= bestemmingsheffing; b= reguleringsheffing.
 V Wet Voorraadvorming Aardolieprodukten

Uit tabel 10 blijkt dat nationale maatregelen in de sfeer van accijnzen en heffingen om bepaalde transportbrandstoffen aan te moedigen en andere te ontmoedigen niet onbekend zijn. Soms wordt in dit verband gesproken van een traditie om pomp-prijs van benzine politiek vast te stellen (28).

Wegens de milieuproblemen die samengaan met het wegverkeer en de verschillende bijdrage daarin van verschillende transportbrandstoffen, zal dit instrument in de toekomst ook steeds vaker worden gehanteerd.

Behalve de categorieën I, IV en V in de tabel, zijn de overige maatregelen van tijdelijke aard, namelijk tot en met 1990.

Combinatie van de tabellen 6 en 10 bovenstaand, laat zien dat voor een brandstof waarin bio-ethanol als loodvervanger dienst doet een overbrugging in accijnzen en heffingen van ruwweg f. 5,- tot f. 10,- per hl nodig zou zijn. Hoe dit voor ETBE ligt, moet nader worden onderzocht. De 5% optie van bio-ethanol zou ook zichtbaar worden bij een combinatie van

- a. het ombuigen van exportrestituties op graan in Europees verband en
- b. aanpassingen voor de mengbrandstof in de categorieën IV en V in tabel 10 bovenstaand.

De conclusie uit het bovenstaande is, dat de accijnzen- en heffingenwetgeving voor fossiele brandstoffen in principe niet uitsluit dat discriminatie plaats vindt tussen verschillende typen transportbrandstoffen, ter stimulering of ter ontmoediging.

Wetgevingen van tijdelijke aard met betrekking tot het gebruik van bepaalde transportbrandstoffen zijn in deze zin niet onbekend in de Nederlandse samenleving.

Als gevolg van het toenemende transportverkeer op de Nederlandse en Europese wegen, zal in de toekomst in meerdere mate gegrepen worden naar het instrument van accijnzen en heffingen om het wegtransport van goederen en personen te reguleren.

b. Ge- en verbodsbepalingen

Ge- en verbodsbepalingen hebben veelal betrekking op het optreden of vermijden van calamiteiten. Milieukundige aspecten kunnen hier van doorslaggevende aard zijn. Overwegingen in die zin hebben onder meer gespeeld bij hoge smogconcentraties in het westen van Nederland in de zomer van 1989.

Ge- en verbodssituaties zijn ook met betrekking tot het gebruik van transportbrandstoffen niet onbekend, zoals de regelgeving in Californië laat zien inzake het gebruik van methanol en ethanol als transportbrandstoffen. Zwitserland kent een verplicht gebruik van smeermiddelen van plantaardige oorsprong voor de pleziervaart.

In het algemeen zullen bepalingen die bepaalde transportbrandstoffen voorschrijven de betreffende markten hevig frustreren.

Noten bij hoofdstuk 3

- (1) AFME, *Energy: Facts and Figures*, Paris 1989.
- (2) USDA, *Ethanol: Economic and Policy Trade Offs*, 1988, p.13.
 Hunt, P.A. & Baker, T.F.W., *Refinery Economics Analysing Oxygenates*, London 1989, p.20.
 Cargill B.V., *Conversion of Wheat into Ethanol for Blending into Gasoline, Final Report*, Bergen op Zoom 1989, p.29.
- (3) Hallberg, D.E., *Development of ETBE in the US, Fourth Annual Conference of Oxygenated Fuels in Europe*, Amsterdam 1989.
- (4) Thier, E, *Bioethanol; Daten, Fakten, Fachausdrücke*, Bonn 1988, p. 187-188.
 Landbouwschap, *Bioethanol: Europese landbouw in perspectief*, Den Haag 1988.
 Henze, A, *Crop-based Fuel Alcohol: Brazil, US, EC, Discussion Paper Series 10, FAP.88-01*, National Centre for Food and Agricultural Policys, Washington 1988, p. 7.
 Cargill B.V., *Conversion of Wheat into Ethanol for Blending into Gasoline, Final Report*, Bergen op Zoom 1989.
- (5) Cargill B.V., *Conversion of Wheat into Ethanol for Blending into Gasoline, Final Report*, Bergen op Zoom 1989, p.47.
 ENI, *Analysis of the project 'Ethanol for vehicles as an outlet for EEC wheat surpluses'*, Rome 1987, p.22. Thier, E. *Bio-ethanol; Daten Fakten, Fachausdrücke*, Bonn 1988. P. 168 (Gegeven de veronderstelde schaal grootte worden de proceskosten van ethanol uit suikerbiet op 29 cent/liter berekend en uit tarwe 30 cent/liter. Henze, A. *Crop based Fuel Alcohol, Brazil US, EC disension Paper Series 10, FAP 88-01*, National Centre for Food and Agricultural Policies, Washington.
- (6) Novem-studie over het gebruik van afvalstoffen voor de produktie van bio-ethanol (te verschijnen 1990)
- (7) European Commission, *Cost/benefit Analysis of Production and Use of Bioethanol as a Gasoline Additive in the European Community*, Brussels 1987, p. 62-64.
- (8) Thier, E, *Aktualisierte Wirtschaftlichkeitsberechnung für Rapsöl als Kraftstoff, korrigierte Fassung; Landwirtschaftliche Arbeitsgruppe Biokraftstoffe*, Bonn 1989.
- (9) Agro-SER, *Gebruik van raapzaadolie als brandstof voor de Elsbett-motor*, juli 1988.
- (10) NRLO-Werkgroep "Biomassa ten behoeve van Energie, Verslag van gesprekken en projecten in Frankrijk betreffende bio-ethanol en koolzaadolie als brandstof voor automotoren. Den Haag, augustus 1989.
- (11) Hallberg, D.E., *Development of ETBE in the US, Fourth Annual Conference of Oxygenated Fuels in Europe*, Amsterdam 1989.

- (12) Kattenwinkel, H.D., *Ontwikkelingen op het gebied van brandstoffen en smeermiddelen voor het openbaar vervoer*, SHELL Amsterdam 1989.
- (13) Commission of the European Communities, *The impact of Biotechnology on Agriculture in the European Community to the Year 2005*, Brussels 1989.
- (14) Zie ook Agro-SER, 1988.
- (15) Chartier, Ph. & Clément, D., *Technological Progress in New and Renewable Energy Sources*, AFME, Paris 1987.
- (16) Weiss, M.J., *As opposition mounts, a coalition of farmers, grain processors and Congressmen is fighting to preserve a subsidy that has yielded \$4.6 billion in tax credits*, New York Times 2/4/90.
USDA, *Ethanol, Economic and Policy Tradeoffs*, Washington 1988.
- (17) Sourie, J.C., *Energy from Biomass: Microeconomic aspects*, in: European Commission, *Euroforum New Energies, Proceedings of an International Congress held at Saarbrücken*, Brussels 1988.
- (18) VN-Commissie Brundtland, *Our Common Future; The World Commission on Environment and Development*, Oxford 1987, p.172 e.v.
Brown, L.R. & Durning, A., *State of the World 1989; A Worldwatch Institute Report on Progress Toward a Sustainable Society*, Ontario 1989.
NRLO-Werkgroep Biomassa ten behoeve van Energie, *Bijlage*, Den Haag 1989, no. 24\1023.01.
- (19) Agence Française pour la maîtrise de l'énergie, *Energy Facts and Figures*, Paris 1989.
- (20) European Commission, *Cost/benefit analysis of production and use of bioethanol as a gasoline additive in the European Community*, Luxembourg 1988.
Landbouwschap, *Bio-ethanol: Europese landbouw in perspectief*, Den Haag 1987.
- (21) FNEI, Leeuwarden 1988.
- (22) Ruivenkamp, G., *De invoering van biotechnologie in de agro-industriële produktieketen*, Utrecht 1989.
- (23) European Commission, *The Agricultural situation in the Community*, Brussels 1988.
- (24) Ruivenkamp, G., *De invoering van de biotechnologie in de agro-industriële produktieketen*, Utrecht 1989, p.222.
- (25) USDA, *Ethanol, Economic and policy tradeoffs*, Washington 1988, p.20.
- (26) Ruivenkamp, G., *ibid*, p. 221-2.
- (27) Landbouwschap, *Voorstel van de Europese Commissie voor het gebruik van agrarische producten in de niet-voedsel sector*, 24/1092a.01, Den Haag 1990
- (28) Ruivenkamp, G., p.223.

