

Copernicus Institute
Research Institute for Sustainable Development and Innovation

NAAR EEN METHODE VOOR HET EVALUEREN VAN TRANSITIETRAJECTEN

*FUNCTIES VAN INNOVATIESYSTEMEN TOEGEPAST OP
'BIOBRANDSTOFFEN IN NEDERLAND'*

Roald A.A. Suurs
Marko P. Hekkert



Universiteit Utrecht

NAAR EEN METHODE VOOR HET EVALUEREN VAN TRANSITIETRAJECTEN

*FUNCTIES VAN INNOVATIESYSTEMEN TOEGEPAST OP
'BIOBRANDSTOFFEN IN NEDERLAND'*

Opdrachtgever:

Milieu- en Natuurplanbureau

Uitvoerder:

Innovatiewetenschappen, Universiteit Utrecht

Auteurs:

Drs. Roald A.A. Suurs
Dr. Marko P. Hekkert

Utrecht, september 2005

NAAR EEN METHODE VOOR HET EVALUEREN VAN TRANSITIETRAJECTEN

*FUNCTIES VAN INNOVATIESYSTEMEN TOEGEPAST OP
'BIOBRANDSTOFFEN IN NEDERLAND'*

Roald A.A. Suurs & Marko P. Hekkert

Departement Innovatie- en Milieuwetenschappen

Copernicus-Instituut voor Duurzame Ontwikkeling en Innovatie

Universiteit Utrecht

Contact:

Roald A.A. Suurs / Marko P. Hekkert
Heidelberglaan 2
PB 80115
3508 TC Utrecht

[t] +31 (0)30 253 2782 / 6112

[f] +31 (0)30 253 2746

[e] r.suurs@geo.uu.nl / m.hekkert@geo.uu.nl

Voorwoord

Dit rapport is het resultaat van een studie uitgevoerd door de groep Innovatiewetenschappen van de Universiteit Utrecht, in opdracht van het Milieu- en Natuurplanbureau (MNP). De opdracht was een methode te ontwikkelen voor de evaluatie van transitietrajecten en deze te illustreren aan de hand van een casestudie over het in Nederland sterk in opkomst zijnde transitietraject rond alternatieve transportbrandstoffen. De uitkomst van de studie dient als input voor de afweging van het MNP om haar eigen analysekader eventueel aan te vullen en/of te herzien.

Het onderwerp van deze studie sluit aan bij een deel van het bestaande onderzoeksprogramma van de Utrechtse onderzoeksgroep dat zich bezig houdt met het functioneren van innovatiesystemen. De theoretische uitgangspunten, alsook de methodiek, zijn dan ook grotendeels gebaseerd op eerdere analyses.

In het kader van dit onderzoeksproject zijn er enkele terugkoppelingsmomenten geweest die gelegenheid boden voor de twee partijen om op theoretisch en methodisch vlak ideeën en inzichten uit te wisselen. Deze sessies zijn bijzonder waardevol geweest omdat ze inzicht boden in de specifieke wensen van de beleidsadviseur; de methodologie is hier vervolgens ook op toegespitst.

Met het uitvoeren van de exploratieve casestudie op het gebied van biobrandstoffen zijn we er in geslaagd de methodieken en de theorie verder aan te scherpen. Bovendien werden we tijdens de studie positief verrast door de enorme hoeveelheid activiteit die er – vooral de afgelopen twee jaar – op dit gebied in Nederland heeft plaatsgevonden. Het lijkt er nu op dat we met het uitbrengen van deze studie zelfs het moment zijn genaderd dat de ontwikkelingen rond biobrandstoffen een (eerste) climax doormaken.

De evaluatie laat echter ook zien dat er het één en ander aan te merken valt op het overheidsbeleid zoals het de afgelopen 15 jaar is gevoerd. Wil de overheid het transitietraject echt stimuleren, dan zal zij op een aantal punten de koers van haar technologiebeleid moeten wijzigen. We hopen dat dit rapport de nodige aanknopingspunten kan bieden bij het ontwerpen van een vruchtbaar transitiebeleid.

Bij de uitvoering van de studie leek het erop dat het verzamelen van de hoeveelheid beschikbaar empirisch materiaal qua tijd een serieuze bottleneck ging worden. Het was mede dankzij de inzet van Floor van der Hilst en Christiaan Kleinschmidt dat het project binnen de gestelde termijn kon worden voltooid.

We hopen dat het rapport een stimulans oplevert voor het werk van zowel beleidsmakers als onderzoekers op het gebied van duurzaamheid en transitievraagstukken.

Roald Suurs

Samenvatting

Sleutelwoorden: transitie, innovatiesysteem, functies van innovatiesystemen, biobrandstoffen.

Deze studie geeft een uiteenzetting van een theoretisch kader ter analyse en beoordeling van transitietrajecten. Dit zogenaamde *functieraamwerk* – dat is gebaseerd op de theorie van innovatiesystemen – wordt uitvoerig geïllustreerd aan de hand van een casestudie op het gebied van biotransportbrandstoffen in Nederland (1990-2005).

De centrale aanname in het functieraamwerk is dat aan de basis van ieder transitietraject een groep entrepreneurs staat die een technologische vinding tracht om te vormen tot een commercieel project. In de praktijk betekent dit het ontplooiën van de technologie naar toenemende verwevenheid met het overkoepelende socio-technische systeem, of regime. De technologie wordt zo meer en meer ingebed in sociale en technische (infra)structuren. In dit proces staat de entrepreneur – als het goed is – niet alleen. Het functieraamwerk gaat er namelijk van uit dat een transitietraject rond een technologie, wordt aangedreven door een innovatiesysteem. Dit innovatiesysteem – dat bestaat uit de voor de opkomende technologie relevante actoren en de regels die zij volgen – bevindt zich aanvankelijk in de marges of niches van het regime. Indien het innovatiesysteem zich voldoende ontwikkelt, kan het delen van het regime incorporeren of zelfs omverwerpen. De beoordeling van het innovatiesysteem dat zich ontwikkelt in de tijd, is de beoordeling van het transitietraject.

Voor de analyse en evaluatie van het innovatiesysteem introduceren we een set theoretische variabelen, *functies van innovatiesystemen*, waarvan bekend is dat ze noodzakelijk zijn voor de realisatie van structurele verandering. Het betreft zeven sleutelactiviteiten die – als ze voldoende zijn gerealiseerd – de projecten van de entrepreneurs zullen voeden en ondersteunen. Voorbeelden zijn kennisontwikkeling, richtinggevende impulsen, marktforming en lobbyactiviteiten. Door de analyse te richten op de functies, die ieder inherent actief zijn, kan het transitietraject als *proces* worden beschreven en beoordeeld; de studie focust zowel bij de analyse als bij de evaluatie op de dynamische aspecten van innovatie en transitie.

Ook op methodisch vlak wordt rekening gehouden met het procesmatige karakter van het transitieproces. De activiteiten worden in kaart gebracht en gemeten door middel van een historische-gebeurtenissenanalyse. Er is een database geconstrueerd met ongeveer 1000 gebeurtenissen die als empirische basis dient voor het onderzoek. Op basis van de data zijn met behulp van kwalitatieve *en* kwantitatieve technieken, patronen in de tijd geïdentificeerd die kenmerkend en bepalend zijn geweest voor het transitietraject.

De studie biedt zo een systematische historische analyse van de Nederlandse ontwikkelingen rond biobrandstoffen in de transportsector. De belangrijkste resultaten zijn de volgende:

- Het transitietraject wordt gekenmerkt door een ‘strijd’ tussen twee technologietypen, namelijk een eenvoudige en commercieel beschikbare eerste generatie, en een complexe maar vooralsnog precommerciële tweede generatie brandstoffen.
- De eerste generatie brandstoffen komt als eerste op, gedreven door agrarische belangen en door lokale milieunormen. Er worden van overheidswege *ad hoc* accijnsvrijstellingen toegekend maar er is geen heldere programmatische inkadering die zicht biedt op een toekomstige markt. Ondanks de moeizame ontwikkelingen slagen entrepreneurs er toch in om een interne systeemdynamiek opgang te brengen die uitmondt in een sterke groei in aantal en omvang van de projecten.
- De tweede generatie brandstoffen komt later op; deze ontwikkeling wordt gelanceerd doordat grote regimespelers zich in het veld begeven. De nationale overheid neemt actief deel aan de allianties die dan worden gevormd. De projecten zijn succesvol maar de impliciete voorkeur – vanuit het regime – voor de tweede generatie, vertaalt zich niet naar een groei van nichetoevoegingen of gebruikersexperimenten in de markt.

De nationale overheid is sterk geweest in het op gang brengen en stimuleren van een R&D-arena rond de tweede generatie. Zij is zwak geweest in het creëren van markten en in het vormgeven van een heldere langetermijnvisie; dit laatste geldt met betrekking tot beide technologiegeneraties.

De gehanteerde methode blijkt inzicht te bieden in de dynamische aspecten van het transitieproces rond biobrandstoffen in Nederland. Bovendien biedt het functieraamwerk aanknopingspunten voor de *evaluatie* van het transitietraject. De methode kan naar verwachting ook worden ingezet voor analyse van transitietrajecten in andere domeinen.

Inhoud

1. INTRODUCTIE	1
2. THEORETISCH KADER	5
2.1 TRANSITIE VOLGENS HET MULTI-LEVEL-MODEL	5
2.2 TECHNOLOGIESPECIFIEKE INNOVATIESYSTEMEN	7
2.3 DE DYNAMIEK VAN INNOVATIESYSTEMEN	8
<i>TECHNISCHE FACTOREN</i>	9
<i>INSTITUTIONELE FACTOREN</i>	9
<i>INTERACTIE EN 'ALIGNMENT'</i>	11
<i>METEN EN EVALUEREN VAN DYNAMIEK</i>	11
2.4 FUNCTIES VAN INNOVATIESYSTEMEN	12
<i>FUNCTIE 1: EXPERIMENTEREN DOOR ENTREPRENEURS</i>	12
<i>FUNCTIE 2: KENNISONTWIKKELING</i>	13
<i>FUNCTIE 3: KENNISDIFFUSIE IN NETWERKEN</i>	13
<i>FUNCTIE 4: RICHTING GEVEN AAN HET ZOEKPROCES</i>	13
<i>FUNCTIE 5: CREËREN VAN MARKTEN</i>	14
<i>FUNCTIE 6: MOBILISEREN VAN MIDDELEN</i>	15
<i>FUNCTIE 7: CREËREN VAN LEGITIMITEIT / CREATIEVE DESTRUCTIE</i>	15
<i>DYNAMIEK DOOR INTERACTIE</i>	15
3. NAAR EEN METHODE	19
3.1 HISTORISCHE-GEBEURTENISSENANALYSE	19
3.2 LITERATUUR EN DE CONSTRUCTIE VAN EEN DATABASE	20
3.3 CLASSIFICATIE VAN GEBEURTENISSEN	21
3.4 OPERATIONALISEREN VAN FUNCTIES	22
3.5 ANALYSE EN EVALUATIE OP BASIS VAN FUNCTIES	24
<i>ANALYTISCHE BENADERING: AFZONDERLIJKE FUNCTIES</i>	24
<i>SYSTEMISCHE BENADERING: INTERACTIE TUSSEN FUNCTIES</i>	25
<i>NORMatieve BENADERING: BEOORDELING OP BASIS VAN PERSPECTIEVEN</i>	25
4. BIOBRANDSTOFFEN IN NEDERLAND	27
4.1 HET TRANSITIETRAJECT ROND BIOTRANSPORTBRANDSTOFFEN	27
4.2 TECHNOLOGISCHE OPTIES	29
<i>EERSTE GENERATIE BRANDSTOFFEN</i>	29
<i>TWEDE GENERATIE BRANDSTOFFEN</i>	30
5. ANALYSE EN EVALUATIE VAN HET TRANSITIETRAJECT	33
5.1 DE ENTREPRENEURS	33
<i>MMB ELSBETT ENVIRONMENTAL ENGINES (1990)</i>	33
<i>BUSSEN OP BIO-ETHANOL IN GRONINGEN (1991-1995)</i>	34
<i>BUSSEN OP BIODIESEL IN ROTTERDAM (1992-1995)</i>	35
<i>PLEZIERVAART ALS NICHEMARKT (1995-2005)</i>	36
<i>DE BELOFTE VAN BIOCRUDE (1995-2005)</i>	38
<i>SOLIDS TO LIQUIDS (2000-2005)</i>	39
<i>NEDALCO BEHEERST HET KRACHTENVELD (1995-2005)</i>	41
<i>HY(PE)DROGEN IN AMSTERDAMSE STADSBUSSEN (2001-2005)</i>	43
<i>EEN NEDERLANDSE OPEC (2002-2005)</i>	44
<i>MEER OLIEMOLENS, MEER FABRIEKEN (2002-2005)</i>	47
<i>MEER GEBRUIKERS (2004-2005)</i>	49

5.2 HET INNOVATIESYSTEEM.....	52
<i>FUNCTIE 1: EXPERIMENTEREN DOOR ENTREPRENEURS</i>	52
<i>FUNCTIE 2: KENNISONTWIKKELING</i>	53
<i>FUNCTIE 3: KENNISDIFFUSIE IN NETWERKEN</i>	54
<i>FUNCTIE 4: RICHTING GEVEN AAN HET ZOEKPROCES</i>	55
<i>FUNCTIE 5: CREËREN VAN MARKTEN</i>	56
<i>FUNCTIE 6: MOBILISEREN VAN MIDDELEN</i>	57
<i>FUNCTIE 7: CREËREN VAN LEGITIMATIE / CREATIEVE DESTRUCTIE</i>	59
<i>FIGURENSET 1: FUNCTIES VAN INNOVATIESYSTEMEN</i>	61
5.3 MOTOREN VAN INNOVATIE.....	75
<i>TUSSEN VERWACHTING EN TWIJFEL: EEN HAPERENDE MOTOR</i>	75
<i>LEREN DOOR DE MARKT: EEN STARTENDE MOTOR</i>	76
<i>MARKTEN EN MACHTSBLOKKEN: EEN TWEETAL LOBBYMOTOREN</i>	76
<i>DE PRODUCENTEN EN DE CONSUMENTEN: EEN MARKTMOTOR</i>	78
<i>FIGURENSET 2: MOTOREN VAN INNOVATIESYSTEMEN</i>	81
5.4 EVALUATIE VAN HET TRANSITIEPROCES	89
<i>EVALUATIE PERIODE I: EEN ROMMELIGE AANLOOP (1990-1994)</i>	89
<i>EVALUATIE PERIODE II: MARKTEN EN MACHTSBLOKKEN (1995-2001)</i>	91
<i>EVALUATIE PERIODE III: TAKE-OFF (2002-2005)</i>	93
<i>EN NU VERDER</i>	94
6. CONCLUSIES	97
7. BRONNEN	99
APPENDIX	103
I. HET FUNCTIERAAMWERK EN HET MNP-RAAMWERK.....	105
<i>FUNCTIES EN MNP-ACTIVITEITEN</i>	105
<i>FUNCTIES EN TRANSITIEFASEN</i>	106
<i>FASE 1: VOORONTWIKKELING I</i>	107
<i>FASE 2: VOORONTWIKKELING II</i>	107
<i>FASE 3: TAKE-OFF</i>	108
<i>FASE 4: VERSNELLING</i>	108
II. OVERZICHT VAN VAKLITERATUURBRONNEN	109
III. DRIE PERIODEN	111

1. Introductie

Negatieve effecten van het gebruik van fossiele brandstoffen lijken toe te nemen. Issues van voorzieningszekerheid, economische afhankelijkheid en klimaatverandering staan steeds hoger op de politieke agenda, met als belangrijke doorbraak de internationale bekrachtiging van het Kyoto-protocol in februari 2005. De Nederlandse staat heeft volgens 'Kyoto' de verantwoordelijkheid om in de periode 2008-2012 de uitstoot van broeikasgassen met 6% te reduceren ten opzichte van 1990. Voor de lange termijn wordt bovendien gesproken van noodzakelijke aanvullende doelstellingen die een post-Kyoto energiebeleid moeten initiëren. [1] Wil de Nederlandse staat deze doelstellingen kunnen realiseren, dan is het noodzakelijk dat het huidige energiesysteem – dat vrijwel geheel is gebaseerd op fossiele brandstoffen – zowel qua technologie als qua organisatie *radicaal* verandert. [2] Men spreekt in deze context ook wel van een transitie. [3]

Een transitie wordt – volgens het NMP4 – opgevat als 'een langlopend, samenhangend maatschappelijk transformatieproces waarin technologische, economische, sociaal-culturele en institutionele vernieuwingen tot stand moeten worden gebracht, die vervolgens op elkaar inwerken en elkaar versterken'. [4] Het betreft hier dus een langdurig veranderingsproces dat (i) niet slechts het 'fysieke' energiesysteem betreft maar ook het geheel van sociale structuren daaromheen, dat (ii) doelgericht tot stand kan worden gebracht, en (iii) waarin we een dynamische interactie tussen verschillende veranderingsprocessen kunnen verwachten. Het is met name het tweede punt waaronder het idee van *transitiemanagement* moet worden begrepen. Met deze term heeft de Nederlandse overheid begin 2000 het transitiedenken gelanceerd in diverse takken van haar beleid: onder andere wat betreft landbouw, mobiliteit en ook energie. De basisgedachte achter het transitiedenken is dat het in principe mogelijk is om door middel van een bepaald type overheidsbeleid een transitieproces op gang te brengen, te beïnvloeden en wellicht zelfs bij te sturen. Volgens het transitiedenken is een dergelijk beleid gericht op 'het elimineren van systeemfouten in de maatschappelijke ordening' en is dit noodzakelijk om structurele (milieu)problemen op te lossen. [4]

Het idee van het in meer of mindere mate beheersen van een transitieproces roept beleidsrelevante theoretische en methodische vragen op. We hebben immers te maken met een bijzonder complex welhaast allesomvattend socio-technisch systeem dat van nature een weerstand tot verandering bezit en waarvan de werking nog maar ten dele wordt begrepen.

De vraag waar het MNP momenteel voor staat, is hoe het huidige transitiebeleid geëvalueerd kan worden. Momenteel wordt door verschillende ministeries een aanzienlijke hoeveelheid tijd en geld geïnvesteerd in het initiëren en versnellen van transitieprocessen. De vraag is of dit beleid tot de gewenste resultaten leidt. Om deze evaluatie te kunnen uitvoeren, is op de eerste plaats inzicht nodig in de huidige dynamiek van transitieprocessen; vervolgens moeten de resultaten worden afgewogen tegen de één of andere norm, een 'ideaaltypische' dynamiek. De auteurs proberen in dit rapport juist op dit punt een bijdrage te leveren. Zij doen dit door te focussen op een set

sleutelactiviteiten die noodzakelijk zijn voor de ontwikkeling van opkomende – of emergente – technologieën.

Het idee achter de benadering is dat een transitie wordt gevoed door (systeem)innovaties in de marge van het oude energiesysteem. Alleen vanuit deze zogenaamde niches [5] kan nieuwe technologie het oude systeem – of regime – bedreigen en uiteindelijk binnendringen. We noemen die ontwikkelingen binnen een niche, en de invloed daarvan op het energiesysteem door de tijd, een transitietraject. Voorbeelden van transitietrajecten zijn de ontwikkeling en diffusie van windturbines of van PV-cellen. Een transitietraject is een samenhangend *proces* dat wordt bepaald door een diverse verzameling van activiteiten; voorbeelden van dergelijke activiteiten zijn onderzoek en ontwikkeling, het ontwerpen van technologiegericht beleid, het mobiliseren van financiële middelen, maar ook de promotie van de technologie in het maatschappelijke debat. De verschillende activiteiten worden geconstitueerd door handelende actoren die voortdurend werken in de context van een bestaande structuur van sociale en technische factoren, ook wel het *innovatiesysteem* genoemd.

Ieder transitietraject beslaat uiteraard slechts een deel van de totale transitie en is qua concept deels een constructie van de onderzoeker. Echter, het is juist hierdoor dat een systematische analyse überhaupt mogelijk wordt. Door per transitietraject te focussen op een set sleutelactiviteiten – of *functies* – wordt het mogelijk om inzicht te krijgen in het innovatieproces dat aan de basis van iedere transitie ligt. In iedere niche zullen er uiteraard andere sociale en technische factoren zijn die het transitieproces beperken of juist aanjagen maar de voortgang van het proces zelf kan worden geëvalueerd in termen van (functionele) activiteiten en de interacties daartussen. Er zijn zeven centrale activiteiten – of *functies van innovatiesystemen* – die binnen het innovatiesysteem moeten worden verricht om het systeem goed te laten functioneren.

Het bovengeschetste idee vormt de basis voor het zogenaamde *functieraamwerk*. Deze benadering – die is ontwikkeld door de sectie Innovatiewetenschappen aan de Universiteit Utrecht – is gebaseerd op de theorie van innovatiesystemen, evolutionaire economie en organisatie-theorie. De kracht van het functieraamwerk ligt in de volgende kwaliteiten:

- De analyse geschiedt systematisch en maakt vergelijkingen over cases mogelijk;
- Een transitie wordt als een historisch proces benaderd en dynamische factoren – functies – maken dan ook expliciet onderdeel uit van de analyse;
- De evaluatie is in het bijzonder gebaseerd op proceskarakteristieken en niet op (potentiële) uitkomsten.¹

Het doel van deze rapportage is het ontwikkelen van een analytisch kader dat er toe kan bijdragen emergente transitietrajecten op systematische wijze te evalueren. Dit rapport bevat de resultaten van een exploratieve zoektocht in de vorm van een voorlopige synthese van bestaande theorieën en een uitvoerige illustratie van de gehanteerde

¹ Vanwege de nadruk op proceskarakteristieken zullen factoren als ruimtegebruik en kosteneffectiviteit slechts een secundaire rol spelen in de analyse; het is uitdrukkelijk niet ons doel om transitietrajecten te evalueren in termen van hun techno-economisch potentieel.

methode aan de hand van een casestudie over het in Nederland sterk in opkomst zijnde transitietraject rond biotransportbrandstoffen.

De centrale vragen die we in dit rapport zullen beantwoorden zijn:

- Hoe heeft het innovatiesysteem rond de ontwikkeling en toepassing van biobrandstoffen in Nederland zich ontwikkeld en wat waren de belangrijkste invloedsfactoren?
- Welke rol heeft het overheidsbeleid gehad op het functioneren van het innovatiesysteem?
- Biedt het *functieraamwerk* voldoende aanknopingspunten voor de evaluatie van het transitietraject rond biotransportbrandstoffen?

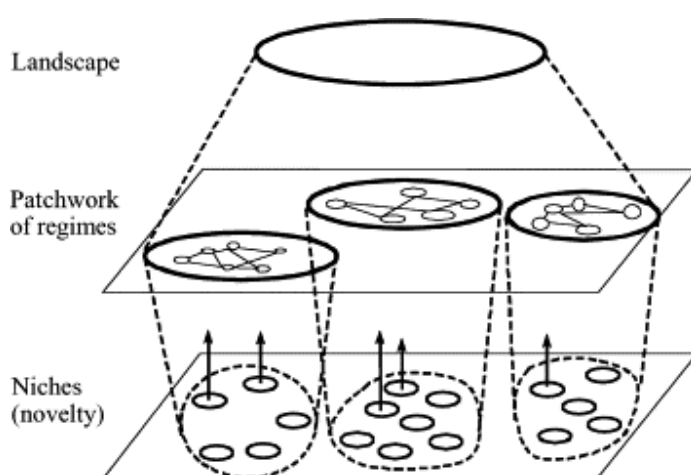
Het rapport is als volgt opgebouwd. Allereerst zullen we in hoofdstuk twee een uiteenzetting geven van de gehanteerde theorie. Hier zal met name ook aandacht worden besteed aan reeds bestaande theoretische stromingen op het gebied van transitie. Het derde hoofdstuk beschrijft de gehanteerde methodiek. In het vierde hoofdstuk wordt de casestudie over biobrandstoffen geïntroduceerd, welke in het vijfde hoofdstuk als onderwerp zal dienen voor de analyse en de evaluatie. We besluiten in hoofdstuk 6 met een conclusie.

2. Theoretisch Kader

Om de dynamiek van sleutelactiviteiten binnen het transitietraject biobrandstoffen in Nederland te kunnen evalueren is het belangrijk om de activiteiten te kunnen vergelijken met een theoretisch ideaaltypen van hoe transities plaatsvinden. Dit hoofdstuk geeft daartoe een theoretische startpunt. In de eerste paragraaf worden de overeenkomsten en verschillen met het werk van Frank Geels en anderen – het zogenaamde multi-level-model – geadresseerd. [6-8] De tweede paragraaf introduceert de basisconcepten van de functiebenadering; de derde en vierde paragraaf gaan specifiek in op het dynamische aspect van het raamwerk en het definiëren van de functies.

2.1 Transitie volgens het Multi-Level-Model

Een transitie wordt – in de wetenschappelijke literatuur – opgevat als een grote technologische transformatie in de wijze waarop maatschappelijke functies zoals energievoorziening, wonen, en transport worden vervuld. [6, 7] Cruciaal hierbij is dat het niet alleen de verandering van technologie betreft, maar ook de verandering van de sociale structuren (regels, normen, netwerken, gewoonten, kapitaalstromen) waarin de technologie is ingebed. Er is slechts beperkte ervaring met ‘opzettelijk’ geïnduceerde technologische transitie; vandaar dat ook weinig bekend is over de dynamiek van dergelijke processen. In Nederland – en ook steeds meer internationaal – is het zogenaamde multi-level-model (MLM) de meest gebruikte benadering om inzicht te verschaffen in historische processen die gekenmerkt worden door socio-technische verschuivingen; al sinds 2000 werken onder andere Rotmans et al. [9] aan deze analysemethode. Het MLM werkt vanuit een conceptuele opdeling van een transitie in drie aggregatieniveaus: het ‘niche-level’, het ‘regime-level’ en het ‘landschap-level’, overeenkomend met respectievelijk een micro-, meso- en macroperspectief. Een schematische weergave hiervan is weergegeven in figuur 2.1. [6, 7]



Figuur 2.1. Multi-level-model voor het beschrijven van transities.

Het MLM zegt kortweg dat vernieuwingen cruciaal zijn voor een transitie, maar dat het succes – in termen van innovatie en doorbraak – geconditioneerd wordt door het samenvallen van veranderingsprocessen die zich in eerste instantie min of meer onafhankelijk voltrekken op de drie verschillende aggregatieniveaus.

Vernieuwingen (inventies) zijn talrijk en worden ontwikkeld in de niches op microniveau. Op het regime-level vinden we een relatief consistent veld dat wordt gevormd door een sterk gekoppeld netwerk van actoren en sociale en technische (infra)structuren. De vernieuwingen hebben de potentie om succesvol te worden; een inventie kan namelijk de oplossing bieden voor problemen in het regime. Meer generiek: ze kan bepaalde voordelen bieden ten opzichte van oude technologie. Dergelijke verbeteringen zijn – in geval van een transitie – niet in het voordeel van gevestigde belangen en derhalve radicaal. Het regime wordt gekenmerkt door een zekere weerstand tegen structurele verandering, zowel in sociale als in technische zin.

De innovatieliteratuur staat vol met verhalen over technologie die in eerste instantie wordt tegengehouden door actoren met een belang in reeds bestaande producten. [10] Eén reden hierachter is het feit dat bij succesvolle vernieuwing de investeringen in de huidige productiecapaciteit vervroegd dienen te worden afgeschreven. Een meer fundamenteel probleem is bovendien dat de kennis die de basis vormt voor de belangrijkste regime-technologieën, veelal niet toereikend is voor de oude industrie om een omschakeling te maken naar nieuwe technologische principes. [11] Een mooi voorbeeld hiervan is de opkomst van de digitale fotografie; de kennisbasis voor deze technologie wijkt zo af van die van de analoge fotografie, dat bedrijven als Kodak grote moeite hebben om een succesvolle overstap te maken. Andere bedrijven maken juist gebruik van de nieuwe kennisbasis en veroveren zo een plek op een nieuwe markt.

Volgens het MLM kan de weerstand die vanuit het regime moet worden verwacht ten opzichte van de vernieuwingsimpulsen vanuit de niches tijdelijk worden opgeheven doordat er vanuit het landschapsniveau een zekere druk wordt uitgeoefend. Het landschapsniveau representeert daarmee de stroom van grootschalige (exogene) krachten die (vaak) richtinggevend is voor de verschuivingen die periodiek optreden in regimes; de macrokrachten creëren voor het regime als geheel de noodzaak tot vernieuwing en werken zodoende destabiliserend.

De interactie tussen processen op de drie niveaus bepaalt de succeskans van vernieuwingen. Indien de verschillende processen op de drie niveaus op elkaar ingrijpen en elkaar versterken, dan zullen niche-praktijken het microniveau overstijgen en worden *opgenomen* in het regime. Door dit proces dragen de vernieuwingen bij aan de aanpassing van het regime.

Een opeenvolgende serie van niche-successen leidt tot de structurele verandering van een regime, wat opgevat kan worden als een geslaagde transitie.

Het voornaamste probleem met het MLM is dat er betrekkelijk weinig aandacht wordt besteed aan de omstandigheden op microniveau die zorgdragen voor een grotere kans dat vernieuwingen uit het nicheniveau breken en opgenomen worden in het bestaande

regime. We zullen nu een theoretisch raamwerk introduceren dat dit probleem juist wel centraal stelt: het *functieraamwerk*.

2.2 Technologiespecifieke Innovatiesystemen

In tegenstelling tot het MLM gaat het functieraamwerk er niet van uit dat vernieuwingen uit niches worden *opgenomen* in een regime maar dat de niche steeds groter wordt waardoor bepaalde elementen uit het bestaande regime worden *verdrongen*. Het zijn de groei van een specifieke technologie en de bedreiging van deze technologie voor het bestaande regime die onderwerp van analyse zijn. We concentreren ons daarmee op het microniveau van het MLM om zo de dynamiek van het innovatieproces in meer detail te kunnen begrijpen.

De niche-processen – innovatieprocessen – waarin we geïnteresseerd zijn, worden doorgaans in gang gezet en gedreven door relatief kleine partijen die – gemotiveerd door optimistische toekomstverwachtingen – bereid zijn om grote risico's te nemen. Als entrepreneurs zien zij – veelal eerder dan anderen – de openingen in het regime waar het MLM model over spreekt; zij trachten met een projectmatige inspanning een beweging op gang te brengen die erop gericht is een deel van het bestaande socio-technische systeem omver te werpen om zo een marktpositie voor zichzelf te realiseren. Het is deze ideaaltypische Schumpeteriaanse entrepreneur die met zijn creatieve – en destructieve – potentieel de concrete basis vormt voor het transitieproces. [12]

De entrepreneur staat echter niet alleen maar bevindt zich in een omgeving; hij staat in relatie tot vele anderen en bovendien werkt hij in een reeds bestaande socio-technische structuur – die in eerste instantie wordt bepaald door processen op regime- en landschap-level – waar hij rekening mee dient te houden. Met de eerste projecten van de entrepreneurs wordt deze bestaande context geleidelijk aan en in toenemende mate veranderd; we zullen onze analyse richten op precies deze veranderende invloedssfeer van entrepreneurs en andere relevante actoren binnen een specifieke systeemniche. De theorie spreekt ook wel van een Technologiespecifiek Innovatiesysteem (TSIS). [13] Dit TSIS bestaat uit die actoren, netwerken, instituties en technologische condities, die de ontwikkeling, diffusie en toepassing van een nieuwe technologie beïnvloeden. Het technologiespecifieke innovatiesysteem kan worden beschouwd als de aanjager van een specifiek transitietraject.

