

CE

**Oplossingen voor
milieu, economie
en technologie**

Oude Delft 180
2611 HH Delft
tel: 015 2 150 150
fax: 015 2 150 151
e-mail: ce@ce.nl
website: www.ce.nl

Klimaatneutrale energie in de transportsector

Een institutionele en politieke scan
van verschillende opties

Rapport

Delft, januari 2002

Opgesteld door: Bettina Kampman



Colofon

Bibliotheekgegevens rapport:

Bettina Kampman
Klimaatneutrale energie in de transportsector
Een institutionele en politieke scan van verschillende opties
Delft, CE, 2002

Energie / Brandstoffen / Vervoer / Klimaat / Indicatoren / Maatschappelijke factoren / Recht / Politiek / Toetsing

Publicatienummer: 02.4155.01

Verspreiding van CE-publicaties gebeurt door:

CE
Oude Delft 180
2611 HH Delft
Tel: 015-2150150
Fax: 015-2150151
E-mail: publicatie@ce.nl

Opdrachtgever: RIVM

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Bettina Kampman

© copyright, CE, Delft

CE

Oplossingen voor milieu, economie en technologie

CE is een onafhankelijk onderzoeks- en adviesbureau, gespecialiseerd in het ontwikkelen van structurele en innovatieve oplossingen van milieuvraagstukken. Kenmerken van CE-oplossingen zijn: beleidsmatig haalbaar, technisch onderbouwd, economisch verstandig maar ook maatschappelijk rechtvaardig.

CE is onderverdeeld in vijf secties die zich richten op de volgende werkteerijnen:

- economie
- energie
- industrie
- materialen
- verkeer & vervoer

Van elk van deze secties is een publicatielijst beschikbaar. Geïnteresseerden kunnen deze opvragen bij CE tel: 015-2150150. De meest actuele informatie van CE is te vinden op de website: www.ce.nl

Inhoud

Samenvatting	1
1 Inleiding	3
1.1 Aanleiding en doel	3
1.2 De negen opties	3
2 Inventarisatie van criteria	5
2.1 Inleiding	5
2.2 Aandachtspunten en actoren	5
2.2.1 Institutionele aspecten	5
2.2.2 Politieke aspecten	8
2.2.3 Actoren	10
2.3 Dynamiek	11
3 De negen opties getoetst	13
3.1 Inleiding	13
3.2 Optie 1: Synthese gas uit biomassa - methanol - brandstofcel - elektriciteit	13
3.2.1 Institutionele aspecten	14
3.2.2 Politieke aspecten	14
3.2.3 Score	16
3.3 Optie 2: Zetmeel, suiker, cellulose - ethanol - brandstofcel - elektriciteit	16
3.3.1 Institutionele aspecten	16
3.3.2 Politieke aspecten	17
3.3.3 Score	17
3.4 Optie 3: Aardgas met CO ₂ -opslag - waterstof - brandstofcel - elektriciteit	17
3.4.1 Institutionele aspecten	18
3.4.2 Politieke aspecten	18
3.4.3 Score	19
3.5 Optie 4: Afval/biomassa/solar/wind - duurzame elektriciteit	20
3.5.1 Institutionele aspecten	20
3.5.2 Politieke aspecten	20
3.5.3 Score	21
3.6 Optie 5: Aardgas - elektriciteitsproductie met CO ₂ -opslag - elektriciteit	22
3.6.1 Institutionele aspecten	22
3.6.2 Politieke aspecten	22
3.6.3 Score	23
3.7 Optie 6: Afval/hout - HTU diesel - verbrandingsmotor	23
3.7.1 Institutionele aspecten	23
3.7.2 Politieke aspecten	24
3.7.3 Score	25
3.8 Optie 7: Afval - biodiesel - verbrandingsmotor	25
3.8.1 Institutionele aspecten	25
3.8.2 Politieke aspecten	26
3.8.3 Score	26
3.9 Optie 8: Synthese gas uit biomassa - DME - verbrandingsmotor	26
3.9.1 Institutionele aspecten	27
3.9.2 Politieke aspecten	27
3.9.3 Score	27

3.10	Optie 9: Huishoudelijk afval/mest/andere vochtige biomassa - biogas - verbrandingsmotor	28
3.10.1	Institutionele aspecten	28
3.10.2	Politieke aspecten	28
3.10.3	Score	29
4	Conclusies	31
4.1	Overzicht van de resultaten	31
4.2	Openstaande vragen	34
	Literatuur	37

Samenvatting

Aanleiding en doel

In het kader van de transitie naar klimaatneutrale energiedragers in transport voert RIVM onderzoek uit naar de mogelijkheden en knelpunten van een negental opties voor klimaatneutraal vervoer. Deze negen energieketens onderscheiden zich op het gebied van de primaire energiedrager (biomassa, aardgas met CO₂-opslag, afval, etc.), de brandstof (van methanol tot biodiesel) en de gebruikte technologie (variërend van brandstofcel tot energie-efficiënte verbrandingsmotor). Deze verschillende opties worden op een aantal aspecten beoordeeld, zoals op milieu, veiligheid, kosten, politieke haalbaarheid enzovoorts.

Deze studie, die is uitgevoerd in opdracht van RIVM, richt zich op de verdere uitwerking van twee van deze aspecten, de institutionele en politieke indicatoren. Onder institutionele indicatoren verstaan we juridische en fiscale aspecten en organisatorische belemmeringen, de politieke indicatoren hebben we ingedeeld in politieke haalbaarheid, beleidsmatige aspecten en maatschappelijk draagvlak. Het doel van dit rapport is om voor de verschillende opties een zo breed mogelijk beeld te schetsen van de te verwachten knelpunten en mogelijkheden op juridisch, organisatorisch en politiek gebied, zonder deze in detail uit te werken.

Resultaten

We hebben allereerst alle institutionele en politieke indicatoren geïnventariseerd die een mogelijke rol kunnen spelen. Vervolgens zijn de negen opties aan deze indicatoren getoetst. Daarbij hebben we geprobeerd voor elke optie de meest belangrijke potentiële knelpunten te identificeren. Vervolgens hebben we de optie gescoord op de verschillende institutionele en politieke aspecten. In de meeste gevallen hebben we bij deze scores een bandbreedte aangehouden, omdat de uiteindelijke knelpunten sterk zullen afhangen van bijvoorbeeld technische ontwikkelingen, toekomstige kosten en de beleidsmatige vormgeving van de randvoorwaarden.

De resultaten van deze toets kunnen we als volgt samenvatten:

- Alle opties laten potentiële knelpunten zien, al scoren sommige ketens beter dan andere.
- De opties die gebruik maken van primaire energiedragers die op dit moment nog niet op grote schaal bestaan (biomassa, duurzame energie) hebben vrij veel institutionele knelpunten. Met name de mogelijk aanzienlijke negatieve gevolgen van de biomassateelt kunnen tot grote knelpunten leiden, vooral met betrekking tot richtlijnen tot behoud van natuur en biodiversiteit en concurrentie met voedselteelt. Als aardgas of bestaande afvalstromen worden gebruikt zijn de institutionele bezwaren aanzienlijk minder. Een organisatorisch probleem van de ketens die gebruik maken van afval als primaire energiedrager is de beperkte beschikbaarheid van deze stromen, er is onvoldoende afval om aan de vraag naar energie te voldoen.
- De politieke knelpunten lijken wat minder erg dan de potentiële institutionele belemmeringen. Het is op dit moment echter moeilijk te zeggen hoe de politiek in de toekomst tegenover de verschillende opties staat. Ook hier zien we grote potentiële knelpunten bij de ketens die gebruik maken van grootschalige energieteelt, vanwege de potentieel negatieve

gevolgen die ook politiek onwenselijk zijn. De nationale en internationale overheden hebben wellicht wel de mogelijkheid om deze negatieve effecten te beperken. Wat betreft ketens die gebruik maken van afval is het politiek en maatschappelijk onwenselijk om de hoeveelheid afval toe te laten nemen om aan de brandstofbehoefte te voorzien. De opties die gebruik maken van aardgas met CO₂-opslag worden door diverse maatschappelijke organisaties als niet-duurzaam gezien, het is niet goed in te schatten hoe de politiek en maatschappij daar op de lange termijn tegenaan zullen kijken.

- De brandstofcel is op dit moment nog te duur en de prestaties van elektrische auto's lopen nog sterk achter bij auto's met een verbrandingsmotor. Het maatschappelijk draagvlak van opties die van deze twee aandrijvingen gebruik maken, zijn daarom sterk afhankelijk van de technische verbeteringen en kostenreducties die in de toekomst worden bereikt.

Het betreft hier, zoals gezegd, slechts een inventarisatie, er zijn daarom nog een groot aantal relevante vragen overgebleven die nog niet konden worden beantwoord (zie paragraaf 4.2).

De resultaten van deze inventarisatie kunnen nu worden samengevoegd met de resultaten van de andere indicatoren, die de opties op het gebied van kosten, milieu, techniek, etc. toetsen. Wellicht is het dan mogelijk om de meest kansrijke opties te identificeren, waarvan vervolgens de gevonden potentiële knelpunten verder kunnen worden uitgewerkt.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en doel

In het kader van de voorgenomen 'transitie' naar klimaatneutrale energiedragers in transport voert RIVM onderzoek uit naar de mogelijkheden en knelpunten van een negental opties voor klimaatneutraal vervoer. Deze negen energieketens onderscheiden zich op het gebied van de primaire energiedrager (biomassa, aardgas met CO₂-opslag, afval, etc.), de brandstof (van methanol tot biodiesel) en de gebruikte technologie (variërend van brandstofcel tot energie-efficiënte verbrandingsmotor). Deze verschillende opties worden op een aantal aspecten beoordeeld, zoals op milieu, veiligheid, kosten, politieke haalbaarheid enzovoorts.

Dit onderzoek, dat is uitgevoerd in opdracht van RIVM, richt zich op de verdere uitwerking van twee van deze aspecten, de institutionele en politieke indicatoren. Onder institutionele indicatoren kunnen we juridische en fiscale aspecten verstaan en organisatorische belemmeringen, politieke indicatoren geven een inschatting van de politieke haalbaarheid.

Het doel van deze studie is allereerst een inventarisatie te maken van de institutionele en politieke indicatoren die een mogelijke rol kunnen spelen. Vervolgens moeten de negen opties aan deze indicatoren worden getoetst. De ambitie van dit rapport is geenszins om een definitieve, gedetailleerde uitwerking van de verschillende aandachtspunten en opties te bieden. Het doel is wel om voor de verschillende opties een beeld te schetsen van de te verwachten knelpunten en mogelijkheden op juridisch, organisatorisch en politiek gebied. Deze eerste inventarisatie kan dan worden samengevoegd met de resultaten van de andere indicatoren, waarna een aantal kritieke aspecten geïdentificeerd kunnen worden die nader uitgewerkt moeten worden.

1.2 De negen opties

Het Ministerie van VROM heeft een negental opties geïdentificeerd waarmee de transitie naar klimaatneutrale energiedragers in transport kan worden vormgegeven. Deze opties worden gekenmerkt door de primaire energiedrager waar ze gebruik van maken, de brandstofsoort, gebruikte aandrijftechnologie en daaraan gerelateerd de aandrijving.

In Tabel 1, die we van RIVM hebben overgenomen, zijn deze opties opgesomd.

Tabel 1 De negen opties voor de transitie naar klimaatneutrale energiedragers.