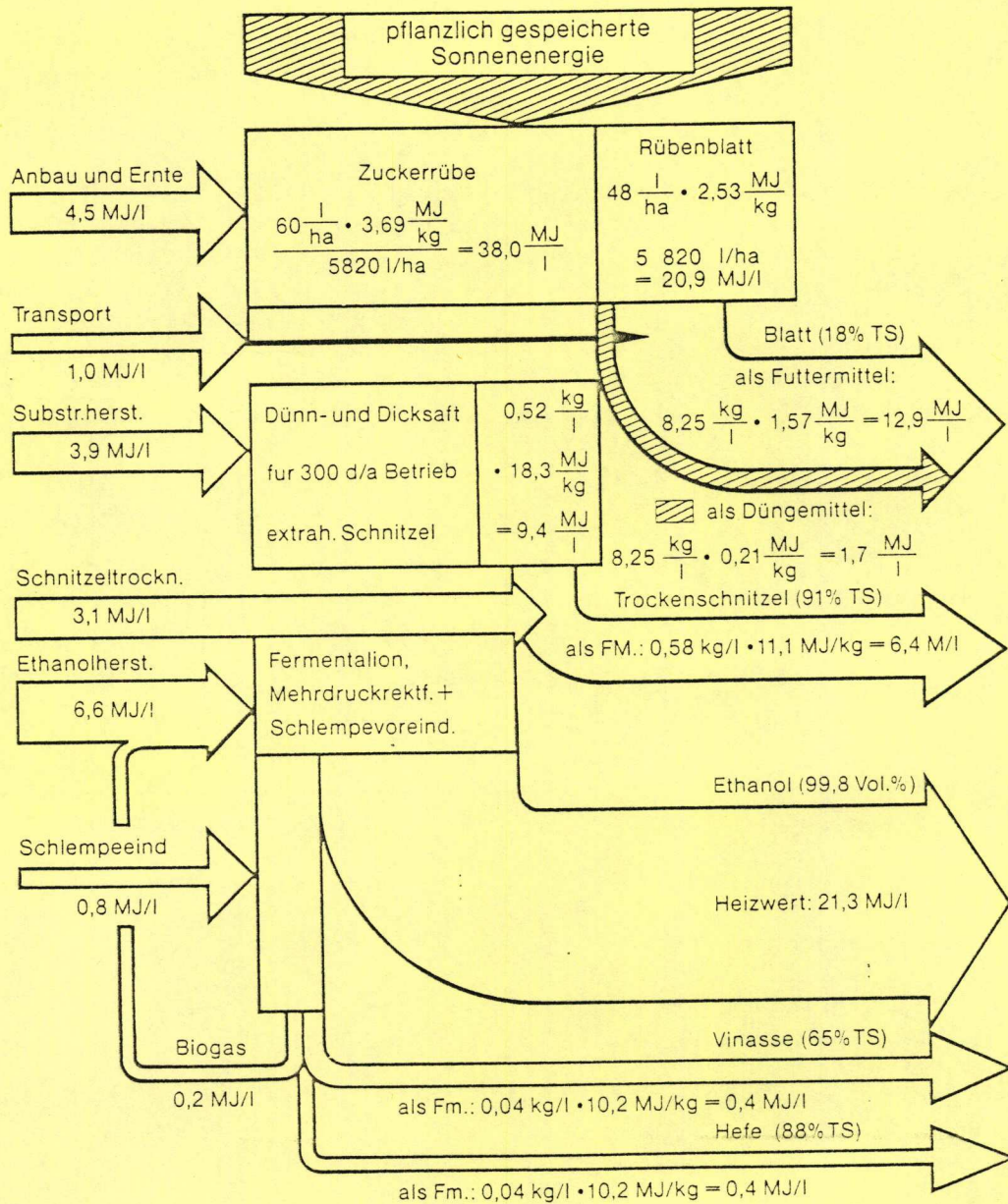
BIJLAGE BIJ HOOFDSTUK 1A VAN SUIKERBIET TOT ETHANOLTabel 1 Verschillende berekeningen voor het gebruik van energie bij de primaire productie van suikerbieten per hectare en per jaar.

Energie verbruik in primair pro- duktieproces van suikerbiet/ha	Omrekenings- factoren		Gebruikswaarde kg/ha en l/ha			Energiewaarde GJ/ha				
	MJ/kg en MJ/l					(C1)	(C2)	(C3)	(C4)	(C5)
	(A1)	(A2)	(B1)	(B2)	(B3)	A1	A1	A2	A2	
						B1	B2	B2	B3	
Bemesting (kg)										
- Stikstof N	74	60	180	150	130	13,3	11,1	9,0	7,8	
- fosfaat P2O5	14	12	140	100	61	1,9	1,4	1,2	0,7	
- kalium	9	8	240	150	57	2,1	1,3	1,2	0,5	
Zaadgoed (kg)	98	98	5,5	1,2	1,5	5,4	1,1	1,1	1,4	
Dieselolie (l)	35,7	35,7	155	155	155	5,5	5,5	5,5	5,5	
Smeerolie (l)	35,7	35,7	4,7	4,7	4,7	0,2	0,2	0,2	0,2	
Bestrijdingsmid- delen (kg)	115	115	5	6	8,9	0,6	0,7	0,7	1,0	
Bladruiming (l)	35,7	35,7	60	60	60	2,1	2,1	2,1	2,1	
Transport (50km; l/km	2	2	60	60	60	6,0	6,0	6,0	6,0	
-----						-----				
Totaal GJ/ha						32,4	29,4	27,0	25,3	40,7
Totaal MJ/ton (1 ha = 60 ton) (excl.transport)						440	390	350	322	578
Totaal MJ/liter (1 ton = 100 liter ethanol) (excl.transport)						4,5	3,9	3,5	3,2	5,8

Bronnen

- (A1) Austmeyer, K,E & Röver, H, Verbundproduction von Ethanol und Weisszucker, in Zuckerindustrie 113 (1988), nr 9.
- (A2) Bioethanol, Daten, Fakten und Fachduodrücke, Bonn 1988, p.154.
- (B1) Austmeyer, K,E & Röver, H., ibid.
- (B2) Kwantitatieve informatie 1989-1990 voor de akkerbouw en de groenteteelt in de vollegrond, Lelystad 1989,p.121/2.
- (B3) Unitip, Telers informatie programma Suikerunie (gemiddelde over 1986-1989).
- (C1) Austmeyer, K,E & Röver H p.768
- (C5) Omrekening van de gegevens van Morris,B, Economics and energy balances of ethanol from sugar cane and sugarbeet, International Sugar Journal 1984, vol 86, no 1031,p.234.

Figuur 1 Energie-input/ output balansen voor de ethanolwinning uit suikerbiet.