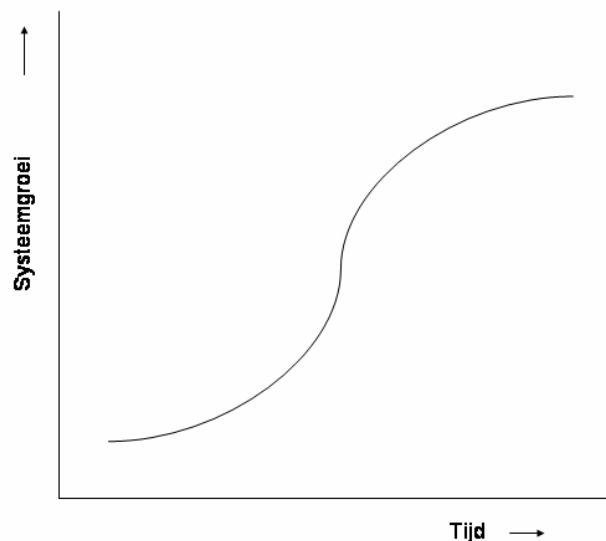
Als een opkomende technologie zich nog in de R&D-fase bevindt, zal het TSIS – en dus de invloedssfeer – nog klein zijn en slechts bestaan uit enkele onderzoekers en geldschietters. Bij technologisch succes en een groeiende technologische belofte, zal het aantal onderzoekers toenemen, onder andere bij concurrerende instellingen. Een gevolg hiervan is de toename van de beschikbare financiële middelen. Overheden en machtige industriële partijen zouden specifieke onderzoeksprogramma's kunnen lanceren om de technologie te stimuleren; zo worden ook deze actoren onderdeel van het TSIS. Na een eerste marktintroductie van de technologie groeit het TSIS door de komst van de eerste gebruikers en afnemers. Een eerste commerciële toepassing is een soort 'final boarding

call' voor concurrenten om zich ook in het nieuwe domein te begeven voordat hun achterstand te groot wordt. [14] De consequentie kan zijn dat het TSIS verder groeit doordat concurrenten eenzelfde (technologische) richting inslaan. Er ontstaat een eerste markt en bovendien worden instituties in toenemende mate aangepast en gevormd zodat er zich een geleidelijke vergroeiing van het innovatiesysteem met het regime voltrekt.

Indien een opkomend TSIS in staat is geweest om een nieuwe technologie te ontwikkelen, dan is de omvang en de invloedssfeer van het systeem tot dusdanige proporties toegenomen dat oude technologieën (gedeeltelijk) van de markt zijn verdreven. Veel van de actoren die zich nu in het TSIS bevinden waren ooit onderdeel van het regime; het TSIS is nu een deel van het bestaande regime geworden.

2.3 De Dynamiek van Innovatiesystemen

Op basis van het *functieraamwerk* wordt een succesvol transitietraject gezien als een positieve ontwikkeling van een TSIS. Het transitie management moet gericht zijn op het faciliteren van de groei van *diverse* TSIS die kansrijk worden geacht om bestaande regimes te veranderen. De veel gebruikte S-curve om de dynamiek van transitie weer te geven is bij uitstek geschikt om de ideaaltypische ontwikkeling van het TSIS te schetsen. In dit geval staat de verticale as voor de omvang – de invloedssfeer – van het innovatiesysteem, welke over het algemeen evenredig is met de diffusiecurve van de betreffende technologie. Voor een weergave van een typische S-curve, zie figuur 2.2.



Figuur 2.2. De S-curve geeft het ideaaltypisch beeld van een TSIS in ontwikkeling.

Het is nu de vraag wat de dynamiek achter de ontwikkeling van het TSIS als geheel bepaalt. Ons uitgangspunt is dat er – op structureel niveau – twee belangrijke invloedsfactoren zijn. Aan de ene kant zijn dat technische factoren en aan de andere kant zijn dat institutionele factoren.

TECHNISCHE FACTOREN

Allereerst hebben we te maken met de simpele materieelfysische beperkingen en mogelijkheden van de beschikbare technologie. Of het nu oude of nieuwe technologie betreft, de entrepreneur heeft altijd te maken met de harde werkelijkheid van de ‘dingen’ zelf. Een technologie is veranderbaar en binnen een zekere bandbreedte aan te passen aan de eisen van bijvoorbeeld de markt. Maar – en dit is iets waar veel innovatieliteratuur licht overheen stapt – met name bij de ontwikkeling en aanpassing van complexe installaties is de fysische materie weerbarstig en slechts ten dele om te vormen naar de wensen van de entrepreneur. [15]

Een voorbeeld is de ontwikkeling van biomassavergassingstechnologie die in eerste instantie ongeschikt was voor vochtige biomassa. In het licht van de (organisch)-afvalproblematiek was dit een tegenvaller in het licht van verdere ontwikkeling. Toen de technologie eenmaal geschikt was om juist ook organische reststoffen te vergassen, betekende dit een belangrijke impuls voor verdere experimenten.

Het zal duidelijk zijn: aan iedere technologie zijn structurele beperkingen verbonden, waardoor deze niet volledig flexibel is ten opzichte van de gewenste functionaliteit en de mogelijke inzet in het regime. Met het oog op de tweede belangrijke verklarende factor – de institutionele context – is het van belang om rekening te houden met deze dimensie.

INSTITUTIONELE FACTOREN

Instituties kunnen worden opgevat als de heersende waarden en normen in een sociale omgeving en – wat van belang is in de context van transitie-management – als de administratieve regels, wetten en conventies die de handelingen van individuen legitimeren, reguleren en coördineren. [16] Het systeem van instituties werkt faciliterend en schept zo de context die in belangrijke mate bepalend is voor alle activiteit van individuen en bedrijven. Het betreft regels die mogelijkheden scheppen – en in die zin een rol spelen bij het stimuleren van verandering in positieve zin – maar ook (zelfs gelijktijdig) een belemmering kunnen vormen. [17]

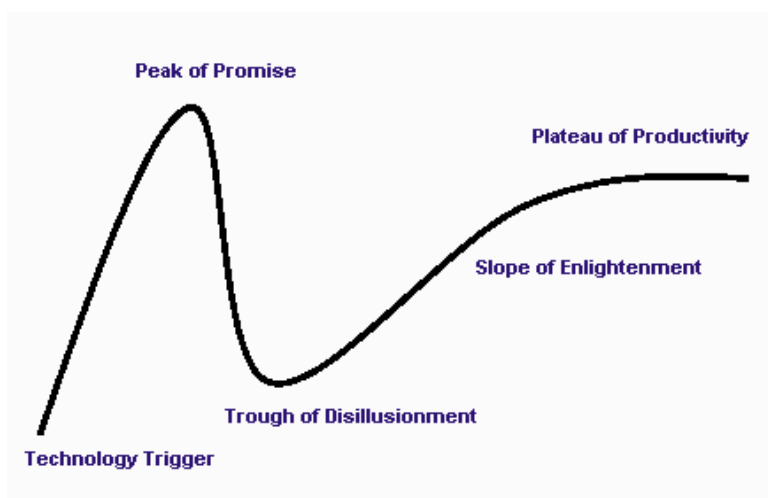
Instituties betreffen in principe de maatschappelijke wereld in al haar facetten; in dit onderzoek zullen we focussen op instituties die heersen in het publieke domein en die relevant zijn voor specifieke kwesties rond de technologieontwikkeling. Voorbeelden van stimulerende instituties binnen het energiedomein zijn dan innovatieprogramma's, MEP-gelden voor duurzame energie en de inzet van CO₂-reductiedoelstellingen. Voorbeelden van belemmerende instituties zijn vergunningsstelsels voor het plaatsen van windturbines en strenge emissieregels ten aanzien van biomassaverbrandingsinstallaties.

Traditioneel geldt de institutionele dimensie als een historisch gegroeide bijzonder stabiele wereld, symbool van inertie. Echter, instituties kunnen ook een destabiliserende

werking hebben – en zelfs de bedoeling hebben (andere) bestaande structuren af te breken. Dit is bij uitstek het geval in het geval van een goed werkend innovatiesysteem. Een bijzondere vorm van instituties – die in dit licht speciale aandacht verdient – betreft het alom aanwezige patroon van de (technologische) verwachtingen die leven in de samenleving. Door positieve verwachtingen ten aanzien van de mogelijkheden die een nieuwe technologie biedt, worden onderzoekers en entrepreneurs verleid om deze technologie verder te ontwikkelen en toe te passen. De invloed van verwachtingen op technologische ontwikkeling kan worden geïllustreerd met behulp van de zogenaamde ‘hype cycle’ zoals weergegeven in figuur 2.3.

De figuur laat zien dat verwachtingen rond een nieuwe technologie onstuimig en tot grote hoogte kunnen groeien. Denk aan de recente hype rond ICT. In veel gevallen kan een technologie op een zeker moment niet langer voldoen aan de enorme verwachtingen; veelal leidt dit tot een zeer snelle afname van vertrouwen in de technologie. Partijen trekken zich terug uit de ontwikkeling, wat tot gevolg heeft dat de verwachtingen nog verder dalen zodat een neerwaartse spiraal ontstaat. Een technologisch traject kan dan op twee manieren worden voortgezet. Of de neerwaartse spiraal leidt ertoe dat de ontwikkelingen definitief stagneren, of de ontwikkeling wordt op een bescheiden schaal voortgezet en ondersteund door een meer realistisch verwachtingenpatroon.

De innovatieve kracht van het innovatiesysteem wordt zo voor een belangrijk deel gevormd door zogenaamde ‘prospectieve structuren’ die gevormd worden door het collectief aan verwachtingen en beloften over de toekomst. [18] Prospectieve structuur kan – net als de reguliere structuur van het innovatiesysteem – worden opgevat als een context van regels; het betreft hier echter niet zozeer normatieve regels, als wel cognitieve regels die richting geven aan het denken en het zoeken naar oplossingsrichtingen voor nieuwe technologie; zie ook hier Scott. [16]



Figuur 2.3. De ‘hype cycle’ beschrijft een typisch patroon van verwachtingendynamiek [19].

INTERACTIE EN 'ALIGNMENT'

Zowel de institutionele factoren als de technische factoren worden in zichzelf gekenmerkt door een zekere weerbaarheid. Het vereist derhalve creativiteit en energie om instituties op één lijn te krijgen met de karakteristieken van de technologie. Het is de belangrijke 'taak' van het innovatiesysteem om door een voortdurend proces van 'alignment', zowel de bestaande technologie als de bestaande instituties zodanig te vervormen dat er een positieve ontwikkeling in gang wordt gezet waarin de technologie en de instituties steeds beter op elkaar worden afgestemd. Traditioneel speelt de entrepreneur hierin de hoofdrol maar in de context van transitie management ligt hier bij uitstek ook een belangrijke taak voor de nationale overheid; zij moet de relevante formele instituties zodanig aanpassen dat ze faciliterend werken voor de entrepreneurs bij het ontwikkelen en toepassen van nieuwe technologie.

METEN EN EVALUEREN VAN DYNAMIEK

Het doel van deze studie is te komen tot een methode voor het evalueren van transitietrajecten die zich in een vroeg ontwikkelingsstadium bevinden, de zogenaamde emergente systemen. We hebben in het voorgaande gesteld dat een succesvol transitietraject gezien kan worden als de positieve ontwikkeling van een TSIS en de uiteindelijke vergroeiing daarvan met het bestaande regime. Bij het evalueren van dit transitieproces gaat het erom de dynamische karakteristieken van het in ontwikkeling zijnde TSIS te meten.

De zojuist besproken structurele invloedsfactoren die ten grondslag liggen aan de dynamiek zijn niet geschikt om een inzicht te geven in dynamiek aangezien ze niet meten wat er in het innovatie systeem *gebeurt*. Voor het evalueren van systeem dynamiek moeten we dan ook op zoek naar de sleutelactiviteiten die binnen het innovatiesysteem worden ontplooid. We dienen ons vervolgens af te vragen of de activiteiten die plaatsvinden een stimulerende dan wel een stagnerende werking hebben op de ontwikkeling van het innovatiesysteem.

In recente studies heeft men op basis van intensieve literatuurstudie van innovatiestudies een lijst met kernactiviteiten opgesteld waarvan algemeen wordt verwacht dat ze noodzakelijk zijn voor de positieve ontwikkeling van een innovatiesysteem. [20-23] Deze set aan kernactiviteiten – of *functies* – is empirisch onderzocht en de onderzoekers zijn positief over de evaluatieve kracht van dit instrument ten aanzien van het identificeren van sterke en zwakke punten in technologische transitieprocessen. [24] Op basis van inzichten verkregen door diverse empirische studies is de inhoud en omvang van de set aan kernactiviteiten een aantal malen bijgesteld. Recentelijk is in overleg tussen de onderzoekers van de Universiteit Utrecht die deze methode gebruiken en onderzoekers van de TU Chalmers (Zweden), een overeenstemming bereikt over de activiteitenset zoals deze door beide universiteiten zal worden gebruikt in toekomstig empirisch onderzoek.

2.4 Functies van Innovatiesystemen

FUNCTIE 1: EXPERIMENTEREN DOOR ENTREPRENEURS

Aan de basis van het TSIS staat de entrepreneur, ofwel de ondernemer. De rol van de entrepreneur is het omzetten van nieuwe kennis – in de vorm van inventies – in innovatie. [12] Hij doet dit door reeds aanwezige kennis te recombineren en te koppelen aan bestaande structuren en netwerken. Het is zijn uiteindelijke doel om voor zijn technologie een nieuwe markt te creëren of een bestaande markt (gedeeltelijk) te veroveren. Zonder actoren die de rol van de entrepreneur op zich nemen, is er geen systeemverandering mogelijk; er zijn nu eenmaal partijen nodig die de financiële risico's durven dragen voor het ontwikkelen van een (radicaal) nieuwe technologie. De entrepreneurs zijn de drijvende kracht achter iedere vorm van innovatie.

In klassiek Schumpeteriaanse zin is de entrepreneur een nieuwkomer, een startende onderneming maar in de praktijk kunnen ook bestaande ondernemingen – met gevestigde belangen in het regime – deze rol op zich nemen. Dit gebeurt bijvoorbeeld doordat zij hun activiteitenportfolio verbreden of door middel van de strategische overname van bedrijfjes die actief zijn op het gebied van de opkomende technologie.

Het belang van 'entrepreneurship' hangt direct samen met de noodzaak tot experimenteren. Door het opzetten van experimenten creëert de entrepreneur een praktijksituatie waarin geleerd wordt en waarin de technologie voor het eerst – op beperkte schaal – in aanraking komt met andere actoren, waaronder vaak ook de gevestigde industrie en de eerste gebruikers. Door te experimenteren begeeft de entrepreneur zich met zijn technologie in confrontatie met de doorgaans weerbarstige praktijk. In deze confrontatie wordt een eerste structurele basis geschapen voor het functioneren van de technologie; zij vormt zo de aanzet tot de ontwikkeling van het innovatiesysteem.

De collectieve inspanningen van de entrepreneurs leiden normaliter tot een eerste legitimatie van de technologie. Er wordt – bij herhaaldelijk succesvolle experimenten – een basis van vertrouwen gecreëerd. Dit vertrouwen betekent de afname van onzekerheden in het technologieveld en daarbuiten. Voor het verdere verloop van het technologische traject is deze afname in onzekerheid cruciaal, in cognitieve zin maar ook in een meer sociaal-politieke zin.² Aangezien de doeltoestand van een technologische transitie principieel onzeker is, is in een vroeg stadium een grote variëteit aan experimenten nodig.

² Voor een uitvoerige analyse van vormen van onzekerheid in transitieprocessen, zie Meijer (2005) [25]. De auteurs geven onder andere een typologie van onzekerheden, die in bepaalde opzichten als de negatieve zijde kan worden gezien van de set functies. Zij maken onderscheid in onzekerheden op basis van technologie, bronnen, concurrenten, toeleveranciers, consumenten, politiek en regelgeving.

FUNCTIE 2: KENNISONTWIKKELING

Innovatie kan worden opgevat als de succesvolle recombinate van bestaande kennis. De groei van kennis en de leerprocessen die daaraan ten grondslag liggen – zijn daarmee principiële elementen voor het functioneren van een innovatiesysteem. Lundvall, één van de grondleggers van de innovatiesysteembenadering, verwoordt dit als volgt:

The most fundamental resource in the modern economy is knowledge and, accordingly, the most important process is learning. [26]

Onder kennisontwikkeling verstaan we zowel ‘learning by searching’ als ‘learning by doing’. ‘Learning by searching’ is het ontwikkelen van nieuwe kennis in fundamenteel onderzoek, terwijl ‘learning by doing’ het leerproces benadrukt dat plaatsvindt in praktijksituaties, bijvoorbeeld gedurende de eerste draaiuren van een nieuw productieproces. Een belangrijk aspect van kennisontwikkeling is het effect van de toenemende diversiteit in aanwezige technische en institutionele opties voor verandering.

FUNCTIE 3: KENNISDIFFUSIE IN NETWERKEN

Het netwerk van actoren vormt – in meest concrete zin – de organisatiestructuur van ieder innovatiesysteem. Volgens Carlsson and Stankiewicz is de essentiële functie van een netwerk de flexibele uitwisseling van informatie. [13] Dit is zowel belangrijk in onderzoeksnetwerken voor het uitwisselen van de laatste stand van zaken rond de technologieontwikkeling maar ook in de meer heterogene netwerken waar onderzoekers in contact komen met overheden en marktpartijen. Vooral het laatste type netwerken is belangrijk voor de afstemming van beleidsbeslissingen op de voortdurend in ontwikkeling zijnde technologische karakteristieken. Hierbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan de ontwikkeling van standaarden of aan het formuleren van langetermijndoelstellingen ten aanzien van de voortschrijdende technologische ontwikkeling. Netwerkactiviteiten spelen ook een rol bij het aanpassen van R&D-agenda’s aan de preferenties van gebruikers. Het leerproces dat in de context van innovatienetwerken van belang is, benoemt men ook wel met de term ‘learning by interacting’. In het geval van producent-gebruikersrelaties heeft men het over ‘learning by using’.

FUNCTIE 4: RICHTING GEVEN AAN HET ZOEKPROCES

De middelen beschikbaar voor de functie ‘kennisontwikkeling’ zijn beperkt. Aangezien er in de regel meerdere technologische opties naast elkaar bestaan, is het derhalve van belang om de beschikbare onderzoeksmiddelen te concentreren op de meer kansrijke opties. De functie ‘richting geven aan het zoekproces’ heeft betrekking op die activiteiten die dit keuzeprocess beïnvloeden. De functie wordt idealiter gedragen door een diversiteit aan actoren die ieder hun invloed uitoefenen (industrieën, overheden, belangenorganisaties, consumenten). De preferenties van verschillende actoren kunnen uiteenlopen of convergeren. In het laatste geval wordt de (structurele) onzekerheid rond een technologie gereduceerd; vanuit de optiek van de entrepreneur is een dergelijke dynamiek te prefereren.

Waar het bij de boven beschreven functies met name gaat om het kwantitatieve aspect van kennisontwikkeling, in de vorm van de stimulering van variëteit en leerintensiteit, daar ligt bij deze functie de nadruk op het meer kwalitatieve aspect, in de vorm van selectie. De selectie uit technologische opties is essentieel, daar zij de richting bepaalt van technologieontwikkeling en daarmee uiteindelijk de vorming van het transitietraject. Dat dit belangrijk is voor de entrepreneur zal duidelijk zijn, maar de functie is ook maatschappelijk gezien cruciaal. Immers, in een gezond functionerend innovatiesysteem zal de sociale wenselijkheid van een technologie een belangrijke drijvende kracht zijn voor de totstandkoming, de uiteindelijke vorm en de inbedding in het regime. De richting van technologische ontwikkeling is daarmee niet autonoom, maar sterk afhankelijk van institutionele factoren.

Het selectieproces wordt gestuurd door enerzijds een politieke agendering vanuit de relevante overheden en anderzijds door meer cognitieve impulsen – verwachtingen en beloften – vanuit het collectief van entrepreneurs. Ook al zijn verwachtingen niet altijd gebaseerd op accurate technologische gegevens, ze kunnen wel zeer bepalend zijn voor het in gang zetten van een bepaalde dynamiek. Ook veranderende preferenties in de maatschappij kunnen – indien helder en duidelijk gearticuleerd – een sterke invloed uitoefenen op de richting van R&D-activiteiten.

Een voorbeeld van het eerste is de nationale doelstelling met betrekking tot duurzame energie in Nederland; dit creëert een zekere mate van legitimiteit voor investeringen in duurzame-energietechnologie. Een voorbeeld van het tweede is de opkomende golf van verwachtingen ten aanzien van waterstof als brandstof; de belofte van een emissieloze toekomst is zo krachtig dat dit allerlei activiteiten aanwakkert op het gebied van onderzoek, beleid en (publieke) verwachtingen. Dit leidt weer tot nieuwe marktkansen voor entrepreneurs, waardoor zij in de opzet van experimenten verder worden gestimuleerd.

FUNCTIE 5: CREËREN VAN MARKTEN

Nieuwe technologie kan doorgaans niet concurreren met bestaande technologie die al ver is doorontwikkeld en optimaal is afgestemd op de bestaande infrastructuur en de wensen van de consument. Rosenberg (1976) zegt hier het volgende over:

Most inventions are relatively crude and inefficient at the date when they are first recognized as constituting a new innovation. They are, of necessity, badly adapted to many of the ultimate uses to which they will eventually be put; therefore, they may offer only very small advantages, or perhaps none at all, over previously existing techniques. Diffusion under these circumstances will necessarily be slow. [27]

Het is om deze reden belangrijk dat er – voor emergente technologie – beschermde markten worden gecreëerd. Eén mogelijkheid is de vorming van zogenaamde nichemarkten voor specifieke toepassingen van een technologie. [28] Dit gebeurt bijvoorbeeld als een entrepreneur zich richt op een bijzonder segment van de markt dat niet adequaat wordt bediend door conventionele technologieën.

Een andere vorm van marktontwikkeling is het institutionaliseren van een tijdelijk concurrentievoordeel ten opzichte van de oude technologie waardoor concurrentie op de markt mogelijk wordt. Een dergelijke algemene marktinterventie is met name geschikt vanuit de gedachte van het behoud van een collectief goed. Een voorbeeld van toepassing is het vrijstellen van duurzame energietechnologie van de regulerende energiebelasting. In de nichemarkt kunnen entrepreneurs en gebruikers leren met betrekking tot de nieuwe technologie; bovendien worden nieuwe verwachtingen gewekt en/of bijgesteld.

FUNCTIE 6: MOBILISEREN VAN MIDDELEN

Financiële middelen en menselijk kapitaal (in de vorm van de juiste praktische kennis en vaardigheden) zijn essentieel als basis input voor alle activiteiten binnen het innovatiesysteem. Bovendien is voor veel technologieën – met name ook op energiegebied – de aanwezigheid en de succesvolle aanvoer van fysieke bronnen relevant.

FUNCTIE 7: CREËREN VAN LEGITIMITEIT / CREATIEVE DESTRUCTIE

In het voorgaande is betoogd dat de opkomst van nieuwe technologie doorgaans tot weerstand leidt in het regime. Echter, een succesvolle ontwikkeling van nieuwe technologie houdt in dat deze weerstand wordt overwonnen. Het is daarmee noodzakelijk dat er tegenkrachten worden gemobiliseerd en gebundeld die samen sterker zijn dan de regimeweerstand. In de vorming van dit krachtenveld spelen zogenaamde ‘advocacy coalitions’ een belangrijke rol [29, 30]. Dit zijn coalities van actoren die een gedeeld belang hebben in de emergente technologie; zij ontplooiën de nodige lobbyactiviteiten in de richting van overheden en andere machtsblokken om zo het bestaande institutionele veld zodanig om te vormen, dat het beter aansluit bij het opkomende technologische veld. Indien het innovatiesysteem in staat is om de technologie op de politieke agenda te krijgen, dan zal de kans op succesvolle implementatie toenemen. Idealiter leiden de diverse politieke impulsen tot de gedeeltelijke afbraak van de instituties – in termen van beleid en legitimatie – rond de oude technologie.

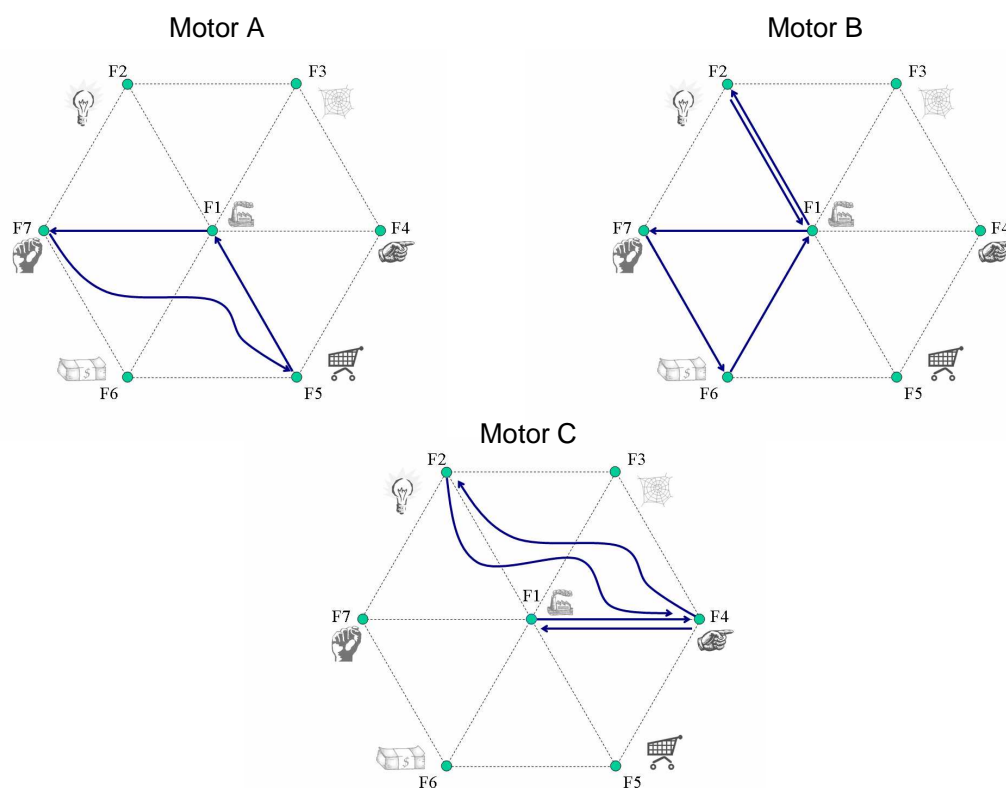
De functie representeert de creatieve destructie van de entrepreneurs; indien succesvol vervuld, dan leidt zij tot een toenemende legitimiteit van de nieuwe technologie. Voor het creëren van legitimiteit zullen de coalities overigens een beroep doen op bestaande beloften van de technologische optie, bijvoorbeeld in het licht van duurzaamheid. De intensiteit van deze functie hangt naar verwachting positief samen met de beschikbaarheid van middelen en de aanwezigheid van positieve verwachtingen.

DYNAMIEK DOOR INTERACTIE

Het analyseren van bovenstaande functies is van belang voor het verkrijgen van inzicht in de dynamiek van het innovatiesysteem. De mate van functievervulling in de tijd kan worden gezien als een belangrijke indicator voor het succes van een transitietraject. Bovendien kan op basis van het verloop van de zeven functies een inschatting worden gemaakt van sterke en zwakke punten van het innovatiesysteem in kwestie. Deze analytische benadering voor het evalueren van het transitieproces kan worden uitgebreid

met een meer systemische – of holistische – benadering, als behalve het individuele verloop van de systeemfuncties in de tijd ook het patroon van interacties tussen de functies in beschouwing wordt genomen. We verwachten – zoals boven al geschetst – dat de dynamiek van het innovatiesysteem deels kan worden verklaard door het optreden van positieve dan wel negatieve interactie-effecten.

Als verschillende activiteiten in het innovatiesysteem elkaar positief beïnvloeden, kan een zogenaamde zelfversterkende dynamiek ontstaan. Bijvoorbeeld: een snelle toename van kennis kan leiden tot hoge verwachtingen van een opkomende technologie; het positieve



Figuur 2.4. Patronen van positieve terugkoppeling als motoren van een innovatiesysteem.

imago leidt tot toetreden van nieuwe partijen en meer beschikbare middelen voor onderzoek, wat weer kan leiden tot de toename van kennis. Een ander voorbeeld: hoge verwachtingen, stimuleren de opkomst van lobbies en coalitiepartijen, wat kan leiden tot het creëren van nieuwe markten; met de groei van de markt worden de entrepreneurs gestimuleerd om hun projecten verder uit te breiden. In figuur 2.4 worden een aantal *mogelijke* patronen van dit type zelfversterkende cycli weergegeven.

Er zijn meer patronen denkbaar. We noemen een positieve cyclus een motor; de motoren zijn – beschouwd vanuit een systeemperspectief – de belangrijkste drijvende krachten achter de interne dynamiek van het innovatiesysteem.

Motor A is de lobby-markt-motor. Entrepreneurs [F1] lobbyen voor een betere institutionele ondersteuning van de emergente technologie [F7]; dit leidt tot initiatieven van de overheid om de marktpositie van de technologie (tijdelijk) te versterken [F5], wat vervolgens opnieuw leidt tot toenemende activiteiten door (nieuwe) entrepreneurs [F1].

Motor B is de lobby-middelen-motor. Deze motor is gebaseerd op de rol van middelenverstrekking. Er wordt door entrepreneurs [F1] gelobbyd om financiële middelen [F6]; deze middelen doen dienst als financiering van de projecten [F1] en resulteren zo tot nieuwe kennisontwikkeling [F2]; dit leidt vervolgens weer tot een toename van activiteiten onder de entrepreneurs [F1]; indien progressie wordt geboekt zal dit opnieuw leiden tot de mobilisatie van middelen [F7] [F6].

Motor C is de verwachtingenmotor. Maatschappelijke wensen worden door entrepreneurs [F1] vertaald in richtinggevende activiteiten [F4]. Dit zwingelt onderzoek en ontwikkeling aan met betrekking tot de nieuwe technologie [F2]; positieve resultaten hebben tot gevolg dat verwachtingen worden gewekt [F4] waardoor entrepreneurs mogelijkheden zien om technologische kansen te benutten [F1]. Het feit dat de entrepreneurs in toenemende mate succes boeken, is vervolgens weer richting gevend voor verdere kennisontwikkeling [F4]. In de meest extreme zin kan een verwachtingenmotor ‘oververhitten’ en uitmonden in een ‘hype cycle’ zoals beschreven in hoofdstuk 2.3.

Figuur 2.4 laat slechts een drietal mogelijke mechanismen van motoren zien; er zijn nog vele vormen denkbaar. Bovendien is het van belang op te merken dat de dynamiek tussen functies niet ‘automatisch’ tot stand komt. De functies zijn weliswaar de bouwstenen van de motoren, maar de positieve – of negatieve – terugkoppelingsmechanismen tussen de functies hangt met name af van het werk van de actoren en de concrete onderliggende institutionele en technische factoren die hun situatie bepalen.

Een gebrekkige systeemdynamiek kan overigens nu wel worden aangetoond, namelijk door te wijzen op een tekortkoming in de werking van specifieke motoren. De oorzaak kan dan in eerste instantie worden gezocht in de afwezigheid – of gebrekkige vervulling – van bepaalde functies; beleid dient zich te richten op het versterken van die ontbrekende functies. In tweede instantie is het dan van belang om oog te hebben voor de structurele context die aan die specifieke functie ten grondslag ligt.

Samenvattend kunnen we nu stellen dat er voor het tot stand brengen van een systeemdynamiek, een vervulling nodig is van enkele cruciale functies. Door de interactie tussen de verschillende functies kunnen positieve terugkoppelingen ontstaan die versterkend werken: zogenaamde motoren.

Indien deze motoren aanwezig zijn dan is sprake van wat in de literatuur ‘virtuous circles’ worden genoemd. Ook kan er sprake zijn van zogenaamde ‘vicious circles’. Dit zijn negatieve terugkoppelingscycli die ertoe leiden dat activiteiten een (gedeeltelijk) negatieve weerslag hebben op de innovatiesysteemstructuur en zo een stagnerende invloed uitoefenen op andere activiteiten.

Een voorbeeld is het terugdraaien van een subsidieprogramma (vermindering van middelen); dit leidt tot lagere verwachtingen ten aanzien van de nieuwe technologie, wat vervolgens leidt tot het stoppen van activiteiten door entrepreneurs waardoor resultaten uitblijven en het vertrouwen in de technologie nog verder daalt; de resterende subsidieprogramma's worden vervolgens ook gestopt.

Transitiemanagement houdt in dat motoren in stand worden gehouden en dat wordt voorkomen dat deze oververhitten (zie eerder de discussie over 'hype cycle'); beleid moet erop gericht zijn (structurele) systeemfouten – in de vorm van irreversibele negatieve terugkoppelingen – te voorkomen en te doorbreken.

3. Naar een Methode

Het werk zoals het tot dusver overwegend is gedaan op het gebied van de analyse van innovatiesystemen, is overwegend gericht op het maken van statische vergelijkingen tussen verschillende landen, regio's of sectoren. Voor dergelijke analyses is het qua methode doorgaans afdoende om enkele semi-gestructureerde interviews af te nemen bij de belangrijkste spelers in het veld. Ook in de context van het functieraamwerk is dit type informatie waardevol. De functies dienen dan als middel om vragen te structureren en zo de vergelijkingsbasis te versterken; middels interviews kan bovendien de actuele toestand van het innovatiesysteem worden vastgesteld en vervolgens worden geëvalueerd. Echter, we hebben in het voorgaande hoofdstuk al benadrukt dat het in de context van transitie, van belang is om niet alleen de situatie van het heden in beschouwing te nemen maar juist ook inzicht te verschaffen in de dynamiek die ten grondslag ligt aan het transitieproces. In andere woorden, kennis over de ontwikkelingsgeschiedenis van het innovatiesysteem – en daarmee het transitietraject – is voor een evaluatie onontbeerlijk.