	Primaire energiedrager	Brandstof	Technologie	Aandrijving
1	Synthese gas gevormd uit biomassa	Methanol	Brandstofcel	Elektriciteit
2	Zetmeel, suiker of cellulose houdende stoffen	Ethanol	Brandstofcel	Elektriciteit
3	Aardgas (met CO ₂ opslag)	Waterstof	Brandstofcel	Elektriciteit
4	Afval/biomassa/solar/wind		Duurzaam opgewekte elektriciteit	Elektriciteit
5		Aardgas	Elektriciteitsproductie met CO ₂ -opvang	Elektriciteit
6	Afval en hout	HTU diesel	Conventionele energie-efficiënte verbrandingsmotor	
7	Afval	Biodiesel	Conventionele energie-efficiënte verbrandingsmotor	
8	Synthese gas gevormd uit biomassa	DME	Conventionele energie-efficiënte verbrandingsmotor	
9	Uit huishoudelijk afval, mest of andere vochtige biomassa	Biogas	Conventionele energie-efficiënte verbrandingsmotor	

2 Inventarisatie van criteria

2.1 Inleiding

Omdat een aantal van de te onderzoeken opties elkaar deels overlappen, bijvoorbeeld omdat ze van dezelfde primaire energiedrager of aandrijving gebruik maken, lijkt het zinvol om eerst een globaal overzicht te maken van welke institutionele en politieke aspecten een rol kunnen spelen. Pas in het volgende hoofdstuk gaan we dan in op de vraag welke aspecten bij welke opties een rol spelen, en welke conclusies we daaruit kunnen trekken.

Het is wel goed om ons hierbij te realiseren dat deze inventarisatie in feite een momentopname is: we kijken vanuit het huidige institutionele en politieke kader, en toekomstige ontwikkelingen op dit gebied kunnen we slechts in beperkte mate inschatten. Zowel de institutionele en politieke randvoorwaarden zijn echter dynamisch, aan verandering onderhevig. Het gaat hier om een lange termijn transitie naar klimaatneutrale energiedragers, het is daarom goed mogelijk dat deze aspecten in de tussentijd veranderen, ofwel door gericht beleid ofwel door externe omstandigheden. In paragraaf 2.3 gaan we hier iets verder op in.

2.2 Aandachtspunten en actoren

In deze paragraaf inventariseren we alle institutionele en politieke aspecten die mogelijk relevant zijn bij de invoering van de verschillende klimaatneutrale energiedragers. Deze zullen we hier in wat meer algemene zin bespreken. Pas als we dat beeld helder voor ogen hebben kunnen we de vraag beantwoorden in welke mate deze aspecten knelpunten opleveren voor bepaalde opties, of juist kansen bieden voor andere opties.

Deze inventarisatie hebben we uitgevoerd aan de hand van literatuuronderzoek en enkele interviews en gesprekken met deskundigen (zie de literatuurlijst aan het eind van het rapport). Hierbij was het nog geenszins de bedoeling om de aspecten in detail uit te diepen, maar hebben we vooral getracht het hele speelveld in kaart te brengen om geen relevante aandachtspunten over het hoofd te zien.

We hebben daarbij zowel gezocht naar belemmeringen, maar ook naar mogelijkheden - dus bijvoorbeeld niet alleen naar belastingen - maar ook naar subsidies.

2.2.1 Institutionele aspecten

We kunnen de institutionele aspecten onderverdelen in twee categorieën:

- *rechten en belastingen*: belemmerende wet- en regelgeving, fiscale belemmeringen, eigendoms- en gewoonterechten;
- *organisatorische belemmeringen*: treden bijvoorbeeld op als de ontwikkeling en inzet van een optie van een groot aantal actoren afhankelijk is.

Wetten, belastingen en subsidies

Biomassa

Zodra biomassagewassen op grote schaal als klimaatneutrale energiedragers worden geteeld, zijn daarvoor aanzienlijke hoeveelheden ruimte en landbouwgrond nodig. Daarbij komen de volgende wetgevingen, richtlijnen, belastingen en subsidies aan de orde:

- natuur- en biodiversiteitsbeleid:
 - Europese Habitat-richtlijnen;
 - Europese Vogelrichtlijnen;
 - subsidieregeling Natuurbeheer (Nederland) - Subsidie voor instandhouding hakhout, griendbos en middenbos (wilg, populier, 60% van de bomen moet ouder zijn dan 25 jaar;
- landbouwbeleid:
 - op basis van de Regeling EG Steunverlening Akkerbouwgewassen worden premies verstrekt voor braakland. Volgens deze regeling mogen er dan geen voedselgewassen worden geteeld, non-food zoals energieteelt (wilg, populier, miscanthus) mag wel;
 - subsidieregeling Agrarisch Natuurbeheer, ontwikkeling en instandhouding snelgroeiend loofbos;
- regulering van de ruimtelijke inrichting:
 - voor Nederland bijvoorbeeld vastgesteld in de 5^{de} Nota RO.

Daarnaast bieden een aantal andere belasting- en subsidieregels mogelijkheden om investeringen in biomassa en andere "groene energie" te stimuleren:

- regeling Groen Beleggen, lager rentetarief voor de financiering van milieuvriendelijke projecten;
- Energie InvesteringsAftrek (EIA), deel van investeringen in duurzame energie aftrekbaar van de fiscale winst;
- Regulerende Energie Belasting (REB), vrijstelling bij opwekking groene stroom, en vergoeding voor financiering van onrendabele opties;
- plannen van de EU om toe te staan dat biobrandstoffen lagere accijnstarieven krijgen;
- subsidieregeling Energie-Investeringen Non-Profitsector (EINP);
- willekeurige afschrijving milieu-investeringen (VAMIL);
- NOVEM-subsidies voor onderzoek en demonstraties naar duurzame energie.

Waterstof

Waterstof kan pas als brandstof in voertuigen worden toegepast als een voldoende hoge veiligheid is gegarandeerd. Hierbij gaat het zowel om de veiligheid van waterstof in de auto als ook de veiligheid van het transport, tanken, etc. Er is op dit moment nog geen specifieke Europese regelgeving voor waterstoftoepassingen in voertuigen [Wurster, 1999], in het kader van het European Integrate Hydrogen Project-Phase II wordt daar op dit moment door een groot aantal partijen aan gewerkt [Wurster, 2001]. De verwachting is dat in 2004 een voorstel hiervoor wordt opgeleverd. Botsproeven die uitgevoerd zijn door o.a. BMW en ervaring met waterstof in andere toepassingen laten zien dat het technisch waarschijnlijk goed mogelijk zal zijn om voldoende veiligheid te garanderen. Ook Honda rapporteert succesvolle ontwikkelingen: een testvoertuig dat is uitgerust met een waterstof-brandstofcelaanrijving en speciale veiligheidszones mag inmiddels in Japan op de openbare weg wordt getest [Directlease, 2001].



Afval

Het gebruik van huishoudelijk afval als klimaatneutrale primaire energiedrager voor de elektriciteitsvoorziening staat binnen Europa sterk ter discussie: de EU vindt het niet 'groen', het ministerie van EZ wel. Het is dus nog de vraag of opties die hier gebruik van maken inderdaad ook op de langere termijn als klimaatneutraal en schoon kunnen worden bestempeld.

Daarnaast past het niet bij het huidige afvalbeleid om een toename van de hoeveelheid afval voor energiewinning te stimuleren. Het beleid volgt in grote lijnen de 'ladder van Lansink' die zegt dat het voorkomen van afval (preventie) de hoogste prioriteit moet krijgen, vervolgens hergebruik van de materialen, pas daarna komt verbranding met energiewinning aan de orde. Het storten van afval is de laagste sport van de ladder. Deze voorkeursvolg-orde is in 1993 in de Wet Milieubeheer vastgelegd.

Wind- en zonenergie

Duurzaam opgewekte elektriciteit van wind of PV heeft weer met andere regelgeving te maken:

- er moet worden voldaan aan regels t.a.v. geluids- en zichthinder;
- beleid t.a.v. de ruimtelijke inrichting;
- natuurbeleid: projecten moeten worden getoetst aan Europese habitat- en vogelrichtlijnen.

Een overzicht van de bestuurlijke knelpunten bij deze vormen van duurzame energie in Nederland is te vinden in [Ministerie van EZ, 1999].

CO₂-opslag

Bij CO₂-opslag moet de veiligheid en beheersbaarheid worden aangetoond voordat vergunningen worden verleend. Risico's die moeten worden beheerst bij ondergrondse opslag zijn: ontsnappen van CO₂ naar de atmosfeer, mogelijke chemische reacties van de CO₂ met de ondergrondse lagen, seismische activiteit, verzakking of stijging van het aardoppervlak, verzuring van grondwater en calamiteiten bij transport (zie bijvoorbeeld [IEA, 2000] voor een introductie in dit onderwerp). In meerdere landen vinden op dit moment proefprojecten plaats, waarbij het vooral gaat om ontwikkeling van de kennis over de mogelijkheden en gevolgen van ondergrondse CO₂-opslag, technologieontwikkeling en kostenreductie.

Algemeen

Subsidies en belastingen die bepaalde energiedragers stimuleren of juist belemmeren, zullen steeds moeten worden getoetst aan EU-regelgeving, vrije-handel-verdragen en andere internationale regels. Zo is een accijns-verlaging op biobrandstoffen op dit moment niet toegestaan door de EU¹, en is het niet ondenkbeeldig dat bijvoorbeeld subsidies op energieteelt worden gezien als oneigenlijke staatssteun die de concurrentie voor fossiele brandstoffen bemoeilijkt.

Organisatorische belemmeringen

Een groot aantal organisatorische belemmeringen kunnen we als volgt kort samenvatten:

- verwachten we draagvlak bij:
 - de landbouwsector?
 - de olie-industrie?
 - de auto-industrie?
 - elektriciteitsbedrijven?

¹ Dit kan in de nabije toekomst wel veranderen: de Europese Commissie heeft een voorstel ingediend om een dergelijke accijnsdifferentiatie wel toe te staan [EC, 2001].

- transporteurs en verladers?

Draagvlak bij politiek en consumenten hebben we onder de politieke aspecten gerangschikt.

Omdat er bij de ontwikkeling van draagvlak een groot aantal overwegingen een rol spelen, is het niet goed mogelijk om deze vragen op voorhand en zonder nadere analyse te beantwoorden. We zullen echter moeten denken aan punten zoals:

- hoe past de optie binnen de liberalisering van de elektriciteitsmarkt?
- is de eventuele teelt van de biomassa aantrekkelijk voor de boeren? Financieel, maar ook m.b.t. rotatietijd (bij biomassa vaak langer dan bij voedselgewassen), mogelijkheden voor vruchtwisseling, etc. In de huidige situatie is voedselteelt bijvoorbeeld financieel veel aantrekkelijker dan energieteelt.
- biedt het de gevestigde auto-industrie kansen of is het een bedreiging?
- en de olie-industrie?
- wordt transport duurder?

Het is goed mogelijk dat er binnen de verschillende sectoren bedrijven zijn die positief staan ten opzichte van een ontwikkeling en andere bedrijven er negatief tegenover staan.