Input: 19,9 MJ/l

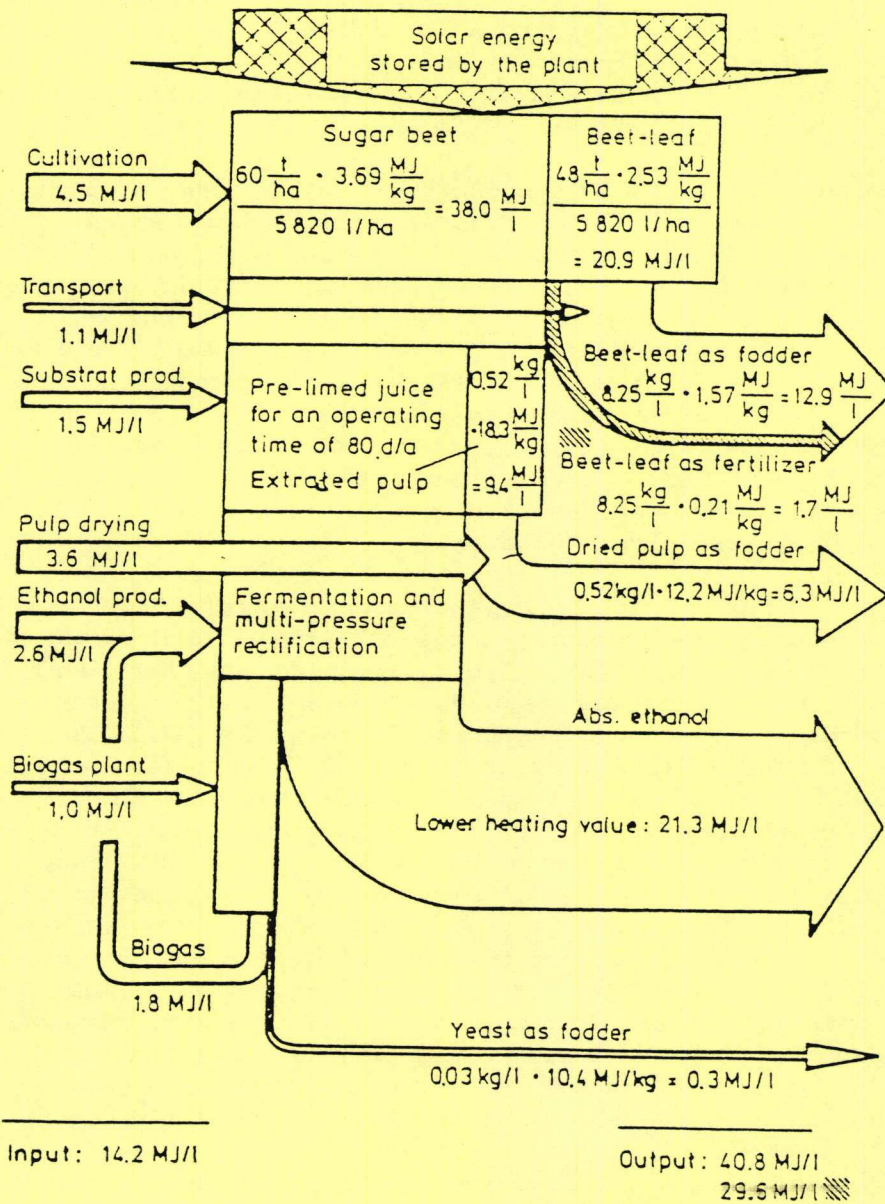
Output: 42,4 MJ/l
31,2 MJ/l

Output/input verhouding uitgaande van verbrandingswarmte van hoofd- en bijprodukten is 2,13.

Bronnen:

Institut für landwirtschaftliche Technologie und Zuckerindustrie, Braunschweig (1986/87) Bio-ethanol, Daten, Fakten und Fachduodrücke, Bonn ABP, p. Austmeyer, KE & Röver, H, Verbundproduction von Ethanol und Weisszucker, in Zuckerindustrie 113 (1988), nr 9, p. 768.

Figuur 2 Energiebalans voor suikerbieten bij de verwerking tot ethanol.



Output/input verhouding uitgaande van verbrandingswarmte van hoofd- en bijprodukten is 2,8.

Bron:

Commission of the European Communities, Cost/Benefit Analysis of Production and Use of Bioethanol as a Gasoline Additive in the European Community, Brussels 1988

Verklaring 1 Verschil tussen figuur 1 en figuur 2.

Verschillen zijn er te constateren aan de inputkant t.w.

1. bij de substraatproduktie (3,9 MJ/l in figuur 1 t.o.v. 1,5 MJ/l in figuur 2) en
2. bij de ethanolproduktie (6,6 MJ/l in figuur 1 t.o.v. 2,6 MJ/l in figuur 2).

Het verschil bij de substraatproduktie wordt veroorzaakt door het feit dat er in de Duitse studie wordt uitgegaan van een alcoholproduktie gedurende 300 dagen per jaar. In de studie van de E.G. wordt uitgegaan van een produktie gedurende 80 dagen per jaar, waarbij alcohol uit bieten dus wordt beperkt tot de bietencampagne. Tijdens de campagne kan er ruwsap (of dunsap) gebruikt worden, terwijl na de campagne om opslagredenen diksap de meest aangewezen grondstof is. Het is de produktiestap van ruw- naar diksap die een groot deel van het verschil verklaart. Evenwel is dit niet de energetisch meest gunstige route en kan om die reden niet meespelen bij de bepaling van de energie-balans.

Het verschil bij de ethanolproduktie zelf is als volgt te verklaren. De externe energiebehoefte in de Duitse en E.G. studie is resp. 6,6 en 2,6 MJ/l. Worden de energiewaarden van het uit het proces zelf voortkomende biogas meegeteld, dan worden de energiebedragen resp. 6,8 en 4,4 MJ/l. Het verschil wordt voornamelijk verklaard door de verschillen in procesroutes. In de studie van de E.G. wordt de vinasse "in zijn geheel" anaëroob afgebroken en in de Duitse studie wordt de vinasse ingedampt en als veevoeder verkocht. In het laatste geval komt minder verontreinigd afvalwater vrij, maar er wordt ook veel minder biogas geproduceerd. Het verschil tussen 6,8 en 4,4 MJ/l komt nagenoeg overeen met de energie die nodig is om vinasse in te dampen. Vanuit het oogpunt van energie-efficiëntie en gezien het uitgangspunt om de verbrandingswarmte te hanteren voor de berekeningen van de energiebalans, verdient de E.G.-studie de voorkeur. Vanuit economisch oogpunt bezien heeft de Duitse studie de voorkeur.

Verklaring 2 Energieverbruik bij de primaire agrarische produktie en het aandeel in de totale verbruikte energie in figuren 1 en 2.

De grootste energieconsumptie bij de produktie van bio-ethanol vindt plaats bij de verwerking en niet zozeer binnen de primaire produktiefase. Toch valt wat energierendement betreft het nodige te winnen in het primaire produktieproces van bieten. Een winst van 150 MJ per ton suikerbiet in de primaire produktie, uitgaande van de 440 MJ per ton waarvan in de figuren 1 en 2 is uitgegaan, betekent voor de totale output/input-verhouding een winst van 0,33. De huidige situatie bij de teelt van suikerbiet in Nederland wordt in tabel 1 weergegeven door B2 en C3. Tegen deze achtergrond kan de output/input-verhouding in figuur 2, die de beste benadering geeft voor de mogelijkheden van energiewinst op basis van suikerbieten, met 0,2 worden verhoogd tot 3,0.

Verklaring 3 Energieconsumptie bij de produktie tot bio-ethanol.

Een deel van de energieconsumptie bij de produktie van ethanol vindt plaats bij de absolute ring van de alcohol tot 99,8%. Absolute alcohol is nodig in geval er sprake is van een bijmenging aan benzine. Wanneer er geen sprake is van bijmenging en ethanol dus als afzonderlijke brandstof dienst doet, is absolute ring van de alcohol niet noodzakelijk. De bijbehorende energiekosten, circa 1,3 MJ/l, kunnen dan worden bespaard. Op de totale energie-input is de energie benodigd voor absolute ring van de alcohol circa 10%. Op de alcoholproduktie zelf (met een extern energieverbruik van 2,6 MJ/l en een intern energieverbruik van 1,8 MJ/l is het aandeel van absolute ring circa 30%.

Verklaring 4 Energiebehoefte van de afvalwaterzuiveringen bij suikerfabrieken en bij ethanol produktie.

Bij de Nederlandse suikerfabrieken ontstaan afvalwaterstromen bij het wassen van de suikerbieten. In zuiveringsinstallaties worden deze waterstromen ontdaan van de vervuiling en wel door toepassing van zowel anaërobe als aërobe technieken.

In de energiebehoefte voor deze zuiveringsinstallaties wordt voorzien door de eigen opwekking van elektrische energie. Alle suikerfabrieken converteren in hun eigen energiecentrale aardgas in warmte en elektrische energie. Gestreefd wordt op deze wijze te voorzien in de energiebehoefte van het suikerwinningsproces, inclusief de waterzuivering.