Willen we er in slagen om deze factor mee te nemen in het onderzoek, dan is het van belang om een andere methode te hanteren; en wel een methode die geschikt is voor het in kaart brengen van activiteiten en verandering. De methode die we hanteren is grotendeels gebaseerd op recente literatuur uit de organisatietheorie waarin wordt getracht meer methodische grip te krijgen op het dynamische aspect van innovatie en sociale verandering. [31-36]

We zullen in dit paper aandacht besteden aan de zogenaamde historische-gebeurtenissenanalyse. De nadruk zal liggen op het ontwikkelen en analyseren van een database met gebeurtenissen; dit is de belangrijkste empirische basis voor het verkrijgen en interpreteren van de noodzakelijke historische data. Uiteraard kunnen dingen als interviews, patentanalyses en netwerkanalyses het onderzoek verder ondersteunen; bovendien zijn de interviews een uitstekend middel ter validatie van de belangrijkste resultaten en conclusies. Dergelijke methoden zijn echter complementair en niet essentieel; in het licht van de methodische doelstelling die aan de basis ligt van dit rapport, hebben we er voor gekozen om ons voor nu exclusief te richten op de analyse van literatuurbronnen.

3.1 Historische-Gebeurtenissenanalyse

De onderzoekseenheid voor de historische-gebeurtenissenanalyse is de gebeurtenis. Het idee is om – voornamelijk op basis van (vak)literatuur – al die gebeurtenissen te verzamelen die relevant zijn voor de ontwikkelingen van het innovatiesysteem in kwestie. De verschillende gebeurtenissen worden vervolgens gecategoriseerd en per *type* aan de zeven functies toegekend; gebeurtenissen zijn daarmee indicatoren die ons in staat stellen de functies – de belangrijkste theoretische constructen in ons model – empirisch te meten. Per gebeurtenis wordt bovendien aangegeven om welke technologische optie het gaat en welk actoren er bij betrokken zijn. Als alle empirische informatie is gecategoriseerd en er geen belangrijke restcategorieën blijken te zijn, dan kunnen we op basis van een operationalisatieschema de verschillende type gebeurtenissen – als indicatoren –

toekennen aan de functies. De functies worden gemeten door types van gebeurtenissen per jaar te beschrijven; zodoende ontstaan er patronen in de tijd die kenmerkend zijn voor de verschillende functies.

De functies worden – waar mogelijk – gekwantificeerd door het aantal gebeurtenissen per functie voor ieder jaar op te tellen. Hierbij moet worden opgemerkt dat sommige gebeurtenissen een positief effect zullen hebben en andere een negatief effect op de ontwikkeling van het innovatiesysteem. Met dit onderscheid wordt rekening gehouden; de implicatie is dat voor sommige functies zowel een positieve als een negatieve component wordt gemeten, denk bijvoorbeeld aan uitspraken van positieve *en* negatieve verwachtingen over een nieuwe technologie door verschillende actoren. We sommeren de twee componenten *niet*, omdat het onderscheid tussen de negatieve en de positieve component veelal een reële strijd betreft in termen van de gerichtheid van aanwezige activiteiten; deze strijd zou niet zichtbaar zijn als we alleen de netto-uitkomst van een sommatie zouden tonen.

Door uiteindelijk de verschillende functiepatronen in de tijd te volgen en te beschrijven, geven we een benadering van de ontwikkelingen door de tijd, op systeem niveau. In eerste instantie blijft deze analyse nog descriptief. Op een hoger analytisch niveau kunnen we op basis van deze informatie zoeken naar de motoren, zoals geschetst in het vorige hoofdstuk. De evaluatie is geheel gebaseerd op de werking van de individuele functies en op de werking van de motoren.

Alvorens in detail te treden over de evaluatie van het innovatiesysteem en de rol van de overheid daarin, wordt eerst de praktische kant van de analyse – in vier stappen – doorlopen.

3.2 Literatuur en de Constructie van een Database

De eerste stap is een literatuuronderzoek met als doel het vullen van een database met de benodigde informatie, en dan vooral met gebeurtenissen. Deze literatuurscan vormt een eerste – en de meest ruwe – selectiefilter voor de analyse. Alleen die artikelen worden geregistreerd die op de één of andere manier verwijzen naar de toepassing van biobrandstoffen als transportbrandstof in Nederland. De bronnen die zijn gebruikt bij de constructie van de database zijn weergegeven in appendix II.

Tijdens het invoeren worden de artikelen genummerd; bovendien wordt per artikel een opsplitsing gemaakt naar zogenaamde *incidenten* op basis van de verschillende hoofdpunten in het artikel. Een incident is ofwel een gebeurtenis, ofwel een evaluatie van een gebeurtenis, ofwel een stuk contextuele informatie. Iedere gebeurtenis is dus een incident maar niet ieder incident is een gebeurtenis. De opdeling in incidenten heeft twee doelen: (i) zij brengt een algemeen onderscheid aan tussen de beschreven gebeurtenissen en de algemene of de reflecterende beschouwingen in de tekst, en (ii) zij maakt een eerste opdeling in de verschillende gebeurtenissen naar typen van gebeurtenissen mogelijk. Bij de invoer wordt de database dus al gedeeltelijk toegespitst op de latere classificatie van gebeurtenissen in typen en dus ook op de operationalisatie van de functies.

3.3 Classificatie van Gebeurtenissen

Iedere gebeurtenis in de database wordt gecategoriseerd. Dit proces vereist veel ervaring met de empirie; in zekere zin moet de onderzoeker al een ruw beeld hebben van de totaliteit aan gebeurtenissen die de geschiedenis van het innovatiesysteem bepalen, alvorens hij in staat is de gebeurtenissen op een zinvolle wijze te categoriseren. De implicatie is dat het vrijwel onmogelijk is om ‘in één slag’ een classificatiesysteem te creëren dat ondubbelzinnig en valide is. Bij eerste kennismaking met de berichten in de literatuur wordt een ruwe typologie gemaakt die gedurende het proces steeds wordt bijgesteld op basis van vorderend inzicht. Als alle gebeurtenissen door middel van dit inductieve proces getypeerd zijn, volgt een tweede slag waarbij we trachten om kleinere categorieën samen te voegen en zo clusters te vormen. Dit wordt herhaald tot er slechts een kleine groep van restcategorieën overblijft. In tabel 1 is het resultaat te zien van deze clustering.

Tabel 1. Een classificatie van gebeurtenissen zoals ‘gedistilleerd’ uit vakliteratuur; de vetgedrukte letters geven aan welke gebeurtenistypen zijn gebruikt voor een kwantitatieve analyse.

Gebeurtenistype	Aantal	Gebeurtenistype	Aantal
Accijnsvrijstellingen	2	Prijzen en promotieactiviteiten	14
Constructieactiviteit	12	Project start	28
Dissensus	12	Project stopt	9
Entries	9	Rapporten en beleidsdocumenten	13
Evaluaties	62	Regulatieve steun	21
Handleidingen en standaarden	19	Regulatieve weerstand	4
Investeringen	4	Richtlijnen	7
Meetings	60	Studies (desktop/haalbaarheid)	133
Meningen negatief	8	Studies (experimenteel/praktisch)	65
Meningen positief	6	Subsidieprogramma's	22
Patenten	2	Subsidieverleningen	16
Platformen en allianties	7	Twijfel	8
Politieke druk en lobbyactiviteiten	37	Uiting van verwachtingen negatief	20
Politieke intentieverklaringen negatief	33	Uiting van verwachtingen positief	133
Politieke intentieverklaringen positief	131	Uitkomsten van onderzoek negatief	24
Portfolio-uitbreidingen	2	Uitkomsten van onderzoek positief	38
Praktische intentieverklaringen positief	8	Uitkomsten van proef negatief	6
Presentaties	13	Uitkomsten van proef positief	18

De tabel is gebaseerd op de analyse van ongeveer 1000 gebeurtenissen; dit betreft zowel reële gebeurtenissen – de dingen die plaatsvinden ‘in de buitenwereld’ – als zogenaamde prospectieve gebeurtenissen – denk aan verwachtingen en intentieverklaringen – zoals die in zekere zin gecreëerd worden in de media zelf. De tabel geeft een vereenvoudigde benadering van het werkelijke schema; om verwarring te voorkomen zijn er namelijk enkele kleinere clusters weggelaten. Deze spelen echter geen rol in de latere analyse dus het schema is representatief voor de uitkomst van de classificatie.

Het schema maakt duidelijk dat sommige typen gebeurtenissen talrijker zijn dan anderen; dit heeft enerzijds te maken met het feit dat de geraadpleegde literatuur gekleurd is door journalistieke voorkeuren; anderzijds komt dit doordat sommige activiteiten ‘van nature’ minder voorkomen. Subsidieprogramma's worden nu eenmaal minder vaak opgestart dan nieuwe projecten. Deze punten van representativiteit en databeschikbaarheid vormen de

belangrijkste (praktische) input voor de verdere werkwijze; er moet namelijk worden besloten welke gebeurtenistypen geschikt zijn voor het meten van de zeven functies en vervolgens welke van deze gebeurtenistypen geschikt zijn voor een kwantitatieve analyse en welke voor een overwegend kwalitatieve analyse.³

3.4 Operationaliseren van Functies

De volgende stap is het toekennen van de verschillende gebeurtenistypen aan de zeven functies. Het is immers – zoals reeds opgemerkt – de vraag welke gebeurtenistypen geschikt zijn voor het meten van de functies. Uiteraard verloopt de classificatie enigszins gestuurd door de theoretische interesse van de onderzoekers, maar niettemin moeten we kritisch zijn. Bovendien zijn er gebeurtenistypen die minder talrijk zijn of minder consequent geregistreerd, zodat ze wellicht – ondanks onze theoretische interesse – ongeschikt zijn om als indicator te dienen.

Wat betreft de theoretische overwegingen: het toekennen van de indicatoren gebeurt op basis van een operationalisatieschema dat tot stand is gekomen door voor de theoretische definities van de zeven functies te bedenken welke gebeurtenissen karakteristiek zouden kunnen zijn. Ieder gebeurtenistype kan slechts worden toegekend aan ten hoogste één van de zeven functies; dit om er zeker van te zijn dat er een helder analytisch onderscheid kan worden gemaakt tussen de functies, iets dat onontbeerlijk is voor een degelijke analyse.⁴

Wat betreft de praktische overwegingen van de operationalisatie is het voornamelijk de vraag of alle functies wel worden afgedekt met de geregistreerde gebeurtenistypen en of er daarmee genoeg informatie is om de functies goed te meten? Het blijkt dat de gebeurtenistypen goed passen in het theoretische schema.

In de context van deze vraag is het nog wel zinnig om op te merken dat het proces van operationaliseren nauw verbonden is met de classificatie; de totstandkoming van het uiteindelijke operationalisatieschema is dan ook onderhevig aan een soortgelijk iteratief proces. Het zou dus zo kunnen zijn dat – indien de empirie ons ertoe ‘dwingt’ – functies opnieuw gedefinieerd moeten worden. Zover is het niet gekomen in ons onderzoek; het schema zoals in tabel 1 is weergegeven, blijkt een vruchtbare empirische basis te zijn voor het meten van de zeven functies. Het uiteindelijke operationalisatieschema voor de

³ Bij dit laatste moet worden opgemerkt dat dit onderzoek – gezien de aard en complexiteit van de materie – niet gericht is op het bieden van een statistische bewijsvoering. De implicatie is dat alle analyse uiteindelijk leunt op een onderbouwing met gedetailleerde informatie in kwalitatieve vorm. Desalniettemin wordt er naar gestreefd om waar mogelijk een kwantitatieve component toe te voegen aan de benadering om zo de bewijsvoering te ondersteunen.

⁴ Theoretisch gezien is een strikt eenduidige relatie overigens niet noodzakelijk; er is immers geen reden om te veronderstellen dat er geen gebeurtenistypen kunnen bestaan die een ambivalente functionaliteit hebben met betrekking tot de technologieontwikkeling. We kiezen er echter voor om dergelijke gebeurtenissen toch aan één variabele te koppelen omdat anders de interpretatie van de resultaten een bijzonder gecompliceerde zaak zou worden. Uiteraard moet deze keuze – bij twijfel – worden onderbouwd; indien er geen rede is om de ene functie boven de andere te verkiezen, dan is het gebeurtenistype daarmee ongeschikt als indicator. Alleen als het betreffende gebeurtenistype een groot cluster betreft, moet deze keuze worden heroverwogen.

zeven functies op basis van de gebeurtenistypen is weergegeven in tabel 2. De databeschikbaarheid was geen beperkende factor maar nog wel van belang met betrekking tot de afweging tussen het geven van een kwantitatieve of een uitsluitend kwalitatieve beschrijving van de functies.

Wat betreft het laatste: voor de meer prospectieve gebeurtenissen is de kwantitatieve analyse – aangezien er genoeg data zijn – zonder meer mogelijk; met name omdat de zogenaamde gekleurdheid van het journalistieke oog er hier niet toedoet. Het is zelfs juist deze gekleurdheid waarin we zijn geïnteresseerd. Voor de reële gebeurtenissen ligt de zaak gecompliceerder; hier zouden we liefst door de verstoringen van het medium heen kijken; in de regel kunnen we stellen dat bij voldoende data *en* bij een consequente verslaglegging in de media, een kwantitatieve analyse mogelijk is.

Tabel 2. Operationalisatieschema van gebeurtenistypen naar functies; voor de restcategorie is per type aangegeven waarom de categorie niet geschikt werd geacht voor het meten van de functies.

Functie	Gebeurtenistype	Methode	Teken
Functie 1: experimenteren door entrepreneurs	Project start	Kwantitatief	1
	Project stopt	Kwantitatief	-1
Functie 2. kennisontwikkeling	Studies (desktop/haalbaarheid)	Kwantitatief	1
	Studies (experimenteel/praktisch)	Kwantitatief	1
	Constructieactiviteit	Kwantitatief	1
Functie 3. kennisdiffusie in netwerken	Meetings	Kwalitatief	NVT
	Platformen en allianties	Kwalitatief	NVT
Functie 4. richting geven aan het zoekproces	Uiting van verwachtingen positief	Kwantitatief	1
	Uiting van verwachtingen negatief	Kwantitatief	-1
	Uitkomsten van onderzoek positief	Kwantitatief	1
	Uitkomsten van onderzoek negatief	Kwantitatief	-1
	Uitkomsten van proef positief	Kwantitatief	1
	Uitkomsten van proef negatief	Kwantitatief	-1
	Handleidingen en standaarden	Kwantitatief	1
	Prijzen en promotieactiviteiten	Kwantitatief	1
	Regulatieve steun	Kwantitatief	1
	Regulatieve weerstand	Kwantitatief	-1
	Richtlijnen	Kwantitatief	1
Functie 5. creëren van markten	Accijnsvrijstellingen	Kwalitatief	NVT
	Gebruikersprojecten	Kwalitatief	NVT
Functie 6. mobiliseren van middelen	Subsidieprogramma's	Kwalitatief	NVT
	Investerings en subsidieverleningen	Kwalitatief	NVT
Functie 7. creëren van legitimiteit / creatieve destructie	Politieke intentieverklaringen pos.	Kwantitatief	1
	Politieke intentieverklaringen neg.	Kwantitatief	-1
	Praktische intentieverklaringen pos.	Kwantitatief	1
	Praktische intentieverklaringen neg.	Kwantitatief	-1
	Politieke druk en lobbyactiviteiten	Kwantitatief	1
Restcategorie		Opmerkingen	
	Entries en portfolio-uitbreidingen	Te weinig data	
	Patenten	Te weinig data	
	Praktische intentieverklaringen positief	Te weinig data	
	Presentaties	Niet eenduidig	
	Rapporten en beleidsdocumenten	Niet eenduidig	
	Twijfels en dissensus	Niet eenduidig	
	Meningen positief en negatief	Niet eenduidig	
	Evaluaties	Zou kunnen worden geteld als 'reflectief leren'	

Het probleem van de 'bias' wordt dan overigens deels opgelost doordat we de berichtgeving in meerdere bronnen volgen; idealiter wordt deze triangulatie natuurlijk nog aangevuld met interviews. De vetgedrukte letters in tabel 1 geven aan welke gebeurtenistypen uiteindelijk zijn gebruikt voor een kwantitatieve analyse. Het betreft met name activiteiten op het gebied van onderzoek, verwachtingen en politieke intentieverklaringen.

Voor de gebeurtenistypen die niet consequent zijn 'opgemerkt' in de media is een andere benadering noodzakelijk. Hier zullen we ons beperken tot de kwalitatieve analyse van informatie die wel beschikbaar is. Doorgaans biedt de contextuele informatie in de database nog bijzonder waardevolle aanknopingspunten voor zowel de beschrijving als de evaluatie van de functies.

Een soortgelijke werkwijze wordt gehanteerd voor de gebeurtenissen die 'van nature' beperkt zijn in aantal; hier biedt de kwalitatieve benadering helemaal uitkomst aangezien deze gebeurtenissen een grote – maar moeilijk te kwantificeren – invloed kunnen hebben op het innovatiesysteem. Denk bijvoorbeeld aan het in werking treden van een EU-richtlijn; het belang van deze gebeurtenis is moeilijk in te zien als we de analyse beperken tot een optelsom van dergelijke beleidsimpulsen.

De methode zoals hier uiteengezet is bijzonder tijdrovend en vereist een gedegen kennis van zowel theorie als empirie. Het voordeel is wel dat de opgedane ervaring bij het bestuderen van een case ook bruikbaar zal zijn voor het analyseren van andere cases, in ieder geval binnen het energiedomein. Het is dan ook te verwachten dat het aantal benodigde iteraties voor de classificatie en operationalisatie voor toekomstige studies kleiner zal zijn en zal afnemen na iedere afgeronde casestudie. In het optimale geval kristalliseert de werkwijze uit tot een in vele opzichten gestandaardiseerde methode. Er zullen echter wel altijd belangrijke momenten van interpretatie een rol blijven spelen; de beargumenteerde interpretatie blijft de basis voor de historische analyse.

3.5 Analyse en Evaluatie op Basis van Functies

De laatste methodische stap is de feitelijke analyse van de informatie uit de database en de evaluatie. Met behulp van de classificatie en het operationalisatieschema kunnen de functies worden gemeten; hiermee ligt een systematische analyse binnen handbereik. De analyse van het innovatiesysteem geschiedt – als in de theorie beschreven – op twee manieren: analytisch en systemisch. Voor de evaluatie van het innovatiesysteem moeten we dan nog een denkstap maken; de descriptieve kennis moet namelijk op één of andere wijze worden vertaald naar een normatief oordeel. De normatieve analyse is afhankelijk van het gekozen standpunt en gaat bovendien onvermijdelijk gepaard met een element van subjectiviteit van de auteurs. We zullen daarom het normatieve deel van de analyse apart behandelen.

ANALYTISCHE BENADERING: AFZONDERLIJKE FUNCTIES

oor de analytische benadering volstaat het om de functies van het innovatiesysteem afzonderlijk te beschrijven. Dit kan kwalitatief door in de database – waarin voor ieder jaar alle artikelen die iets zeggen over de betreffende functie – de relevante informatie op te zoeken. De database dient dan voornamelijk als hulpmiddel voor het organiseren van de data. Voor zover de beschrijving wordt gekwantificeerd, dienen de gebeurtenissen behorende bij de relevante gebeurtenistypen (zie tabel 2) te worden gecodeerd; positieve bijdragen aan de ontwikkelingen krijgen een waarde van 1 en negatieve bijdragen krijgen een waarde van -1. Voorts wordt voor ieder jaar (positieve en negatieve bijdragen apart) gesommeerd over de verschillende gebeurtenissen die indicatief zijn voor een functie. Een grafische weergave van deze sommatie geeft dan inzicht in het ontwikkelingspatroon van het innovatiesysteem. De analyse kan worden versterkt door – op basis van de informatie in de database – een onderscheid te maken naar verschillende technologische opties en actortypen. Gebeurtenissen zouden vervolgens kunnen worden gekoppeld aan wegingsfactoren, eventueel gebaseerd op de media-impact of meer kwalitatieve informatie. We hebben er in deze studie voor gekozen om iedere gebeurtenis – in kwantitatieve zin – gelijk te tellen; dit om de transparantie van de resultaten zoveel mogelijk te bevorderen. Het kwalitatieve onderscheid tussen de verschillende gebeurtenissen zal uiteraard wel moeten worden onderkend bij het interpreteren van de uitkomsten.

SYSTEMISCHE BENADERING: INTERACTIE TUSSEN FUNCTIES

Bij de systemische benadering staat het zoeken naar motoren centraal. In eerste instantie zullen we trachten de terugkoppelingsmechanismen te herkennen zoals die in paragraaf 2.4 zijn beschreven maar we zullen – op basis van de informatie in de database – ook zoeken naar andere cycli, positief en negatief. Voor het zoeken naar motoren kunnen de ontwikkelingspatronen als uitgangspunt dienen; een sterke bundeling van groeiende – of juist afnemende – functieactiviteit is een indicatie voor ‘feedback’. Voor de beschrijving van het mechanisme, grijpen we terug op specifieke informatie uit de case. Voor de werking – het mechanisme achter de motor – is met name ook het principe van ‘alignment’ van belang.

NORMATIEVE BENADERING: BEOORDELING OP BASIS VAN PERSPECTIEVEN

Voor de normatieve analyse – die noodzakelijk is in het kader van een evaluatie – dienen we een bepaald perspectief te kiezen. We zullen hier twee perspectieven centraal stellen: het perspectief van de entrepreneur – met zijn technologie – en het perspectief van de nationale overheid. De entrepreneur staat centraal omdat hij uiteindelijk de ‘innovator’ is en daarmee de hoofdrolspeler in het innovatieproces. Het perspectief van de nationale overheid is van belang in het kader van het (Nederlandse) transitie management: de overheid heeft als enige actor de nobele taak om het *hele* veld (in Nederland) te overzien en waar mogelijk (!) te behoeden voor systeemfouten. Met het oog op deze twee perspectieven kunnen we het evaluatieve aspect van de analyse vertalen in twee (getrapte) onderzoeksvragen:

De eerste vraag is of het innovatiesysteem zoals het zich door de tijd heen heeft ontwikkeld voldoende faciliterend heeft gewerkt voor de entrepreneurs en de technologie die zij trachten te ontwikkelen. Voor de beantwoording zullen we een link leggen tussen de ontwikkeling van afzonderlijke functies en de diverse concrete ondernemingen van de entrepreneurs; een goed innovatiesysteem biedt kansen en mogelijkheden voor de entrepreneur. Voor de beantwoording van deze vraag zullen we onderzoeken of de verschillende functies hebben bijgedragen aan functie 1: ‘experimenteren door entrepreneurs’. Deze eerste functie is daarmee maatgevend voor de anderen.

De tweede vraag is vervolgens welke rol de nationale overheid heeft gespeeld in de ontwikkeling van het innovatiesysteem tot nu toe. Een gezond overheidsbeleid zal in positieve zin bijdragen aan de diverse activiteiten van de entrepreneurs.

Bij het evalueren van het overheidsbeleid is nuance van groot belang. Op de eerste plaats moeten we ons voortdurend realiseren dat de bewegingsruimte van deze actor beperkt; bovendien zijn de verschillende overheidsorganen voortdurend onderhevig aan hetzelfde krachtenveld waar ook de andere actoren zich in bewegen. Tenslotte is er de mogelijkheid dat ‘de overheid’ bepaalde keuzes maakt – bijvoorbeeld het stimuleren van één technologie en het bewust ontmoedigen van de ander – die op het eerste gezicht nadelig lijken voor de technologieontwikkeling, maar die op de lange termijn nog altijd positief kunnen uitpakken.

We zijn genoodzaakt om de structurele keuzes die worden gemaakt tegen een specifieke historische achtergrond af te wegen; een principiële onzekerheid – die met alle transities gepaard gaat – ‘dwingt’ ons tot een zekere bescheidenheid. We zullen toch trachten te wijzen – met ons analytisch kader als belangrijke heuristische basis – op de positieve en negatieve aspecten van de keerpunten en patroonverschuivingen die kenmerkend zijn voor de ontwikkeling van het innovatiesysteem.

Overigens zijn de antwoorden op de bovenstaande twee vragen in analytische zin onafhankelijk. Een innovatiesysteem kan uitstekend werken terwijl het overheidsbeleid hier niets aan bijdraagt of zelfs een negatieve invloed uitoefent op de functionaliteit.

Andersom, kan de overheid goed werk verrichten terwijl het innovatiesysteem als geheel – buiten haar invloedssfeer om – niet functioneert. We dienen ons hierbij wel te realiseren dat een overheid ten dele in staat zou moeten zijn om haar invloedssfeer te vergroten.

4. Biobrandstoffen in Nederland

Volgens schattingen zal de transportsector in 2010 nagenoeg 20% van de nationale CO₂-emissies veroorzaken. De trend laat zien dat dit aandeel met de toenemende groei van mobiliteit waarschijnlijk nog zal toenemen. [37] Wil de Nederlandse overheid tegemoet kunnen komen aan post-Kyoto-doelstellingen, dan is het dus verstandig om in deze sector een ingrijpende systeemverandering te verwezenlijken. De te behalen winst is met name zo groot omdat men in andere energie-intensieve sectoren al verder is met de introductie van nieuwe technologie en het voeren van een stringent milieubeleid. Denk bijvoorbeeld aan de emissiereducties die al zijn bereikt door inzet van energie-efficiënte technologie in de industrie.

Omdat incrementele efficiencyverbeteringen en milieueffingen alleen, waarschijnlijk niet voldoende zijn om de sterke mobiliteitsgroei te compenseren, zet Nederland – en met name ook Europa – in op de ontwikkeling en implementatie van nieuwe duurzame energietechnologieën. Op de (zeer) lange termijn wordt gedacht aan een voertuigenpark – of zelfs een gehele samenleving – aangedreven door waterstof. Maar in de toekomstvisies voor de korte tot middellange termijn wordt consequent gewezen op het belang van een (toenemend) gebruik van biobrandstoffen.

4.1 Het Transitietraject rond Biotransportbrandstoffen

Biobrandstoffen zijn brandstoffen gebaseerd op biomassa. Biomassa is organisch materiaal dat niet afkomstig is uit fossiele reservoirs maar uit bestaande ecosystemen. Het betreft gewassen en organische resten die tijdens hun ontwikkeling net zo veel CO₂ uit de atmosfeer opnemen als dat weer vrijkomt tijdens hun verbranding. Biomassa maakt daarmee per definitie onderdeel uit van een zogenaamde *korte* koolstofcyclus – dit in tegenstelling tot de minerale grondstoffen die onderdeel uitmaken van een *lange* koolstofcyclus (geologische tijdschaal) en welke de basis vormen voor het bestaande energiesysteem.

Over het algemeen is biomassa qua substantie vast. Dit terwijl het huidige transportenergiesysteem (TES) voor zo'n 90% is gebaseerd op vloeibare brandstoffen. De aanwezige productiemiddelen en de tankinfrastructuur zijn hierop volledig afgestemd; het zou de haalbaarheid van een transitie derhalve ten goede komen als biobrandstoffen er ook in vloeibare (of gasvormige) vorm zouden zijn. Dit is nu exact de niche die wordt gevormd door een specifieke verzameling van opkomende technologieën; het betreft de recente ontwikkeling en diffusie van vloeibare en gasvormige biobrandstoffen ten behoeve van transporttoepassingen.

De meest in het oog springende groep biotransportbrandstoffen wordt gevormd door de zogenaamde eerste generatie. [37] Het betreft biodiesel op basis van koolzaadolie en bio-ethanol op basis van vergiste suikers. Het gebruik van deze biobrandstoffen kan relatief eenvoudig worden geïmplementeerd in het bestaande TES. Over de winst in termen van duurzaamheid van deze eerste generatie brandstoffen is echter nogal wat discussie. De

CO₂-emissiereductie wordt weliswaar geschat op (maximaal) 50% maar dit gaat gepaard met de kosten van een enorm landoppervlak en met de nodige inzet van bemestings- en bestrijdingsmiddelen. Toch zien velen juist deze eerste generatie als een welkome eerste concrete stap in de richting van duurzame mobiliteit, als de eerste contouren van een emergerend transitietraject.

De contouren van het transitietraject worden scherper wanneer bedacht wordt hoe voortschrijdende technologische ontwikkelingen sinds de jaren 80, nu een palet aan mogelijkheden bieden om ook houtige biomassa om te zetten in vloeibare (en gasvormige brandstoffen). Met deze zogenaamde tweede generatie biobrandstoffen is een kleiner landoppervlak gemoeid terwijl er toch emissiereducties worden verwacht van (maximaal) 90%; bovendien omvat zij een grote diversiteit aan mogelijkheden waaronder zelfs de productie van *biowaterstof*.

Het moge duidelijk zijn dat de ontwikkelingen rond de opkomende eerste en tweede generatie van biobrandstoffen een veelbetekenend transitietraject kunnen gaan vormen maar het is nu binnen de context van dit onderzoek de vraag op welke wijze de nationale overheid dit specifieke transitietraject zou moeten ondersteunen en op welke wijze zij dit tot dusver al heeft gedaan.

We zullen op deze vragen nog uitvoerig terug komen maar alvorens verder te gaan met de analyse en evaluatie van het Nederlandse transitietraject rond biobrandstoffen is het – ook methodisch gezien – van belang om aandacht te schenken aan enkele concreet inhoudelijke aspecten van de case. We zullen met name de belangrijkste eigenschappen van de technologie bespreken.

4.2 Technologische Opties

Binnen een transitietraject zijn op basis van de uiteenlopende technologische principes diverse deelroutes te onderscheiden; het betreft ontwikkelingen die een zekere autonomie kennen ondanks het feit dat ze onderling complementair of zelfs concurrerend werken. In onze case geldt met name het onderscheid tussen de genoemde eerste en tweede generatie biobrandstoffen. We zouden kunnen focussen op slechts één van deze technologische opties; dit hebben we niet gedaan omdat ze – gezien vanuit de transitiegedachte – een gemeenschappelijke systeemniche bezetten. De technologische opties concurreren of complementeren elkaar om eenzelfde functie binnen het energiesysteem. Dit gegeven maakt het juist interessant om de ontwikkeling van de verschillende technologische opties gezamenlijk te volgen; vanuit een beleidsperspectief is het zelfs onontbeerlijk aangezien beschikbare beleidsinstrumenten veelal een generieke werking zullen hebben en voor zover dit niet de bedoeling is, is het in ieder geval belangrijk om rekening te houden met mogelijke interactie-effecten.

Gegeven de heterogeniteit in verschillende technologische opties is het des te meer van belang om met het oog op een evaluatie van het transitietraject de verschillende relevante technologische dimensies daarbinnen te identificeren. We zullen nu de technologische verschillen tussen de verschillende biobrandstoffen uiteenzetten. De beschrijving geeft alleen de meest relevante technologische opties; het is niet meer dan een compilatie op basis van een document uitgegeven door het GAVE-programma. [37]

EERSTE GENERATIE BRANDSTOFFEN

De meest eenvoudige biobrandstof is **pure plantaardige olie (PPO)**. Het betreft doorgaans koud- of warmgeperste olie van koolzaad. Naast koolzaadolie wordt ook zonnebloemolie, sojaolie of afgewerkt frituurvet gebruikt; meest recent zien we ook toepassing van olie uit de Jatropaplant. PPO is een dieselvervanger maar doordat de brandstof een lage viscositeit en hoge zuurgraad heeft, kan de brandstof niet zondermeer worden benut in een normale dieselmotor. Het gebruik van PPO vereist derhalve een – overigens relatief ongecompliceerde – aanpassing van de dieselmotor. Bij deze aanpassing wordt Elsbett-technologie ingebouwd, technologie op basis van een vinding van de Duitse professor Elsbett. De technologie wordt commercieel toegepast in verschillende Europese landen, met name in Duitsland, en op kleinere schaal ook al in Nederland.

Door een simpele chemische bewerking is PPO om te zetten in **biodiesel**. De olie wordt daarbij eerst gezuiverd en vervolgens veresterd, zodat een brandstof ontstaat die qua eigenschappen overeenkomt met gewone diesel. Biodiesel kan zonder enig probleem worden verbrand in de conventionele dieselmotor. De technologie wordt al op grote schaal commercieel toegepast in Duitsland en Frankrijk. In Nederland zijn er plannen voor de bouw van twee biodieselfabrieken.