Daarnaast kunnen ook een aantal andere organisatorische aspecten een rol spelen:

- wat zijn de kosten van de brandstof, in vergelijking met alternatieven?
- bij biomassa vindt de oogst vaak plaats tijdens een korte periode, het aanbod van de grondstof is daarom vaak sterk seizoensgebonden. Als het gewas kan worden bewaard moet er voldoende opslagmogelijkheden zijn, een groot aantal gewassen moeten echter snel worden verwerkt. De piekcapaciteit van de 'raffinaderijen' moet dan uitermate hoog zijn, terwijl ze de rest van het jaar slechts in beperkte mate en dus inefficiënt worden gebruikt (tenzij ze een andere grondstof kunnen verwerken) [Faaij, 1997]. Een eventuele oplossing voor dit probleem is import vanuit landen waar de oogst in andere perioden plaats vindt.
- is het mogelijk om voldoende brandstof te genereren?
- indien ook andere landen grootschalig overstappen op een van de opties, is er dan nog wel voldoende aanbod (m.n. van de primaire energiedrager)? Wat gebeurt er dan met de prijs?
- komt de voedselvoorziening dan in de problemen?
- kunnen eisen gesteld worden aan de herkomst van grondstoffen, de wijze van teelt of productie etc.?
- zijn er controlemogelijkheden om fraude e.d. tegen te gaan?
- zijn er grote investeringen nodig van het bedrijfsleven? In de industrie moeten investeringen binnen redelijk korte termijn rendement opleveren.
- moeten eerder gedane investeringen versneld worden afgeschreven?

Verder speelt de schaal van benodigde veranderingen een rol:

- moeten een groot aantal actoren betrokken worden bij invoering van een optie?
- kan Nederland de transitie zelf vormgeven en faciliteren, of zijn we sterk afhankelijk van internationale ontwikkelingen?

2.2.2 Politieke aspecten

De geschiedenis laat zien dat de politieke haalbaarheid van een technologie vaak afhangt van een groot aantal factoren, de recente pogingen van het

ministerie van Verkeer en Waterstaat om rekeningrijden te introduceren laat dat bijvoorbeeld goed zien.

Hieronder hebben we een groot aantal aspecten geformuleerd die de politieke haalbaarheid van een technologie beïnvloeden. Hierbij maken we onderscheid tussen 'puur' politieke aspecten, beleidsmatige aspecten en punten die te maken hebben met het maatschappelijk draagvlak van een ontwikkeling.

Bij de politieke aspecten kijken we zowel naar de Nederlandse als ook naar de Europese politiek.

Politiek

- de termijn waarop positieve effecten zichtbaar zijn: korte termijn biedt kansen, lange termijn is een belemmering;
- het afbreukrisico (de faalkans), heeft ook te maken met de risico's van 'lock-in' en 'lock-out' bij bepaalde opties: blijft de overheid flexibel m.b.t. onverwachte (technologische of politieke) ontwikkelingen?
- de kosten voor de overheid, en daarbij de volgende punten:
 - de hoogte van de investeringen;
 - de fasering: veel in één keer of kan het in kleinere stappen;
 - kan de Nederlandse overheid het alleen, of zijn in EU-verband investeringen nodig?
 - zullen bedrijven een (groot) gedeelte van de investeringen dragen of moet de overheid dat doen?
 - Zijn er kansen om de technologie stap voor stap in te voeren?
- draagt een optie bij aan de vermindering van de afhankelijkheid van olieproducerende landen? Worden Nederland en/of de EU meer zelfvoorzienend of afhankelijk van andere landen?
- is het economisch en/of milieukundig zinvol om de klimaatneutrale energiedrager in transport toe te passen? Zo is het waarschijnlijk goedkoper en energetisch gunstiger om biomassa in elektriciteitscentrales te verstoffen dan in voertuigen, zolang het biomassa aanbod onvoldoende is voor de hele energievoorziening.
- moeten er politiek lastige keuzes worden gemaakt op het gebied van ruimtegebruik?
- gaat een ontwikkeling ten koste van andere milieudoelstellingen of treedt er juist synergie op?
- heeft een optie gevolgen voor de externe of interne veiligheid?
- wat zijn de gevolgen voor de werkgelegenheid (bijv. in de landbouwsector)?
- en voor de economische ontwikkeling van onderontwikkelde gebieden?
- is een redelijk stabiel aanbod en prijs van de energiedrager verzekerd (vergeleken met de huidige situatie)?
- kunnen de ecologische gevolgen van biomassateelt worden beperkt?
- als afval als energiebron wordt gebruikt, botst dat dan met het bestaande overheidsbeleid, dat gericht is op de 'ladder van Lansink', zoals in de vorige paragraaf is beschreven?

Beleidsmatige aspecten

Hierbij gaan het om de volgende twee vragen:

- heeft de overheid instrumenten tot haar beschikking waarmee een optie gefaciliteerd kan worden?
- past een optie bij de beleidsinstrumenten die de Europese overheid de komende jaren zal inzetten in klimaat- en verkeers- en vervoersbeleid?

Om te beoordelen of een optie bij de huidige beleidsideeën past (zoals vastgelegd in Europese Witboeken, het NVVP e.d.), kunnen we in elk geval op de volgende aspecten toetsen:

- kan de transitie grotendeels aan de markt worden overgelaten of is sterke overheidssturing nodig?
- verwachten we dat een optie wordt gestimuleerd bij de verdere invoering van prijsbeleid, waarbij wordt gestreefd externe kosten te internaliseren?
- hoe past een optie bij het bestaande Europese landbouwbeleid?
- wat gebeurt er bij invoering van CO₂-emissiehandel? Deze handel zorgt dan voor de meest efficiënte inzet van biomassa, het is dan goed mogelijk dat dit niet in transport zal zijn maar in de vaste elektriciteitsproductie;
- EU voorstel om het gebruik van biobrandstoffen voor transport te stimuleren [EC, 2001]:
 - verplicht aandeel biobrandstoffen in totale hoeveelheid diesel en benzine, per land (aandeel neemt toe in de loop der jaren);
 - mogelijkheid om belastingtarieven te differentiëren ten gunste van biobrandstoffen.

Deze punten zijn overigens deels tegenstrijdig. Zo is een verplichting om een bepaald aandeel biobrandstoffen bij te mengen tegenstrijdig aan een sterkere marktwerking en/of CO₂-emissiehandel.

Maatschappelijk draagvlak

Hierbij denken we aan draagvlak bij:

- milieuorganisaties: zijn ze naar verwachting voor of tegen? Concreet verwachten we dat daarbij de volgende aandachtspunten een rol spelen:
 - wordt de uitstoot van CO₂ structureel verminderd?
 - gaat de ontwikkeling ten koste van overige milieuaspecten, zoals:
 - luchtkwaliteit en verzuring,
 - gebruik onkruid- en ziektebestrijders,
 - biodiversiteit,
 - ruimtegebruik, etc.
- consumenten: voldoet het aan hun eisen m.b.t. kosten, flexibiliteit, zekerheid, kwaliteit, veiligheid, milieu, en een vrije keuze?
- natuurorganisaties: gaat de ontwikkeling ten koste van de natuurwaarden?

Draagvlak bij het bedrijfsleven hebben we bij de organisatorische aspecten gerangschikt.

Draagvlak voor maatregelen in het kader van de transitie naar klimaatneutrale energiedragers in het algemeen zal ook sterk afhangen van de publieke perceptie van het klimaatprobleem, de 'sense of urgency'. Dit heeft echter waarschijnlijk geen directe invloed op de vergelijking van de opties onderling.

2.2.3 Actoren

Samenvattend hebben we bij de transitie naar de diverse opties te maken met de volgende actoren:

- Europese overheid;
- Rijksoverheid;
- regionale overheid;
- maatschappelijke organisaties zoals:
 - milieubeweging;
 - natuurorganisaties;
 - consumentenorganisaties zoals Consumentenbond, ANWB, etc.;

- olie-industrie;
- landbouworganisaties;
- elektriciteitsproducenten;
- transportorganisaties;
- auto-industrie;
- afvalverwerkers.

Niet alle actoren spelen bij alle opties een rol, en sommige actoren zullen bij de verschillende opties voordelen ondervinden terwijl anderen er juist op achteruit gaan.

2.3 Dynamiek

De institutionele en politieke aspecten die we hierboven hebben opgesomd zijn grotendeels dynamisch, ze veranderen in de loop der jaren. Bennet [Bennet, 2000] spreekt over een periode van enkele tientallen jaren, waarin de institutionele factoren veranderen. Veranderingen zijn volgens hem echter niet zozeer het gevolg van korte-termijn interne dynamica, maar vooral een reactie op behoeften en druk van buiten. Met betrekking tot klimaatbeleid voorziet hij 4 krachten van buitenaf:

- globalisatie: waardoor de macht en invloed van de overheid naar de markt verschuift;
- uitbreiding van de EU, waardoor de diversiteit binnen de EU vergroot, de besluitvorming nog moeilijker wordt, en het ook steeds moeilijker wordt om goed, consistent beleid te maken en het ook snel geïmplementeerd te krijgen;
- wetenschappelijk onderzoek op het gebied van klimaatverandering, met uiteraard onbekende resultaten;
- en veranderende publieke opinie en waarden, o.a. door TV en internet.

Zo zal globalisatie bijvoorbeeld zorgen voor een verder harmonisatie van economische beleid en wetgeving tussen de grote handelsblokken EU, NAFTA, en vergelijkbare ontwikkelingen in Zuid Amerika, Azië en Afrika, waardoor de EU autonomie verminderd.



3 De negen opties getoetst

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk toetsen we de negen opties voor klimaatneutrale energiedragers op de institutionele en politieke aandachtspunten uit het vorige hoofdstuk. In deze toets hebben we de punten nog niet in detail uitgewerkt, maar proberen we in een eerste schets aan te geven welke institutionele en politieke knelpunten we bij de verschillende opties verwachten. Verder studie naar deze knelpunten, en in het bijzonder naar mogelijkheden om deze knelpunten eventueel te verhelpen, lijkt dan ook nodig.

Voor elke optie vatten we de resultaten van deze toets samen door aan de onderzochte criteria scores toe te kennen. De scores kunnen variëren van --t/m ++, met de volgende betekenis:

- : dit kan een zeer groot knelpunt zijn bij de ontwikkeling van deze optie;
- : dit kan een groot knelpunt zijn;
- o : neutraal, we verwachten hier geen grote knelpunten maar ook geen voordelen;
- + : deze optie scoort goed op het criterium, we verwachten hier positieve ontwikkelingen;
- ++ : biedt zeer goede kansen.

Bij veel opties hangen de scores af van de precieze invulling ervan, en van het beleid erom heen dat de randvoorwaarden bepaald. In dat geval hebben we bandbreedtes in de scores toegekend, en kort aangegeven wat de meest belangrijke randvoorwaarden zijn die de uiteindelijke score bepalen. In het volgende hoofdstuk hebben we de scores van de verschillende opties in één tabel samengevoegd, zodat de opties onderling globaal kunnen worden vergeleken.

Daarnaast willen we nogmaals opmerken dat het hier een eerste aanzet betreft om deze opties op institutionele en politieke aspecten te toetsen. Bij veel van de opgesomde aandachtspunten is dan ook nader onderzoek nodig.

Samen met de andere indicatoren die RIVM gebruikt voor de beoordeling van de verschillende opties, wordt hiermee een eerste overzicht geschapen van de verwachte voor- en nadelen van de verschillende opties. Daarnaast levert het ook aanknopingspunten op voor toekomstig beleid, dat gericht kan worden ingezet om bepaalde belemmeringen we te nemen en kansen te benutten.