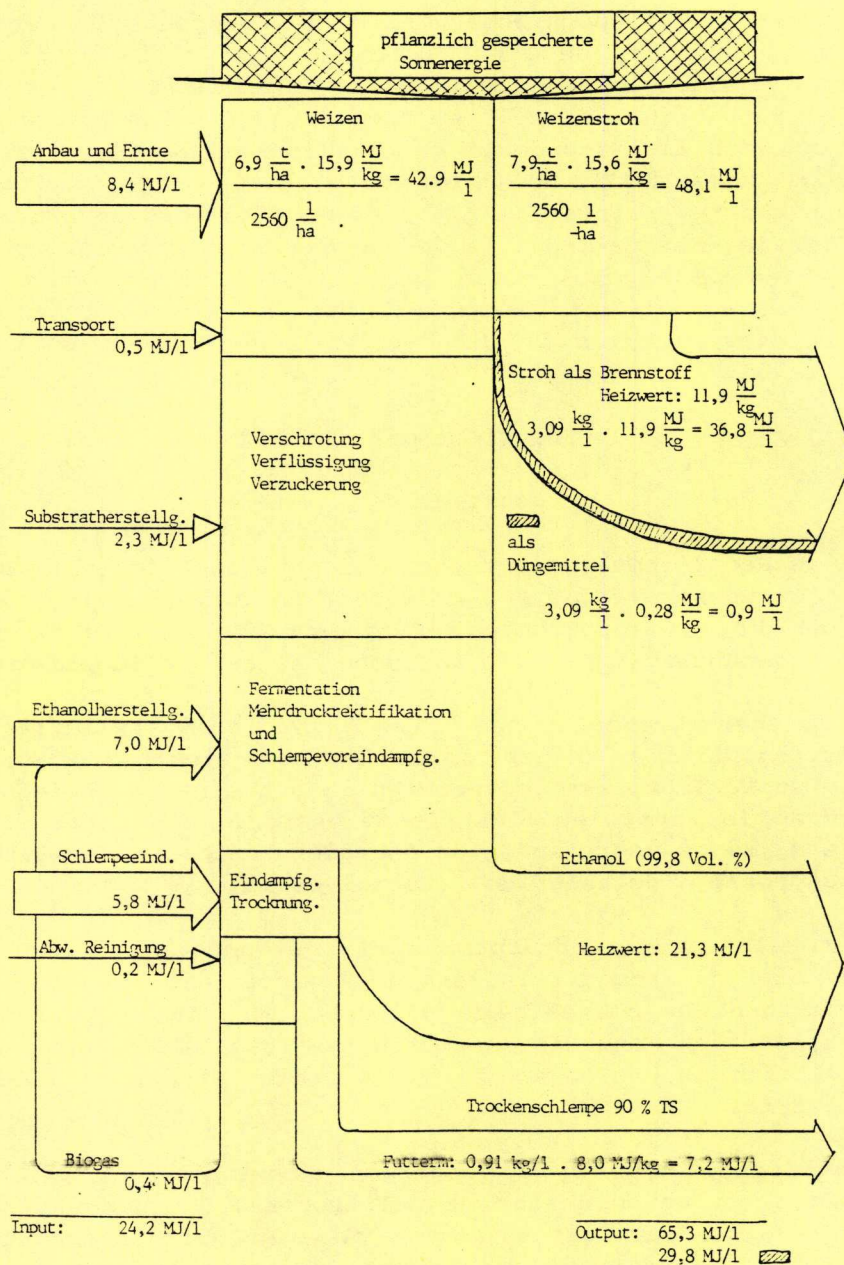
De totale energieconsumptie wordt gevonden in de verbruikte hoeveelheid aardgas. Als deze hoeveelheid aardgas wordt gerelateerd aan de hoeveelheid suikerbieten die zijn verwerkt, resulteert de energieconsumptie per ton suikerbiet. In dit getal zit dus ook de energie, die nodig is voor de afvalwaterzuivering.

Het biogas, dat bij de anaërobe zuivering ontstaat, wordt veelal teruggevoerd naar de pulpdrogers. Daardoor wordt daar de vraag naar aardgas enigszins verlaagd. Dit interne gebruik van biogas resulteert dus in een (fractionele) verlaging van de totale behoefte aan aardgas.

Een soortgelijke situatie doet zich voor bij de verwerking van suiker en melasse tot ethanol.

B. VAN TARWE TOT ETHANOL

Figuur 3 Ethanol-productie uit tarwe.



Output/input-verhouding uitgaande van verbrandingswarmte van de hoofd- en bijproducten is 2,70.

Bron

Austmeyer, K.E. en Röver, H., Verbundproduktion von Ethanol und Weisszucker, in: Zuckerindustrie 113 (1988), nr 9, p. 769.

Tabel 2

Ethanol-produktie uit tarwe.

Consumptie van energie (MJ/l) voor:

Tarwe produktie	8,7
Transport	0,5
Prepareren grondstof	2,5
Ethanol produktie	7,4
Concentratie van produkt en verkrijgen van bij-produkt	6,0

Totaal	25,1
--------	------

Produktie of energy (MJ/l):

Ethanol	21,3
DDG	7,3
Stro als brandstof	36,8

Totaal	65,4
--------	------

Output/input-verhouding uitgaande van verbrandingswarmte van de hoofd- en bijprodukten is 2,60.

Bron

ENI, Analysis of the project "Ethanol for vehicles as an outlet for EEC wheat surpluses", Rome, October 1987, p. 23.

Tabel 3 Ethanol-productie uit tarwe.

<u>Consumptie van energie (cal/hl) voor:</u>			<u>Productie van energie (cal/hl):</u>
Productie tarwe (cal/ha)			
- zaaizaad			30
- kunstmest en bestrijdingsmiddel		3600	
- brandstof		1950	
		5000	5600
Subtotaal (cal/ha)	5000		
(1) Subtotaal (cal/100kg)	71		80
(2) Subtotaal (cal/hl)*	121		136
Productie ethanol en bijproduct			
Prepareren grondstof			
Ethanol productie			
Concentratie van produkt en verkrijgen van bijproduct			
(3) Subtotaal (cal/hl)			295
			760**
Totaal per hl (alléén ethanol)	431		

Output/input-verhouding voor ethanol alleen *** is uitgaande van de verbrandingswarmte 1,75.

*	Kg tarwe per hl ethanol en bijproduct	270
	resterend bijproduct DDG (kg)	100
	Netto kg tarwe per hl ethanol	170
**	Lagere verbrandingswarmte van benzine (dit overeenkomstig aanname A3 in paragraaf 2 van hoofdstuk 1)	
***	Niet meegenomen is	- energetische benutting van het natte gluten binnen het produktieproces
		- produktie en gebruik van biogas binnen het proces
		- energetische benutting van het stro

Bron

Tourliere, S., Bilan Energetique de la Production d'Ethanol de Fermentation de Divers Substrats, in: IAA, novembre 1985, pp. 1199 en 1200.

Verklaring 5 Over de energie-balans voor ethanol alléén.

Wanneer het principe van tabel 3 (dus alle bijprodukten in het totale produktieproces buiten beschouwing laten, inclusief de bijbehorende energiekosten en -winsten) toepassen op figuur 3, dan is de output/input-verhouding ca. 1,65 tot 1,70. Voor suikerbieten ligt deze verhouding, uitgaande van figuur 1, aanzienlijk hoger, t.w. op 2,3. Overigens zijn deze berekeningen niet overeenkomstig de aannames A1, A2 en A4 in paragraaf 2 van hoofdstuk 1.

Verklaring 6 Energiegebruik in het primaire produktieproces van tarwe

Vergelijking van figuur 3 met figuur 1 leert dat voor tarwe de energie-input, uitgedrukt in MJ/1, bijna twee keer zo hoog is als voor bieten. Dit verschil is voornamelijk te wijten aan de veel hogere getallen voor kilogrammen zaadgoed en bestrijdingsmiddelen (zie: Kwantitatieve informatie voor de akkerbouw en de groenteteelt in de vollegrond; 1989 - 1990; PAGV, publikatie nr. 48, september 1989). Vooral bij kunstmest en bestrijdingsmiddelen valt het nodige te bereiken wat de energie-consumptie betreft, zoals recente gegevens over mineralenbalansen laten zien. De totale output/input-verhouding, uitgaande van verbrandingswarmte, kan dan al snel boven de 3,0 stijgen in figuur 3 en tabel 2.