De eenvoudigste *benzine*vervanger is **bio-ethanol**; het gaat simpelweg om de productie van alcohol. De alcohol wordt geproduceerd door suikers te vergisten; in Europa gebeurt dit hoofdzakelijk op basis van graan en suikerbietenpulp. Met deze brandstof is wereldwijd al veel ervaring opgedaan, met name in Brazilië en de VS, op basis van respectievelijk suikerriet en maïs.

De laatste optie van de eerste generatie is **biogas**. Het betreft methaangas – qua eigenschappen vergelijkbaar met aardgas – dat verkregen wordt door anaërobe vergisting van organisch afval. In Europa wordt biogas voornamelijk gewonnen bij afvalstortplaatsen en afvalwaterzuiveringsinstallaties. Biogas zou een vervanger van LPG of fossiel aardgas in voertuigen kunnen zijn. Gezien het feit dat het aandeel door gas aangedreven voertuigen klein is, ligt het voor de hand dat deze optie een grootschalige aanpassingen van het wagenpark en de bestaande infrastructuur met zich meebrengt; toepassingen in het vervoer zijn dan ook tot nu toe beperkt gebleven.

TWEEDE GENERATIE BRANDSTOFFEN

De **bio-FT-diesel** is een groene diesel die kan worden geproduceerd uit vaste biomassa; het productieproces is complex maar biedt een bijzonder groot potentieel in termen van procesrendement en duurzaamheid. De biomassa wordt in een vergassingsinstallatie omgezet in een synthesegas, bestaande uit waterstof en koolmonoxide (CO). Na reiniging van dit gas worden – middels het zogenaamde Fischer-Tropsch-procédé – de afzonderlijke CO-moleculen in ketens met elkaar verbonden; zo ontstaat een synthetische diesel op basis van biomassa. De technologie is op kleine schaal gedemonstreerd. In Nederland heeft Shell – in samenwerking met het ECN – een proefinstallatie gebouwd waar met name op het gebied van gasreiniging vooruitgang is geboekt.

Ook bij de synthese van **pyrolyse-olie** wordt houtige biomassa verhit maar in tegenstelling tot bij vergassing wordt bij pyrolyse geen zuurstof toegevoegd; het materiaal valt uiteen door de temperatuur van het proces. De producten van pyrolyse zijn een brandbaar gas en een vast restmateriaal dat voornamelijk uit koolstof bestaat. De verhouding van beide producten hangt sterk af van de temperatuur en de verblijftijd in de reactor. Een deel van het gas zal bij afkoeling naar kamertemperatuur een vloeistof vormen; deze vloeistof – de pyrolyse-olie – kan als basis dienen voor de productie van een synthetische diesel. Het productieproces bevindt zich nog in het experimentele stadium; met de benutting van pyrolyse-olie als transportbrandstof is dus geen ervaring.

Het **biocrude (HTU)** -procédé is in veel opzichten verwant aan het pyrolyse-proces; bij hoge temperatuur en druk wordt uit organisch materiaal een zware olie – biocrude – geproduceerd. De biocrude kan vervolgens dienen als basis voor de productie van biodiesel. Het proces is met name interessant omdat het geschikt is voor een bijzonder breed scala aan grondstoffen; zo kan ook nat organische materiaal worden omgezet in biocrude. Het procédé is getest en gedemonstreerd maar nog niet in de commerciële fase. Over transporttoepassingen wordt gesproken maar voorlopig is van opschaling nog geen sprake.

Bovenstaande opties vormen de tweede generatie *diesel*vervangers. De verreweg belangrijkste tweede generatie *benzine*vervanger is **cellulose-ethanol**. Het gaat hier – net als voor de eerste generatie brandstoffen – om alcohol. Cellulose-ethanol – of c-ethanol – kan op verschillende manieren worden gemaakt; het betreft een complex procédé dat het mogelijk maakt om ook houtige biomassa als brandstofbron te gebruiken. De sleutel tot de productie van c-ethanol is de inzet van enzymen voor de afbraak van hemicellulose; de suikerachtige basis van hout. Vanuit duurzaamheidsoogpunt, biedt de inzet van c-ethanol een groot voordeel; de technologie is echter nog in de experimentele fase.

Een andere alcoholische verbinding die kan worden ingezet is **bio-methanol**. Het eveneens vloeibare product is – eenvoudiger dan FT-diesel – te produceren uit het synthesegas dat wordt geproduceerd bij biomassavergassing. De vergassingstechnologie die hiervoor benodigd is, is gedemonstreerd maar nog niet commercieel beschikbaar.

Hetzelfde synthesegas kan worden gebruikt om synthetisch aardgas – **synthetic natural gas (SNG)** – te produceren; deze brandstof zou auto's op aardgas kunnen vervangen. Ook hier geldt het eerder genoemde bezwaar dat gasvormige brandstoffen doorgaans problemen op leveren bij de implementatie. De inzet van gasvormige energiedrager zou desalniettemin een tussenstap kunnen vormen voor de transitie naar waterstof. [38]

Waterstof wordt door velen gezien als de ultieme energiedrager, ook in het transport. Er wordt momenteel veel geëxperimenteerd met waterstofbrandstofcellen. Voor een duurzame waterstofeconomie is het echter nog wel van belang waterstof te produceren uit hernieuwbare bronnen; een mogelijke optie is **biowaterstof**. Ook hier weer is het vergassingstechnologie die uitkomst biedt want biowaterstof wordt gemaakt uit synthesegas.

5. Analyse en Evaluatie van het Transitietraject

In Nederland beginnen de ontwikkelingen rond biobrandstoffen voor het eerst iets te betekenen omstreeks het begin van de jaren 90 als biomassa-energie nog met name wordt gezien als de oplossing voor het afvalprobleem. We zien dan ook meteen de eerste experimenten met biodiesel en PPO. In de vorm van diverse kleinschalige initiatieven worden ook de eerste schreden gezet in de richting van de inzet van biobrandstoffen in transporttoepassingen.

In hoofdstuk 2 hebben we gesteld dat de kern van het innovatiesysteem idealiter wordt gevormd door dit soort vernieuwingsgezinde ondernemers. Het is kennelijk – ook in de energiewereld – de Schumpeteriaanse *entrepreneur* die de simpele technologische vinding weet te vertalen naar de technologische optie met het potentieel om een deel van de markt te beheersen. De entrepreneurs – in concrete zin de aanjagers van het transitieproces – doen dit door rondom ‘hun’ technologie een organisatie op gang te brengen welke de ontwikkeling en inbedding in het regime bevordert. Ook rondom biobrandstoffen zien we dat een dergelijk collectief van entrepreneurs zich vestigt in de marges van het transportenergiesysteem (TES), waardoor de eerste contouren van het innovatiesysteem verschijnen; later zal deze niche wellicht de creatieve destructie van een deel van het regime inluiden.

Gezien de centrale rol van de entrepreneur in ons raamwerk begint de analyse van het transitietraject met het beschrijven van de belangrijkste ontwikkelingen binnen de verschillende projecten door de entrepreneurs. Daarna, in de tweede paragraaf, zullen we – op een hoger aggregatieniveau – de activiteiten van de entrepreneurs plaatsen in de ontwikkeling van het innovatiesysteem als geheel; daarbij zullen de overige functies als leidraad dienen. Na de descriptieve analyse zullen we de innovatiesysteemdynamiek in de derde paragraaf evalueren aan de hand van de beschreven theoretische inzichten.

5.1 De Entrepreneurs

MMB ELSBETT ENVIRONMENTAL ENGINES (1990)

In de zomer van 1990 gaat dhr. Moeken van de firma Moekens Montage Bedrijven (MMB) van start met een bijzonder project. De constructeur van luchtverwarmingsapparatuur wil in Veendam een assemblagebedrijf voor Elsbett-motoren oprichten. [39] Het betreft een bijzonder type dieselmotor waarvan het koelsysteem radicaal anders werkt dan de waterkoeling van een conventionele dieselmotor; dit geeft de motor een hoger rendement. Bovendien is de Elsbett door zijn hogere bedrijfstemperatuur bij uitstek geschikt om plantaardige oliën als koolzaadolie te verbranden. [39]

Moeken regelt de licenties voor de Elsbett-motor van het familiebedrijfje Elsbett-Konstruktion (Elko). Deze firma (75 medewerkers) construeert in het Duitse Hilpoltstein, in opdracht van de grote auto-industrie, allerhande prototypen van dieselmotoren. [40]

Met de gemeente Veendam is dan al snel een mondelinge overeenstemming bereikt over de verkoop van de benodigde grond. Ook de financiering van de nieuwe onderneming lijkt soepel te verlopen; diverse particulieren stoppen geld in het project. MMB is bovendien in gesprek met de provincie Groningen en de Noordelijke Ontwikkelingsmaatschappij (NOM).

De verwachtingen zijn hooggespannen aangezien de fabriek aan honderden werknemers werk moet gaan verschaffen. Het zou bovendien voor het eerst zijn dat de Elsbett-motor in serie geproduceerd wordt; de Duitse uitvinder Elsbett heeft zijn motor tot dan toe slechts mondjesmaat afgeleverd. [39] Er komt echter diezelfde zomer nog een einde aan het ambitieuze project van Moeken, als de provincie en de NOM het ondernemersplan onvoldoende uitgewerkt achten en het afkeuren:

De productie van de milieuvriendelijke 'koolzaadmotor' in Nederland is vastgelopen. (...) Directeur G. Moeken is onvindbaar, zijn autotelefoon is niet meer 'in gebruik'. Voor vijf van de zeven BV's van Moeken is faillissement aangevraagd. [41]

Op hetzelfde moment neemt de publieke belangstelling voor het project af als de NRLO verslag uitbrengt van een studie naar het potentieel van biobrandstoffen in de landbouw:

Alleen met een formidabele EG-subsidie op de koolzaadteelt zou raapolie kunnen concurreren met diesel. Zelfs een CO₂-heffing op diesel zou dat niet kunnen goedmaken. [42]

Het project stagneert door een combinatie van organisatorisch falen en ongelukkige toevalligheden, maar is er nog hoop voor de technologie? Directeur Moeken is nog steeds spoorloos als metingen uitgevoerd door TNO – in opdracht van het ministerie van EZ – 'aantonen dat de revolutionaire motor een ongekend laag brandstofverbruik heeft en wat betreft zijn emissies voldoet aan de huidige Europese normen.' [43] Het zal tot 2002 duren voordat de Elsbett-motor en het gebruik van biodiesel opnieuw in de belangstelling komt.

BUSSEN OP BIO-ETHANOL IN GRONINGEN (1991-1995)

Vanaf eind 1991 worden in de provincie Groningen de eerste plannen gemaakt voor een serie experimenten met biobrandstoffen in het openbaar vervoer. [44] De streekvervoerder Gado gaat bij wijze van proef rijden met drie bussen op bio-ethanol. De proef moet tot 1995 duren en behalve Gado zijn ook TNO, Mercedes Benz, Suikerunie, CSM en Nedalco bij het experiment betrokken. [45] De bussen worden gedurende het experiment 'geschaduw'd door conventionele dieselbussen die dezelfde diensten rijden. Na de proef zal worden beslist of bio-ethanol op bredere schaal wordt ingezet.

De bussen hebben gezamenlijk ongeveer 70.000 km afgelegd als een jaar na de aanvang van het experiment de eerste tegenslag plaatsvindt. Bij twee van de drie bussen ontstaat brand in de motor. Het experiment wordt uit veiligheidsoverwegingen tijdelijk gestaakt; uit voorzorg is ook de derde bus aan de kant gezet. De oorzaak van de brand is onbekend maar de monteurs zijn optimistisch:

‘Dat zijn we nu aan het uitzoeken. Het is geen grote tegenvaller voor ons. We kunnen hier alleen maar van leren. Wanneer we weten wat de brand heeft veroorzaakt, kunnen we dat verhelpen en zetten we de bussen weer in’, aldus De Bruin, hoofd techniek Gado. [46]

De verwachtingen zijn onverminderd positief als de proef hervat wordt. Het voordeel van het gebruik van bio-ethanol wordt gezocht in het milieuvoordeel. Bovendien ligt er voor de landbouw – met name de suikerindustrie – wellicht een interessante markt open. De proef verloopt verder naar wens maar gedurende het laatste jaar – in 1995 – vliegen nog drie motoren in brand door een simpele brandstoflekkage. Gado ziet geen reden om het experiment alsnog te staken:

‘Voor de passagiers bestaat absoluut geen gevaar. Als dat zo was, hadden we de bussen al lang van de weg gehaald’, aldus Gado-manager A. Kienhorst. [47]

Het project wordt succesvol afgerond en door TNO uitdrukkelijk als een succes bestempeld. Er is veel geleerd en zuiver materieel gezien heeft de technologie zich uitstekend bewezen:

‘Het is misschien een gekke manier om te leren, maar dat hoort nu eenmaal bij een experiment. We zullen uiteraard wel extra controles uitvoeren’, aldus Kienhorst. [47]

Toch is de succesvolle proef geen aanleiding geweest om deze ‘niche’ uit te breiden, noch voor Gado noch voor andere openbaarvervoersmaatschappijen. Later blijkt zelfs dat de initiatiefnemers vooraf al wisten dat de prijs het grootste probleem zou worden:

‘De biobrandstoffen konden en kunnen in Nederland de concurrentie niet aan’, zegt De Bruin. ‘Alleen als de prijs aantrekkelijker wordt gemaakt, kan de brandstof een alternatief bieden’. [48]

De praktijk heeft uitgewezen dat het gebruik van bio-ethanol milieuvoordelen heeft en technisch gezien geen probleem is; de entrepreneurs hebben hun eerste vingeroefeningen gedaan. Ook de publieke belangstelling voor alternatieve brandstoffen neemt als gevolg van het initiatief toe.

Een interessante bijkomstigheid is dat het Groningse provinciehuis in mei 1992 vier aangepaste voertuigen in gebruik neemt die op biodiesel rijden:

Het zijn de wagens van voorzitter M. Calon van de Groninger Maatschappij van Landbouw, gedeputeerde voor landbouw en milieu J. van Dijk, voorzitter J. Koning van de Groninger Christelijke Boeren- en Tuindersbond en landbouwvoorman G. Doornbos. [49]

Uit oogpunt van het milieu- en landbouwbelang komt dus naast bio-ethanol ook de biodiesel in de belangstelling.

BUSSEN OP BODIESEL IN ROTTERDAM (1992-1995)

In dezelfde periode als waarin het Groningse bio-ethanol project loopt staat het gebruik van biodiesel in de belangstelling in Rotterdam waar het openbaarvervoersbedrijf RET drie bussen en een locomotief – bij wijze van proef – ‘voor enkele maanden’ laat rijden

op biodiesel. Behalve de RET zijn ook Volvo en brandstofproducent Novamont betrokken bij het experiment. TNO zal de bussen testen op de gebruikelijke milieukarakteristieken. [50]

Vanaf begin 1994 – een jaar na aanvang van het experiment – krijgt het project van RET financiële steun uit Europa; het geld is afkomstig uit het Thermie-programma, gericht op het stimuleren van energie-innovatie. De gemeente Rotterdam krijgt voor drie projecten in totaal 2,8 miljoen gulden aan subsidie. Een deel hiervan zal worden gebruikt voor de RET-proef met energiezuinige stadsbussen op elektriciteit en biodiesel. Volgens de berichtgeving ‘zal de RET tot 1996 gaan experimenteren met 2 tot 3 hybride bussen en 29 bussen op biodiesel’. [51] Een jaar later wordt nog een experiment gestart; nu met 9 stadsbussen die een jaar lang moeten rijden op biodiesel. TNO is ook nu weer betrokken; dit keer gezamenlijk met de Katholieke Universiteit Nijmegen:

Twee jaar geleden liet het vervoersbedrijf in Rotterdam ook enige tijd bussen op biodiesel rijden. Volgens een woordvoerder is de nieuwe proef opgezet om nog nauwkeuriger te weten te komen wat de gevolgen zijn voor onderhoud en slijtage van de bussen. [52]

Ook dit tweede experiment is ingekaderd in het Europese Thermie-programma. Het project valt technisch goed uit, maar financieel gezien biedt het niet voldoende perspectief. In 1995 worden de experimenten dan ook definitief beëindigd. [53] Pas in 2004 zal Rotterdam – na een reeks mislukte experimenten met gemeentervoertuigen op LPG, aardgas en elektriciteit – opnieuw een project met biobrandstoffen opstarten, ditmaal met gemeentervoertuigen op bio-ethanol.

Het lijkt erop dat er veel wordt geleerd en dat er voldoende geld beschikbaar is om de nodige experimenten te bekostigen. Entrepreneurs – veelal geïnspireerd door ontwikkelingen in Duitsland en aangemoedigd door Europese doelstellingen – begeven zich in een niche markt die voornamelijk wordt gesteund door subsidies uit Europa en initiatieven van lokale overheden. De projecten pakken technisch gezien over het algemeen goed uit maar qua kosten kunnen de biobrandstoffen de concurrentie (nog) niet aan.

PLEZIERVAART ALS NICHEMARKT (1995-2005)

Een meer ‘natuurlijke’ – en wellicht daardoor meer succesvolle – marktniche wordt gevormd door de pleziervaart waar de milieuvoordelen van biobrandstoffen veel directer dan bij het wegvervoer merkbaar zijn, namelijk in de waterkwaliteit. Deze ontwikkeling begint in Friesland waar in januari 1995 twee Friese jachtverhuurders – Holiday Boatin uit Sneek en Roukema uit Irnsum – de motoren van hun kruisers willen voeden met biodiesel. Het betreft zeventig schepen die gezamenlijk ongeveer 150.000 liter per jaar verbruiken. [54] Het project is met name opgestart om tegemoet te komen aan de steeds strengere milieuwetgeving met betrekking tot de verontreiniging van het oppervlaktewater:

‘De milieu-eisen worden zo streng dat (...) veel pomphouders pompen aan het water sluiten’
Aldus C. Smits van Holiday Boatin. [54]

De biologische dieselolie wordt gewoon door de vissen opgegeten en vormt geen bedreiging voor de waterkwaliteit. De bootverhuurders stellen wel als voorwaarde dat het ministerie van financiën een fiscale vrijstelling regelt. Na de nodige pressie vanuit Provinciale Staten en het Landbouwschap Friesland komt staatssecretaris Vermeend van financiën al in maart 1995 over de brug met een tijdelijke vrijstelling van accijns op biodiesel:

Bij wijze van experiment mogen leveranciers van brandstof aan watersporters twee jaar lang accijnsvrije biodiesel in hun pakket voeren. [55]

Zonder die vrijstelling zou de brandstof 80 cent per liter duurder zijn dan de gewone diesel. Na de vrijstelling is de biodiesel nog altijd 10 cent duurder maar die kosten kunnen zonder veel problemen worden afgewenteld op de klant. De biodiesel zelf wordt dan overigens nog geproduceerd in Duitsland waar de industrie op dit gebied al ver ontwikkeld is. In Nederland wordt op dat moment nog nauwelijks koolzaad geteeld maar de verwachting en de hoop is – met name in de landelijke gebieden – dat hier verandering in komt:

‘De landbouw heeft er belang bij dat dit project slaagt. De akkerbouw zit in de problemen, er zijn enorme overschotten. Veel boeren hebben land braak liggen. Daarop mogen geen consumptieproducten worden verbouwd, maar wel koolzaad, dat is immers niet direct voor consumptie bedoeld,’ redeneert R. Sytema van het Landbouwschap Friesland. [56]

Er komt hiermee vanaf 1995 een politieke lobby op gang die als doel heeft een nieuwe afzetmarkt te creëren voor de noodlijdende landbouwsector. In 1996 besluit de provincie Friesland ook zelf bij te springen met het besluit om de zeven dienstboten – ook hier weer bij wijze van experiment – te laten varen op PPO. Het project dat zo’n 100.000 gulden per jaar kost, wordt geheel gefinancierd uit publieke middelen.

De proef is anderhalf jaar bezig als zij voor het eerst vroegtijdig wordt stopgezet. [57] De – overigens geheel onaangepaste (!) – dieselmotoren zouden niet goed werken op PPO en bovendien zouden zij de nodige stankoverlast veroorzaken. Het project lijkt hiermee te falen als gevolg van technische factoren. Bij Provinciale Staten is inmiddels een hevige discussie losgebarsten over de bekostiging van het ‘mislukte’ experiment. [58] Ondanks de problemen blijft de provincie tot 2000 experimenteren met de zogenaamde ‘frietboten’. Het experiment is politiek gezien nog altijd beladen als in 2000 de door het Rijk verleende accijnsvrijstelling afloopt. Opnieuw wordt besloten om te stoppen met de financiering, tot in oktober 2002 – onder druk van de provincie – het Rijk opnieuw een tijdelijke accijnsvrijstelling verleent. De zeven schepen van de provincie gaan dan weer op biodiesel varen.

Het experiment zal tot 2005 duren. De Noordelijke Land- en Tuinbouw Organisatie (NLTO) onderzoekt of het benodigde koolzaad in Nederland kan worden verbouwd. [59]

De tijdelijke accijnsvrijstelling van het Rijk geldt ook voor de firma P. Kooij die – ook hier onder invloed van een stringent (lokaal) milieubeleid – de rondvaartboten in de Amsterdamse grachten op biodiesel laat draaien. De proef begint met een enkel schip in

juni 1996 en is zo succesvol dat Kooij een half jaar later al met zes schepen op biodiesel gaat varen.

‘Het voorstel van de gemeente de boten op elektriciteit te laten varen, was financieel en technisch gezien niet haalbaar. Ook aardgas leek ons geen goed alternatief. Voor een rondvaartboot blijft dat een gevaarlijke brandstof. Toen hoorden we dat koolzaadolie in Duitsland met succes in diverse bedrijfstakken wordt toegepast,’ aldus de reder. [60]

De firma P. Kooij is voor de aanvoer van biodiesel nog afhankelijk van Duitsland; opmerkelijk is bovendien dat de firma ook voor de nodige technische aanpassingen aan de motoren in 1996 nog niet terecht kan bij reguliere montagebedrijven. De motoren worden dan ook onder eigen beheer aangepast. [61] Zoals het een klassieke entrepreneur betaamt, zoekt en creëert de firma nieuwe wegen om haar positie op de markt te behouden en te versterken. De biodiesel is echter nog altijd duur en bovendien is er de frietwalm. Maar Kooij is zeker van zijn zaak: ‘voor mij is koolzaadolie de oplossing’. [60] Inmiddels varen zo’n zestien rondvaartboten nog altijd op biodiesel. [61]

DE BELOFTE VAN BIOCRUDE (1995-2005)

Terwijl de toepassing van biobrandstoffen dankzij diverse praktijkexperimenten meer en meer publieke aandacht krijgt, neemt ook de aandacht voor de technologieontwikkeling zelf in Nederland toe. Eén van de belangrijkste Nederlandse initiatieven is dan het project van het bedrijfje Biofuel. Deze spin-off wordt gevormd door voormalig Shell-ingenieurs Jaap Naber en Frans Goudriaan. Bij Shell werkten zij al vanaf de jaren 70 aan het HTU-proces: een complexe chemische technologie waarmee uiteenlopende vormen van biomassa in een vloeibare olie – biocrude genaamd – kunnen worden omgezet:

In 1988 werd het onderzoek bij Shell stopgezet. Het laboratorium in Amsterdam moest zich weer concentreren op de kernactiviteiten: research aan aardolie en afgeleiden daarvan. (...) Toen de onderzoekers (...) twee jaar geleden met pensioen gingen, richtten zij het bedrijfje Biofuel op, met als doel de verdere ontwikkeling en commercialisering van het proces. Het bedrijfje kreeg de exclusieve rechten op de bij Shell opgedane kennis. [62]

De eerste haalbaarheidsstudies worden uitgevoerd en de twee ingenieurs slagen er op basis van de veelbelovende resultaten al snel in om bij diverse grote partijen de nodige financiële middelen te mobiliseren voor de bouw van een eerste proefinstallatie bij TNO in Apeldoorn. Het project krijgt behalve van TNO, ook (financiële) steun van BTG, Stork en van het Rijk (EET-programma); de ironie wil dat ook Shell weer van de partij is met een hernieuwde interesse voor bio-energie.

In de proefinstallatie moet zo’n vijf tot twintig kilo biomassa per uur worden verwerkt; verschillende soorten biomassa zullen daarin worden getest. Met de bouw – die begint in 1998 en zo’n twee jaar in beslag zal nemen – is een bedrag van 11 miljoen gulden gemoeid waarvan de helft afkomstig is uit de schatkist van het Rijk. [62] De proefinstallatie wordt gezien als de eerste stap op weg naar een – veel grotere – commerciële fabriek. [63] Overigens wordt in de berichtgeving rond het project nog niet specifiek gesproken over toepassing van biocrude als transportbrandstof; men spreekt met name over de nuttige verwerking van industrieel organisch afval. [62]

De installatie wordt in oktober 1999 officieel geopend door mw. Jorritsma, minister van EZ. Het project is tot dan toe succesvol verlopen en de verwachtingen van de betrokken partijen zijn – wat de mogelijke toepassing betreft – nog altijd hoog optimistisch:

De verwachting is dat de opgedane kennis zal leiden tot installaties met een doorzet van 100.000 ton biomassa per jaar, of wel circa 12,5 ton per uur. Dergelijke installaties kunnen van belang zijn bij het oplossen van problemen met organisch afval van de voedingsmiddelenindustrie en de land- en tuinbouw. De lange-termijndoelstelling is het substantieel gebruik van hernieuwbare grondstoffen als duurzame energiebron. [64]

Het lijkt erop dat de ontwikkelingen rond het HTU-proces tot dan toe nog weinig van doen hebben met de nog bescheiden successen op het gebied van de transportbiobrandstoffen. Het emergente innovatiesysteem binnen de transportsector richt zich in de jaren 90 met name op de ontwikkeling en toepassing van koolzaadolie en bio-ethanol, dus uitsluitend op de eerste generatie biobrandstoffen. Het is pas aan het eind van de jaren 90 dat de aandacht vanuit het innovatiesysteem verschuift in de richting van de tweede generatie biobrandstoffen; de firma Biofuel springt hier met haar HTU-proces op in. We zien ook dat pas in het kader van het GAVE-programma – dat in 1998 van start gaat – biocrude consequent wordt genoemd als een mogelijke vervanger van diesel. [65]

Met de proefinstallatie worden korte en langere proeven uitgevoerd en er worden diverse technische verbeteringen aangebracht met als resultaat een nieuwe octrooiaanvraag. Shell en Stork trekken zich in deze periode terug uit het project waardoor Biofuel op zoek moet naar nieuwe investeerders; het project vindt desalniettemin doorgang en wordt mede gesubsidieerd vanuit het GAVE-programma en het DEN-programma, beide van SenterNovem. Gedurende vier jaar wordt in totaal door diverse partijen nog eens zo'n zes miljoen euro in de technologie geïnvesteerd. [63]

Een volgende stap – de bouw van een demonstratiefabriek – zou zo'n vijftien tot twintig miljoen euro kosten. De heren van Biofuel zoeken nu nog naarstig geldschieters die over een optimistische lange-termijnvisie beschikken. De locatie is al wel geregeld: op het terrein van het Afval Energie Bedrijf (AEB) van de gemeente Amsterdam is een plekje gereserveerd. [63]

SOLIDS TO LIQUIDS (2000-2005)

Dat Shell een hernieuwde interesse heeft voor bio-energie blijkt ook uit een tweede groot technologisch project, waarin de oliemaatschappij gezamenlijk met het ECN, het productieproces van FT-diesel verder ontwikkelt.

Dit project moet geplaatst worden in de context van het omvangrijke stimuleringsprogramma rondom biomassavergassing dat begin jaren 90 door de nationale overheid wordt ingezet. In eerste instantie zet men voornamelijk in op de utilisatie van organische reststromen maar vanaf eind jaren 90 wordt biomassavergassing steeds meer beschouwd als een belangrijke sleuteltechnologie voor diverse toepassingen in de transportsector. [15]

In de alliantie wordt de haalbaarheid onderzocht van de productie uit biomassa van elektriciteit, warmte en *transportbrandstoffen*. Het is de bedoeling dat er een

geïntegreerde installatie wordt gebouwd, bestaande uit een vergasser, een WKK-eenheid en een FT-fabriek. Behalve door Shell en ECN wordt het project gedragen door Ecofys, Volkswagen en Rabobank; aanvrager is het cluster SDE, ofwel het Samenwerkingsverband Duurzame Energie. [66]

Vanaf 2001 begint men op het terrein van ECN in Petten te experimenteren met een door Shell geleverde reactor. Het onderzoek richt zich dan met name op de koppeling van de vergasser met de FT-reactor. [67] De proefopstelling wordt een succes en leidt zelfs tot een wereldprimeur als begin 2002 de eerste milliliters FT-diesel – op basis van vliethout – uit de installatie vloeien:

‘Het experimentele bewijs dat de koppeling van de twee installaties werkt, was (...) geleverd,’ zegt ECN-onderzoeker dr. ir. Harold Boerrigter. [68]

Het grootste struikelblok vormt dan nog altijd de verwijdering van teer en andere afbraakproducten uit het synthesegas. [67] Met deze gasreiniging heeft men nu technologisch gezien grote vorderingen geboekt. Het idee is vervolgens om het proces verder op te schalen. De projectpartners overwegen een nieuwe proeffabriek te bouwen waarmee groene diesel kan worden geproduceerd voor zo’n tien personenauto's. Een projectvoorstel daarover wordt ingediend bij Novem. [68] In juli 2002 krijgt het project steun in de rug dankzij het binnenhalen van een tender in het kader van het GAVE-programma. [65] Eerst wordt dan een haalbaarheidsstudie uitgevoerd.

Op dat moment is ook TNO in samenwerking met Nuon van start gegaan met een project dat eveneens de haalbaarheid moet vaststellen van de grootschalige productie van FT-diesel uit biomassa; ook dit project wordt deels uit het GAVE-programma gefinancierd. In oktober 2002 komen de SDE- en TNO-allianties beide tot de conclusie ‘dat FT-diesel met het oog op het CO₂-reductiepotentieel en qua kosteneffectiviteit zeer interessant is. Maar beide allianties besluiten om de productie van FT-diesel voorlopig niet te demonstreren’. [69]

Voor de SDE-alliantie zijn het voornamelijk technische factoren die tot dit besluit hebben geleid:

Vooraf de gasreiniging vormt een groot knelpunt waar nog enkele jaren aan gewerkt zal moeten worden. [69]

Voor de TNO-alliantie zijn het met name ook strategische motieven die de doorslag hebben gegeven; het project wordt gecontinueerd maar met gewijzigde inhoud:

De TNO-alliantie koos ervoor om in te zetten op de SNG-route vanwege de onzekerheid rondom een mogelijke accijnsvrijstelling voor biobrandstoffen. Daarnaast past de productie, distributie en verkoop van SNG beter bij de bedrijfseigen activiteiten van partner Nuon. [69]

Het ECN zet – onafhankelijk van de allianties – de experimenten en de geleidelijke opschaling van de gasreiniging door. Begin 2004 worden de eerste experimenten gepland voor de grootschalige productie van SNG, nu in samenwerking met de Gasunie.