3.2 Optie 1: Synthese gas uit biomassa - methanol - brandstofcel - elektriciteit

Bij optie 1 ziet het traject van primaire energiedrager tot aan de aandrijving er als volgt uit.

	Primaire energiedrager	Brandstof	Technologie	Aandrijving
1	Synthese gas gevormd uit biomassa	Methanol	Brandstofcel	Elektriciteit

3.2.1 Institutionele aspecten

Optie 1 ondervindt waarschijnlijk met name bij de productie van de primaire energiedrager, de biomassa, belemmeringen door wet- en regelgeving. Daarbij verwachten we met name problemen met internationale, nationale en lokale wet- en regelgeving op het gebied van ruimtelijke ordening, natuur- en biodiversiteitsrichtlijnen, etc.

Organisatorische belemmeringen zien we ook voornamelijk bij de productie van de biomassa. Allereerst moet een grote hoeveelheid landbouwgrond voor energieteelt worden gebruikt. Deze overgang eist gericht beleid: energieteelt is op dit moment financieel niet aantrekkelijk, voedselteelt levert veel meer op. Als er echter toch op grote schaal wordt overgestapt naar energieteelt, heeft dat wellicht nadelige gevolgen voor de voedselproductie. De organisatorische problemen worden versterkt als ook de elektriciteitsvoorziening op grote schaal op biomassa overstapt.

Het aanbod van de biomassa is veelal beperkt tot een korte periode. Zoals in het vorige hoofdstuk uitgelegd kan dit grote logistieke en financiële gevolgen hebben.

Daarnaast moeten voertuigen worden voorzien van brandstofcellen, waardoor een 'kip-en-ei' probleem ontstaat: methanol moet grootschalig beschikbaar zijn voordat brandstofcelvoertuigen grootschalig worden gebruikt en vice versa. Dit probleem is echter relatief beperkt omdat methanol via de huidige energie-infrastructuur kan worden verspreid.

Methanol kan ook uit fossiele brandstoffen worden geproduceerd, waardoor de invoering vrij geleidelijk kan verlopen en zo een aantal institutionele problemen kunnen worden verholpen.

Een ander potentieel organisatorisch knelpunt zijn de kosten van omzetting van biomassa naar methanol: de initiële investeringen zijn hoog. Er moet daarnaast ook een logistiek systeem worden opgezet van biomassatransport, opslag e.d.

De gevolgen voor de olie-industrie zijn ook goed voor te stellen: de afzet van fossiele brandstoffen neemt sterk af, en daarmee ook de benodigde raffinage- en productiecapaciteit.

De landbouwsector kan waarschijnlijk profiteren van grootschalige energieteelt, al is het nog de vraag in welke landen de biomassa zal worden geproduceerd. Omdat voedselteelt op dit moment financieel aantrekkelijker is dan energieteelt, zal een grootschalige overstap niet zonder gericht landbouw- of klimaatbeleid plaatsvinden. Ook nu heeft het EU beleid grote invloed op de gewaskeuzen in Nederland [BTG, 1999]. Er is ook verschil tussen gewassen, zowel wat betreft productiekosten, flexibiliteit, e.d.

3.2.2 Politieke aspecten

Ondanks de hierboven genoemde mogelijkheid tot geleidelijke invoering voorzien we een aantal grote politieke knelpunten bij deze optie:

- de grote ruimtebehoefte voor de biomassateelt, die daarmee concurren met de voedselproductie en een risico voor natuurbeschoud en -ontwikkeling betekent;

- een waarschijnlijk enigszins onzeker aanbod en prijs van de biomassa, omdat de productie afhankelijk is van het seizoen, het weer, ziektes e.d.;
- het is niet onwaarschijnlijk dat de energieteelt door een aantal landen zal worden gedomineerd. Vanwege steeds verder doorgevoerde globalisering (vrije wereldhandel) kan de Nederlandse of Europese overheid waarschijnlijk geen invloed uitoefenen op de keuze uit welke landen wordt geïmporteerd;
- indien biomassa ook in de transitie van de elektriciteitsvoorziening een grote rol gaan spelen, zal de grotere vraag naar biomassa bovenstaande problemen vergroten.
- Nederland zal sterk afhankelijk blijven van buitenlandse import. Ontwikkelingen op het gebied van de wereldhandel, internationale milieuregels, transportkosten, etc. zullen bepalen uit welke landen de biomassa of het methanol zullen worden geïmporteerd.

Beleidsmatig past deze optie in het voorstel van de Europese Commissie om biomassa verplicht bij te mengen in bestaande transportbrandstoffen (uit oogpunt van zelfvoorziening en ontwikkeling van de landbouw) [Europese Commissie, 2001]. De nationale overheid kan eventueel toepassing hiervan stimuleren via accijnsdifferentiatie. Er is echter geen garantie dat dit ook op de lange termijn toegestaan is, vooral vanwege de concurrentievervalsing die dit oplevert.

Er is zover wij weten nog geen beleid beschikbaar om eisen te stellen aan geïmporteerde biomassa, zodat bijvoorbeeld de ecologische kwaliteit van buitenlandse biomassateelt gewaarborgd kan worden.

Zolang biomassa schaars is zal bij CO₂-emissiehandel biomassa vermoedelijk vooral voor de vaste elektriciteitsvoorziening worden gebruikt, dat is efficiënter en goedkoper dan toepassing in transport.

De brandstofcel zal op andere manieren moeten worden gestimuleerd. De verbrandingsmotor is vooralsnog aanzienlijk goedkoper, kleiner en technisch verder ontwikkeld dan de brandstofcelaandrijving. Voor een transitie naar grootschalige toepassing van brandstofcellen in voertuigen is dus zowel verdere technische ontwikkelingen als ook een kostenverlaging nodig.

Deze optie zorgt voor lage emissies, waardoor een verdere aanscherping van de Europese emissie-eisen de technische ontwikkeling en daadwerkelijke toepassing van brandstofcellen kan stimuleren. De Nederlandse overheid kan deze technieken of onderzoeken hiernaar stimuleren maar de invloed daarvan is waarschijnlijk beperkt omdat autoproductie een internationale bedrijfstak is. Europese stimulering dan wel regelgeving lijkt dan ook nodig om de transitie te bewerkstelligen.

Het maatschappelijk draagvlak van deze optie hangt waarschijnlijk af van de volgende drie punten:

- de wijze waarop de potentiële problemen van grootschalige biomassa-productie worden ondervangen;
- de veiligheid: methanol is giftig;
- de lage energiedichtheid van methanol, waardoor de actieradius van voertuigen kleiner is dan van huidige voertuigen. Deze aspecten kunnen uiteraard negatieve gevolgen hebben voor de acceptatie van consumenten.

3.2.3 Score

Samenvattend komen we voor deze optie op de volgende scores.

Tabel 2 Resultaat voor optie 1

		Score	Toelichting
Institutionele aspecten	Wetten, belastingen en subsidies	-/--	Grootste knelpunten: natuur-, biodiversiteits- en RO-beleid
	Organisatorisch	-/--	Afh. van gevolgen en beschikbaarheid groot-schalige energieteelt, het laatste hangt o.a. af van financiële opbrengst. Problemen met seizoensgebonden oogst. Ook afh. van technische en kostenontwikke-ling van de brandstofcel.
Politieke aspecten	Politiek	0/--	Te verwachten knelpunten: - ruimtebehoefte biomassateelt; - afhankelijkheid van buitenland; - onzeker aanbod en prijs; - gebrek aan sturingsmogelijkheid op ecologische gevolgen van de teelt. Goed voor (Europese) landbouwsector, en evt. voor zelfvoorziening
	Beleid	0/-	Waarschijnlijk goed te stimuleren m.b.v. bijv. accijnsdifferentiatie of verplichting. Bij CO ₂ -emissiehandel kunnen kostenoverwegingen ervoor zorgen dat de biomassa vooral in elek-triciteitscentrales wordt toegepast. Afh. van de kosten van deze optie. Nog geen beleidsinstrumenten om ecologisch verantwoorde energieteelt in het buitenland af te dwingen.
	Maatschappelijk draag-vlak	0/--	Afhankelijk van - de effecten van grootschalige biomas-sateelt; - (perceptie van) veiligheid - methanol is giftig; - acceptatie van consument: misschien kleinere actieradius vanwege lage ener-giedichtheid van de brandstof.

3.3 Optie 2: Zetmeel, suiker, cellulose - ethanol - brandstofcel - elektriciteit

Optie 2 lijkt in veel opzichten op optie 1, alleen de primaire energiedrager verschilt, en de brandstof is ethanol in plaats van methanol. Het traject van primaire energiedrager tot aan de aandrijving ziet er als volgt uit.

	Primaire energiedrager	Brandstof	Technologie	Aandrijving
2	Zetmeel, suiker of cellulose houdende stoffen	Ethanol	Brandstofcel	Elektriciteit

3.3.1 Institutionele aspecten

Ook hier hebben we te maken met grootschalige energieteelt, die vergelijk-bare institutionele problemen met zich meebrengt als optie 1. De grondstof-fen bij deze twee opties verschillen wel, waardoor de belemmeringen van de

ene optie groter zouden kunnen zijn dan bij de andere. Hier kunnen we op dit moment echter geen uitspraak over doen.

De verwachting is wel dat de kosten van deze optie hoger liggen dan bij optie 1 [de Jager, 1998].

3.3.2 Politieke aspecten

Ook de politieke aspecten komen grotendeels overeen met die van optie 1. Één belemmering vervalt hier wel: ethanol is niet giftig, methanol wel.

3.3.3 Score

Samenvattend komen we voor deze optie op de volgende scores.

Tabel 3 Resultaat voor optie 2

		Score	Toelichting
Institutionele aspecten	Wetten, belastingen en subsidies	-/--	Grootste knelpunten: natuur-, biodiversiteits- en RO-beleid
	Organisatorisch	-/--	Afh. van gevolgen en beschikbaarheid groot-schalige energieteelt, het laatste hangt o.a. af van financiële opbrengst. Ook afh. van technische en kostenontwikkeling van de brandstofcel.
Politieke aspecten	Politiek	0/--	Te verwachten knelpunten: - ruimtebehoefte biomassateelt; - afhankelijkheid van buitenland; - onzeker aanbod en prijs; - gebrek aan sturingsmogelijkheid op ecologische gevolgen van de teelt. Goed voor (Europese) landbouwsector, en evt. voor zelfvoorziening
	Beleid	0/-	Waarschijnlijk goed te stimuleren m.b.v. bijv. accijnsdifferentiatie of verplichting. Bij CO ₂ -emissiehandel kunnen kostenoverwegingen ervoor zorgen dat de biomassa vooral in elektriciteitscentrales wordt toegepast. Nog geen beleidsinstrumenten om ecologisch verantwoorde energieteelt in het buitenland af te dwingen.
	Maatschappelijk draagvlak	0/-	Afhankelijk van - de effecten van grootschalige biomassateelt.

Deze scores zijn, op de laatste na, identiek aan die van optie 1, al kan er in de praktijk verschil optreden omdat de gewassen van beide opties verschillen. Welke gewassen de minste knelpunten opleveren kunnen we hier niet op voorhand zeggen. De score op het gebied van maatschappelijk draagvlak is bij deze optie iets beter, met name vanwege de giftigheid van het methanol uit optie 1.