C VAN KOOLZAAD TOT OLIE

Tabel 4 Energie-input bij de primaire produktie van koolzaad (GJ/ha).

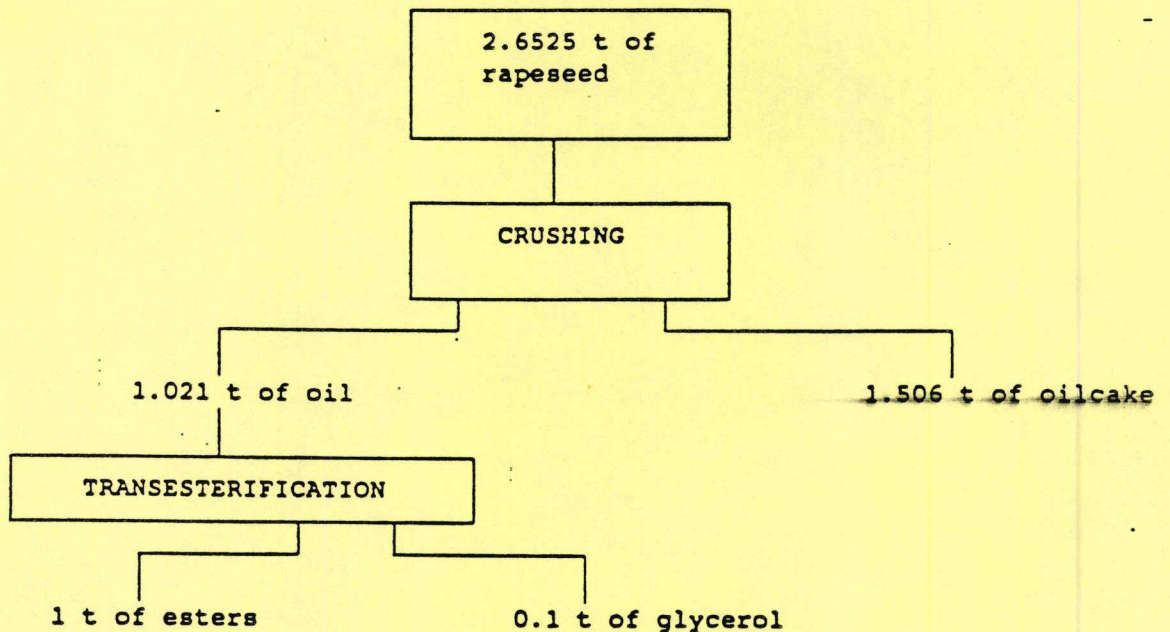
Grondbemesting	6,00
Ploegen	1,15
Zaad	1,35
Kunstmest	7,73
Verzorging	0,14
Bestrijdingsmiddel	0,57
Oogst	1,61
Transport	0,12
Totaal*	18,67

* Bij normaal bedrijf ligt energie-input bij 20 GJ/ha.

Bron

Pernkopf, J. Energiebilanz der Rapsölproduktion, Wiesselburg, Juni 1987

Figuur 4 Technische balans voor de verestering van koolzaadolie.



Bronnen

Sofiproteol, Esters of acid fats used in fuel, november 1989.
 Pernkopf, J. en Wörgetter, M. Kraftstoffen auf Basis von Fetten und fetten Oelen, in: Oesterreichische Ingenieur-Zeitschrift, Heft 6, Jg. 24, 1981, pp. 204 en 205.

Tabel 5 Output/input-verhouding van energieproductie uit koolzaad.

	regionaal	grootschalig
<u>Energie-input</u> in primaire produktie (GJ/ha)	18,67	18,67
<u>Energie-input</u> in processing fase (GJ/ha)	<u>2,50</u>	<u>2,90</u>
Totaal energie input	21,45	21,85
<u>Energie-output (GJ/ha)</u>		
-olie	35,06	40,14
-schroot	<u>25,14</u>	<u>20,00</u>
Totaal energie output	60,20	60,20
Output/input-verhouding	2,81	2,76

Verklaring 7 De mogelijkheden ter verbetering van de oliewinning uit koolzaad.

De berekeningen in tabel 5, alsook recente berekeningen van de Franse financieringsmaatschappij SOFIPROTEOL, hebben betrekking op koolzaadrassen met een opbrengst van circa 3 tot 3,5 ton per ha. Dit uitgangspunt lijkt met het oog op recente ontwikkelingen in de veredeling van koolzaadrassen achterhaald te zijn. Zo is in Nederland een OO-ras gekweekt dat op proefvelden in de Lauwers meer een opbrengst van 5200 kg per ha heeft gehaald, terwijl het onder normale condities een opbrengst van 4 tot 5 ton per ha. geeft.

Verklaring 8 Over de mogelijkheden van energie-besparing in de processen van primaire produktie en verwerking van agrarische produkten voor energie-doel-einden.

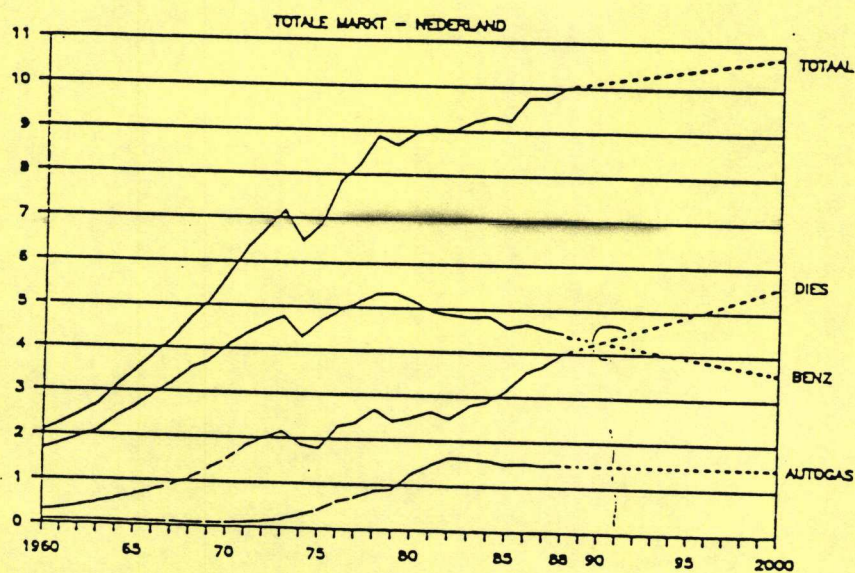
In haar brochure over het Europese programma voor energiebesparing (Energie saving in agriculture and the agro-food industry) stelt de Europese Commissie dat grote energie besparingen, te weten meer dan 70% t.o.v. normaal energiegebruik, kunnen worden verkregen door ontwikkeling en introductie van membraan technologie. Dit geldt speciaal voor de technologie van omgekeerde osmose in plaats van verdampings-, destillatie- en concentratieprocessen. De membraan technologie mag worden verwacht rond het jaar 2000 een belangrijke bijdrage te gaan leveren in de processen van het drogen van natte bijprodukten en de alcoholproduktie. Het is om deze reden van energiewinning, dat in het kader van de Clean Air Act in de Verenigde Staten mede prioriteit gegeven wordt aan de verbetering en ontwikkeling van membraan destillatie technologie (in: USDA Backgrounder, Ethanol's Role in Clean Air, Washington, August 23, 1989). Daarnaast bestaan zeer geavanceerde drogings technologieën voor bietenpulp, zoals hercompressie systemen bij verdamping (zogenoemde MVR-systeem).

Ook in geval van granen en stro zijn de nodige zaken in ontwikkeling. Verwezen zij hierbij naar het zogenoemde BIOCOMB-systeem dat in Zweden en Denemarken in een verdergaand stadium is en waarvoor in Nederland een haalbaarheidsonderzoek is ingesteld. In dit kader zijn machines ontwikkeld die stro van granen op het land kunnen drogen en briquetteren, met een gunstig energie-resultaat. Het gaat hierbij om de BIODRY-systemen die vooral in Denemarken zijn uitgetest.