NEDALCO BEHEERST HET KRACHTENVELD (1995-2005)

Intussen begeeft een andere grote speler zich steeds centraler op het speelveld, namelijk de alcoholfabrikant Nedalco. Deze grote industriële partij – goed voor een productie van zo'n 80 miljoen liter (melasse)-alcohol per jaar – heeft dan inmiddels al deelgenomen aan enkele kleine projecten. Op grond van positieve uitkomsten en de veelbelovende politieke ontwikkelingen op Europees niveau besluit Nedalco vanaf 1995 groot in te zetten en dan specifiek op het gebied van bio-ethanol. [70] Nedalco gaat hiermee in tegen de heersende specisis over de duurzaamheid van de eerste generatie biobrandstoffen:

Bio-ethanol uit biomassa heeft in Nederland geen perspectief, zo was de conclusie enkele jaren geleden. Alcoholproducent Nedalco uit Bergen op Zoom betwijfelt deze conclusie en ziet wél kansen voor bio-ethanol. Een tienjarig onderzoeksproject, waarin uiteindelijk 30 miljoen liter ethanol per jaar wordt geproduceerd, zou dit kunnen aantonen. [71]

De inzet van het project is het op grote schaal bijmengen van bio-ethanol in normale benzine. De alcohol – die kan worden toegevoegd als anti-klop middel – wordt vooral gewonnen uit suikerbieten maar Nedalco is in deze periode ook actief in het onderzoek naar het gebruik van andere grondstoffen als graan en cellulosehoudende gewassen. [72] De inzet van alcohol in de transportsector is voor Nedalco een belangrijke uitbreiding van de markt, temeer omdat de suikersector – onder invloed van internationale ontwikkelingen – aan een gestage inkrimping onderhevig is:

'Nedalco heeft in Europa een voortrekkersrol verworven in de alcoholproductie. Zonder dit project lukt het ons niet om die positie vast te houden,' aldus directeur A. Derde. [73]

Met het project is een investering van zo'n 30 miljoen gulden gemoeid. [74] Dit is nodig voor de uitbreiding van de in Bergen op Zoom gevestigde fabriek. De fabrikant zet met de onderneming behalve in praktische zin ook in politieke zin een beweging in gang die de ontwikkelingen op het gebied van alcoholische brandstoffen een (hernieuwde) impuls moet geven. De banden met Den Haag worden aangehaald, met succes:

Landbouwminister Van Aartsen heeft zijn collega Zalm (Financiën) gevraagd om een grootschalig proefproject voor de productie van bio-ethanol door het bedrijf Nedalco financieel te steunen. [75]

Het Rijk moet over de brug komen met een accijnsvrijstelling; dit zou betekenen dat de overheid jaarlijks zo'n 30 miljoen gulden aan accijnzen moet ontzien. [76] De vrijstelling – al in juli 1995 aangevraagd – is voor directeur A. Derde een harde voorwaarde voor het starten van het project, maar de medewerking van het ministerie van Financiën laat lang op zich wachten. Anderhalf jaar later in 1997 is er – ondanks de politieke support van de ministeries en de SER – nog altijd geen duidelijkheid:

Het bedrijf Nedalco is het wachten op de gevraagde accijnsvrijstelling voor een proefproject met bio-ethanol zat. (...) 'Ik ben een vrij geduldig mens, maar het duurt nu wel heel erg lang,' aldus directeur A. Derde. [73]

Vanaf het voorjaar van 1997 komt hier verandering in. In het kader van het CO₂-reductieprogramma verleent het kabinet steun aan diverse projecten waaronder een

accijnsvrijstelling – per 1 januari 1998 – van 13,5 miljoen gulden voor een periode van tien jaar. [77-80] De steun is bedoeld om het productieproces van bio-ethanol verder te ontwikkelen; de omvang van de financiële ondersteuning is uniek voor Nederland. [78] Ook in het kader van het EET krijgt Nedalco subsidies, specifiek voor het opzetten van diverse experimenten om de haalbaarheid vast te stellen voor de productie van cellulosische bio-ethanol. In de periode 1998-2002 werkt Nedalco in deze context samen met verschillende onderzoeksinstituten waaronder Wageningen Universiteit en ATO; ook TNO en Shell zijn betrokken. De onderzoeksactiviteiten richten zich met name op de ontwikkeling van methoden om cellulosische ethanol te winnen uit harde biomassa.

Vanaf 2002 tot 2004 staat de berichtgeving rondom Nedalco met name in het teken van de verhuizing van de fabriek in Bergen op Zoom naar Sas van Gent. In Bergen op Zoom wordt op de plaats van de fabriek een woonwijk gerealiseerd; uitbreiding is daar niet mogelijk. De verhuizing gaat gepaard met een politieke strijd waarbij bedrijfsbelangen, gemeentebelangen, provinciebelangen en nationale belangen door elkaar lopen. De onderhandelingen gaan over de locatiekeuze en over de financiering van de verhuizing zelf. Uiteindelijk moet het geld worden opgehoest door de gemeente Bergen op Zoom. Het onderzoek naar de grootschalige uitbreiding van de productiecapaciteit is tot op dat moment blijven hangen op het aloude bezwaar dat de regering een (permanente) accijnsvrijstelling dient te verschaffen willen de enorme investeringen lucratief zijn. Op 18 juni 2004 stemt de ministerraad in met de Beleidsnota Verkeersemmissies waarin voor het eerst concrete voorstellen worden gedaan voor de ‘grootschalige’ introductie biobrandstoffen:

Het kabinet wil vanaf 2006 beginnen met biobrandstoffen in het verkeer om de CO₂ uitstoot en andere broeikasgassen aan te pakken en ook om aan Europese verplichtingen te voldoen. (...) De uitwerking van de plannen zal in samenwerking met het bedrijfsleven en maatschappelijke organisaties gebeuren. [81]

Gezien deze recente ontwikkelingen is de alcoholfabrikant bereid om met een relatief kleine verhuisvergoeding genoeg te nemen. [82] De rigoureuze verhuizing wordt dan ook niet los gezien van de mogelijke implementatie van biobrandstoffen:

De bedrijfsverplaatsing van Nedalco - waar zo'n 60 miljoen euro voor beschikbaar is - heeft alles te maken met het nieuwe rijksbeleid op het gebied van het stimuleren van alternatieve brandstoffen. Vorige week nam het kabinet het besluit een pakket maatregelen aan waarmee het verkeer stiller en schoner moet worden, maar dit is voor Nedalco slechts een stapje in de richting die het bedrijf op wil. Nedalco zou graag zien dat aan de benzine een bepaald percentage bio-ethanol wordt toegevoegd. [83]

Vanaf 2004 wordt het haalbaarheidsonderzoek naar de bouw van de bio-ethanol fabriek geïntensiveerd. De onderneming werkt inmiddels samen met zetmeelfabrikant Cerestar. In oktober 2004 wordt de eerste betonpaal gestort voor de nieuwe fabriek. De fabriek komt op het terrein van Cerestar te staan. [84] Over de uitbreidingsplannen is dan nog altijd geen uitsluitsel; vanuit de industrie wordt de druk op de Haagse politiek nu opgevoerd:

De Nederlandse regering moet uiteraard nog wel duidelijkheid verschaffen over de uiteindelijke financiële invulling van het kabinetsvoornemen en over een aantal daaraan verbonden belangrijke randvoorwaarden. Als hieraan is voldaan, kunnen wij beslissen over een investering in een nieuwe fabriek. [85]

Namens het inmiddels opgerichte Platform Bio-Ethanol wordt aan het parlement een petitie overhandigd waarin de Tweede Kamer gevraagd wordt om voor het komende jaar maatregelen te nemen voor de commerciële invoer van bio-ethanol in Nederland: [84]

Met die bijmenging - die ook fiscaal nog geregeld moet worden - zou er een grote behoefte ontstaan aan bio-ethanol. Pas als die bijmenging en de belasting op aangelengde brandstof wettelijk is geregeld, kan Nedalco een beslissing nemen. [83]

Het onderzoek naar meer en minder geavanceerde vormen van bio-ethanol als transportbrandstof gaat intussen gestaag door. Zo werkt Nedalco samen met het ministerie van VROM, TNO, Bird Engineering en het Landbouw Economisch instituut (LEI) aan een groot project – ‘Nederland op weg naar ethanol’ – om de grootschalige inzet van ethanol en de industriële transitie die daarmee gepaard zou gaan te onderzoeken. Financiële ondersteuning wordt verzorgd door de Rabobank [86].

Samenvattend ziet het ernaar uit dat Nedalco in tien jaar tijd een enorme coalitie heeft gemobiliseerd, hiermee een significante bijdrage leverend aan het begin 2000 opkomende krachtenveld ter bevordering van de implementatie van biobrandstoffen. De alcoholfabrikant heeft overheden – lokaal, provinciaal en nationaal – aan zich gebonden en is bovendien een samenwerking aangegaan met partijen als Shell en Cerestar, maar ook met instituten als TNO en LEI. Het is ook mede onder invloed van de suiker- en landbouwsector geweest dat de staatssecretaris in juni 2004 zijn toezeggingen deed over het bijmengen van biobrandstoffen in 2006. Nedalco is er bovenal in geslaagd om de eerste generatie biobrandstoffen – ondanks negatieve verwachtingen van milieugroeperingen en academici – uiteindelijk via het GAVE-programma weer op de politieke agenda te krijgen. Intussen krijgt ook het onderzoek naar de tweede generatie een flinke impuls dankzij de activiteiten van de onderzoeksallianties die – met financiële steun van zowel overheden als banken – worden opgestart. Ondanks de weerstand die Nedalco nog altijd ondervindt bij het ontplooiën van haar ambitieuze initiatieven, mogen we in politiek en prospectief opzicht toch spreken van een opvallend vruchtbare ontwikkeling.

HY(PE)DROGEN IN AMSTERDAMSE STADSBUSSEN (2001-2005)

Een andere prospectieve tendens – wellicht het begin van een hype cycle – die in het nieuwe millennium opkomt, is de toenemende stroom van positieve verhalen over waterstof als de ideale transportbrandstof van de toekomst. Deze macrotrend is wereldwijd en lijkt onder andere gekoppeld aan de Amerikaanse successen met het Californian Fuel Cell Partnership. Ook in Nederland komen op het gebied van waterstof de nodige projecten van de grond; echter, over het algemeen is het onderzoek (nog) niet gericht op de productie van waterstof op basis van biomassa. Een belangrijke uitzondering wordt gevormd door het initiatief van aannemersbedrijf HGP dat in een samenwerkingsverband met Profactus, North Refinery, Methanor, Soldesa Hydrogen,

GVB Amsterdam en Hoek Loos werkt aan een onderzoek naar de productie van biomethanol en biowaterstof voor de inzet in Amsterdamse stadsbussen. [66] In 2002 krijgt het project financiële steun vanuit het GAVE-programma voor het uitvoeren van experimenten die de haalbaarheid van de brandstofketen als geheel moeten aantonen. Ook is er in eerste instantie aansluiting bij het succesvolle Europese CUTE-project, in het kader waarvan vanaf 2003 drie Amsterdamse stadsbussen op waterstof zullen rijden. [87] Uiteindelijk wordt biowaterstof echter niet ingezet in het Amsterdamse openbaarvervoer.

EEN NEDERLANDSE OPEC (2002-2005)

Terwijl grote allianties op technologisch gebied vorderingen boeken met de tweede generatie biobrandstoffen, blijft het cluster van ondernemers en landbouworganisaties actief met de ondersteuning van de eerste generatie. In 2002 begint in Nederland een bescheiden commerciële productie van biodiesel op gang te komen:

De (...) NLTO speelt in op de groeiende vraag naar biobrandstoffen met een project voor koudgeperste koolzaadolie. Het project betreft de bouw van een oliemolen voor de productie van plantaardige olie uit koolzaad door middel van koude persing. [88]

De NLTO zorgt eveneens voor de aanpassing van haar eigen motorvoertuigen zodat ze geschikt zijn voor het gebruik van onveresterde PPO. Voor de teelt van koolzaad wordt aansluiting gezocht bij regionale akkerbouwers. De bouwkosten worden geschat op drie tot vier miljoen euro. De financiering van het project is nog onzeker [88] maar de Europese richtlijn schept vertrouwen in de toekomst: in 2010 moet – volgens de NLTO – 5 procent van alle auto's op PPO kunnen rijden:

Een ambitieus plan, zeker omdat de inzet is het accijnsvrij op de markt te brengen. De vraag blijft hoeveel akkerbouwers het volhouden tot die tijd. De trend van graan naar gras zet door. [89]

Het project krijgt meer momentum als vader en zoon Aberson – uit het Friese Boijl – zich met de zaken gaan bemoeien. Vader Aberson is een internationaal houthandelaar en zijn zoon is freelance-constructeur landbouwtechniek. Samen vormen zij het bedrijfje SolarOilSystems, één van de meer invloedrijke partijen op het gebied van biodieselproductie in Nederland. Al enige tijd experimenteren de entrepreneurs semi-professioneel met de nieuwe motortechnologie van Elsbett:

Aberson probeert 100.000 euro bij elkaar te krijgen voor het testen van de nieuwste vinding van professor Elsbett: een superzuinige tegenzuigmotor. Die heeft een rendement van 65 procent, terwijl 40 procent nu het hoogst haalbare is. Grote autofabrikanten worden op afstand gehouden. Bij een vorige uitvinding van Elsbett, de Turbo Diesel Injectie (TDI)-motor, hebben de autojongens gewacht totdat de patenten verliepen, om er daarna mee aan de haal te gaan. [90]

Er is een vast vertrouwen in de technologie en de binnenlandse productie van koolzaad ligt dan ook in de lijn der verwachting. Eind 2002 schrijven de Abersons een ondernemingsplan voor de bouw van een oliemolen. Zo'n 25 partijen – waaronder de NLTO, de NOM, de gemeente Venlo, verschillende boeren en transporteurs – participeren in het project. Nog het volgende jaar zou zo'n 2.000 hectare koolzaad moeten worden gezaaid; het jaar daarop zou het moeten worden geperst. [91] Ondanks de

nodige politieke strijd is een tijdelijke accijnsvrijstelling – onder druk van de Tweede Kamer – snel geregeld:

Het aan hen vergunde quotum van 3,5 miljoen liter accijnsvrije olie, is voor het initiatief van levensbelang. Vader en zoon hebben aan het ministerie moeten beloven dat ze in een uitgebreide administratie bijhouden waar de olie blijft. [92]

Het ministerie wil hiermee voorkomen dat vrachtwagens op Duitse olie gaan rijden en zo het Nederlandse quotum aantasten. Ondanks haar kritische houding werkt het ministerie van financiën mee. Het project ondervindt echter onverwachte tegenwerking van andere ministeries. Met name EZ ligt dwars; dit vertaalt zich in een moeizame verhouding van het project met het GAVE-programma:

Ons idee past niet in de referentiekaders van het bestaande programma GAVE. En je moet in haar programmaatjes passen, anders geeft Novem niet thuis. [92]

De Rabobank gaat akkoord met een omvangrijke voorfinanciering. Ook vanuit Europa komt support, in het bijzonder met de toekenning van een premie voor de boeren en met een specifieke clausule in de richtlijn ter bevordering van biobrandstoffen; ook vanuit het private domein is er interesse. Voor de financiering van de molen zelf beginnen de onderhandelingen in 2003, als met de NLTO, de NOM en nog enkele andere grote partijen wordt gesproken over een aandelenemissie; het geld wordt uitdrukkelijk niet geleend. [93]

Begin 2003 wordt definitief een keuze gemaakt voor de locatie. Eerst is er nog sprake van een samenwerkingsverband met een Duitse biodieselfabriek nabij de grens. Maar uiteindelijk kiezen de Abersons toch voor de havenstad Delfzijl. De onderneming krijgt een plaats in een graansilocomplex bij een kanaal dat uitmondt in zee.

Wij gaan in die graansilo opslagruimte huren, geschikt voor 6.000 ton koolzaad. In de opslag kunnen we tevens drogen en schonen. De persinrichting komt in een bijgebouw bij de graansilo. Drie medewerkers van het huidige complex, waarvan één de eigenaar is, zullen voor de oliemolen gaan werken. De eigenaar zag wel wat in koolzaad als aanvulling op zijn huidige activiteiten. Door overproductie zit de graanhandel in het slop. [93]

De relatie met het Rijk is dan nog altijd problematisch. De EU-richtlijn heeft de ministeries weliswaar wakker geschud, maar de Novem laat het afweten:

De Abersons mogen alleen aanspraak maken op euro's uit het energiesubsidieprogramma GAVE, als ze een grote partij zoals Nuon of Shell zoeken. [94]

Voor de Abersons is een dergelijke constructie uitgesloten. Als 'klassieke' entrepreneurs hechten zij aan hun onafhankelijkheid; bovendien geloven ze juist in de meer kleinschalige aanpak. In het voorjaar van 2003 vindt de werving plaats van aandeelhouders. De op dat moment rumoerige Europese landbouwpolitiek vergroot voor de meeste akkerbouwers de drempel.

Toch is er in augustus zo'n 900.000 euro beschikbaar voor de bouw van de oliemolen. [95] De oliemolen moet 1,2 miljoen liter PPO gaan produceren; 150

telers/aandeelhouders zorgen in ieder geval voor zo'n 750 hectare koolzaad, voorlopig genoeg voor een derde van de totale productiecapaciteit. Ook de accijnsvrijstelling is inmiddels – nu ook formeel – vastgesteld; de tijdelijke regeling geldt tot 2010. [96] Vanaf dit moment neemt de publieke aandacht voor de activiteiten in het noorden toe, zowel in positieve als in negatieve zin. Kritiek is met name afkomstig uit academische kringen en van de milieubeweging; het succes ligt er met name in dat de onderneming belangrijke nieuwe partijen aantrekt waaronder de nodige klanten en 'grote' investeerders:

Zo zijn er contacten met een handvol gemeenten die hun vuilniswagens op koolzaadolie willen laten rijden. En ligt er bij de provincie Fryslan nog steeds een offerte voor een aggregaat dat plantaardige brandstof gebruikt. Er zit schot in de zaak, ook als het gaat om de oprichting van de oliemolen. [97]

Er zijn financiële bijdragen toegezegd van de provincie Groningen, de NLTO en het ministerie van landbouw. Daarmee kunnen de voorbereidingskosten voor de oprichting van de oliemolen worden betaald. [97] Vanaf november rijdt er zelfs een truck van de firma McDonalds op PPO; [98] het project krijgt als gevolg van deze ontwikkelingen steeds meer positieve belangstelling van de media:

Hein Aberson: 'We staan nu elke week wel ergens in. Een goede zaak. Hoe meer mensen van het project weten, des te beter.' [97]

De ontwikkelingen lijken voor de wind te gaan – tot er op een cruciaal moment op hoog politiek niveau een – voor de onderneming van de familie Aberson – een bijzonder ongunstig besluit wordt genomen:

Onaangekondigd heeft de Europese raad van ministers van financiën besloten om Pure Plantaardige Olie (PPO), als die gebruikt wordt als transportbrandstof, onder een 'fiscaal regime' te brengen. [99]

Het besluit – eind 2003 – lijkt in strijd te zijn met de richtlijn die eerder is aangenomen door het Europees Parlement waarin de lidstaten worden aangezet om alternatieve brandstoffen, zoals PPO, te stimuleren. De raad van ministers van financiën dreigt hiermee het Europees Parlement te passeren. De Abersons begeven zich wederom op politiek terrein. Er wordt een brief geschreven aan eurocommissaris Bolkestein; bovendien worden er Tweede-Kamerleden gemobiliseerd.

'De timing is buitengewoon ongelukkig. De oprichtingsvergadering van de oliemolen is aanstaande. En de potentiële aandeelhouders moeten hun beslissing baseren op de nu beschikbare informatie.' Hein Aberson: 'Ik heb een buitengewoon lastig verhaal te vertellen. Ik moet geïnteresseerde aandeelhouders meedelen dat ze na 2010, als onze vrijstelling afloopt, mogelijk accijns dienen te betalen.' [99]

Een weg terug is er op dat moment niet meer; er zijn boeren die hun akkers al hebben ingezaaid met koolzaad en ook de bedrijfstechnische formaliteiten zijn nagenoeg afgerond. [99] Ondanks de Europese politiek vindt het project dan ook doorgang. Na enige vertraging – als gevolg van procedures rond de verlening van de milieuvergunning en diverse veiligheidseisen – wordt de molen begin 2005 dan eindelijk in gebruik

genomen. [100] Hiermee is de eerste commerciële Nederlandse productie van biodiesel een feit.

Samenvattend kunnen we stellen dat de Abersons met SolarOilSystems – op het gebied van PPO – in drie jaar tijd een enorme beweging aan politieke en vooral ook praktische veranderingen in gang hebben gezet, een ontwikkeling die over heel Nederland een aanstekelijke invloed had op entrepreneurs, potentiële gebruikers en vele andere partijen.

MEER OLIEMOLENS, MEER FABRIEKEN (2002-2005)

Vanaf 2003 tot 2005 vindt er een versnelling plaats in de hoeveelheid projecten die worden opgestart. Er is een toenemende belangstelling voor de schone brandstoffen en ook steeds meer gebruikers experimenteren met de eerste generatie brandstoffen. Opvallend is ook dat er in toenemende mate productiebedrijfjes worden opgericht; op diverse plaatsen in het land – met name in de landelijke gebieden – worden plannen gemaakt voor de bouw van productiefaciliteiten. Het betreft vrijwel uitsluitend initiatieven op het gebied van PPO en biodiesel. Hier volgt een overzicht van de belangrijkste projecten in de genoemde periode:

*

In de Flevopolder (Zeewolde) beginnen twee ondernemers in 2002 het bedrijfje OPEK – ofwel **Organisatie voor Plantenolie en Ecologische Krachtbronnen** – dat als voornaamste doel heeft een productieketen op te zetten tussen boer en consument:

'Boeren kunnen koolzaad telen, we willen het zaad op ons bedrijf met een molen persen en filteren, waarna we afnemers uit de buurt kunnen laten tanken. De uitgeperste koolzaadkoek gaat naar de boeren in de omgeving, die het eiwitrijke spul als veevoer kunnen gebruiken,' aldus ondernemer Veldhuizen. [101]

Het initiatief wordt ondersteund door de provincie; het voorstel is om in de gemeente Noordoostpolder braakliggende grond in te zaaien met koolzaad. Ondanks steun van enkele partijen wordt het idee in 2004 afgeketst door de regionale gemeentepolitiek:

'Koolzaad is een schitterend gewas, maar het brengt geen ene moer op,' aldus Anjo Geluk (VVD). CDA-woordvoerder Wobbe Bouma heeft er geen enkel vertrouwen in dat in Nederland een infrastructuur voor de teelt van koolzaad van de grond komt. [102]

*

De Vereniging Innovatief Platteland Venray richt de **Coöperatie Carnola** op die zich richt op de productie van PPO in Limburg. Het gaat om een productie van 2 miljoen liter in 2005. In Lottum zal daartoe een oliemolen worden gebouwd; de faciliteit moet de wagenparken van diverse Limburgse gemeenten gaan bedienen. [103] Subsidies worden tot dusver verstrekt door lokale (duurzaamheids)fondsen. De molen is inmiddels in aanbouw.

*

Vanaf 2003 starten **ATEP en BASF** gezamenlijk een project ter realisatie van een biodieselfabriek in Arnhem. Het gaat om een productiefaciliteit van meer dan 130 miljoen liter biodiesel per jaar die in 2004 operationeel zou moeten zijn. ATEP is voor honderd procent toegewijd aan de implementatie van biodiesel; het bedrijf zet zich ook in voor promotieactiviteiten. De industrie wordt opgestart met het oog op de groeiende (niche)-markt voor biodiesel – met name watersport, landbouw en openbaar vervoer – en met het oog op de aanstaande implementatie van Europese wetgeving. [104]

*

In Zeeuws-Vlaanderen worden begin 2004 – door graanhandel **Termont en Thomaes** uit Biervliet – plannen gemaakt voor de bouw van een oliemolen; [105] het gaat om een faciliteit voor het verwerken van zo'n 1000 hectare koolzaad die in de regio zou moeten worden geteeld. [106] De firma heeft contact gelegd met het bedrijf SolarOilSystems uit Groningen. Het initiatief wordt voorts ondersteund door diverse gemeenten en de provincie maar de overheden zijn kritisch en eisen een onderzoek naar de haalbaarheid van de plannen alvorens hun medewerking te verlenen. [107] De entrepreneurs laten zich niet ontmoedigen door deze kritische houding; desalniettemin is de tijdsdruk voor hen een fatale beperking aangezien het koolzaad voor het eind van de zomer moet worden ingezaaid; later is niet mogelijk:

Dan zouden de plannen op zijn minst een jaar vertraging oplopen (...). Bovendien moet het bedrijf zekerheid hebben om investeringen te doen (...). [107]

Een maand later wordt – na een lokale politieke strijd – besloten om voorlopig van de constructie af te zien. De plannen van Termont en Thomaes worden echter nog wel in aangepaste vorm gerealiseerd. Boeren zullen op kleinere schaal (100 hectare) koolzaad verbouwen met als doel te leren van de praktijk. Het koolzaad zal dan worden geperst in de reeds gebouwde oliemolens.

*

In Emmen begint het bedrijf **Sunoil Biodiesel** vanaf 2005 met de werkzaamheden voor de bouw van de eerste Nederlandse biodieselfabriek; de faciliteit moet jaarlijks 40 miljoen liter biodiesel produceren [108]. Het bedrijf richt zich in eerste instantie op de Duitse markt die al veel verder ontwikkeld is:

Volgens directeur Duitshof van Sunoil duurt het nog minimaal 2 jaar voordat de alternatieve diesel in ons land getankt kan worden. [108]

Het project gaat gepaard met een investering van zo'n vier miljoen euro. [108] De onderneming wordt gedeeltelijk ondersteund door de NOM. [61]

*

Het bedrijf **Biovalue** zal vanaf 2005 in het Groningse Eemshaven beginnen met de bouw van een biodieselfabriek. Het betreft een faciliteit voor 80 miljoen liter. De bouw gaat gepaard met een investering van zo'n 40 miljoen euro. [109] Er zijn nauwe

samenwerkingsverbanden met industriële partijen in Duitsland en Oostenrijk. De locatie aan zee is gekozen met het oog op de mogelijkheden voor de import van koolzaad. Het areaal koolzaad in Nederland is namelijk (nog) ontoereikend voor de geplande capaciteit. [109] Biovalue produceert naast biodiesel ook kunstmest en veevoeder op basis van koolzaad. Er zijn ook plannen voor een fabriek in Duitsland.

*

Begin 2005 start De Jongh het bedrijf **2go Bioenergy** op, een onderneming om een fabriekje te bouwen voor de omwerking van plantaardig frituurvet tot biodiesel. De beginnende entrepreneur betaalt de investering van 150.000 euro uit eigen zak. [110] De fabriek wordt niet gebouwd in Nederland maar bij Liverpool in Engeland. De brandstofaccijnzen zijn daar zo'n 20 procent lager dan in Nederland:

Door de accijns in Nederland komen we net onder de huidige dieselprijs uit. Daar verdienen we dus geen stuiver aan. [110]

*

Het enige nieuwe praktijkproject – naast uiteraard de eerder genoemde activiteiten van Nedalco – op het gebied van bio-ethanol, wordt geïnitieerd door een grote alliantie in Friesland onder aanvoer van het **Technologie Centrum Noord-Nederland**. Het gaat in eerste aanzet om een testfabriek met een capaciteit van ongeveer 300.000 liter. Indien het experiment succesvol is, wordt de faciliteit uitgebreid naar zo'n 7,5 miljoen liter; de fabriek produceert overigens ook 'groen' aardgas. [111] De fabriek wordt gezien als een belangrijk nieuw afzetkanaal voor (zetmeelhoudende) afvalproducten uit de landbouw en voedingsindustrie. [111] Voor de financiering van het project is een beroep gedaan op Friese voedingsbedrijven. [112] Er is reeds een haalbaarheidsstudie uitgevoerd met positieve resultaten en er is een aannemer gevonden die de fabriek zal bouwen; de onderneming ondervindt programmatische ondersteuning door inkadering in het publiek/private cluster 'Energy Valley'. [112] Overigens is ook Nedalco onderdeel van deze alliantie.

MEER GEBRUIKERS (2004-2005)

Vanaf 2004 vindt er een enorme toename in het gebruik van transportbiobrandstoffen plaats; de meeste projecten zijn nu nog in de opstartfase maar zeker is dat zich nu geleidelijk aan een markt begint te vormen; deze bedient voornamelijk gemeentevoertuigen, pleziervaartboten en landbouwvoertuigen. Nog meer dan bij de industriële ontwikkelingen zien we hier een technologische voorkeur in de richting van PPO en biodiesel op basis van koolzaad. Hieronder volgt een korte schets van de belangrijkste en meest recente initiatieven.

*

De afzetmogelijkheden voor de Noord-Nederlandse Oliemolen groeien gestaag als ook een tweede vrachtwagen van **McDonalds** wordt omgebouwd. [113] Verder zijn er de

initiatieven in het zuiden: de **gemeente Venlo** houdt een seminar om de regionale overheden te interesseren voor het ombouwen van dienst- en veegwagens. Ook de **veiling in Aalsmeer** heeft belangstelling voor het late ombouwen van voertuigen [113]. De PPO van SolarOilSystems wordt verder nog benut in de vloot van de Noord-Nederlandse afvalverwerker **Omrin**. Het betreft een kleinschalig experiment – dat loopt vanaf 2004 – met drie aangepaste voertuigen. De firma is positief over het experiment en denkt in de nabije toekomst nog meer voertuigen om te bouwen. [114]

*

In Meppel pleit een lokale politieke partij – **Sterk Meppel** – ervoor om het gemeentelijke wagenpark op PPO te laten rijden [115]. Het project zou moeten worden getrokken door het bedrijf Solar Oil Systems, dat inmiddels ook een vestiging heeft in Meppel. [116] Het voorstel wordt in de gemeenteraad met enthousiasme ontvangen maar – ondanks het feit dat dit Groningse bedrijf de nodige ervaring heeft met PPO en het ombouwen van voertuigen – moet eerst nog de haalbaarheid worden onderzocht. [115]

*

Rotterdam moet de eerste Nederlandse gemeente worden die het rijden op bio-ethanol bevordert. Eind 2004 worden de eerste plannen gemaakt voor de aanschaf van vijftig flexifuel-auto's voor het gemeentelijke wagenpark; de voertuigen kunnen op een mengsel van 85 procent alcohol en 15 procent benzine kunnen rijden. [117] Verder wordt in overleg met de RET bekeken of er speciale 'alcoholbussen' kunnen komen. De plannen worden enthousiast ontvangen omdat dit 'het eerste haalbare initiatief lijkt na een reeks mislukte experimenten – onder andere met hybride-bussen, met elektrische voertuigen en met servicewagens op LPG of gas – in de afgelopen vijftien jaar'. [117] De stadsregio start samen met Ford een lobby actie bij VROM om ervoor te pleiten een proef in Rotterdam te houden. [118] Financiering en programmatische inkadering is geregeld via het Europese Tellus-project; voor de aanleg van de tankinfrastructuur rekent de gemeente op initiatieven vanuit de industrie.

*

Eind 2004 maken verschillende rederijen zich op om de **waddenvloot** op PPO te laten varen. Het gebruik van koolzaadolie is milieuvriendelijk en zou bovendien een stimulans zijn voor de economische ontwikkeling van het Noorden. Indien de veerdiensten consequent op plantaardige olie zouden varen, dan zou dit ruim 8.000 hectare aan koolzaad vereisen. De rederijen voorzien geen technische problemen bij het gebruik van koolzaadolie. De financiering van het plan is nog niet rond maar de kosten zouden kunnen worden betaald uit het Waddenfonds dat de regering wil instellen ter compensatie voor de gasboringen in de Waddenzee. [119]

*

In de zomer van 2004 worden in **Drenthe** de bussen omgebouwd die in de zomermaanden de toeristen vervoeren in de nationale parken Dwingelderveld en het Drents-Friese Wold; de bussen gaan rijden op PPO. [120] Het project wordt vanaf maart 2005 met 15.000 euro per jaar gesteund door de provincie; in totaal bedragen de kosten jaarlijks zo'n 25.000 euro. [120]

*

In **Brabant** stimuleert de provincie het gebruik van biobrandstof door specifieke milieueisen te stellen bij het verlenen van concessies aan vervoersbedrijven. Het plan is dat alle 300 bussen vanaf 2006 op biobrandstof – waarschijnlijk biodiesel – rijden. [121] Aan het plan liggen (lokale) duurzaamheidsoverwegingen ten grondslag; ook het ministeriële beleid is een belangrijke impuls voor de maatregelen. [121]

*

Ook in Zeeuws-Vlaanderen komt biodiesel – in navolging van de initiatieven rond de oliemolen van graanhandel Termont en Thermaes (zie boven) – op de politieke agenda. Het voornemen is om het vervoer van diverse overheidsinstellingen in de regio op PPO te laten rijden. [122] Het idee wordt vanwege hoge kosten en de onzekere financiële baten afgeblazen: 'het is allemaal wat te mooi voorgesteld, om ons lekker te maken'. Sommige gemeenten wachten nog op de uitkomsten van het haalbaarheidsonderzoek (zie ook hierboven). [122]

*

Een meest recente provinciaal initiatief rond het gebruik van alternatieve transportbrandstoffen wordt gestart in **Gelderland** waar wordt gewerkt aan 'een miljoenenplan' voor de implementatie van biobrandstoffen; er moet een complete infrastructuur komen, 'van koolzaadvelden tot benzinstations'. [123] De bedoeling is dat er eerst een experiment komt – waarin de provincie haar eigen auto's op biodiesel laat rijden – dat in de jaren daarna wordt uitgebouwd. Later moet de toepassing worden opgeschaald, onder andere door specifieke voorwaarden te stellen bij het verlenen van concessies. [123] De eerste koolzaadvelden moeten in 2006 worden ingezaaid; uiteindelijk is het de bedoeling dat Gelderland grotendeels zelf voor de productie zorgt. [123] Het project wordt mede ondersteund door de landbouworganisatie LTO. Extra financiering wordt geregeld vanuit de EU; de provincie zelf heeft zo'n 800.000 euro beschikbaar gesteld. [123]

5.2 Het Innovatiesysteem

Nu dat de concrete ontwikkelingen binnen de verschillende projecten zijn geschetst is de basis gelegd voor een meer abstracte analyse, op systeemniveau. Het theoretische uitgangspunt is dat de entrepreneurs – en hun projecten – slechts kunnen gedijen in de context van een netwerk van instituties (regels). Ondernemersactiviteiten worden m.a.w. mogelijk gemaakt – maar deels ook beperkt – door een systeem van regels. Aangezien het innovatiesysteem – als netwerk van instituties – te complex is om in zijn geheel te kunnen doorgronden, kiezen we ervoor om de analyse te richten op een beperkte – maar volgens de theorie cruciale – set sleutelactiviteiten, of functies. Met deze analytische beschouwing van het systeem wordt het mogelijk om de projectactiviteiten in een breder perspectief te plaatsen en zo de dynamiek van het systeem als geheel bloot te leggen. Bovendien komt op deze wijze de rol van de overheid als ‘sturende’ actor meer in focus; het zijn immers de overheidspartijen die verantwoordelijk zijn voor het elimineren van systeemfouten. De functionele analyse vormt daarmee ook de beschrijvende aanzet voor de evaluatie in hoofdstuk 5.4. We zullen achtereenvolgens de zeven systeemfuncties beschrijven en de ontwikkeling in de tijd weergeven, waar relevant op basis van een kwantitatief overzicht. Omwille van de overzichtelijkheid, zijn alle figuren waarnaar wordt verwezen opgenomen achter deze paragraaf, in figureset 1.