3.4 Optie 3: Aardgas met CO₂-opslag - waterstof - brandstofcel - elektriciteit

Bij deze optie wordt aardgas gebruikt als primaire energiedrager, die wordt omgezet in waterstof, waarbij de vrijkomende CO₂ wordt afgevangen. Aan

boord van de voertuigen zorgt vervolgens een brandstofcel voor de omzetting van de waterstof in aandrijfenergie.

	Primaire energiedrager	Brandstof	Technologie	Aandrijving
3	Aardgas (met CO ₂ opslag)	Waterstof	Brandstofcel	Elektriciteit

3.4.1 Institutionele aspecten

Bij deze optie treden bij de winning van de primaire energiedrager geen grote veranderingen op ten opzichte van het huidige energiesysteem, daar verwachten we dan ook geen institutionele knelpunten. Er zal wel een verschuiving plaats vinden van olie naar gas, maar zolang die overgang geleidelijk gaat (over enkele tientallen jaren) zullen de gevolgen voor de olie-industrie waarschijnlijk beperkt blijven.

Het is bij de huidige stand van de technologie wel de vraag of deze optie uit oogpunt van energiegebruik wel wenselijk is: het rendement van de omzetting van aardgas naar waterstof is laag.

Bij de rest van het traject zien we wel potentiële knelpunten, al hangt de situatie sterk af van de technologische ontwikkelingen m.b.t. CO₂-opslag en de opslag van waterstoftransport:

- de CO₂-opslag moet aan nationale en internationale veiligheidseisen voldoen, zoals beschreven in paragraaf 2.2.1;
- hetzelfde geldt voor de opslag en infrastructuur van de waterstof.

Voor transport van waterstof is een geheel nieuwe (en waarschijnlijk dure) infrastructuur nodig, dit brengt waarschijnlijk grote organisatorische problemen met zich mee vanwege de hoge investeringskosten. Ook de opslag van CO₂ brengt kosten met zich mee, afhankelijk van het beleid zullen die bij de overheid of bij het bedrijfsleven terechtkomen.

3.4.2 Politieke aspecten

De politieke knelpunten liggen waarschijnlijk bij de hoge overheidsbijdrage die vermoedelijk nodig zal zijn om de omslag te bewerkstelligen, en bij het maatschappelijk draagvlak.

Het eerste punt wordt veroorzaakt doordat grote initiële investeringen in met name de tankinfrastructuur nodig zijn, die het bedrijfsleven waarschijnlijk niet zullen doen zonder een aanzienlijke bijdrage van de overheid.

Het maatschappelijk draagvlak zal afhangen van de (perceptie van) veiligheid van zowel de CO₂-opslag als ook de toepassing waterstof, en van het gebruiksgemak. Op dit moment zijn de tanks voor de opslag van waterstof bijvoorbeeld nog dermate zwaar dat de actieradius van de voertuigen nog zeer beperkt is. Wereldwijd wordt er dan ook veel onderzoek verricht om betere waterstoftanks te ontwikkelen. Daarnaast zijn er nog een aantal voornamelijk technische ontwikkelingen nodig voordat de brandstofcel grootschalig op de markt komt en van de consumenten de voorkeur krijgt boven een verbrandingsmotor, zoals ook in paragraaf 2.2.1 is beschreven.

Daarnaast zal Nederland zijn afhankelijkheid van olie- en aardgasimport bij deze optie op termijn niet verminderen. Ondanks dat Nederland eigen aardgasreserves bezit is, zeker op de langere termijn, meer import van aardgas nodig [Min EZ, 1996]. Als ook in het verkeer aardgas wordt gebruikt kan dit



waarschijnlijk niet voor langere tijd door nationale aardgasreserves worden geproduceerd, verschillen moeten worden aangevuld met import.

Er lijken wel voldoende beleidsinstrumenten te bestaan om deze route vorm te geven. Daarbij denken we aan fiscale stimulering, normering en wetgeving, CO₂-emissiehandel, etc. Deze zullen echter slechts effect hebben als de kosten van deze optie beter kan concurreren met die van de huidige techniek of de andere opties. Hiervoor lijkt nog een sterke kostendaling nodig, en moet het rendement waarschijnlijk ook hoger worden.

Een voordeel van deze route is dat de voertuigen emissieloos rijden, wat zowel het politieke als de maatschappelijk draagvlak kan bevorderen.

Daarnaast zijn op dit moment een aantal milieuorganisaties die in deze optie weliswaar goede mogelijkheden zien om op korte termijn de uitstoot van CO₂ te verminderen, maar er op tegen zijn deze route als lange termijn optie in te zetten omdat het geen structurele transitie biedt naar duurzame transportbrandstoffen, omdat nog steeds fossiele brandstoffen worden gebruikt.

3.4.3 Score

Samenvattend komen we voor deze optie op de volgende scores.

Tabel 4 Resultaat voor optie 3

		Score	Toelichting
Institutionele aspecten	Wetten, belastingen en subsidies	0/--	Grootste knelpunten: - veiligheid CO ₂ -opslag; - veiligheid waterstofopslag, -infra.
	Organisatorisch	-/--	Huidige stand van de techniek: laag rendement, daardoor kan het aardgas waarschijnlijk beter worden gebruikt in een andere toepassing. Hoge investeringskosten voor de overgang van huidige brandstoffen naar waterstof.
Politieke aspecten	Politiek	-	Te verwachten knelpunten: - grote investeringen nodig, waarschijnlijk deels op te brengen door de overheid om de transitie te realiseren; - negatieve perceptie van veiligheid van CO ₂ -opslag en waterstof, ondanks dat het waarschijnlijk technisch wel veilig kan zijn. Ook afhankelijk van politiek standpunt op deze optie wel duurzaam is. Positief: voertuigen rijden emissieloos.
	Beleid	-/--	Afhankelijk van kostenontwikkeling van deze optie: nu nog erg duur traject.
	Maatschappelijk draagvlak	0/-	Op dit moment ondersteunen milieuorganisaties deze optie niet als duurzame lange-termijn-optie.

3.5 Optie 4: Afval/biomassa/solar/wind - duurzame elektriciteit

Deze route maakt gebruik van elektrische voertuigen, die worden gevoed door duurzame energie.

	Primaire energiedrager	Brandstof	Technologie	Aandrijving
4	Afval/biomassa/solar/wind		Duurzaam opgewekte elektriciteit	Elektriciteit

3.5.1 Institutionele aspecten

Een voordeel van deze route is de hoge efficiëntie van elektriciteitscentrales, en de mogelijkheid om verschillende primaire energiedragers toe te passen. Er zijn bij deze route weliswaar geen grote fabrieken nodig die biomassa in transportbrandstof van hoge kwaliteit omzetten, er moeten echter wel de nodige investeringen worden gedaan in uitbreiding van de productie van duurzame energie.

Om voldoende duurzame energie op te wekken voor transport is een aanzienlijke uitbreiding van het aanbod aan duurzame energie nodig: biomassa, zon- en/of windenergie moet op veel grotere schaal dan nu worden gewonnen. De problemen van grootschalige biomassaproductie hebben we al bij optie 1 beschreven. Toepassing van windenergie heeft ook veel ruimte nodig, zorgt voor risico's voor (deels beschermde) trekvogels en hinder voor omwonenden. [CE, 2002] laat voor een tweetal concrete cases zien wat de knelpunten van windenergie in Nederland zijn. Zonne-energie is op dit moment nog veel te duur, en levert slechts zeer weinig CO₂-besparing op (zie bijv. [CE, 2001] en [Min. van EZ, 1999]). Afval kan slechts voor een klein deel van deze energiestroom zorgen [Novem, 2000].

Daarnaast moet bij deze optie de auto met verbrandingsmotor worden vervangen door de elektrische auto. Organisatorisch gezien is daar een uitbreiding van de bestaande infrastructuur voor elektriciteitsvoorziening voor nodig. De productie- en raffinagecapaciteit en de infrastructuur van de olie-industrie zal niet meer op de huidige schaal nodig zijn, wat tot kapitaalvernietiging en tegenstand bij de olie-industrie kan leiden.

De auto-industrie moet overschakelen naar een elektrisch aandrijfsysteem, wat tot weerstand in die sector zal leiden. Het is ook nog maar de vraag of het wel mogelijk is om bijvoorbeeld grotere auto's, vrachtwagens, schepen en vliegtuigen elektrisch te laten rijden: de huidige stand van de accutechniek laat dat in elk geval niet toe (althans niet bij een redelijke actieradius)².

De vraag naar fossiele brandstoffen zal sterk afnemen, wat ongetwijfeld tot weerstand zal leiden vanuit de olie-industrie. Omdat de transitie in principe geleidelijk kan plaatsvinden, verwachten wij wel dat (een deel van) de olie-industrie voldoende kan anticiperen op de veranderingen.

3.5.2 Politieke aspecten

De flexibiliteit van deze route is politiek aantrekkelijk, het energieaanbod is niet afhankelijk van één mogelijke energiedrager. De overgang van fossiele naar duurzame elektriciteitsvoorziening kan geleidelijk gebeuren.

Voor een voldoende grote energievoorziening zijn echter grootschalige toepassing nodig van biomassa en windenergie (evt. ook zonne-energie, indien

² Elektrische treinen zijn hier uiteraard een uitzondering op.



de kosten daarvan in de toekomst sterk dalen), die nadelige effecten kunnen hebben vanwege het aanzienlijke ruimtegebruik, hun invloed op de natuur en biodiversiteit e.d.. Indien het niet mogelijk is de benodigde energie in Nederland of Europa tegen concurrerende kosten op te wekken, blijft Nederland sterk afhankelijk van energieleverende landen.

De maatschappelijke acceptatie zal sterk afhangen van de technische ontwikkelingen op het gebied van de aandrijving en accu's van elektrische auto's. Elektrische auto's bestaan al ruim 100 jaar, maar leveren op een aantal belangrijke aspecten minder prestaties dan auto's met verbrandingsmotoren (zie bijv. [TNO, 1997]). Dat elektrische auto's emissievrij en stil rijden is wel een voordeel, dat voornamelijk de politiek zal aanspreken vanwege de verbetering van de luchtkwaliteit in steden en der vermindering van de geluidsoverlast.

Daarnaast zal de duurzame energiewinning overlast bezorgen die maatschappelijke weerstand kan oproepen.

3.5.3 Score

Samenvattend komen we voor deze optie op de volgende scores.

Tabel 5 Resultaat voor optie 4

		Score	Toelichting
Institutionele aspecten	Wetten, belastingen en subsidies	0/-	Grootste knelpunten: - wetten en regelingen die grootschalige uitbreiding van duurzame energie tegenwerken. Afhankelijk van locatie en vormgeving van deze uitbreiding.
	Organisatorisch	-/--	Aanzienlijke investeringen in duurzame energie nodig (wind-, zonne- en biomassaenergie) en in elektrische tankinfrastructuur. Technische vooruitgang op het gebied van elektrische voertuigen (met name accu's) nodig.
Politieke aspecten	Politiek	-	Te verwachten knelpunten: - bezwaren tegen grote uitbreiding van duurzame energie: m.b.t. ruimte, concurrentie met voedselteelt, natuurrichtlijnen, etc. Positief: potentiële diversiteit van energievoorziening en emissieloos rijden.
	Beleid	0/-	Afhankelijk van kostenontwikkeling.
	Maatschappelijk draagvlak	0/--	Hangt sterk af van - de technische ontwikkeling op het gebied van elektrische auto's (met name accu's); - de overlast die mensen ondervinden van de winning van de duurzame energie.