BIJLAGE HOOFDSTUK 2**Tabel 1** De totale binnenlandse verkopen van petroleum-
produkten in 1000 ton in de Europese Gemeenschap.

Land	Motor Spirit		Gas/Diesel Oil	
	1987	1988	1987	1988
Eur 12	97893	101026	168481	169565
Eur 10	90136	92723	154807	134925
België	2838	2938	8377	8416
Danmark	1533	1518	5035	4733
B.R. Deutschland	25523	26480	34103	52868
Ellas	2002	2143	3939	4173
España	6698	7144	11519	12327
France	18566	18855	32431	32505
Ireland	833	848	1381	1411
Italia	12235	12437	27008	26985
Luxembourg	328	329	392	382
Nederland	4094	3927	4841	5303
Portugal	1059	1161	2155	2313
United Kingdom	22182	23249	17080	17867

Bron: Eurostat

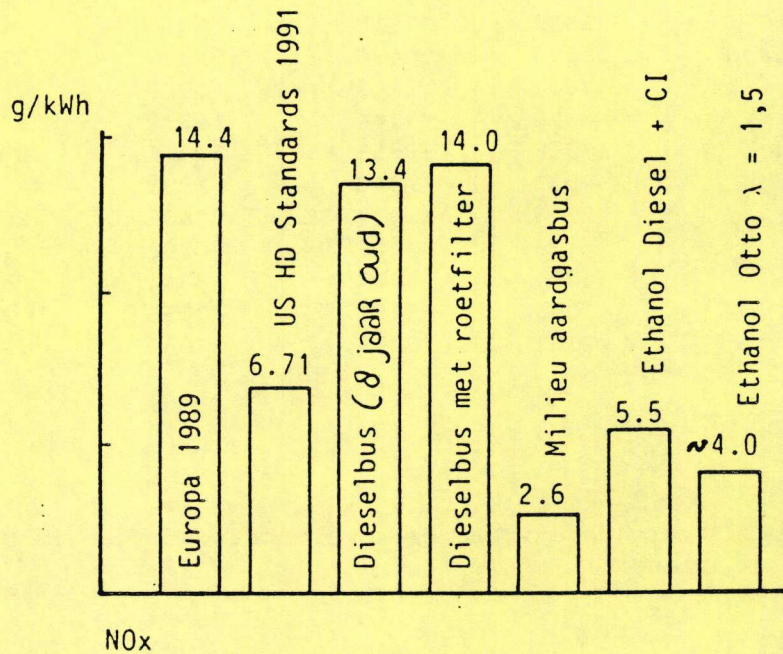
Figuur 1 Verwachte vraag naar motorbrandstoffen in Neder-
land

Bron: SHELL Nederland

Toelichting bij figuren 2.a tot en met 2.h

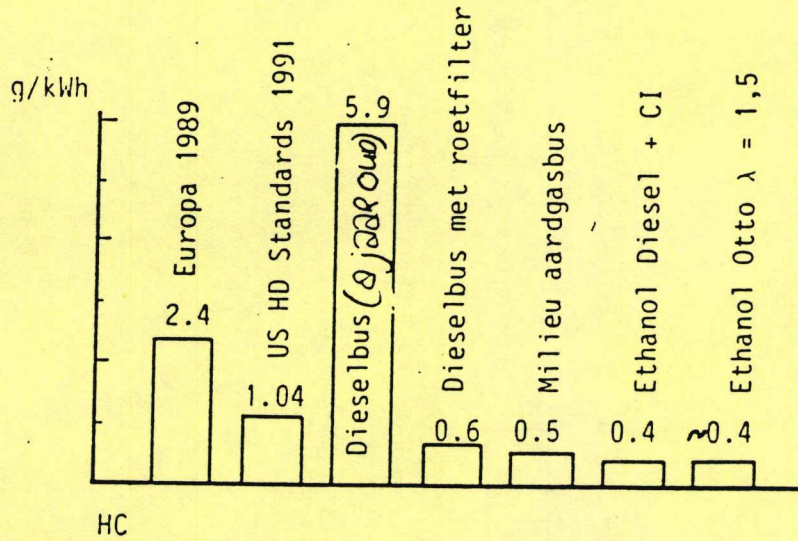
In de figuren 2.a tot en met 2.h zijn de genoemde US HD-standards 1991 gebaseerd op correlatietests tussen verschillende meetmethodieken. De Ethanol Diesel + C.I. (Cetane Improver) betreft testuitkomsten zonder oxydatie-katalysator, terwijl de Milieu aardgasbus en de Ethanol Otto $\lambda = 1,5$ wel met oxydatie-katalysator zijn gemeten

Figuur 2a NOx-emissies bij verschillende transportbrandstoffen in dieselmotoren (met en zonder catalysator)

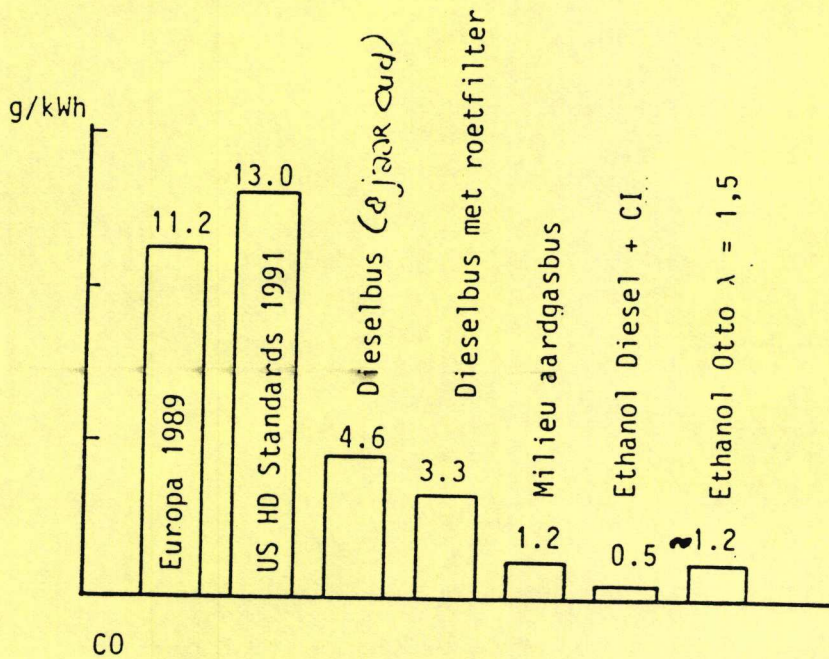


Figuur 2b

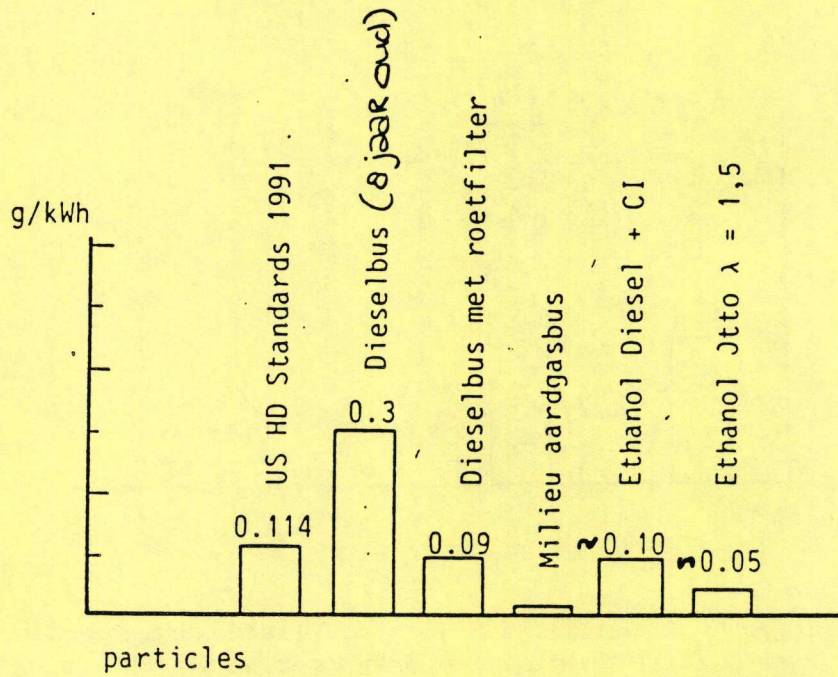
HC-emissies bij verschillende transportbrandstoffen in dieselmotoren (met en zonder catalysator)