FUNCTIE 1: EXPERIMENTEREN DOOR ENTREPRENEURS

Zoals uit de vorige paragraaf al blijkt, wordt het transitietraject gekenmerkt door de voortdurende aanwezigheid en de gestage groei van ondernemersactiviteiten. In eerste instantie zijn dit uitsluitend gebruikersexperimenten van boeren, provinciale en regionale overheden. Vanaf de tweede helft van de jaren 90 begeven zich steeds meer private partijen, waaronder ‘gevestigde spelers’ in het veld. Het gaat dan met name om Shell en Nedalco; ook de nationale overheid mengt zich in het systeem door deel te nemen aan de grote onderzoeksallianties. Het innovatiesysteem is gedurende deze periode meer en meer gericht op het ontwikkelen van geavanceerde technologie; dit gaat enigszins ten koste van de activiteiten rond de toepassing van PPO en biodiesel. Zowel de projecten met de eerste generatie brandstoffen als de projecten met de tweede generatie worden over het algemeen met succes afgerond.

Voor de tweede generatie geldt dat de ontwikkelingen zo tegen 2005 enigszins lijken te stagneren; de principes zijn bewezen en nu is het zaak om de productie op te schalen maar daarvoor is het nog te vroeg.

Wat opvallend is voor de eerste generatie, is dat er betrekkelijk weinig vervolgprijzen worden opgestart; de ontwikkelingen staan lange tijd ‘op een laag pitje’. De enige praktijk waar continuïteit en progressie in lijkt te zitten is de toepassing van PPO en biodiesel in de pleziervaart. Maar uiteindelijk is het pas in de tweede helft van de jaren 90 dat Nedalco de ontwikkeling van de eerste generatie opnieuw leven in blaast door grootschalige plannen aan te kondigen voor de bouw van een alcoholfabriek. Voor dieselvervangers krijgt de functie pas in 2002 een nieuwe impuls met de plannen voor de bouw van de oliemolen in Delfzijl. Vanaf dat moment komen meer initiatieven van de

grond; de groei van ondernemersactiviteiten neemt zelfs een exponentiële vorm aan als vanaf 2004 meer en meer gebruikers toetreden tot het emergente technologische veld.

De figuren 5.1 en 5.2 geven een overzicht van de ontwikkelingen zoals boven geschetst voor respectievelijk biodiesel en bio-ethanol. Opvallend is vooral het verschil in *aantal* tussen de projecten rond dieselvevangers en de projecten rond benzinevangers. De productie van bio-ethanol is in handen van enkele grote spelers terwijl de productie van dieselvevangers wordt gedragen door een groot en divers aantal entrepreneurs.

Zoals reeds opgemerkt is functie 1 maatgevend voor de anderen; we zullen dan ook in de evaluatie uitvoerig terugkomen op de verhouding van de verschillende projecten tot de andere activiteiten in het innovatiesysteem.

FUNCTIE 2: KENNISONTWIKKELING

Figuur 5.3 geeft een overzicht van het aantal studies per jaar waarbij geen experimentele of andere praktische handelingen werden verricht. Het betreft met name haalbaarheidsanalyses, potentieelstudies, duurzaamheidsverkenningen en het één en ander aan marktonderzoeken. Voor ieder jaar is weergegeven welk aandeel van deze studies generiek is en welk aandeel van de studies de eerste generatie of de tweede generatie biobrandstoffen betreft.

Tot aan het eind van de jaren 90 bevat de database zo'n twee studies per jaar. De intensiteit aan kennisontwikkelingsactiviteiten lijkt constant laag. Het onderzoek wordt in eerste instantie vooral gericht op de eerste generatie brandstoffen; pas later wordt de tweede generatie belangrijker. In de periode 1997-2002 is de complexe technologie – met als uitzondering 1999 – dominant. We hebben deze tendens al kunnen observeren bij de beschouwing van de projecten. Het transitietraject begint als verschillende entrepreneurs gaan experimenteren met kleinschalige experimenten; het betreft dan voornamelijk biodiesel afkomstig uit Duitsland. In de tweede helft van de jaren 90 begeven de grote allianties zich in het krachtenveld; onderzoek naar het FT-proces, gasreiniging en biocrude wordt dan dominant. Onder invloed van spelers als Nedalco en Cosun komt ook de suikersector op de proppen met de nodige voorverkenningen op het gebied van enzymatische vergisting. Opvallend is dat sinds 2002 het aandeel aan eerste-generatiestudies weer toeneemt; in 2004 is de simpele technologie zelfs dominant! Wat vooral duidelijk wordt, is dat er zich vanaf 2002 een enorme stijging in research-activiteit voordoet met een piek in 2003.

Figuur 5.4 geeft een soortgelijk overzicht als figuur 5.3 maar hier betreft het uitsluitend studies waarin geëxperimenteerd wordt met proefopstellingen of met het gebruik van biobrandstoffen. De ontwikkelingen laten nagenoeg hetzelfde patroon zien, zij het dat het aantal experimenten en ontwikkelingsstudies over de jaren heen wat kleiner is. We moeten hieruit echter niet concluderen dat er niet geleerd wordt van de praktijk. Integendeel, er is – zoals in het vorige hoofdstuk is beschreven – al vroeg in de jaren 90 activiteit gaande. Deze toepassingsgerichte activiteit vertaalt zich kennelijk niet direct in publicaties en persberichten.

Waar de activiteit rond de meer ‘theoretische’ studies piekt in 2003 en een lichte daling vertoont in 2004, daar neemt het aantal experimenten in 2004 juist verder toe ten opzichte van het jaar ervoor.

Met betrekking tot de technologieverschuiving naar de complexere opties laat de figuur ook een subtiel verschil zien met de vorige. Opvallend is dat de shift – die ook hier duidelijk zichtbaar is – gepaard gaat met een initiële depressie in de periode 1998-2000 in het totale aantal (praktische) studies. Een verklaring is dat de constructie van de benodigde proefinstallaties nu eenmaal de nodige tijd in beslag neemt; bovendien moet de financiële en technische haalbaarheid van de grote projecten gedurende deze periode nog worden onderzocht; dit verklaart de piek in de vorige figuur.

Van 2000 tot 2005 neemt de intensiteit van kennisontwikkeling – in praktische zin – weer toe. Vanaf 2004 lijkt een take-off plaats te vinden. Het betreft hier technologieontwikkeling maar ook met name veel lokale gebruikersexperimenten die in 2004 van start gaan.

FUNCTIE 3: KENNISDIFFUSIE IN NETWERKEN

De kennisdiffusie in netwerken blijkt – met de gehanteerde methode – een moeilijk meetbaar fenomeen te zijn. Om goed inzicht te krijgen in de interacties en uitwisselingen tussen actoren is een netwerkanalyse onontbeerlijk. De door ons verzamelde data bieden daarvoor echter niet de mogelijkheid. We zullen desalniettemin trachten om – in kwalitatieve zin – een algemeen beeld te geven van de belangrijkste verschuivingen in de ontwikkeling van deze functie.

Op de eerste plaats is het opvallend dat de eerste projecten in de periode 1990-1995 met name zijn georiënteerd op ontwikkelingen in Duitsland; bovendien is de programmatische inkadering van de activiteiten – voor zover die er is – Europees. Wat we verder zien is dat er in die periode bijzonder weinig wetenschappelijke en technologische platforms bestaan die zich specifiek richten op de toepassing van biomassa in het transport.

De belangrijkste trendbreuk is de opzet van de grote technologische allianties in de tweede helft van de jaren 90. Qua samenwerking en interactie vallen de eerste generatie projecten vergeleken hiermee in het niets. Onder invloed van Nedalco (bio-ethanol) en later SolarOilSystems (PPO) beginnen echter ook deze activiteiten steeds meer een interactief karakter te krijgen.

Een tweede belangrijke ontwikkeling is de opzet van het GAVE-programma en diverse platformorganisaties. Vanaf 2000 wordt in toenemende mate een institutionele omgeving gecreëerd die er onder andere op gericht is de diffusie van kennis te propageren *specifiek* op het gebied van biobrandstoffen in transporttoepassingen. Deze platforms zijn overigens met name effectief ter bevordering van de technologieontwikkeling (tweede generatie). Wat betreft de *toepassing* van biobrandstoffen is er ook een toename van interactie – denk met name aan de samenwerking van SolairOilSystems met diverse andere partijen – maar deze komt veel meer bottom-up tot stand. Veel van de eerste-generatieprojecten kunnen tot 2003 geen aansluiting vinden bij bestaande overheidsinstellingen.

FUNCTIE 4: RICHTING GEVEN AAN HET ZOEKPROCES

De entrepreneur begeeft zich van nature in een krachtenveld dat ondoorzichtig en onvoorspelbaar is. Hij baseert zijn keuzes doorgaans niet zo zeer (primair) op kennis maar op een vast vertrouwen in *zijn* technologie en op de heersende verwachtingen en de richtinggevende impulsen van het innovatiesysteem. Meer concreet betreft het hier de toekomstvisies van de uiteenlopende actoren en uitkomsten van haalbaarheidsstudies en experimenten. Het betreft bovendien ook de beleidsdoelstellingen van nationale en Europese instanties. De richtingsbepalende gebeurtenissen kunnen zowel positieve als negatieve consequenties hebben voor de technologie in kwestie. Het innovatiesysteem – en daarmee het transitietraject – rond biobrandstoffen in Nederland ontstaat met name als gevolg van een combinatie van toenemende politieke druk vanuit Europa, een noodlijdende akkerbouwsector en de steeds urgenter wordende milieuproblematiek. Figuur 5.5 geeft een historisch overzicht van de verdere ontwikkelingen; gebeurtenissen zijn uitgesplitst naar de verschillende technologietypen.

Begin jaren 90 zien we een geleidelijke en bescheiden toename van positieve richtinggevende impulsen. Het betreft de prille – maar hoopvolle – verwachtingen van de eerste generatie technologie. Met name in 1995 – het jaar waarin de eerste praktijkexperimenten met positieve resultaten worden afgerond – vinden we een hoogtepunt.

De brandstof is snel afbreekbaar. Toepassing op grote schaal voorkomt smogvorming in stedelijke gebieden en vermindert de uitstoot van broeikasgassen. Akkerbouwers zijn economisch gebaat met kansrijke energieteelten. [124]

Er is echter ook een keerzijde aan het succes; met de positieve ontwikkelingen neemt namelijk ook de kritiek op toepassing van biodiesel en bio-ethanol toe. Deze negatieve golf kent een eerste hoogtepunt – of dieptepunt – in 1996. Zij wordt met name gedragen door woordvoerders uit diverse academische kringen, de chemische industrie en de milieubeweging. Ook de Nederlandse overheid is sceptisch; de volgende reactie van minister Bukman is typerend:

De bewindsman voelt (...) niets voor de verlaging van accijns op biobrandstof om de prijs aantrekkelijker te maken. (...) 'Het is een misverstand dat agrificatie meer baat zou hebben bij beschermend beleid dan bij vrije marktwerking.' Overheidssteun is slechts eenmalig en tijdelijk, aldus de landbouwminister. [125]

De tweede helft van de jaren 90 is tekenend voor wat we bij functie 2 al zagen; de trend laat een consequente toename zien van de tweede generatie technologie ten koste van de eerste generatie. De kritische tegengeluiden nemen dan af. In 1999 – wanneer de eerste schreden worden gezet met het GAVE-programma – kent de 'stroom van verwachtingen' haar tweede bescheiden hoogtepunt; ditmaal met als hoofdrichting beloftevolle geavanceerde technologieën als Fischer-Tropsch-synthese en HTU.

Na een kleine terugval in 2000 neemt het optimisme in het nieuwe millennium alleen nog toe. Opvallend is dat het vanaf dat moment met de tweede generatie brandstoffen – in termen van beloften en verwachtingen – sterk fluctueert. De trend is duidelijk steeds meer in het voordeel van de eenvoudigere opties. Ook de nationale overheid richt haar blik nu op de inzet van de eerste generatie; Den Haag doet toezeggingen:

Het vrachtovervoer over de weg kan met ingang van 2002 gebruik maken van een experimentele regeling met accijnsvrije biodiesel. (...) Tot dusver wilde staatssecretaris Bos (financiën) niet verder gaan dan experimenten met een accijnsvrijstelling voor milieuvriendelijke biodiesel in recreatievaart en landbouw. (...) Het experiment met de biodiesel moet duren tot 2010, omdat anders de investering in de aanpassing van de motor niet loont. [126]

Saillant detail is dat vanaf 2001 de Europese Commissie consequent werkt aan een richtlijn waarin de lidstaten worden opgeroepen de toepassing van biobrandstoffen in het transport te stimuleren. De doelstelling is dat in 2005 2 % van de energie-inhoud van alle transportbrandstoffen biobrandstof bedraagt en in 2010 5,75 %; de richtlijn wordt in 2003 definitief bekrachtigd.

In 2003 en 2004 zijn de positieve impulsen ter bevordering van biobrandstoffen in de transportsector ongekend hoog. Er is nog altijd de nodige kritiek – met name op de wenselijkheid en de feitelijke duurzaamheid van de eerste generatie. Desalniettemin ziet het er naar uit dat de ‘hype cycle’ in 2002 begonnen is en nu – in 2005 – nog steeds in volle gang is. Wat het lot van de tweede generatie brandstoffen zal zijn is uit de trend niet op te maken; duidelijk is dat veel projecten op dit gebied nog lopen en dat de uitkomst van deze programma’s de ontwikkelingen wellicht nog verder kan opdrijven.

Mogelijk kan de tweede generatie brandstoffen ook meeliften op de hype die door de eerste generatie in gang lijkt te zijn gezet; dit idee wordt ondersteund door het feit dat er ook een toename te zien is in generieke zin. De laatste trend wordt met name gedragen door richtlijnen en initiatieven van de nationale en Europese overheden; deze regelingen zijn immers generiek. Op 18 juni 2004 stemt de ministerraad in met de Beleidsnota Verkeersemmissies waarin voorstellen worden gedaan voor grootschalige introductie van technieken en brandstoffen die het vervoer milieuvriendelijker maken:

Het kabinet wil vanaf 2006 beginnen met biobrandstoffen in het verkeer om de CO₂ uitstoot en andere broeikasgassen aan te pakken en ook om aan Europese verplichtingen te voldoen. (...) De uitwerking van de plannen zal in samenwerking met het bedrijfsleven en maatschappelijke organisaties gebeuren. [81]

In 2004 lijkt een take-off plaats te vinden; er is een – voor dit veld – ongekende impuls van positieve richtinggevende impulsen die alle negatieve verwachtingen tot dan toe overstemt.

FUNCTIE 5: CREËREN VAN MARKTEN

Een succesvolle transitie moet – op de middellange tot lange termijn – worden gedreven door de aanzuigende effecten van een markt. Het is van belang om hier vroegtijdig mee te beginnen; immers een vruchtbare marktwerking is een bron van legitimatie en heeft bovendien een directe uitwerking op de mobilisering van private gelden. De entrepreneur zal zich in een vroege voorontwikkelingsfase in de regel richten op specifieke marktniches; dit zien we dan ook gebeuren in de vroege jaren 90, als onder invloed van Europese politiek en een (relatief) sterk regionaal milieubeleid de eerste praktijkprojecten worden opgestart. Het betreft initiatieven opgezet met publiek geld van lokale en provinciale overheden – meer specifiek in het openbaar vervoer, bij de RET in Rotterdam

en bij de Gado in Groningen; het RET project wordt bovendien gefinancierd met subsidie uit het Europese Thermie-programma.

Wat betreft de nationale overheid, vindt de eerste stimulering van de opkomende niche plaats in 1995 als het ministerie – onder invloed van de provincie Friesland en het landbouwschap – een specifiek accijnsvrijstelling regelt voor een aantal experimenten in de pleziervaart. Ook voor de rondvaartboten in Amsterdam wordt een accijnsvrijstelling geregeld.

In de periode die volgt tot aan 2002 worden de ontwikkelingen beheerst door onderzoek en technologieontwikkeling; het aandeel van lokale projecten met een gebruikersdimensie neemt af. Openbaarvervoersmaatschappijen tonen geen verdere interesse in experimenten met biodiesel of bio-ethanol; het zijn overwegend financiële overwegingen die ertoe leiden dat de projecten geen vervolg krijgen. Een belangrijke uitzondering is de tijdelijke accijnsvrijstelling die Nedalco krijgt voor de commerciële productie van bio-ethanol. Van een generieke vrijstelling wil het ministerie nog niets weten.

Vanaf 2002 – als de eerste generatie technologieën opnieuw in zwang komt – neemt het aantal commercieel georiënteerde initiatieven sterk toe. In het noorden komt het gebruik van PPO sterk op. De koolzaadteelt is voor de landbouwers een welkome economische kans; de landbouworganisaties, de NOM en ook de Rabobank zorgen voor een eerste financiële impuls. Na de nodige politieke druk te hebben uitgeoefend wordt voor de nieuwe projecten een vrijstelling afgegeven. Ook met de ontwikkelingen binnen het GAVE-programma wordt de institutionele context – met name vanaf 2000 – steeds gunstiger voor de praktijkexperimenten van entrepreneurs.

Wat betreft de tweede generatie technologie is deze functie nog niet aanwezig. Er is met name veel onderzoeksactiviteit gaande rond het HTU-proces en op het gebied van FT-synthese en de bijbehorende gasreiniging. Er is – ondanks de succesvolle demonstraties – nog geen sprake van opschaling naar commerciële productiefaciliteiten. Wat in dit kader nog interessant is, zijn de verbredende activiteiten van de alcoholproducent Nedalco die – in een alliantie met Shell en andere grote marktpartijen – een onderzoekslijn uitzet voor de ontwikkeling van c-ethanol. Van een nichemarkt is dan natuurlijk nog geen sprake; maar een geleidelijke substitutie van het grondstoffengebruik richting 2^e generatie is nu wellicht één van de meer plausibele scenario's voor een toekomstige toepassing van ethanol.

FUNCTIE 6: MOBILISEREN VAN MIDDELEN

In eerste instantie worden de ontwikkelingen op bescheiden schaal aangezwengeld door publieke financiering van Europese en Provinciale overheden. Een deel van de middelen wordt bovendien gemobiliseerd onder invloed van de eerste entrepreneurs die zich begeven in de opkomende nichemarkt voor pleziervaart; hier spelen de strenge milieuvoorschriften die lokaal gelden een belangrijke rol. Met de experimenten zijn relatief kleine financiële offers gemoeid; gedacht moet worden aan subsidies van enkele miljoenen euro's; net genoeg om het prijsverschil met normale biodiesel grotendeels te compenseren.

In de tweede helft van de jaren 90 komen voor het eerst belangrijke private partijen in actie. Allianties rond Shell en ECN (SDE) en TNO zetten middelen in om de tweede generatie biobrandstoffen verder te ontwikkelen. Het betreft projecten waar tientallen

miljoenen euro's in omgaan. Er wordt ook veel geld beschikbaar gesteld door publieke partijen; meer specifiek in de context van het nationale EET-programma en vanaf 1998 met name in het kader van het GAVE-programma.

Met de ontwikkeling van de tweede generatie gaat het qua financiering bijzonder goed; overheden en industriële partijen – overigens met gevestigde belangen in het regime – mobiliseren vrijwel probleemloos de benodigde financiële middelen. Er is een sterke programmatische ondersteuning vanuit diverse overheden en industrie.

Met de eerste generatie gaat het dan in eerste instantie wat minder; het regelen van tijdelijke accijnsvrijstellingen verloopt moeizaam maar is doorgaans uiteindelijk geen groot probleem; het blijft echter bij kleinschalige experimenten. Het geval Nedalco laat duidelijk zien hoe moeizaam de nationale overheden tot de beslissing komen om een meer generieke basis te bieden voor de financiering van biobrandstoffen.

Het is juist de verdere ontwikkeling van de eerste generatie brandstoffen – welke als enige al op commerciële schaal kan worden geproduceerd – die hierdoor dreigt te stagneren.

Het is bovendien pas meer recent dat de eerste generatie überhaupt op programmatische ondersteuning vanuit de overheid mag rekenen aangezien het GAVE-programma in eerste instantie exclusief gericht is op de ondersteuning van de tweede generatie technologie. Pas de laatste jaren is er een hernieuwde interesse voor bio-ethanol en biodiesel; maar ook dan worden kleine projecten uitsluitend gestimuleerd indien wordt samengewerkt met grote partners als Shell en Nedalco. Het heeft er alle schijn van dat de nationale overheid liever geld stopt in gevestigde partijen, met – bedoeld of onbedoeld – als risico de versterking van bestaande structuren en daaraan gekoppelde technologieën. Opvallend genoeg ondersteunt de Europese overheid juist wel de kleinschalige initiatieven in de regio's. Het is dan ook grotendeels door Europese subsidies dat er diverse lokale projecten van de grond blijven komen.

Een meer case specifieke ontwikkeling is de dynamiek die optreedt als de fysieke aanwezigheid van biomassa zelf een steeds groter probleem begint te worden. Begin jaren 90 is er nog een overschot aan biomassa maar in de tweede helft van het decennium spreekt men al in toenemende mate over de noodzaak van grootschalige biomassa-import. De dreigende schaarste van biomassa is zelfs aanleiding voor het (tijdelijk) afblazen in 1996 van één van de grootse projecten op het gebied van biomassavergassing. [127] Met het oog op de biobrandstoffen wordt de grondstoffschaarste een probleem als blijkt dat met het bijstoken of meestoken van biomassa in grote kolencentrales, een hoger milieurendement is te behalen dan met het gebruik in de transportsector:

Per hectare levert bijstoken in energiecentrales drie tot tien keer zoveel milieuwinst op vergeleken met biodiesel, en twee tot drie keer zoveel milieuwinst als bij de productie van bio-ethanol. Nieuwe technieken zullen de milieuprestatie van biobrandstof wel verbeteren, maar de toepassing daarvan wordt niet voor 2010 verwacht. De keuze waarmee overheid en industrie worstelen, zit onder meer in het moment waarop brandstof moet worden ingevoerd om een verdere marktontwikkeling aantrekkelijk te maken. [128]

Met de initiatieven rond het gebruik van koolzaad en bio-ethanol gaan de ontwikkelingen op dat moment gewoon door; er is in Europa nog altijd een overschot aan landbouwareaal. Bovendien is er de mogelijkheid van import uit bijvoorbeeld Brazilië.

FUNCTIE 7: CREËREN VAN LEGITIMATIE / CREATIEVE DESTRUCTIE

De figuur toont een opvallend laag niveau aan activiteit bij aanvang van de ontwikkelingen en een zeer recente stijging (figuur 5.6). Het lijkt er zelfs op dat er pas vanaf 2003 echt sprake is van een politieke druk vanuit het innovatiesysteem in de richting van de beleidsmakers. Verder valt op te merken dat opkomende machtscoalities zich met name richten op de bevordering van eerste generatie technologie. We dienen de afwezigheid van politieke impulsen in de ‘aanloopperiode’ kritisch te bekijken aangezien we op basis van kennis van de projecten weten dat er wel degelijk het één en ander aan lobbyactiviteiten heeft plaatsgevonden. We hebben van deze gebeurtenissen echter met name kennis op basis van een reflectie van de entrepreneurs en de andere actoren.

Het is vooral vanuit Rotterdam en Groningen dat de eerste politieke druk wordt uitgeoefend om accijnsvrijstellingen te regelen; ook vanuit de in 1995 opkomende niche in de pleziervaartsector wordt druk uitgeoefend op Den Haag. Desondanks zijn de ontwikkelingen in deze periode bescheiden.

Ook in de late jaren 90 – als de grote allianties worden gevormd rond de tweede generatie brandstoffen – is de politieke druk vanuit de ‘harde kern’ van het innovatiesysteem nog bescheiden. Een mogelijke verklaring is het feit dat voor de praktijkexperimenten dan al (tijdelijke) vrijstellingen geregeld zijn; voor de grote technologische projecten is de financiering in ieder geval nooit een probleem geweest. Bovendien lijkt het er voor de entrepreneurs op dat met de installatie van het GAVE-programma en de Europese oriëntatie op het bijmengen van biobrandstoffen, de ontwikkelingen de goede kant op gaan.

De recente toename van de politieke druk, moet worden gezien in het licht van de opkomst en bundeling van diverse lokale en provinciale overheden: zo is er het cluster van het noorden rond de oliemolen van SolarOilSystems, alsook de lokale ontwikkelingen rond bio-ethanol in Rotterdam en rond biodiesel/PPO in Meppel, de Flevopolder en de provincie Zeeland. De coalities worden gesterkt door grote allianties als de NOM en het ‘Energy Valley’-cluster. Belangrijke aanjagers zijn verder grote partijen als Nedalco en BASF/ATEP die zich in toenemende mate met de ontwikkeling bemoeien. Zo gaat bijvoorbeeld ook de verandering in de bedrijfsvoering van Nedalco in Zeeuws-Vlaanderen met veel politieke strijd gemoeid. Ook Shell begeeft zich – onder andere in een coalitie met Nedalco en ECN – in het emergente krachtenveld. Vanaf 2002 – met de gedeeltelijke overname van de Canadese ethanol-gigant Iogen – heeft de oliemaatschappij zelfs een industrieel belang in bio-ethanol.

De politieke tegenbeweging die opkomt vanaf 2001 is met name gericht tegen de eerste generatie brandstoffen die dankzij de vele experimenten steeds meer in zicht komt. De academische wereld, de milieubeweging en de autoproducenten richten zich grotendeels tegen het toenemende gebruik van de biobrandstoffen. De technologie zou een verkapte vorm van landbouwsteun zijn en bovendien niet duurzaam. Ook vanuit de energiewereld – met name de VNPI (Vereniging Nederlandse Petroleum Industrie) – komt een tegenbeweging op gang:

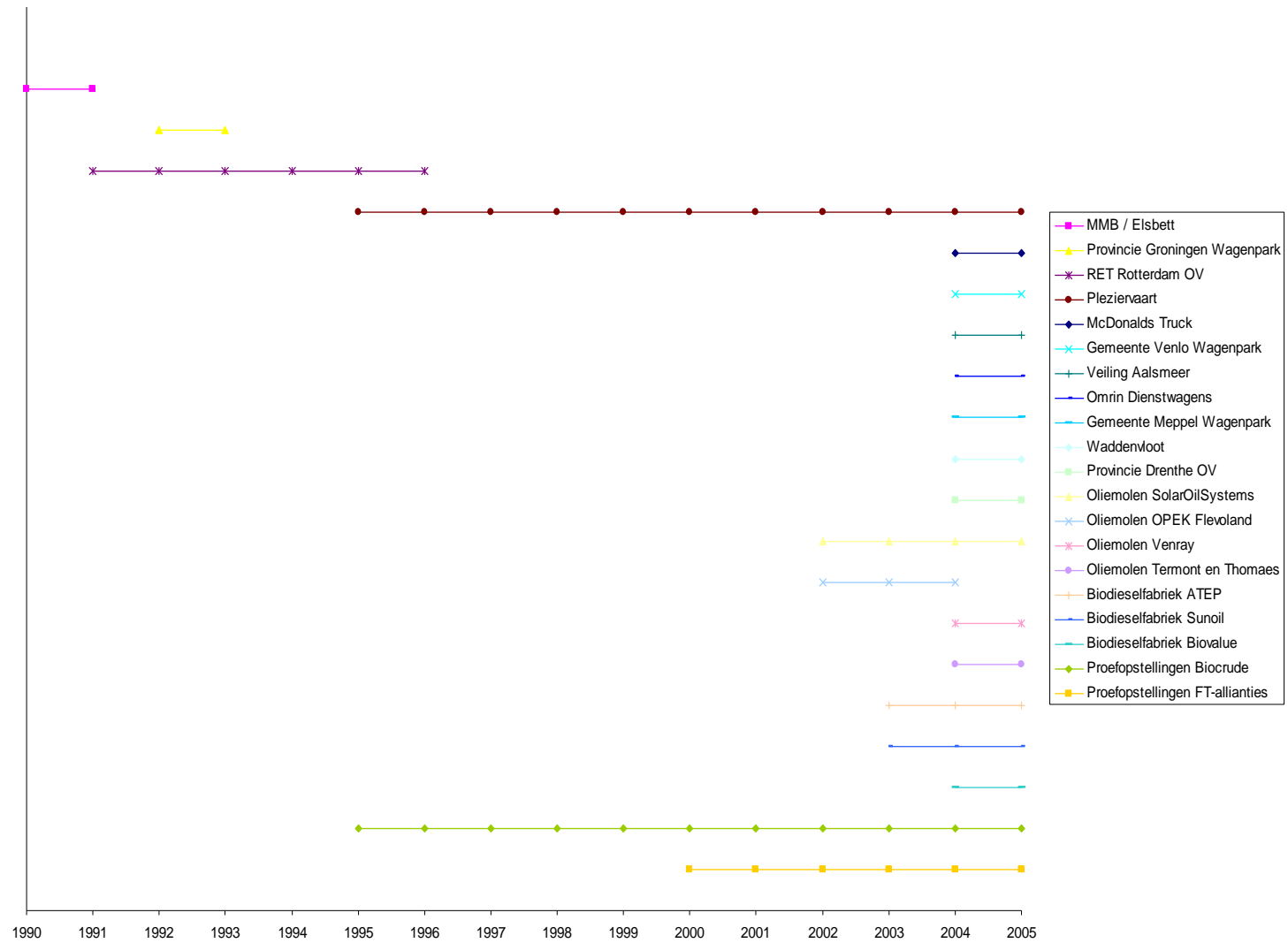
De VNPI vindt het bijmengen van biodiesel of bio-ethanol in gangbare brandstof een te dure oplossing om de uitstoot van CO₂ aan te pakken. Het is goedkoper, en klimaatvriendelijker, om de biomassa te laten verstoffen door elektriciteitscentrales in plaats van door auto's. [129]

Het ECN ziet – met de Nederlandse overheid – de eerste generatie als een tussenstap naar de tweede generatie technologieën die schoner zijn en bovendien een verrijking van de kenniseconomie met zich meebrengen. Over deze geavanceerde transportbrandstoffen zijn vrijwel alle partijen positief.