3.6 Optie 5: Aardgas - elektriciteitsproductie met CO₂-opslag - elektriciteit

Deze optie is in feite een combinatie van de opties 3 en 5: aardgas wordt in elektriciteitscentrales omgezet in elektriciteit, waarbij de CO₂ wordt opgeslagen. In deze route rijden de auto's op elektriciteit

	Primaire energiedrager	Brandstof	Technologie	Aandrijving
5		Aardgas	Elektriciteitsproductie met CO ₂ -opvang	Elektriciteit

3.6.1 Institutionele aspecten

Omdat aardgas als brandstof wordt gebruikt, zijn er veranderingen bij de winning beperkt, zoals bij optie 3 is uitgelegd. De nadelen die het gebruik van waterstof in die optie met zich meebrengen, vallen hier echter weg. De genoemde knelpunten die worden veroorzaakt door de CO₂-opslag zijn nog wel van toepassing.

Voor de elektriciteitsproductie kan gebruik worden gemaakt van bestaande centrales en infrastructuur, en kunnen de investeringen voor evt. uitbreidingen waarschijnlijk vrij geleidelijk worden gedaan.

Ook bij deze optie moet de auto met verbrandingsmotor worden vervangen door de elektrische auto. Zoals bij de vorige optie is besproken, moet daarvoor de infrastructuur voor elektriciteitsvoorziening worden uitgebreid, moet de auto-industrie overschakelen naar een elektrisch aandrijfsysteem, en, 'last but not least', zijn er nog aanzienlijke technische innovaties op het gebied van de accutechniek nodig. Het is ook nog maar de vraag of het zal lukken om de accutechnologie zover te verbeteren dat ook zwaardere auto's en vrachtwagens en andere modaliteiten (met uitzondering van de elektrische trein) elektrisch kunnen worden aangedreven.

De vraag naar olie zal afnemen, en die naar gas zal toenemen, een ontwikkeling die wereldwijd nu ook in gang is gezet. Omdat de transitie in principe geleidelijk kan plaatsvinden, verwachten wij dat (een deel van) de olie-industrie voldoende kan anticiperen op de veranderingen.

3.6.2 Politieke aspecten

Naar onze inschatting ligt het grootste knelpunt van deze optie bij de publieke acceptatie van elektrische auto's als vervanger voor de huidige auto's met verbrandingsmotor. Zoals bij de vorige optie besproken, zijn de prestaties van elektrische auto's nog aanzienlijk minder dan van auto's met verbrandingsmotoren.

Daarnaast zien we nog een aantal knelpunten:

- het maatschappelijke draagvlak voor CO₂-opslag als lange-termijn-optie voor klimaatbeleid is op dit moment niet groot;
- er moet een nieuwe infrastructuur worden aangelegd om de auto's (snel) op te laden.

Een positief politiek aspect is dat elektrisch aangedreven auto's emissieloos rijden en minder geluid produceren, en zo de lokale luchtkwaliteit verbeteren en geluidsoverlast verminderen.

Beleidsmatig zijn er verschillende mogelijkheden om deze optie te stimuleren, zoals:

- verlaging van de accijns en/of REB op aardgas met CO₂-opvang (al zou het eerste op weerstand kunnen stuiten vanwege de gevolgen voor de concurrentie);
- CO₂-emissiehandel;
- de geleidelijke reductie van de CO₂-uitstoot van voertuigen via (EU) regelgeving.

3.6.3 Score

Samenvattend komen we voor deze optie op de volgende scores.

Tabel 6 Resultaat voor optie 5

		Score	Toelichting
Institutionele aspecten	Wetten, belastingen en subsidies	0/-	Grootste knelpunten: - veiligheid CO ₂ -opslag
	Organisatorisch	0/-	Potentieel grootste knelpunt: Technische vooruitgang op het gebied van elektrische voertuigen (met name accu's) nodig. Investeringskosten voor overgang naar elektrische auto's.
Politieke aspecten	Politiek	-	Te verwachten knelpunten: - negatieve perceptie van veiligheid en duurzaamheid van CO ₂ -opslag, ondanks dat het waarschijnlijk technisch wel veilig kan. Positief: voertuigen rijden emissieloos.
	Beleid	0/-	Afhankelijk van kostenontwikkeling van met name elektrische voertuigen.
	Maatschappelijk draagvlak	0/-	Negatieve perceptie CO ₂ -opslag. Op dit moment ondersteunen milieuorganisaties deze optie niet als duurzame lange-termijn-optie.

3.7 Optie 6: Afval/hout - HTU diesel - verbrandingsmotor

	Primaire energiedrager	Brandstof	Technologie	Aandrijving
6	Afval en hout	HTU diesel	Conventionele energie-efficiënte verbrandingsmotor	

3.7.1 Institutionele aspecten

Bij deze optie is het nodig om grootschalig hout te telen zodat voldoende HTU diesel geproduceerd kan worden, de hoeveelheid afval is te gering om een groot aandeel in de Nederlandse energievoorziening te verkrijgen. Afhankelijk van de vormgeving levert dit mogelijke knelpunten op het gebied van wetten en richtlijnen ten aanzien van:

- de ruimtelijke ordening, concurrentie met andere bestemmingen;
- natuur en biodiversiteit (habitat- en vogelrichtlijn, etc.).

We kunnen nu moeilijk inschatten of de landbouw positief of negatief tegenover grootschalige teelt van hout zal staan. Hierbij zal veel afhangen van de

financiële opbrengst van houtteelt ten opzichte van alternatieven zoals de voedselteelt.

De olie-industrie zal uiteraard tegen deze optie zijn, tenzij ze op tijd omschakelen.

Organisatorisch verwachten wij dat deze optie voordelen heeft ten opzichte van opties 1 t/m 5, om een aantal redenen:

- de aandrijving van de auto's moet weliswaar zuiniger worden (zoals in de keten is verondersteld), maar hoeft daarvoor waarschijnlijk niet drastisch te worden aangepast;
- de tankinfrastructuur kan ongewijzigd blijven;
- de transitie kan geleidelijk plaatsvinden;
- het aanbod van hout kan beter over de verschillende seizoenen worden verspreid.

3.7.2 Politieke aspecten

Zoals bij alle opties, zal ook hier het politieke draagvlak afhangen van de mate waarin Nederland of Europa zelf in de benodigde energie kan voorzien. Bij grootschalige houtteelt spelen ook de gevolgen van deze teelt een rol, op het gebied van ruimtegebruik (concurrentie met andere bestemmingen), natuurontwikkeling, biodiversiteit, enz.

De huidige hoeveelheid afval is ruim onvoldoende om een aanzienlijke hoeveelheid brandstoffen te leveren. Het past ook niet bij het huidige afvalbeleid om een toename van het afval te stimuleren, het beleid volgt in grote lijnen de 'ladder van Lansink' (Wet Milieubeheer).

Er zijn een aantal beleidsopties waarmee deze optie kan worden gestimuleerd:

- voor de toepassing van HTU diesel: financiële ondersteuning energieteelt, CO₂-emissiehandel, verplichte bijmenging of totaal aandeel bio-brandstoffen, etc.;
- om energie-efficiënte auto's te stimuleren: hogere accijns en/of kilometerheffing, CO₂-emissiehandel, normering (gemiddelde) CO₂-uitstoot, etc.

Of dit voldoende is om de transitie naar deze optie te bewerkstelligen hangt vooral af van de technische ontwikkelingen en de kosten van de productie van de brandstoffen.

Bij het maatschappelijk draagvlak verwachten we tegenstand bij milieu- en natuurorganisaties, indien goede milieukundige en maatschappelijke inpassing van de houtteelt niet gewaarborgd kan worden.

Consumenten zullen verder waarschijnlijk weinig merken van de omschakeling van diesel naar HTU diesel (afgezien van een eventuele kostenstijging).

3.7.3 Score

Samenvattend komen we voor deze optie op de volgende scores.

Tabel 7 Resultaat voor optie 6

		Score	Toelichting
Institutionele aspecten	Wetten, belastingen en subsidies	-/--	Grootste knelpunten: natuur-, biodiversiteits- en RO-beleid
	Organisatorisch	-/--	Afh. van gevolgen en beschikbaarheid grootschalige houtteelt, het laatste hangt o.a. af van financiële opbrengst. Afh. van technische en kostenontwikkelingen van productie van HTU diesel. Positief: voertuigentechniek blijft vrijwel ongewijzigd, en ook de tankinfrastructuur hoeft niet aangepast te worden.
Politieke aspecten	Politiek	-	Te verwachten knelpunten: - ruimtebehoefte houtteelt; - afhankelijkheid van buitenland; - onzeker aanbod en prijs; - gebrek aan sturingsmogelijkheid op ecologische gevolgen van de teelt..
	Beleid	0/-	Afhankelijk van kostenontwikkeling van met name de omzetting van grondstoffen naar HTU diesel.
	Maatschappelijk draagvlak	0/-	Afhankelijk van de milieukundige en maatschappelijke inpassing van de houtteelt.

Deze score en de overwegingen hierbij lijkt sterk op die van opties 1 en 2, omdat ook hier grootschalige energieteelt noodzakelijk is die aanzienlijke knelpunten kan veroorzaken. Deze optie heeft wel het voordeel dat de voertuigen en de tankinfrastructuur waarschijnlijk vrijwel ongewijzigd kunnen blijven.

3.8 Optie 7: Afval - biodiesel - verbrandingsmotor

	Primaire energiedrager	Brandstof	Technologie	Aandrijving
7	Afval	Biodiesel	Conventionele energie-efficiënte verbrandingsmotor	

3.8.1 Institutionele aspecten

Voor deze optie moet het aanbod van geschikt afval aanzienlijk zijn. Zoals ook bij de vorige optie is opgemerkt, is de beschikbare hoeveelheid afval waarschijnlijk veel te beperkt om een groot aandeel van de benodigde biodiesel te genereren [Novem, 2000]. Dit lijkt dan ook de grootste belemmering bij deze optie.

Omdat de huidige automotoren en tankinfrastructuur ook voor deze biodiesel voldoen (op evt. enkele aanpassingen aan de motoren na), blijven de benodigde investeringen beperkt tot fabrieken die afval kunnen omzetten in diesel.

De olie-industrie verliest een grote markt, en zal hier dus niet voor zijn tenzij ze op tijd kan omschakelen.

3.8.2 Politieke aspecten

De beperkte beschikbaarheid van afval als primaire energiedrager stuit ook op politieke bezwaren: een toename van de afvalhoeveelheid past niet bij de huidige politieke inzichten. Dit standpunt is gebaseerd op de wens het grondstoffenverbruik niet onnodig te verhogen. Waarschijnlijk zijn er echter geen grote bezwaren om de *beschikbare* hoeveelheid afval in biodiesel om te zetten.

Daarnaast zal de politiek moeten zorgen voor lage emissies bij de productie van de biodiesel, technisch gezien zijn daar voldoende mogelijkheden voor.

Wat betreft het maatschappelijk draagvlak zien we vooral problemen bij de milieubeweging, die de totale hoeveelheid te verbranden afval wil beperken, en dus ook preventie en recycling hogere prioriteit geeft.

3.8.3 Score

Samenvattend komen we voor deze optie op de volgende scores.