**Figuur 2c**

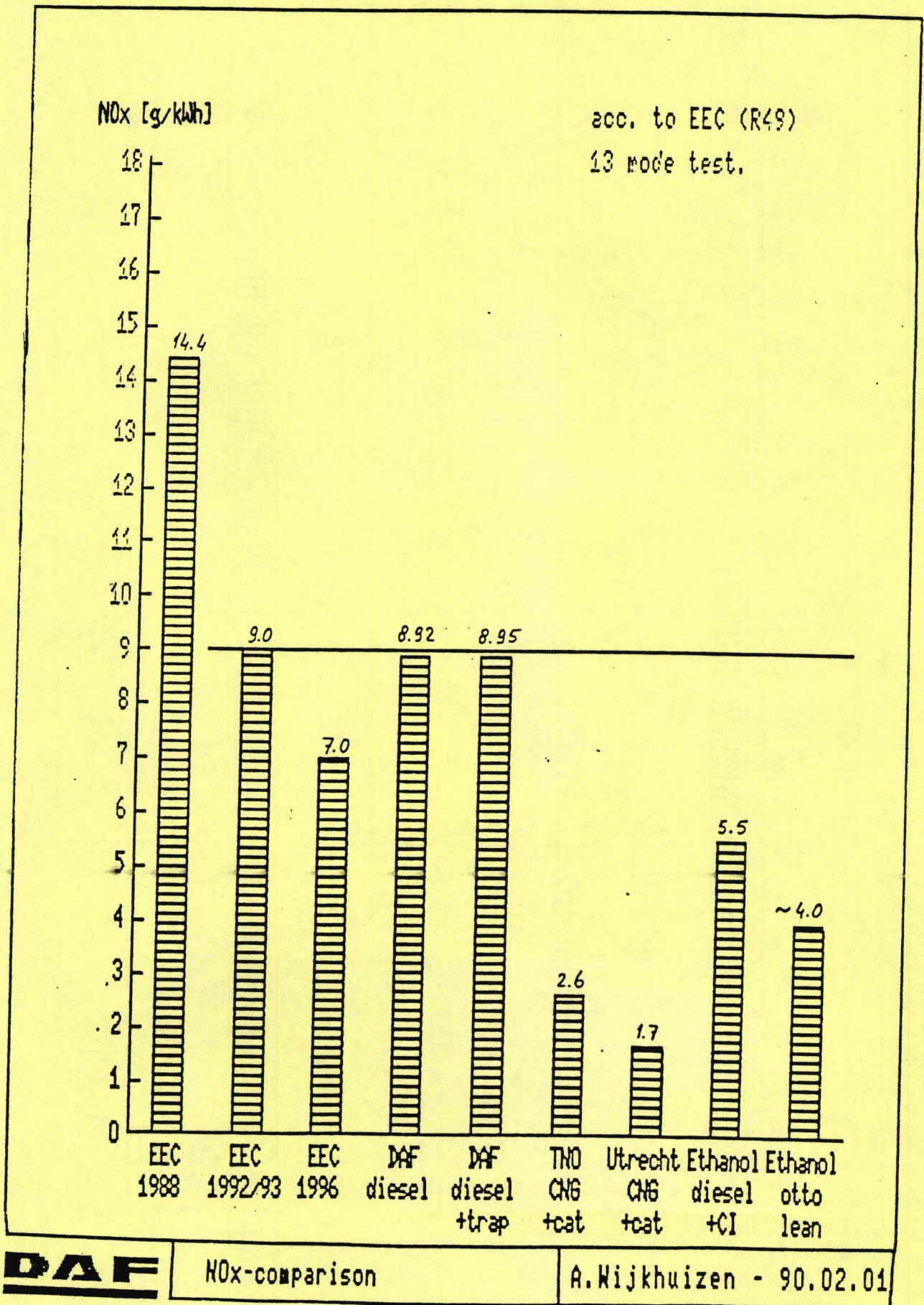
CO-emissies bij verschillende transportbrandstoffen in dieselmotoren (met en zonder catalysator)



Figuur 2d Particles-emissies bij verschillende transportbrandstoffen in dieselmotoren (met een zonder catalysator)

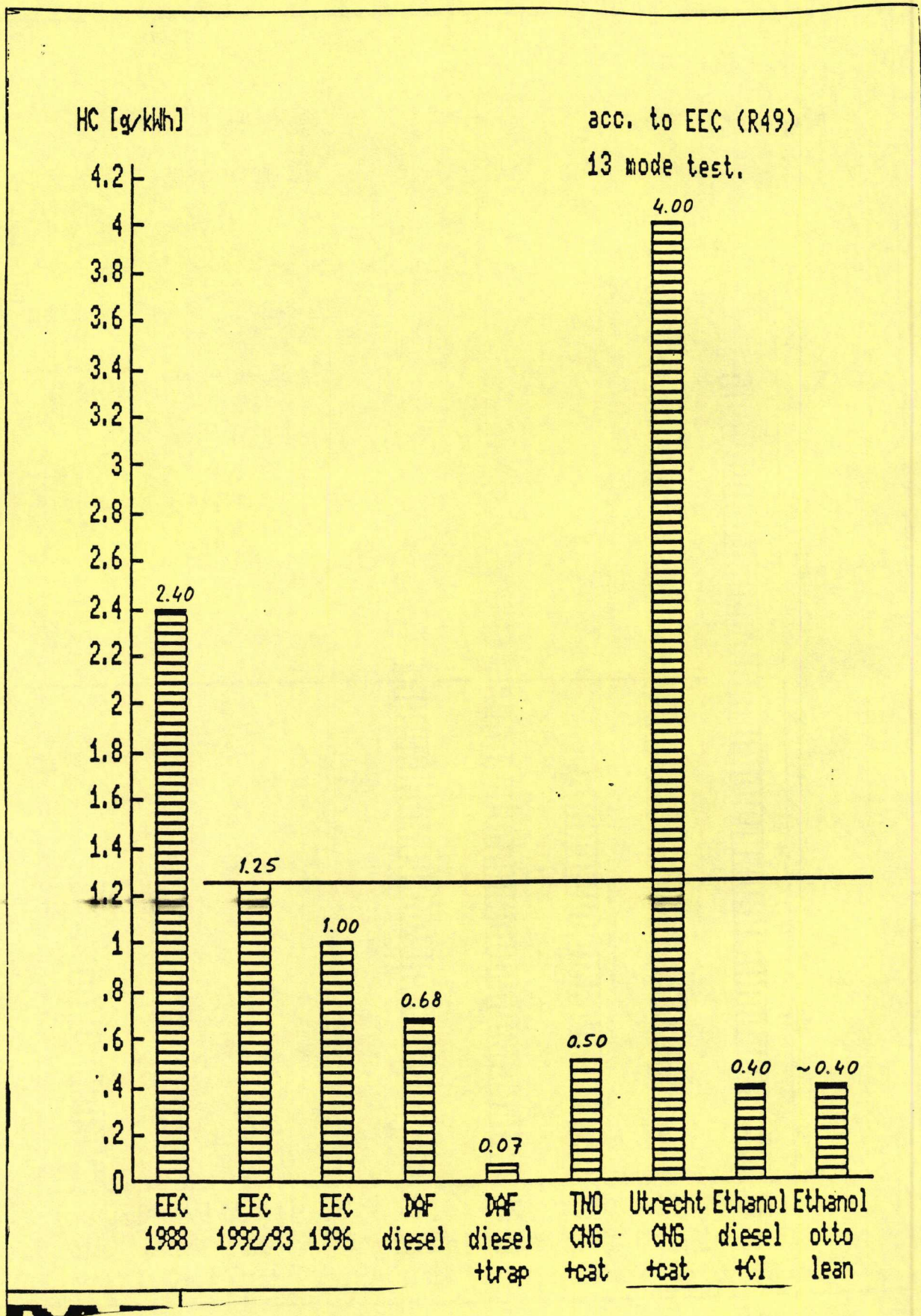


Figuur 2e NOx-emissies van verschillende transportbrandstoffen in dieselmotoren (met en zonder catalysator)