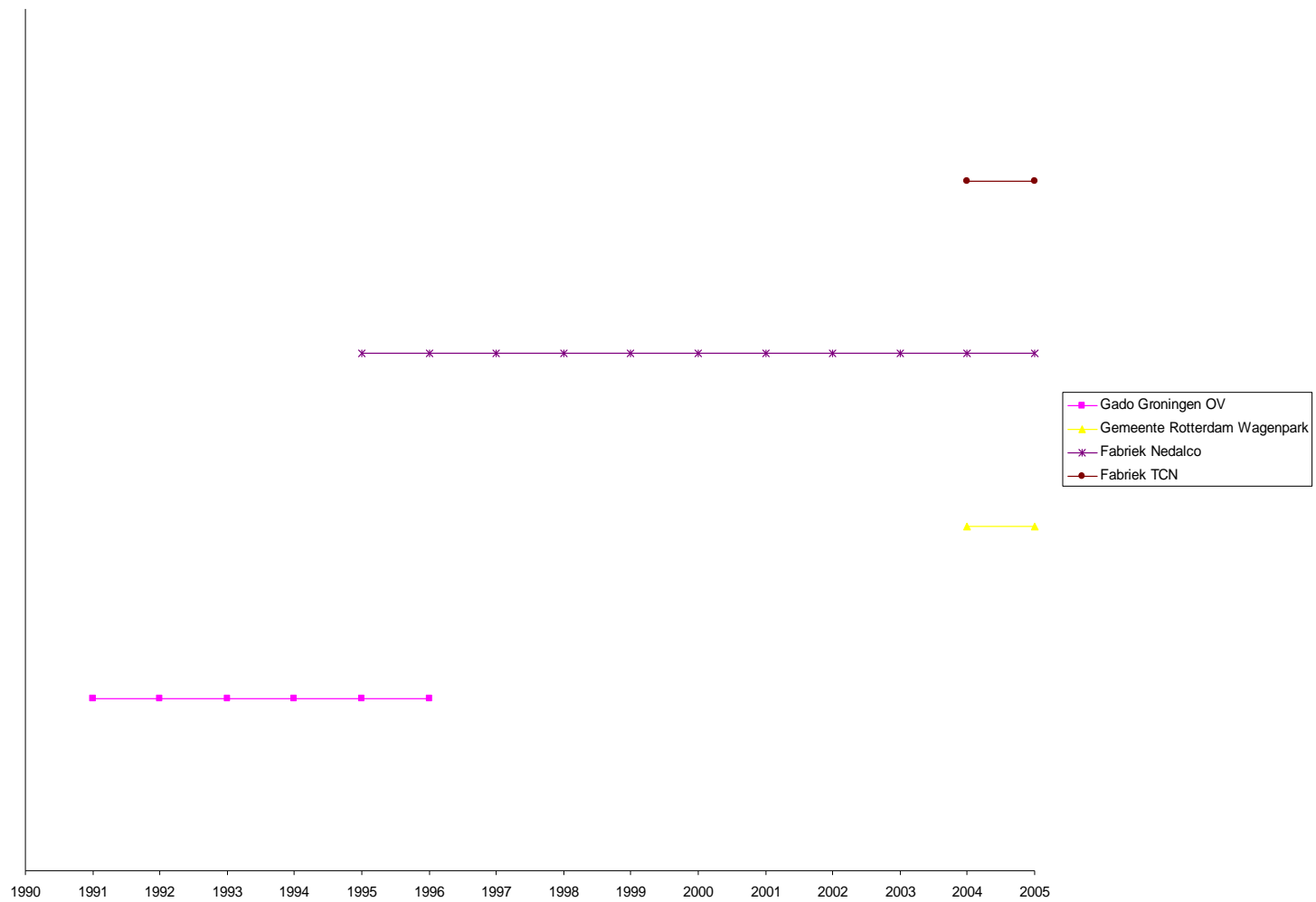
De geschetste politieke strijd speelt zich overigens af tegen de achtergrond van het besluit van de ministerraad op 18 juni 2004, om akkoord te gaan met de Beleidsnota Verkeersemmissies waarin het bijmengen van biobrandstoffen voor het eerst op nationaal niveau wordt aangekondigd. Voor veel entrepreneurs is het politiek levendige klimaat daarmee voornamelijk een eerste helder signaal voor het feit dat er een verandering op handen is:

‘Wij volgen de route die Europa heeft uitgestippeld. Terecht. Waarom zouden wij wegens Nederlandse oliebelangen de gebruikers van diesel een nieuwe duurzame brandstof onthouden?’
Aldus Aberson van SolarOilSystems. [129]

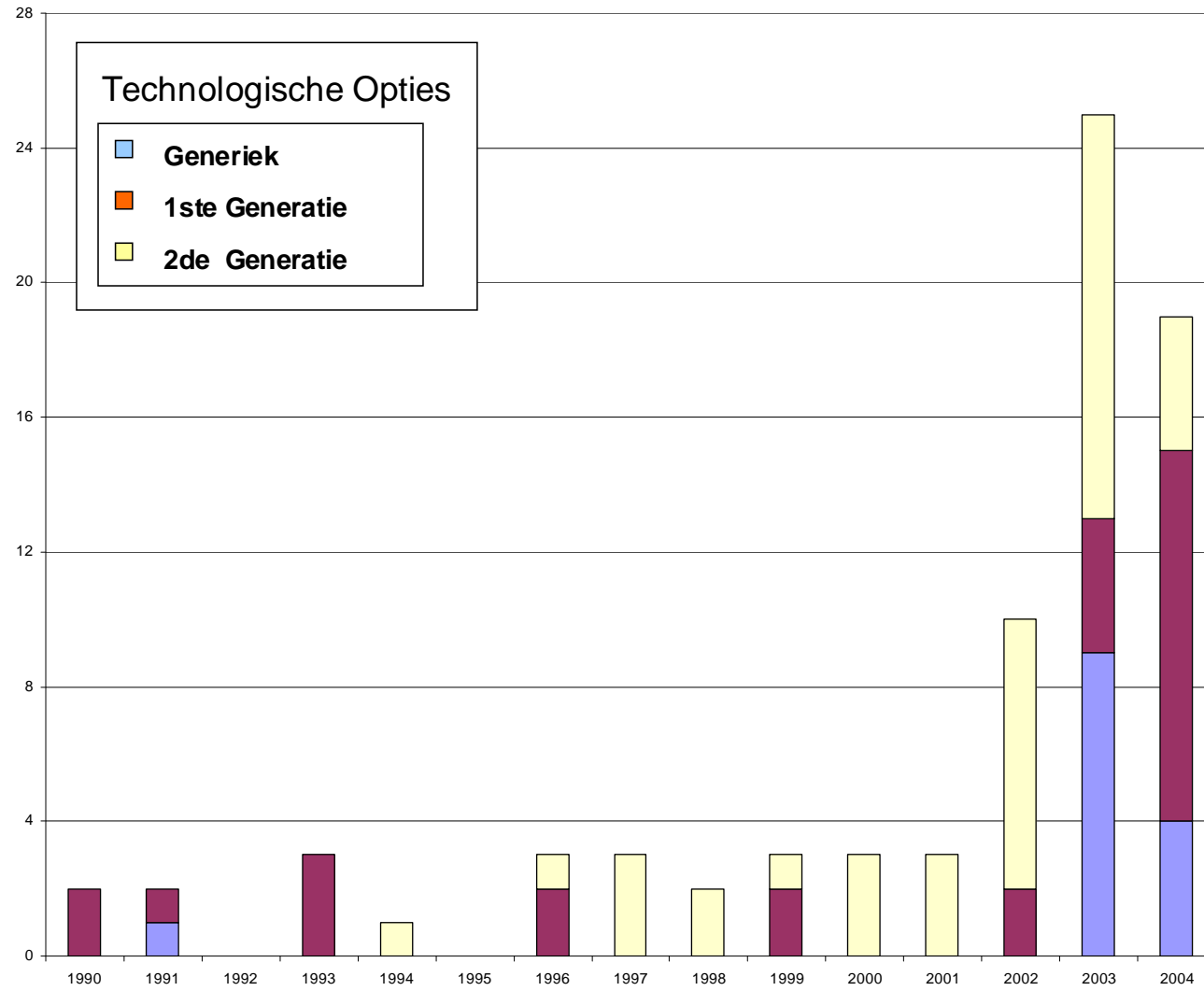
FIGURENSET 1: FUNCTIES VAN INNOVATIESYSTEMEN



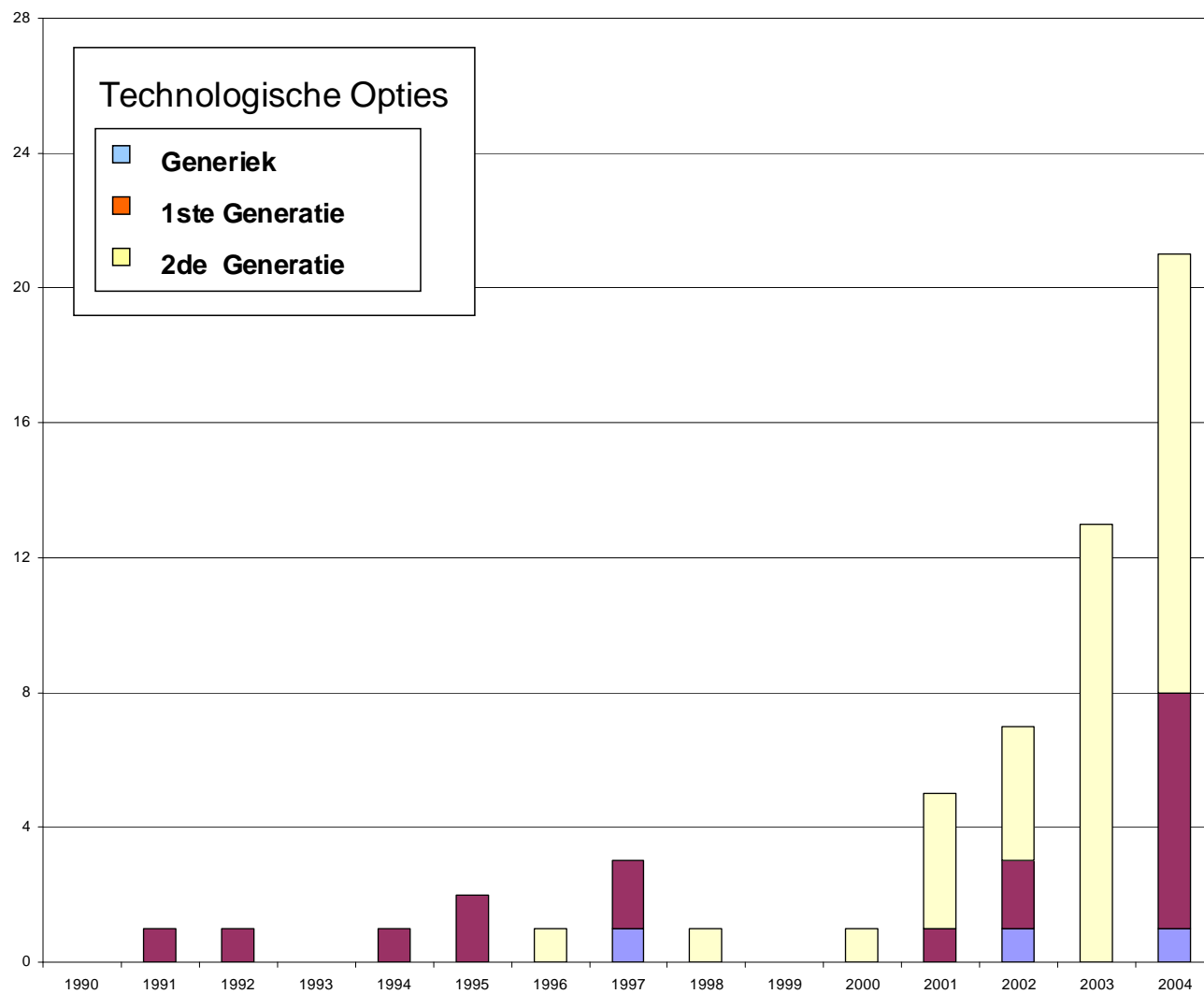
Figuur 5.1. Functie ‘experimenten met entrepreneurs’ (dieselvervangers).



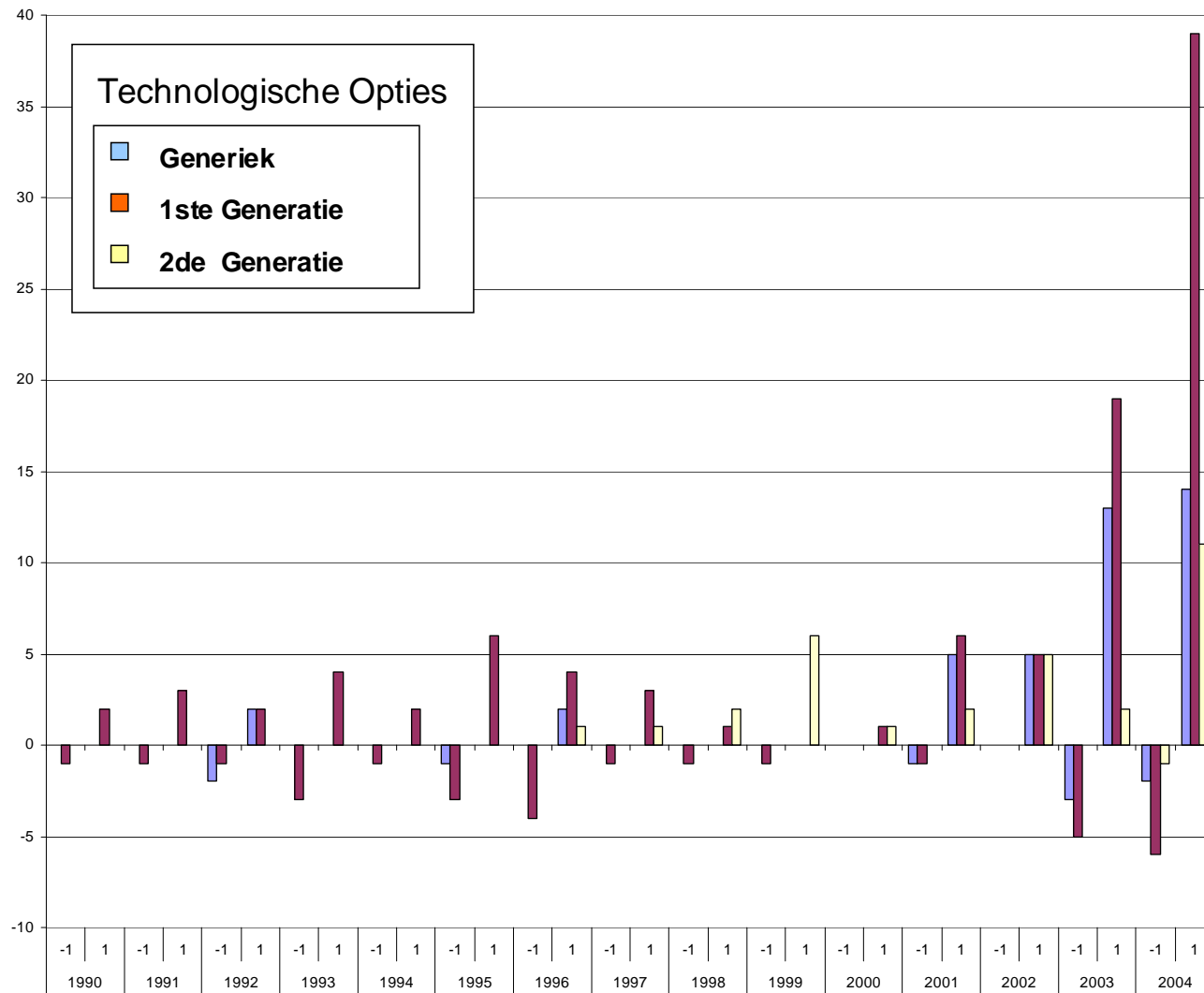
Figuur 5.2. Functie ‘experimenten met entrepreneurs’ (benzinevervangers).



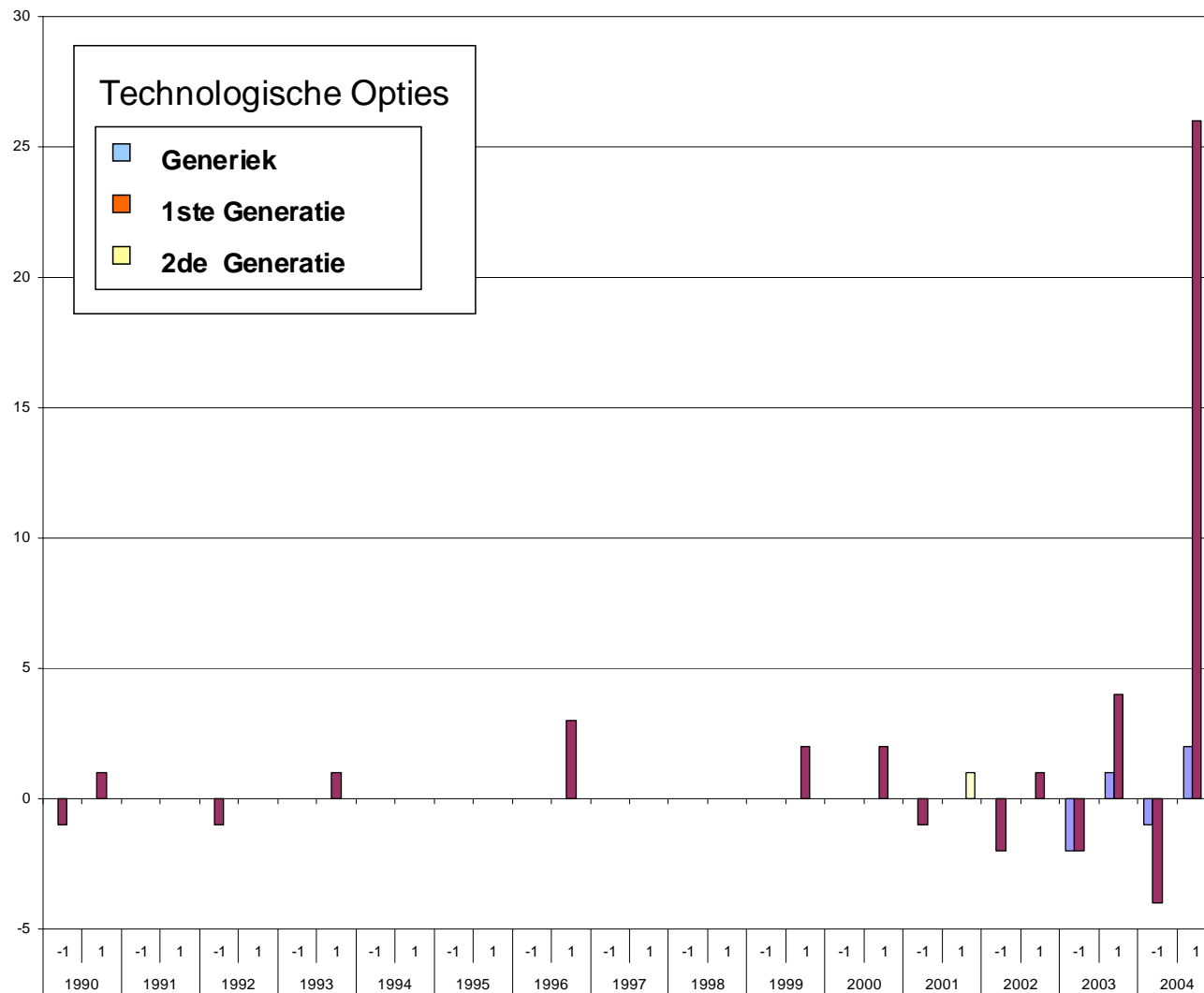
Figuur 5.3. Functie 'kennisontwikkeling door exploratie'.



Figuur 5.4. Functie 'kennisontwikkeling in de praktijk'.



Figuur 5.5. Functie 'richting geven aan het zoekproces'.



Figuur 5.6. Functie 'legitimatie en creatieve destructie'.

5.3 Motoren van Innovatie

Met het identificeren van effectieve motoren wordt de analyse een (systeem)niveau hoger getild. Door interactie tussen de verschillende functies onder de loep te nemen, hopen we inzicht te verkrijgen in de interne dynamiek van het innovatiesysteem. De mate waarin de terugkoppeling tussen functies plaatsvindt, is een indicator voor de coherentie van het innovatiesysteem als geheel; deze systemische analyse is daarmee een belangrijke stap in de richting van de uiteindelijke evaluatie. We zullen in chronologische volgorde de belangrijkste terugkoppelingsmechanismen tonen. Omwille van de overzichtelijkheid, zijn alle figuren waarnaar wordt verwezen opgenomen achter deze paragraaf, in figureset 2.

TUSSEN VERWACHTING EN TWIJFEL: EEN HAPERENDE MOTOR

Het transitieproces start begin jaren 90 met een handvol kleine entrepreneurs die voornamelijk initiatieven ontplooiën voor het gebruik van bio-ethanol en koolzaad [F1]. Het betreft kleinschalige experimenten – met name in het openbaar vervoer – die financieel [F6] worden gesteund met publiek geld afkomstig van de EU en van provinciale overheden. De drijfveer voor het financieren van deze eerste generatie projecten is de politieke druk van de – voornamelijk op Europees niveau opererende – landbouwlobby [F7] die bijzonder optimistische verwachtingen heeft [F4] van het zogenaamde agrificatieprogramma. Het optimisme is voornamelijk gebaseerd op positieve ontwikkelingen in Duitsland en Frankrijk maar ook in Nederland zijn de projecten bijzonder succesvol; dit is dan vooral in technische zin. De blijvende financiering is een probleem door de hoge brandstofaccijnzen; de consequentie is dat een verdere toename in de toekomstverwachtingen van de entrepreneurs [F4] uitblijft. De stagnatie wordt met name veroorzaakt door het gebrek aan institutionele steun ter bevordering van de markt.

De afwezigheid van verdere richtinggevende impulsen is met name te ‘wijten’ aan de felle discussie die op dat moment in Nederland woedt. Er is veel kritiek op de toepassing van eerste generatie brandstoffen, met name vanuit de academische wereld en vanuit de milieubeweging. De ontwikkelingen vinden dus onvoldoende draagvlak en daarmee slaagt het dan nog zeer prille innovatiesysteem er niet in om voldoende krachten uit het oude regime te mobiliseren om zo de middelen te verschaffen voor de start van nieuwe projecten.

De feedbackcyclus wordt niet voltooid en de motor komt dus nooit op gang. Figuur 5.7 geeft een schema waarin de positieve terugkoppelingen zijn weergegeven met blauwe pijlen; de rode gestippelde pijl duidt op de afwezigheid van een laatste ‘link’ in de bijna voltooide cyclus. Concluderend kunnen we stellen dat de kansen die zich begin jaren 90 voordoen onder invloed van het gunstige externe politieke klimaat, niet worden vertaald naar een vruchtbare interne dynamiek. Het innovatiesysteem heeft – door de afwezigheid van voldoende ‘alignment’ tussen actoren, technologie en instituties – de verdere diffusie van de eerste generatie brandstoffen niet weten te realiseren.

LEREN DOOR DE MARKT: EEN STARTENDE MOTOR

Ondanks het gebrek aan richtinggeving en politiek draagvlak gaat het onderzoek gestaag door [F2]; de externe druk op het nationale regime neemt intussen onverwijd toe. Vanaf 1995 voltrekt zich een belangrijke patroonverschuiving als het interne politieke klimaat ook de voordelen van biobrandstoffen voor de noodlijdende landbouw inziert:

De mogelijkheden om via koolzaadteelt tot de brandstof biodiesel te komen, worden in een rapport van de WLTO hoger aangeslagen dan in een reeks van recente studies. [130]

De positieve onderzoeksuitkomst [F4] en de aanhoudende landbouwlobby [F7] vormt de legitimatie voor het besluit van de nationale overheid om enkele kleine projecten [F1] te ondersteunen. In deze periode worden dan ook de eerste tijdelijke accijnsvrijstellingen verleend [F5]; de vrijstelling wordt verleend aan het lopende project met de Gado-bussen in Groningen maar ook aan nieuwe – private (!) – initiatieven in de pleziervaartsector [F1]. Overigens wordt deze niche ook enigszins gepusht door stringenter wordende lokale milieunormen [F7]. De niche voor PPO blijkt bijzonder succesvol; met name vanwege de lokale milieuvoordelen en de baten voor de landbouw. De successen worden aangegrepen door landbouw en vooral ook de noordelijke provincies [F7] om bij de nationale overheid te lobbyen voor meer actie. Begin 2001 werpt dit de eerste vruchten af als de Tweede Kamer een motie aanneemt ter introductie van een experimentele regeling die het mogelijk moet maken om ook vrachtvervoer te laten rijden op accijnsvrije biodiesel [F4]. De regeling ondersteunt dan nog uitsluitend het gebruik van PPO. In de pleziervaart wordt ook de geraffineerde biodiesel vrijgesteld van accijns [F5] [126]; dit geeft aan hoe belangrijk de experimentele ervaring – en de daarbij geboekte successen – is geweest voor het legitimeren van het beleid. Het heeft dan overigens wel zo'n vijf jaar geduurd voordat er een eerste besluit lag. Er lijkt zich een patroon af te tekenen dat wijst op een positieve cyclus, maar bescheidenheid over de kracht van deze motor is geboden. In figuur 5.8 is de motor schematisch weergegeven.

MARKTEN EN MACHTSBLOKKEN: EEN TWEETAL LOBBYMOTOREN

In de tweede helft van de jaren 90 komt biomassa als duurzame energiebron hoog op de politieke agenda te staan. Maar voor de benutting wordt vooral gedacht aan stationaire toepassingen; van energieteelt in Nederland kan überhaupt geen sprake zijn. Ook de olielobby verzet zich – in politiek opzicht – tegen de inzet van landbouwgewassen voor energiedoeleinden. Hiermee wordt de conventionele landbouw – meer specifiek de optie PPO/biodiesel – grotendeels buiten spel gezet. Het gebrek aan positieve richtinggeving lijkt maximaal en de interactie tussen de functies valt dan ook grotendeels stil; dat wil zeggen, op het gebied van toepassingen rond koolzaadolie.

Een belangrijke uitzondering wordt gevormd door de succesvolle marktniche in de pleziervaartsector; deze wordt in stand gehouden door de druk van lokaal geldende milieunormen [F4] en de reeds verkregen steun op basis van tijdelijke accijnsvrijstellingen [F5]. De praktijk wordt ook ondersteund door landelijke belangengroeperingen en provinciale overheden [F4] [F7]. Van een motor is dan al geen sprake meer.

Het transitietraject is daarmee niet teneinde; op de eerste plaats omdat er – ondanks een gebrek aan coherentie – nog altijd de nodige positieve impulsen worden gegeven en op de tweede plaats omdat de politieke situatie nu ruimte biedt voor een opmars aan activiteiten van andere aard. Het gaat hier om de opkomende tweede generatie biobrandstoffen en om de initiatieven van Nedalco rond bio-ethanol. De periode 1995-2002 kenmerkt zich door de opkomst van deze machtige partijen die het speelveld gaan bepalen. Zowel rond bio-ethanol als rond de tweede generatie brandstoffen komt een beweging op gang die we zouden kunnen typeren als een lobby-motor. Omdat de twee motoren verschillende technologische opties betreffen – en deels onafhankelijk zijn – wordt de interactie tussen de relevante functies afzonderlijk beschreven.

De opkomst van tweede generatie brandstoffen

Figuur 5.9 toont de lobby-middelen-motor welke typerend is voor de ontwikkelingen rond de geavanceerde biobrandstoffen; deze worden geïnitieerd door de toetreding vanaf 1995 van belangrijke regimespelers, waaronder Shell [F7]. Shell investeert [F6] in de aanloop naar het nieuwe millennium miljoenen in een R&D-project op het gebied van HTU [F1]. De projecten worden uitgevoerd in actieve samenwerking [F3] met diverse marktpartijen, overheden en een bank; de entrepreneurs kunnen bovendien rekenen op financiële [F6] en programmatische [F4] ondersteuning van de nationale overheid. Het project is bijzonder succesvol in termen van kennisontwikkeling [F2]. De geplande proefinstallatie wordt met succes gebouwd, met als gevolg dat de verwachtingen hoog blijven. Vanaf 1998 draagt met name ook het GAVE-programma ertoe bij dat de projectwerkzaamheden opnieuw programmatisch [F4] en financieel [F6] worden ondersteund. De nadruk ligt nu steeds meer op de toepassing van synthetische diesel in het transport. In het nieuwe millennium worden experimenten op het gebied van de tweede generatie uitgebreid [F1] als Shell – in de SDE-alliantie [F3] – begint te experimenteren met FT-synthese. Vanaf dit moment begeven zich meer en meer ‘regime’-spelers op het terrein [F7]. Er is met name ook een impuls vanuit de academische hoek en vanuit de advieswereld; in samenwerkingsverbanden met industriële partijen worden haalbaarheidsstudies en experimenten uitgevoerd [F2]. Deze motor lijkt te zijn gevoed door de initiële impuls vanuit een belangrijke stakeholder. Maar ditmaal blijft het niet – zoals in het geval van de Europese landbouwpolitiek – bij een politieke statement van buiten; het betreft een impuls vanuit het regime naar binnen. Deze uitbreiding van het innovatiesysteem met regimespelers blijkt vruchtbaar te zijn; echter, de ontwikkeling is exclusief gericht op de tweede generatie brandstoffen. De implicatie is dat het uitsluitend het R&D-systeem is dat ‘profiteert’ van de positieve systeemdynamiek. Een belangrijk nadeel is dan ook dat – ondanks technologische successen – weinig vooruitgang wordt geboekt in termen van een bredere institutionele verandering.

De opkomst van bio-ethanol

Waar de ‘solids to liquids’-progressie hoofdzakelijk wordt gekenmerkt door een groeiende interesse in technologieontwikkeling en door afwezigheid van marktfactoren, daar speelt juist die markt voor het project van Nedalco een sleutelrol. De cyclus die hier in gang wordt gezet is dan ook maar ten dele gericht op de ontwikkeling van nieuwe technologie; zie figuur 5.10.

Nedalco begint vanaf 1995 een kritieke speler te worden als het management van de alcoholgigant besluit in te spelen op de Europese ontwikkelingen; de inzet is het grootschalig bijmengen van alcohol in benzine. Het betreft hier simpele technologie waar niet veel aan ontwikkeld hoeft te worden. Er wordt een politieke lobby gestart die lijnrecht ingaat tegen de heersende negatieve houding betreffende de eerste generatie brandstoffen [F7]. De regering blijkt gevoelig voor de argumenten want vanaf 1998 krijgt het bedrijf een tijdelijke vrijstelling die voor de komende tien jaar een marktpositie garandeert [F5]; bovendien weet Nedalco de nodige subsidies in de wacht te slepen [F6] in het kader van het duurzaamheidsbeleid [F4]. Er wordt vervolgens op projectbasis [F1] samengewerkt in allianties met andere marktpartijen en er wordt een strategisch platform opgericht [F3]; hierdoor vindt in toenemende mate kennisuitwisseling plaats tussen gelijkgezinde partijen. Met de beschikbaar gekomen financiële en technologische middelen zet Nedalco ook in op de ontwikkeling (R&D) [F2] van cellulose-ethanol, een tweede generatie brandstof [F4]. Vanaf 2004 begint – na een verhuizing en nog flink wat lobbyactiviteit [F7] – de bouw van een fabriek voor de commerciële productie van bio-ethanol [F1]. Op dat moment heeft ook Shell zich op het terrein van bio-ethanol begeven [F1]; bovendien begint in het noorden het cluster ‘Energy Valley’ [F3] met de bouw van een commerciële fabriek [F1].

DE PRODUCENTEN EN DE CONSUMENTEN: EEN MARKTMOTOR

In de periode 2002-2005 toont zich – mede onder invloed van de Europese druk op de lidstaten – een toenemende urgentie van het bijmengen van biobrandstoffen. Deze impuls wordt nu ook door de nationale overheid opgepikt [F4] en in toenemende mate vertaald naar nationaal beleid. Ook de eerste generatie brandstoffen komt – mede onder invloed van Nedalco en de aanhoudende landbouwlobby [F7] – terug in de belangstelling; vanaf 2003 vertaalt dit zich ook in de speerpunten van het GAVE-programma [F4]; [131] de implementatie van de Europese richtlijn begint vorm te krijgen in het nationale beleid. Deze toenemende druk op het regime is de aanzet voor een toename van interne dynamiek binnen het innovatiesysteem; na de tijdelijke opmars van de geavanceerde biobrandstoffen zijn het nu weer voornamelijk projecten met eerste generatie-technologieën die het transitietraject vooruit stuwten. Het R&D-systeem werkt intussen door maar de technologie die wordt ontwikkeld biedt op de korte termijn geen oplossing. Het innovatiesysteem wordt in deze periode met name vooruit gestuwd door de bouw van diverse oliemolens op verschillende plaatsen in het land en de groeiende kring van gebruikers. De initiatieven concentreren zich op PPO en biodiesel; de projecten zijn met name gesitueerd in de landelijke gebieden waar we een opbloei zien van productiefaciliteiten en van nieuwe gebruikers.

Qua systeemdynamiek kunnen we in deze periode spreken van een echte marktmotor die opgang komt (zie figuur 5.11). Er ontstaat een interne dynamiek die niet uitsluitend meer het gevolg is van tijdelijke en externe impulsen; bovendien wordt de ontwikkeling gedragen door een breder wordende schare van startende ondernemers.