Tabel 8 Resultaat voor optie 7

		Score	Toelichting
Institutionele aspecten	Wetten, belastingen en subsidies	0	Weinig knelpunten te verwachten
	Organisatorisch	-/--	Er is te weinig afval beschikbaar om een significant aandeel in de brandstoffen te produceren.
Politieke aspecten	Politiek	-	Politiek wil (op dit moment) niet sturen op toename van de afvalstroom, met name vanwege de bijbehorende toename van het grondstoffengebruik
	Beleid	-	Zie bij politiek
	Maatschappelijk draagvlak	-	Ook de milieubeweging wil dat er gestuurd wordt op een reductie van de hoeveelheid afval.

Deze scores zijn gebaseerd op het uitgangspunt dat de optie een significant aandeel in de brandstoffen voor verkeer en vervoer moet innemen. De scores zijn positiever als we naar de mogelijkheid kijken om hiermee slechts een beperkte hoeveelheid brandstof te produceren.

3.9 Optie 8: Synthese gas uit biomassa - DME - verbrandingsmotor

	Primaire energiedrager	Brandstof	Technologie	Aandrijving
8	Synthese gas gevormd uit biomassa	DME	Conventionele energie-efficiënte verbrandingsmotor	

3.9.1 Institutionele aspecten

De primaire energiedrager is bij deze optie dezelfde als bij optie 1, we zien daarom hier dezelfde knelpunten ten aanzien van de grootschalige teelt van biomassa.

Omdat echter niet ook op brandstofcellen wordt overgestapt, kan het 'kip-en-ei'-probleem van optie 1 worden vermeden. Daartegenover staat wel dat de tankinfrastructuur en de voertuigen moeten worden aangepast, omdat DME een gasvormige brandstof is.

Omdat echter geleidelijk kan worden overgestapt op deze nieuwe brandstof, blijven de initiële investeringen (fabrieken, logistiek, etc.) waarschijnlijk relatief beperkt.

3.9.2 Politieke aspecten

Bij deze optie gelden grotendeels dezelfde politieke aandachtspunten dan bij optie 1, afgezien van de voor- en nadelen van de brandstofcel. Zuinige auto's kunnen worden gestimuleerd door bijvoorbeeld hogere accijns en/of kilometerheffing, CO₂-emissiehandel, normering (gemiddelde) CO₂-uitstoot, etc.

3.9.3 Score

Samenvattend komen we voor deze optie op de volgende scores.

Tabel 9 Resultaat voor optie 8

		Score	Toelichting
Institutionele aspecten	Wetten, belastingen en subsidies	-	Grootste knelpunten: natuur-, biodiversiteits- en RO-beleid
	Organisatorisch	-/--	Afh. van gevolgen en beschikbaarheid grootschalige energieteelt, het laatste hangt o.a. af van financiële opbrengst en de concurrentie met voedselproductie. Kosten aanpassing tankinfrastructuur.
Politieke aspecten	Politiek	0/--	Te verwachten knelpunten: - ruimtebehoefte biomassateelt; - afhankelijkheid van buitenland; - onzeker aanbod en prijs; - gebrek aan sturingsmogelijkheid op ecologische gevolgen van de teelt.
	Beleid	0/-	Waarschijnlijk goed te stimuleren m.b.v. bijv. accijnsdifferentiatie of verplichting. Bij CO ₂ -emissiehandel kunnen kostenoverwegingen ervoor zorgen dat de biomassa vooral in elektriciteitscentrales wordt toegepast. Nog geen beleidsinstrumenten om ecologisch verantwoorde energieteelt in het buitenland af te dwingen.
	Maatschappelijk draagvlak	0/-	Afhankelijk van - de effecten van grootschalige biomassateelt

3.10 Optie 9: Huishoudelijk afval/mest/andere vochtige biomassa - biogas - verbrandingsmotor

	Primaire energiedrager	Brandstof	Technologie	Aandrijving
9	Uit huishoudelijk afval, mest of andere vochtige biomassa	Biogas	Conventionele energie-efficiënte verbrandingsmotor	

3.10.1 Institutionele aspecten

De gevolgen van deze optie hangen sterk af van de grondstof die wordt gebruikt. Als er veel biomassa moet worden geteeld om aan de vraag te voldoen, levert dat weer de institutionele en politieke problemen op al eerder genoemd zijn. Ook aan afval kleven potentiële nadelen, die al eerder zijn genoemd.

Ook de organisatorische problemen worden bij deze optie sterk bepaald door de beschikbare hoeveelheid grondstoffen. Zeker indien een groot gedeelte van de brandstof in Nederland zelf kan worden geproduceerd kan Nederland deze route vrij zelfstandig opbouwen en implementeren zonder van veel actoren afhankelijk te zijn. De logistieke problemen blijven dan ook beperkt. Het is echter niet onwaarschijnlijk dat dit niet zal lukken, en dat Nederland ook hier afhankelijk zou zijn van de import van ofwel de grondstoffen ofwel de brandstoffen zelf.

Automotoren en de tankinfrastructuur moeten worden aangepast, omdat de brandstof gasvormig is. De overgang van fossiele brandstoffen kan echter geleidelijk plaatsvinden, waardoor we in principe weinig organisatorische problemen verwachten. De primaire energiedragers moeten worden omgezet in biogas, de productiefaciliteiten die daarvoor nodig zijn kunnen waarschijnlijk vrij geleidelijk worden gebouwd.

3.10.2 Politieke aspecten

Een groot voordeel van deze optie is waarschijnlijk de potentiële zelfvoorzienendheid voor Nederland en Europa, al is het ook hier mogelijk dat de productie in het buitenland zodanig goedkoper wordt dat we veel zullen importeren. De transitie kan zonder grote initiële investeringen plaatsvinden, zodat wij verwachten dat met gericht beleid (gedifferentieerde accijns, CO₂-emissiehandel, etc.) de markt het initiatief kan overnemen. Een voorwaarde daarvoor is wel voldoende beschikbaarheid van de primaire energiedragers, lage emissies bij biogasproductie etc. Daarnaast moet aan de eerste voorwaarde worden voldaan om een stabiel aanbod en prijs te garanderen. Zolang dat (nog) niet het geval is kan deze zekerheid misschien wel worden bereikt door fossiele brandstoffen als back-up te gebruiken.

Voor een groot politiek draagvlak moet het flankerend beleid goede randvoorwaarden stellen. Daarbij denken we aan het stellen van emissie-eisen van voertuigen en biogasproductie, ruimtebeslag, externe veiligheid, etc.

Het huidige afval- en mestbeleid is er in eerste instantie op gericht deze twee stromen te verminderen, pas in tweede instantie moet er geprobeerd worden waardevolle (energie)toepassingen te vinden.

Het maatschappelijk draagvlak hangt waarschijnlijk ook sterk af van de benodigde mix aan grondstoffen, en het flankerend beleid. Milieuorganisaties



zullen waarschijnlijk voorstander zijn van nuttig gebruik van afval- en meststoffen, maar een toename van deze stroom moet toejuichen (uit oogpunt van grondstofgebruik, dierenwelzijn en milieuvervuiling).

3.10.3 Score

Samenvattend komen we voor deze optie op de volgende scores.

Tabel 10 Resultaat voor optie 9

		Score	Toelichting
Institutionele aspecten	Wetten, belastingen en subsidies	0/-	Afh. van de grondstoffen. Bij veel biomassa zijn potentiële knelpunten: natuur-, biodiversiteits- en RO-beleid.
	Organisatorisch	0/--	Grootste potentiële knelpunt: de beschikbaarheid van de grondstoffen.
Politieke aspecten	Politiek	-/--	Afh. van de grondstoffen. Waarschijnlijk geen politieke steun om afval- en mesthoeveelheden hiervoor toe te laten nemen.
	Beleid	-/--	Afh. van de grondstoffen. Huidige beleid is gericht op vermindering van afval- en mesthoeveelheden.
	Maatschappelijk draagvlak	-/--	Afh. van de grondstoffen. Milieuorganisaties zijn voor vermindering van afval- en mesthoeveelheden



4.1 Overzicht van de resultaten

In Tabel 11 geven we een overzicht van de resultaten uit het vorige hoofdstuk. Per optie en per criterium geven we in deze tabel de score (van -- t/m ++), en geven we kort aan wat naar onze inschatting de grootste institutionele en politieke knelpunten zijn. Zoals al in het vorige hoofdstuk is opgemerkt, gaat het hier om een eerste inschatting, en moeten we in veel gevallen een bandbreedte opgeven: de scores zijn dan ofwel nog niet goed in te schatten ofwel sterk afhankelijk van de daadwerkelijke vormgeving van de optie.

Uit deze tabel kunnen we de volgende conclusies trekken:

- Alle opties laten potentiële knelpunten zien, al scoren sommige ketens beter dan andere.
- De opties die gebruik maken van primaire energiedragers die op dit moment nog niet op grote schaal bestaan (biomassa, duurzame energie) hebben vrij veel institutionele knelpunten. Met name de mogelijk aanzienlijke negatieve gevolgen van de biomassateelt kunnen tot grote knelpunten leiden, vooral met betrekking tot richtlijnen tot behoud van natuur en biodiversiteit en concurrentie met voedselteelt. Als aardgas of bestaande afvalstromen worden gebruikt zijn de institutionele bezwaren aanzienlijk minder. Een organisatorisch probleem van de ketens die gebruik maken van afval als primaire energiedrager is de beperkte beschikbaarheid van deze stromen, er is onvoldoende afval om aan de vraag naar energie te voldoen.
- De politieke knelpunten lijken wat minder erg dan de potentiële institutionele belemmeringen. Het is op dit moment echter moeilijk te zeggen hoe de politiek in de toekomst tegenover de verschillende opties staat. Ook hier zien we grote potentiële knelpunten bij de ketens die gebruik maken van grootschalige energieteelt, vanwege de potentieel negatieve gevolgen die ook politiek onwenselijk zijn. De nationale en internationale overheden hebben wellicht wel de mogelijkheid om deze negatieve effecten te beperken. Wat betreft ketens die gebruik maken van afval is het politiek en maatschappelijk onwenselijk om de hoeveelheid afval toe te laten nemen om aan de brandstofbehoefte te voorzien. De opties die gebruik maken van aardgas met CO₂-opslag worden door diverse maatschappelijke organisaties als niet-duurzaam gezien, het is niet goed in te schatten hoe de politiek en maatschappij daar op de lange termijn tegenaan zullen kijken.
- De brandstofcel is op dit moment nog te duur en de prestaties van elektrische auto's lopen nog sterk achter bij auto's met een verbrandingsmotor. Het maatschappelijk draagvlak van opties die van deze twee aandrijvingen gebruik maken, zijn daarom sterk afhankelijk van de technische verbeteringen en kostenreducties die in de toekomst worden bereikt.