Figuur 2f

HC emissies van verschillende transportbrandstoffen in dieselmotoren (met en zonder catalysator)



Figuur 2g CO-comparison (g/KWh, EEC (R 49) B mincode)

11.2	5.0	3.8	1.19	0,85	1.2	0,25	0,5	1.2
EEC	EEG	EEG	DAF	DAF	TNO	utrecht	ethanol	ethanol
1988	1992/93	1996	Diesel	Diesel	CNG	CNG	diesel	otto
				+ trap	+ cce	+ cat	+ CI	lean

Figuur 2h PM-comparison (g/KWh, EEC (R 49) B mincode)

0,80	0,40	0.25	0.37	0.09	0	0	0.10	0.05
EEC	EEG	EEG	DAF	DAF	TNO	utrecht	ethanol	ethanol
1988	1992/93	1996	Diesel	Diesel	CNG	CNG	diesel	otto
				+ trap	+ cce	+ cat	+ CI	lean

Bron

DAF, 90.02.01

Tabel 2Emissiewaarden van de Elsbett-motor voor CO, HC, CO₂, NO^x en vaste deeltjes.

	Dreizylinder- Elsbett-Motor	Grenzwert nach US-Norm
CO	0,861 g/km	2,100 g/km
HC	0,076 g/km	0,250 g/km
CO ₂	121,200 g/km	ca. 200,000 g/km
NO _x	0,527 g/km	0,620 g/km
Partikel	0,126 g/km	0,124 g/km

Bron: Kultur & Technik 2/1990, p. 65

Tabel 3

Bijdrage aan reductie van milieu-belastende stoffen bij het gebruik van transportbrandstoffen vna plantaardige oorsprong, wanneer vergeleken met fossiele transportbrandstoffen en wanneer wordt uitgegaan van benzinemotoren met driewegge-regelde catalysator. (+ = positieve bijdrage; 0 = neutraal; - = negatieve bijdrage)

bio-brandstof					
transport- brandstof	ethanol in benzinemotor		koolzaadolie in dieselmotor		
	ethanol	ETBE	onver- esterd	onveresterd + Elsbett	veresterd
milieu- aandachtspunt					
kooldioxyde	+	+	+	+	+
koolwaterstoffen	0	+	-	+	+
stikstofoxyde	0	0	-	+	-
ozon	0	+	-	+	+
aromaten	+	+	-	?	?
benzeen	+	+	-	?	?
ketonen	+	+	-	?	?
zwaveldioxyde	+	+	+	+	+
fosforverbindingen	0	0	0	0	0
bestrijdingsmiddel	-	-	-	-	-
vaste deeltjes	0	0	+	+	+
koolmonoxyde	+	+	-	+	+
aldehyden					
- primair	-	-	-	?	+
- secundair	+	+	?	?	?
ruimtelijk gebruik	+	+	+	+	+
risico's	+	+	+	+	+

BIJLAGE BIJ HOOFDSTUK 3**Tabel 1** Berekening van de grondstofkosten voor ethanol bij verschillende agrarische producten *

	fl. per ton	liter ethanol per ton	grondstof fl. per liter ethanol
tarwe	400	400	1,00
bieten (meng)	100	100	1,00
aardappel	200	120	1,60
melasse	200	300	0,67

* Dus exclusief de processingkosten van ethanol.

Bron

Landbouwschap, Bio-ethanol: Europese landbouw in perspectief, Den Haag 1988.

Tabel 2 Produktiekosten van ethanol in \$ per liter (periode 1986 - 1987). (1 \$ = ECU = 2 DM)

	Brazil	US	EC	FRG
feedstock	0 15 ¹⁾	0 18 ²⁾ (0,31) ³⁾	0 42 ⁴⁾ (0,35) ⁵⁾	0 50 ⁶⁾
processing	0 05	0 11		0 14
capital			}0 26	
recovery	0 05	0 10		0,12
byproducts	0	-0 07	-0 11	-0 07
TOTAL	0 25 (0,37) ⁷⁾	0 32 (0,42)	0 57 (0,50)	0 70
Gasoline price world	0 15	0 15	0 15	0 15

1) sugar cane

2) corn price 1.75 \$ per bushel = 68.90 \$ per ton.

3) corn price 3.00 \$ per bushel = 118.10 \$ per ton.

4) wheat price = 170.00 \$ per ton.

5) wheat price = 140.00 \$ per ton.

6) feedstock mix, sugarbeet, molasses, potatoes and maize silage or grain.

7) social opportunity costs.

-
- 1) capacity 120,000 litres per day 6 months.
 2) capacity 1,300,000 litres per day 12 months.
 4) capacity 500,000 litres per day 12 months.
 6) capacity 150,000 litres per day 12 months
-

Bron

Henze, A, Crop-based Fuel Alcohol: Brazil, NS, EC; Discussion Paper Series no FAP 88-01, National Centre for Food and Agricultural Policy, Washington 1988, p. 7.

Tabel 3

Berekeningen van de prijs van een liter onveresterde koolzaadolie op de markt bij een verwerking van 100 kg koolzaad (hoeveelheden in kg, prijzen in gulden)

		I(1)	II(1)	III(1)	III(2)	III(3)
(kg)	hoev. olie	29,5	35	40	40	40
(kg)	hoev. schroot	70,5	65	50	60	60
(dfl/100 kg)	steun EG	56	56	56	66	76
(dfl)	marktprijs olie	26,55	31,50	36	31	33,2
(dfl/100 kg)	prijs persen	21,15	19,50	18	16,35	13,2
(dfl/100 kg)	prijs telers	10	8,80	10	10	10
(dfl)	prijs liter olie	1,01	0,86	0,82	0,77	0,83
(dfl)	prijs liter olie (dubbel nulras)	0,95	0,78	0,75	0,70	0,75

- I = Koud persen op boerderijniveau
 II = warm persen in collectief verband
 III = fabrieksmatige extractie

- (1) gegevens over 1988 voor de drie typen verwerking (bron: AGRO-SER, Gebruik van raapzaadoliebrandstoffen voor de Elsbett-motor, Wageningen, juli 1988
 (2) reële gegevens voor januari 1990 voor grootschalige verwerking
 (3) reële gegevens voor mei 1990 voor grootschalige verwerking

BIJLAGE 4

De leden van de subwerkgroepenSubwerkgroep Energie-rendement

drs. S.S. de Vries (voorzitter)	Landbouwschap
drs. H.J. van der Lee	AKZO-Chemicals
ir. R.J.J. ter Rele	TNO-Wegtransport
dr.ir. J.J.J. de Ridder	Nedalco
J. Schreuder	International Synthetics
ir. J.J. Verkoelen	Koninklijk Shell-Laboratorium Amsterdam

Subwerkgroep Milieu

drs. S.S. de Vries (voorzitter)	Landbouwschap
ir. D. van der Berg	NEHEM
drs. J.C. Berkhuizen	Ministerie van VROM/DGM
dr. F.M. Brouwer	Landbouw Economisch Instituut
ir. J.F. Cramwinckel	Shell-Nederland
dr. ir. L.H. de Nie	Coöperatieve Vereniging Suikerunie U.A.
ir. P.M. Spoorenberg	PAGV
J. van der Weide	TNO-Wegtransport

Subwerkgroep Economie

drs. S.S. de Vries (voorzitter)	Landbouwschap
dr. H.T. Cahen	Ministerie van Economische Zaken
ir. J.A. Cornelese	Ministerie van Landbouw, Natuurbe- heer en Visserij
mevr. ir. A.M. Idenburg	Universiteit Twente
dr. J.H.M. Maas	Katholieke Universi- teit Nijmegen
prof.dr.ir. P.C. van der Noort	Landbouwuniversiteit Wageningen
drs B.J. Oosten	Coöperatieve Vereni- ging Suikerunie U.A.
prof.dr. A.E. Steenge	Universiteit Twente
prof.dr.ir. L.C. Zachariasse	Landbouw Economisch Instituut