Tabel 11 Overzicht van de resultaten: de negen opties getoetst. Voor nadere toelichtingen: zie de afzonderlijke paragrafen in hoofdstuk 3

		Institutionele aspecten			Politieke aspecten			
Optie		Wetten, belastingen en subsidies	Organisatorische belemmeringen	Grootste potentiële knelpunten	Politiek	Beleid	Maatschappelijk draagvlak	Grootste potentiële knelpunten
1	Gas uit biomassa – methanol – brandstofcel	-/--	-/--	Gevolgen en beschikbaarheid benodigde biomassa (natuur, ruimte, concurrentie met voedselteelt). Kosten en technische mogelijkheden brandstofcel	0/--	0/-	0/--	Gevolgen en beschikbaarheid grootschalige biomassateelt; stabiliteit aanbod en prijs; ecologische gevolgen van biomassa. Gebruik: methanol is giftig, lage energiedichtheid
2	Zetmeel, suiker, cellulose - ethanol – brandstofcel	-/--	-/--	Gevolgen en beschikbaarheid benodigde biomassa Kosten en technische mogelijkheden brandstofcel	0/--	0/-	0/-	Gevolgen en beschikbaarheid grootschalige biomassateelt; stabiliteit aanbod en prijs; ecologische gevolgen van biomassa.
3	Aardgas met CO ₂ -opslag - waterstof – brandstofcel	0/--	-/--	Laag rendement, hoge investeringskosten, veiligheid CO ₂ -opslag Kosten en technische mogelijkheden brandstofcel	-	-/--	0/-	Hoge kosten (voor overheid en gebruikers), veiligheid en wenselijkheid CO ₂ -opslag, perceptie dat dit geen echt duurzame optie is
4	Afval/biomassa/solar/ wind - duurzame elektriciteit	0/-	-/--	Ruimtebehoefte, kosten en gevolgen voor natuur van uitbreiding van duurzame energie, kosten en technische mogelijkheden elektrische auto's	-	0/-	0/--	Bezwaren tegen uitbreiding van duurzame energie, hoge kosten en verminderd gebruiksgemak elektrische auto's

5	Aardgas – elektriciteitsproductie met CO ₂ -opslag – elektriciteit	0/-	0/-	Veiligheid CO ₂ -opslag, kosten overgang naar elektrische auto's en oplaadinstallaties	-	0/-	0/--	Perceptie dat dit geen echt duurzame optie is, hoge kosten en verminderd gebruiksgemak elektrische auto's
6	Afval/hout - HTU diesel – zuinige verbrandingsmotor	-/--	-/--	Ecologische gevolgen en beschikbaarheid van voldoende grondstoffen, kosten van de grondstoffen	-	0/-	0/-	Ruimtebehoefte houtteelt, afhankelijkheid van buitenlandse import, onzeker aanbod en prijs, gebrek aan sturingsmogelijkheid op ecologische gevolgen van de teelt
7	Afval - biodiesel – zuinige verbrandingsmotor	0	-/--	Beschikbare hoeveelheid afval	-	-	-	Toename afvalstroom onwenselijk uit oogpunt van met name grondstoffengebruik.
8	Synthese gas uit biomassa - DME - zuinige verbrandingsmotor	-/--	-/--	Gevolgen en beschikbaarheid benodigde biomassa (natuur, ruimte, concurrentie met voedselteelt).	0/--	0/-	0/-	Ruimtebehoefte en gevolgen van biomassateelt, afhankelijkheid van buitenlandse import, onzeker aanbod en prijs, gebrek aan sturingsmogelijkheid op ecologische gevolgen van de teelt
9	Huish. afval/mest/e.d. - biogas - zuinige verbrandingsmotor	0/-	0/--	Beschikbaarheid van voldoende grondstoffen, andere knelpunten afhankelijk van de gebruikte grondstoffen.	-/--	-/--	-/--	Afhankelijk van de gebruikte grondstoffen, toename afvalstroom onwenselijk uit oogpunt van met name grondstoffengebruik en milieu.

De resultaten uit deze studie, samengevat in Tabel 11, geven weliswaar een globaal overzicht van de te verwachten institutionele en politieke knelpunten die we bij de verschillende opties verwachten, er blijven echter ook nog veel vragen open die de scores nog aanzienlijk kunnen beïnvloeden. Voordat we al deze punten diepgaand onderzoeken lijkt het echter verstandig eerst deze uitkomsten naast de beoordelingen van de andere relevante aspecten te houden, zoals milieu, techniek, kosten enzovoorts, die parallel aan deze studie zijn onderzocht. De institutionele en politieke knelpunten zijn vaak gerelateerd aan deze aspecten, wellicht geven die studies al antwoord op vragen die we nog hebben, zodat we de uitkomsten van deze toets verder kunnen verfijnen. Als het complete beeld helder is, met alle voor- en nadelen van de verschillende opties op een rij, is het misschien ook mogelijk om de meest kansrijke opties te identificeren waarvan we de gevonden knelpunten verder kunnen uitwerken.

Hieronder geven we een lijst met vragen die voor de beoordeling van de institutionele en politieke aspecten van de verschillende opties nog van belang zijn. Deze vragen zijn tijdens het onderzoek opgekomen, vanwege het beperkte tijdsbestek van dit project hebben we ze echter nog niet kunnen beantwoorden. Er is de laatste jaren zowel nationaal als ook internationaal een zeer groot aantal onderzoeken naar de diverse aspecten van de beschouwde opties uitgevoerd, zodat we ons in deze inventarisatie hebben moeten beperken tot een selectie van de beschikbare literatuur.

Een groot deel van de antwoorden kan waarschijnlijk met verder literatuuronderzoek worden gevonden, sommige vragen hebben meer onderzoek nodig. We verwachten ook, dat de onderzoeken naar de andere relevante aspecten een aantal van deze vragen adresseren.

We twijfelen er daarnaast niet aan dat verder onderzoek naar deze toekomstige energieketens nog (veel) meer vragen zal oproepen. Tijdens deze inventarisatie hebben we al gemerkt dat een transitie naar klimaatneutrale brandstoffen een dermate complex proces is, dat er steeds meer vragen boven tafel komen naarmate het beeld helderder wordt.

De vragen en aandachtspunten die tijdens dit onderzoek opkwamen zijn de volgende:

Biomassa

- wat zijn de voor- en nadelen van grootschalige teelt van de diverse soorten biomassa, ten aanzien van kosten, benodigde ruimte en potentiële beschikbaarheid, seizoensafhankelijkheid, eventuele schade aan natuur en milieu, enz.?
- bij een sterke toename van de vraag naar biomassa als energiebron, welke landen zullen dan vermoedelijk de grootste producenten worden? Wat betekent dat voor de zelfvoorziening, prijs, stabiliteit van het aanbod en dergelijke?
- heeft de Nederlandse overheid mogelijkheden voor ecologische controle van de teelt van biomassa in het buitenland die Nederland importeert?

Algemeen

- in deze studie hebben we vooral gekeken vanuit het perspectief van het wegvervoer. Het is echter wel nuttig om onderscheid te maken tussen vervoersmiddelen: zo scoort elektrische aandrijving bijvoorbeeld goed voor personenauto's en treinen, vrachtauto's, vliegtuigen en schepen kunnen misschien beter door brandstofcellen worden aangedreven.

- het is nog maar de vraag of slechts één van deze klimaatneutrale opties door zal breken, of dat het er meer zullen zijn. Kunnen sommige problemen worden verminderd door verschillende opties te combineren?
- de knelpunten die we in deze studie hebben geïdentificeerd kunnen grotendeels worden overwonnen door gericht overheidsbeleid, dat de negatieve effecten van de verschillende opties binnen nader te bepalen randvoorwaarden houdt. Welke knelpunten kunnen zo worden overwonnen, en welke niet?
- de kosten van de verschillende opties, in vergelijking met elkaar en met de huidige brandstoffen, zijn in grote mate bepalend voor de organisatorische en politieke knelpunten.
- als er in het kader van het Kyoto verdrag een CO₂-emissiehandel wordt opgezet, welke opties hebben dan de beste kansen om door te breken, gezien de te verwachten kosten en technologische ontwikkelingen?
- wat betekenen de diverse opties voor de mate van zelfvoorziening van Nederland of de EU?
- we hebben in paragraaf 2.2.3 een groot aantal actoren geïdentificeerd, in de toets van de opties hebben we daar slechts in beperkte mate naar gekeken. Hoe staan deze actoren ten opzichte van de diverse opties?
- welke mogelijke gevolgen hebben globalisatie, uitbreiding van de EU, wetenschappelijk onderzoek naar het klimaatprobleem en veranderingen in de publieke opinie voor de bovenstaande scores (zie paragraaf 2.3)?



Literatuur

Achten, P.A.J., M. van Walwijk, L.B.M.M. Boels, 'Alternatieve brandstoffen voor het wegverkeer', Innas, Breda, 1992

Bennet, G. 'Long-term institutional change and climate control measures in Europe, SYSYGY, 2000

BTG, 'Energiegewassen in Nederland: scenariostudie met het oog op een duurzame energievoorziening', EWAB-9928, Novem, Utrecht, 1999

CE, 'Verkenning besluitvorming energieprojecten - Knelpunten bij realisatie van mijnbouw- en windprojecten', Delft, 2002 - *nog niet gepubliceerd*

Directlease, autonieuws van 22-10-2001, www.directlease.nl

ECN, 'Energietechnologie in het spanningsveld tussen klimaatbeleid en liberalisering', Petten, 2000

ECN, 'Synergie in de aanpak van klimaatverandering en verzuring, Oplossingsrichtingen voor energie en mobiliteit in 2030', Petten, 2000

Europese Commissie, 'Transport: Commission proposes to encourage alternative fuels, starting with biofuels', persbericht IP/01/1543, 7-11-2001

Faaij, A.P.C. 'Energy from Biomass and Waste', Universiteit Utrecht, Utrecht, 1997

IEA, 'Capture and Storage of CO₂: What needs to be done?', IEA Special Publications for COP6, 2000

Jager, D. de, A.P.C. Faaij, W.P. Troelstra, 'Kosten-effectiviteit van transport-brandstoffen uit biomassa', Novem EWAB-355297/7010, Utrecht, 1998.

Ministerie van Economische Zaken, 'Derde Energienota', SDU uitgeverij, Den Haag, 1996

Ministerie van Economische Zaken, 'Duurzame Energie in Uitvoering, Voortgangsrapportage 1999', Ministerie van EZ, Den Haag, 1999

NMP4-werkgroep 4, 'Wokken op waterstof, Transitie naar een emissiearme energievoorziening', Ministerie van VROM, Den Haag, 2000

Novem, 'Een energiek klimaat voor neutrale dragers', Eindadvies van de inventarisatie van het GAVE-programma', GAVE, MHP, Maarn, 1999

Novem, 'Verslag van de strategische workshop 2 december 1998: nieuwe gasvormige en vloeibare energiedragers', GAVE-9901, MHP, Maarn, 1999

Novem, 'Marsroutes voor elektriciteit- en warmteopwekking uit afval en biomassa', Onderdeel van het programma Energiewinning uit Afval en Biomassa (EWAB), Utrecht, 2000

Novem, 'Energie van eigen bodem, een nieuwe kans voor landelijk Nederland', Utrecht, 2001

NPT (Nederlandse Procestechnologen), NIRIA, 'Syllabus Studiemiddag Biodiesel, Utrecht dinsdag 8 juni 1993', NIRIA-congresbureau, Den Haag, 1993

TNO, 'Elektrische en hybride voertuigen - Een Quick Scan van de stand van zaken en trends', TNO Wegtransportmiddelen, Delft, 1997

Wurster, R., H. Knorr, W. Prümm, 'Bavarian Liquir Hydrogen Bus Demonstration Project - Safety, Livensing and Acceptability Aspects', Publication for 'Hydrogen Power Now', Canada, 1999

Wurster, R., 'Hydrogen - The Ultimate Vehicle Fuel', Hypothesis 2001, L-B-Systemtechnik GMBH, 2001

Persoonlijke communicatie met:

Geert Bergsma, CE

Jos Dings, CE

Martijn Blom, CE