Gedurende de tweede helft van de jaren 90 sluimert het nog een beetje rond de toepassing van PPO en biodiesel. Er gebeurt relatief weinig maar de nichemarkt [F5] in de pleziervaartsector speelt een belangrijke rol bij de keuze voor het continueren van de ontwikkelingen [F4]. Ook de ontwikkelingen in Duitsland bieden inspiratie voor

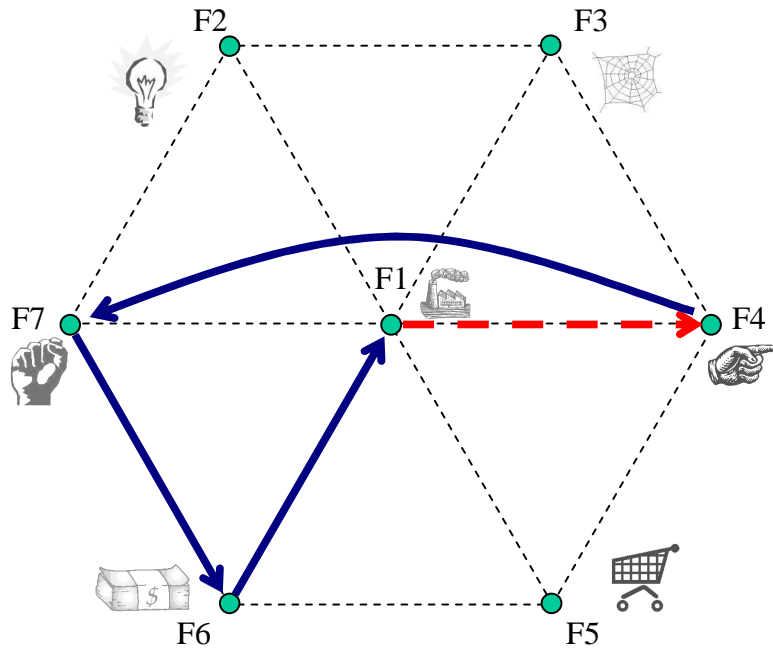
entrepreneurs om (opnieuw) aan de slag te gaan. Het systeem krijgt een echte impuls als de eerste projecten worden opgestart die zich toeleggen op de productie van PPO en biodiesel op eigen bodem [F1]. In het noorden is het de NLTO die de mogelijkheid van de nationale energieteelt overweegt. [59] Onder invloed van politieke steun van de landbouworganisatie en de provincie [F7] start in 2002 het initiatief met de noordelijke oliemolen van SolarOilSystems [F1]. Voor het eerst betreft het een onderneming die volledig bottom-up te werk gaat; de Abersons weten na gelobby [F7] een vrijstelling te regelen [F5] en ze mobiliseren de nodige financiële middelen bij diverse partijen waarmee ze een samenwerkingsverband aangaan [F3]. Het interactie-element is vruchtbaar omdat er de nodige contacten worden gelegd met diverse gebruikers; hierdoor wordt de nichemarkt voor PPO nu behalve door de accijnsvrijstelling ook door het directe werk van de entrepreneurs zelf in stand gehouden [F5].

Er begint nu een motor te draaien die principieel uitgaat van de commerciële belangen van de entrepreneurs; de noodzakelijke financiële middelen [F6] worden gezocht bij boeren, belangenorganisaties, provinciale en regionale overheden. De entrepreneurs tonen zich ware politieke wezens als zij ook het beleid in Den Haag en zelfs in Europa in hun voordeel trachten te beïnvloeden [F7]. De praktische kennis [F2] en de commerciële successen [F5] [F6] vormen vervolgens de voornaamste aanzet voor een nieuwe richtinggevende impuls [F4] naar andere projecten [F1] die vanaf 2004 steeds talrijker worden.

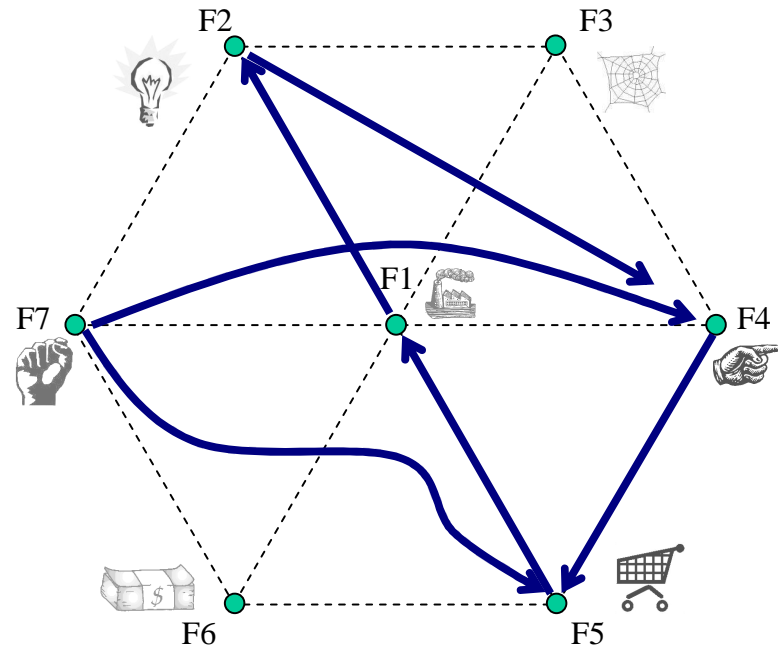
De zojuist geschetste ontwikkelingen gelden met name voor toepassingen rond PPO en biodiesel. Ook voor de toepassing van bio-ethanol is het klimaat gunstig; echter de ontwikkeling hangt hier met name af van de beslissingen van enkele grote partijen, met name Nedalco. Hierover is eerder al het nodige gezegd. Wat in het kader van de zojuist beschreven take-off nog van belang is, is te realiseren dat de toepassing van bio-ethanol in veel mindere mate wordt ondersteund door gebruikerservaring.

Over de tweede generatie valt op basis van de huidige systeemdynamiek te concluderen dat ze – in de context van transitie – op dit moment een bijrol heeft gekregen. Zeker is dat het R&D-systeem doordraait en, waar mogelijk, zal aansluiten bij de praktijk. In die zin draagt het GAVE-programma zeker bij aan het proces zoals het nu loopt.

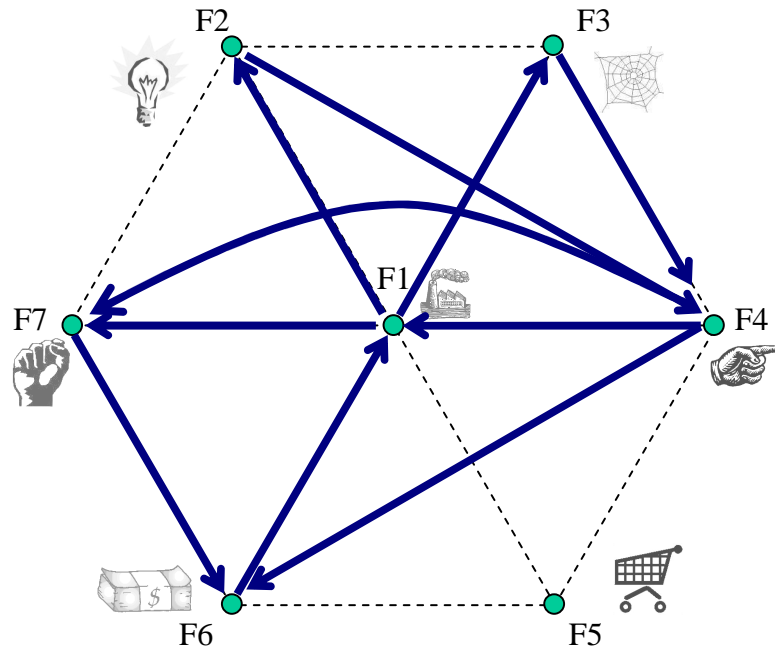
FIGURENSET 2: MOTOREN VAN INNOVATIESYSTEMEN



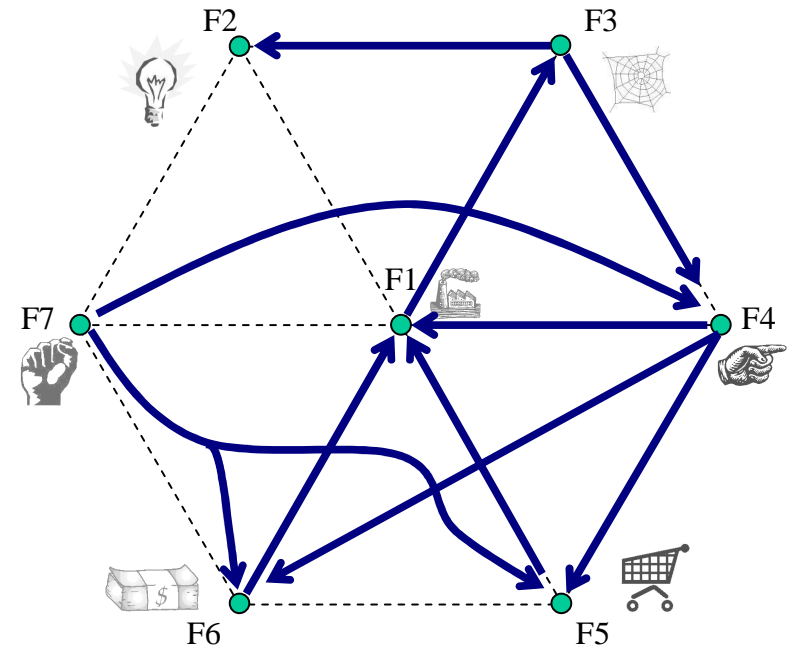
Figuur 5.7. Een haperende motor.



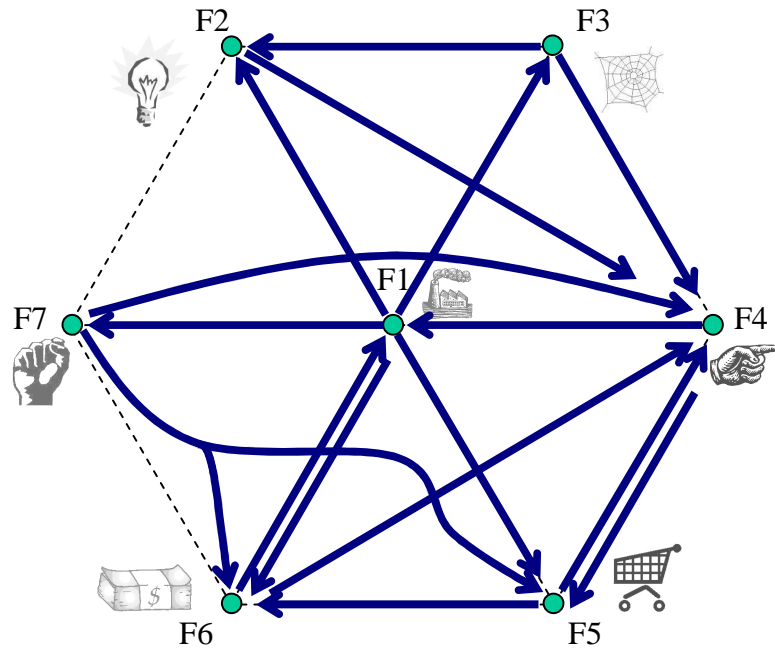
Figuur 5.8. Een startende motor.



Figuur 5.9. Een lobby-middelen-motor.



Figuur 5.10. Een lobby-markt-middelen-motor.



Figuur 5.11. Een markmotor.

5.4 Evaluatie van het Transitieproces

We zullen in deze paragraaf het transitieproces – zoals het zich gedurende de afgelopen 15 jaar heeft voltrokken – evalueren. Op basis van de geschetste systeemodynamiek kunnen we drie belangrijke perioden onderscheiden; zie hiervoor appendix III. We zullen de toestand van het systeem evalueren aan de hand van de karakteristieken die typerend zijn voor iedere periode.

De belangrijkste patroonverschuivingen – in termen van functievervulling en motoren – kunnen worden gerelateerd aan de veranderingen in attitudes rond verschillende technologische opties; de analyse tot zover laat zien dat het transitietraject biobrandstoffen zelfs wordt gekenmerkt door een interne strijd tussen twee typen technologieën, namelijk de eerste generatie technologieën en de tweede generatie technologieën. Dit werkt complicerend voor de evaluatie aangezien er nu (nog) niet geëvalueerd kan worden of het verstandig dan wel onverstandig is/was om de eerste generatie biobrandstoffen te stimuleren. In de evaluatie zullen we daarom per technologietype aangeven hoe het overheidsbeleid van invloed is geweest. De normatieve keuze ten aanzien van de twee technologiegeneraties wordt buiten beschouwing gelaten.

EVALUATIE PERIODE I: EEN ROMMELIGE AANLOOP (1990-1994)

Systeemeffectiviteit

In de aanloopperiode bestaat de klasse van entrepreneurs vooral uit publieke gebruikers; het zijn de provinciale en lokale overheden die experimenteren met de toepassing van biobrandstoffen in het openbaar vervoer. De projecten zijn succesvol maar met de resultaten wordt in deze periode weinig gedaan [F1].

Wat betreft de bijdrage van onderzoek en kennisontwikkeling [F2] valt er weinig aan te merken, noch in negatieve noch in positieve zin. Op de eerste plaats omdat het er alle schijn van heeft dat politieke overwegingen en ervaringen opgedaan in het buitenland de voornaamste aanzet zijn voor het opstarten van ondernemersactiviteiten. Op de tweede plaats is het afgezien daarvan zo dat onderzoekinstellingen simpelweg gebruik maken van de al bestaande kennisinfrastructuur. Een kritiekpunt zou nog kunnen zijn dat het onderzoek te weinig aansluit op de ruwe – politiek gedreven – praktijk; hierbij moet echter worden opgemerkt dat zelfs de theoretische studies in deze periode voornamelijk zijn gericht op de eerste generatie biobrandstoffen; iets dat wel degelijk aansluit bij de op dat moment gangbare praktijk.

Wat niet wordt opgemerkt door de actoren zelf – maar wat wel relevant is vanuit theoretisch oogpunt – is dat behalve op R&D-gebied nauwelijks sprake is van samenwerking tussen de verschillende entrepreneurs. Er wordt in eerste instantie gekeken naar het buitenland; vervolgens wordt er veel geleerd zonder dat er veel uitwisseling van kennis of technologie plaatsvindt [F3]. Er zijn dan ook nog nauwelijks instituties die een dergelijke uitwisseling kunnen faciliteren; ook wat betreft de technische faciliteiten zijn de entrepreneurs nog aangewezen op hun individuele vindingrijkheid.

Wat betreft richtinggeving [F4] lijkt het innovatiesysteem voldoende positieve impulsen af te geven, maar schijn bedriegt; het betreft namelijk vooral exogene factoren. Het probleem lijkt met name het gebrek aan impulsen op nationaal niveau te zijn; dit is

enerzijds te wijten aan een sterk verdeeld veld met aan één kant de academia en de milieubeweging, en aan de andere kant de landbouwsector en de provinciale politiek. De nadelige consequentie is dat verschillende projecten – ondanks de geboekte successen – geen vervolg krijgen.

De belangrijkste kritiek gegeven door de entrepreneurs zelf, is het uitblijven van accijnsvrijstellingen; er is in dit opzicht duidelijk een roep om een structurele ondersteuning in de vorm van een nichemarkt [F5]. Deze kritiek is vooral opvallend omdat ze kennelijk los staat van de tijdelijk beschikbare financiële middelen [F6] waaraan in deze periode geen gebrek is. Ook over de politieke impulsen [F7] wordt niet geklaagd; er wordt voldoende gepusht vanuit de provinciale politiek en door de landbouworganisaties.

Wat betreft de motoren, is het uitblijven van richtinggeving de belangrijkste oorzaak voor de trage start van het transitietraject; er wordt wel degelijk een beweging in gang gezet door overwegend externe impulsen, maar het binnenlandse innovatiesysteem weet deze activiteiten niet om te zetten in een structurele interne dynamiek.

De rol van de overheid

De trage start van het transitietraject lijkt grotendeels toe te schrijven aan het gepolariseerde debat dat wordt gevoerd tegen de achtergrond van de Europese agrificatiepolitiek. Terwijl de eerste generatie biobrandstoffen in Europa – onder invloed van Frankrijk en Duitsland – als de redding van de landbouw worden aangeprezen is het in Nederland vooral nog de vraag of het allemaal wel duurzaam is. Dit is natuurlijk een terechte vraag, vooral in de context van het transitiebeleid.

De regering had in deze periode de keuze tussen het bevorderen, dan wel het ontmoedigen van de eerste generatie technologie die dan min of meer spontaan opkomt. Een negatieve keuze was te verdedigen geweest gezien de twijfels over de duurzaamheid en gezien het risico op een vroegtijdige technologische lock-in. Ook voor een positieve keuze valt veel te zeggen. De markt had zich dan kunnen voorbereiden op de tweede generatie brandstoffen; de vroegtijdige implementatieslag zou bovendien de ‘stepping stone’ hebben kunnen vormen voor de latere commerciële toepassing van bijvoorbeeld FT-diesel.

Bovenstaande afweging wordt echter niet (expliciet) gemaakt; want wat in deze periode vooral opvalt, is het uitblijven van een heldere keuze. De nationale overheid biedt – ondanks aandringen van de entrepreneurs – geen duidelijkheid over de reikwijdte van haar steun. Er worden *ad hoc* tijdelijke accijnsvrijstellingen verleend maar deze maatregelen zijn niet verankerd in een programmatische visie. Hierdoor bestaat er een gebrek aan richtinggevende impulsen. De verwarring die ontstaat en het gebrek aan vertrouwen bij de entrepreneurs is fataal wanneer het de latere continuering van de projecten betreft. De implicaties van het haperende beleid worden pas echt goed duidelijk als we zien wat de consequenties zijn voor de verdere ontwikkelingen in de tweede periode (zie hieronder).

Indien de eerste generatie wordt beschouwd als een groep technologieën die een vruchtbare bijdrage zou kunnen leveren aan de transitie, dan was het raadzaam geweest om de betrokken entrepreneurs een heldere visie voor te leggen zodat ze hadden geweten wat te kunnen verwachten. Men had wellicht zelfs kunnen volstaan met de *tijdelijke*

vrijstellingen van dieselaccijns, als deze regelingen maar een meer programmatisch karakter hadden gekregen. De ontwikkelingen binnen het innovatiesysteem hadden bovendien kunnen worden gestimuleerd door de samenwerking tussen de entrepreneurs meer te faciliteren. Zo had de veelal praktische kennis die in deze periode wordt gegenereerd beter tot nut kunnen zijn voor (toekomstige) andere entrepreneurs. Indien de eerste generatie brandstoffen wordt beschouwd als volkomen onwenselijk, dan had de regering er goed aangedaan om (i) dit expliciet te communiceren, (ii) geen *ad hoc* accijnsvrijstellingen te verstrekken die de hoop op een zonnige toekomst enigszins overeind hielden en (iii) heldere lijnen uit te zetten voor R&D naar tweede generatie brandstoffen.

EVALUATIE PERIODE II: MARKTEN EN MACHTSBLOKKEN (1995-2001)

Systeemeffectiviteit

In de tweede periode verandert de klasse van entrepreneurs van samenstelling [F1]. Er is nog steeds de groep die experimenteert – meest succesvol in de pleziervaart – met het gebruik van PPO en biodiesel en er is de opvallende toetreding van technologieontwikkelaars die zich in allianties met Shell en TNO op het veld begeven.

Kennisontwikkeling wordt nu bijzonder belangrijk – vooral met betrekking tot de tweede generatie technologieën [F2]. De functie werkt versterkend voor de projecten die opgestart worden door gevestigde partijen. Voor de kleinschalige eerste generatie is de systeemfunctie echter weinig ontwikkeld; kennis en technologie worden voornamelijk geïmporteerd uit Duitsland en op basis daarvan werkt men verder via ‘trial and error’. Overigens lijkt de functie voor deze technologieën ook minder van belang te zijn; de beperkende factor ligt niet zozeer op technisch vlak, als wel op institutioneel vlak. Er is namelijk een voortdurende roep om structurele accijnsvrijstellingen ter bevordering van een nichemarkt voor biobrandstoffen [F5]. Dat de aanwezigheid van deze laatste functie cruciaal is, wordt duidelijk wanneer we kijken naar de relatief succesvolle niche in de pleziervaartsector; een combinatie van regelgeving en belastingvrijstellingen zorgt daar voor de institutionele zekerheid die nodig is voor het handhaven van de vaak risicovolle projecten. De succesvolle niche voor PPO en biodiesel zal later een positieve invloed hebben op de opstart van gebruikersexperimenten en vooral op de plannen voor de bouw van diverse Nederlandse oliemolens.

Het aantal samenwerkingsverbanden binnen het innovatiesysteem neemt toe als gevolg van de interactie binnen de grote allianties [F3]. Echter ook deze netwerkactiviteiten zijn exclusief gericht op de tweede generatie opties. Het GAVE-programma van Novem zorgt voor de inkadering van deze R&D projecten. De richting van het zoekproces [F4] en de financiële steun [F6] wordt sterk bepaald door de regimespelers [F7] en door de nationale overheid [F4]. Ontwikkelingen worden min of meer gepusht in de richting van de tweede generatie technologieën, iets wat deze projecten op korte termijn zeker ten goede komt.

En dan is er nog het project rond Nedalco dat een uitzondering vormt; ook Nedalco bedient zich weliswaar van politieke middelen [F7] om accijnsvrijstellingen af te dwingen [F5] ter ondersteuning van haar projecten, maar hier is het voor de productie van bio-ethanol, een eerste generatie technologie. Nedalco gebruik haar invloed echter ook ter bevordering van R&D op het gebied van c-ethanol, een tweede generatie technologie.

Kenmerkend voor deze periode is de trage opstart van de eerste marktmotor. Er ontstaat geleidelijk een stabiele nichemarkt in de pleziervaartsector. Daarnaast zijn er de krachtige lobbymotoren van de technologische allianties en van Nedalco; deze lijken in deze periode de ontwikkeling van eerste generatie projecten enigszins te verdrukken. Voor de tweede generatie projecten hebben de motoren een bijzonder gunstig effect; opvallend afwezig is wel de ontwikkeling van de markt [F5]; het is met name op dit punt dat Nedalco een verschil maakt.

De rol van de overheid

De nationale overheid speelt in deze fase voor het eerst een duidelijke rol. Met name de tweede generatie opties worden nu actief ondersteund, bijvoorbeeld in de context van het GAVE-programma. Het innovatiesysteem krijgt hierdoor een sterke R&D-impuls op het gebied van geavanceerde technologieën die nog in een precommercieel stadium zijn. De steun met betrekking tot technologieontwikkeling wordt echter niet aangevuld met een helder gearticuleerde visie met betrekking tot de mogelijke toekomstige ontwikkeling van een markt voor biobrandstoffen. De Nederlandse overheid stelt beslissingen over de ondersteuning van biobrandstoffen uit. Dit heeft tot gevolg dat succesvolle R&D-activiteiten niet worden opgevolgd door grotere projecten die richtinggevend zijn voor een marktintroductie van de tweede generatie technologie.

Dat de werking van het marktmechanisme een belangrijke factor is, blijkt ook uit de positieve ontwikkelingen in de eerste generatie nichemarkt, voor de pleziervaartsector. Het is een combinatie van eerder verleende accijnsvrijstellingen en lokaal geldende milieunormen die de biodiesel geschikt maakt voor deze niche. Toch wordt de eerste generatie brandstoffen nog altijd niet structureel ondersteund door het nationale beleid. De gebruikersexperimenten ondervinden zelfs veel weerstand aangezien er nauwelijks enige institutionele ondersteuning is voor de projecten. Bij ieder initiatief moet opnieuw voor accijnsvrijstelling worden gelobbyd in de richting van Den Haag. De overheid geeft in deze geen eenduidig signaal af; enerzijds is het duidelijk dat de tweede generatie sterk wordt geprefereerd boven de eerste generatie, anderzijds worden eerste generatie experimenten nog wel *ad hoc* ondersteund. Deze duale houding komt gedeeltelijk voort uit de verschillende domeinen van de betrokken ministeries; Financiën, Economische Zaken en LNV hebben uiteenlopende visies en belangen op dit technologiegebied.

Dat de intensieve politieke lobby noodzakelijk is, bewijst ook Nedalco; de firma heeft moeite met het lospeuteren van steun voor het opstarten van een commerciële bio-ethanolproductie. Ondanks de vele miljoenen die het bedrijf weet los te lobbyen, overheerst toch ook hier de aanhoudende klaagzang over de communicatie met het Rijk en de traagheid van de besluitvorming. De casus van Nedalco laat duidelijk zien hoe desastreus onzekerheden over toekomstige markten zijn voor entrepreneurs en hoeveel moeite het hen kost om een overheid te bewegen deze risico's te verlagen.

Het lijkt erop dat de overheid in deze periode kiest voor de programmatische ondersteuning van een selecte groep projecten; de keuze lijkt grotendeels bepaald door de invloed van enkele grote regimespelers. Het zijn de allianties rond Shell, ECN, TNO en Nedalco, die uiteindelijk op substantiële steun kunnen rekenen; dit komt dan met name ten goede aan tweede generatie technologie en aan de ontwikkeling van productiefaciliteiten voor bio-ethanol. Deze 'technologiekeuze' heeft als risico dat uiteindelijk de belangen van regimespelers de overhand zullen krijgen in toekomstige

ontwikkelingen. Aan de andere kant moeten we wel de kanttekening plaatsen dat Nedalco in het energiesysteem vooralsnog geen grote rol speelt. Het is intussen wel duidelijk dat de overheid meer vertrouwen heeft in grote spelers dan in typisch Schumpeteriaanse entrepreneurs. Het is de vraag of dit wel verstandig is, aangezien er vele voorbeelden zijn beschreven van hoe juist kleine onafhankelijke entrepreneurs erin slagen om radicale vernieuwingen te realiseren.

De traditionele landbouwsector wordt in deze periode grotendeels buiten spel gezet; de mogelijk negatieve consequentie hiervan is dat er zo weinig wordt aangesloten op de praktijkkennis die al in het innovatiesysteem aanwezig is op het gebied van PPO en biodiesel. De halfslachtige ondersteuning van eerste generatie technologieën in de aanlooperperiode werpt onverhoopt zijn vruchten af, maar deze worden niet geplukt. Van een heldere uitsluiting van de eerste generatie technologie is overigens nog altijd geen sprake. Er worden immers nog altijd – zij het *ad hoc* – accijnsvrijstellingen verstrekt.

EVALUATIE PERIODE III: TAKE-OFF (2002-2005)

Systeemeffectiviteit

In de derde periode zien we een grote toename van projecten. Met name de successen rond de implementatie van PPO en biodiesel zijn hier debet aan; op diverse plaatsen in het land worden oliemolens gebouwd. Daarnaast zijn er vergevorderde plannen voor de constructie van biodieselfabrieken en bio-ethanolfabrieken [F1].

Wat betreft kennisontwikkeling [F2] wordt de periode gekenmerkt door een ‘comeback’ van onderzoeksactiviteit op het gebied van eerste generatie technologie. Ook het onderzoek naar de tweede generatie opties wordt geïntensiveerd. De projecten worden uitstekend gevoed door het innovatiesysteem. De voeding van kennis wordt nog versterkt door het ontstaan van een steeds dichter wordende netwerkstructuur en de vorming van technologische allianties [F3] waarin kennis wordt uitgewisseld. Dit is voor het eerst ook voor de projecten rond de eerste generatie brandstoffen het geval.

De grote groei van projectactiviteit wordt ook aangejaagd door een sterke impuls aan richtinggevende signalen [F4]. Er is de Europese richtlijn en bovendien is er een toenemende interne lobby afkomstig uit de landelijke gebieden en de agrarische sector; dit betreft vooral ook de entrepreneurs zelf die in toenemende mate het politieke strijdveld bepalen [F7]. De entrepreneurs weten gezamenlijk het innovatiesysteem – en een deel van het regime – met succes naar hun hand te zetten. Er worden subsidies geregeld [F6], er worden coalities gevormd [F7] – onder andere ook met geldschieters [F6] – en er wordt een markt gecreëerd voor de afzet van PPO en biodiesel [F5]. Kenmerkend is ook de shift van het GAVE-programma, dat in deze periode voor het eerst expliciet steun biedt aan eerste generatie technologieën.

Qua motoren mogen we stellen dat de laatste periode bij uitstek wordt gekenmerkt door een vruchtbare dynamiek waarvan de belangrijkste spil – voor het eerst in de geschiedenis van het transitietraject – de entrepreneur zelf is.

De rol van de overheid

De take-off is met name geïnitieerd door de combinatie van toenemende druk vanuit Europa en de geweldige activiteit van entrepreneurs die succesvol op de nieuwe ontwikkelingen inspelen. Onder invloed van de entrepreneurs en de opkomende markten wordt door het innovatiesysteem een motor ingang gezet die de ontwikkelingen verder opstuwt dan ooit tevoren in dit transitietraject. Het beleid van de nationale overheid levert hier in die zin een bijdrage aan, dat het – op aandringen van de entrepreneurs – de (tijdelijke) voorwaarden schept die noodzakelijk zijn voor het succesvol implementeren van nieuwe duurzame technologie.

Een kritische opmerking die we moeten plaatsen is dat het er *weer* op lijkt dat de overheid met haar beleid achter de feiten aanloopt. Waar zij bij het ontwikkelen van transitiebeleid van meet af aan richtinggevend zou moeten zijn, daar laat de staat zich in de praktijk tot speelbal reduceren van de andere actoren. Dit uit zich in het feit dat de overheid geen heldere visie uiteenzet over de toekomst van biobrandstoffen in Nederland, en dat overheidsacties wezenlijk slechts reacties zijn op intensieve lobby-activiteiten van entrepreneurs. Accijnsvrijstellingen worden nog altijd *ad hoc* toegekend en er is nog altijd geen helder uitgewerkte politieke stellingname over de inzet van eerste generatie dan wel tweede generatie brandstoffen. Los van enige specifieke technologische keuze dringt zich nu ook steeds meer de vraag op of de Nederlandse overheid überhaupt wel de verantwoordelijkheid wil nemen om met concrete maatregelen – en bijbehorende toekomstvisie – te komen ter bevordering van biobrandstoffen. De realiteit laat pijnlijk zien dat Nederland het langzaamste jongetje van de klas is waar het gaat om de implementatie van de EU richtlijnen over het bijmengen van biobrandstoffen.

EN NU VERDER ...

Het gebrek aan een heldere visie van de overheid ten aanzien van het creëren van een markt voor biobrandstoffen zet een grote rem op de ontwikkeling en toepassing van biobrandstoffen. Gezien de sterke lobby-activiteiten richting de overheid kan de verwachting worden uitgesproken dat indien een aanzienlijke markt voor biobrandstoffen wordt gecreëerd, dit een sterk ‘pull’-effect zal hebben op het innovatiesysteem. Het ontbreken van de functie ‘marktcreatie’ is op dit moment dé barrière die een bloeiend innovatiesysteem rond biobrandstoffen tegenwerkt.

In dit transitietraject heeft de overheid zich geprofileerd als een speler die mede verantwoordelijk is voor de technologische keuzes die binnen het traject worden gemaakt. Het lijkt echter met name deze rol te zijn die de overheid slecht aangaat. De analyse laat op verschillende momenten zien dat entrepreneurs op specifieke punten steeds weer om zekerheid roepen. Het uitblijven van eenduidige richtinggevende impulsen is dan fataal ook al komt er uiteindelijk wel weer een (tijdelijke) accijnsvrijstelling. Indien de nationale overheid een technologiespecifiek beleid wil voeren ter exclusieve bevordering van tweede generatie brandstoffen, dan hoort daar een consequente uitsluiting van de eerste generatie bij. Indien er wel een tijdelijke rol is weggelegd voor de eerste generatie ter preparatie van de markt, dan ook weer dient dit te worden gecommuniceerd naar de belanghebbenden. Kortom, beleid moet consequent worden vormgegeven aan de hand van een duidelijke toekomstvisie die wordt

gecommuniceerd naar alle relevante partijen. Op dit moment lijkt het erop dat technologieneutraal beleid dit transitieproces ten goede zou komen, zeker nu is gebleken dat de eerste generatie biobrandstoffen in de meest recente periode toch nog een rol van betekenis lijkt te gaan spelen bij het invullen van de EU-richtlijn.

Een andere rol van de overheid die problemen veroorzaakt is het nemen van verantwoordelijkheid voor het creëren van een 'level playing field' voor alternatieve en fossiele brandstoffen. Enerzijds wordt uit verschillende acties duidelijk dat de overheid vindt dat zij hier een rol in heeft (bijvoorbeeld uit het opstarten van het GAVE-programma), maar anderzijds is de overheid beducht voor de substantiële inzet van financiële middelen die een marktcreatie (bijvoorbeeld door accijnsvrijstellingen) met zich meebrengt. Ook hier is het weer 'hinken op twee gedachten'; de tegengestelde signalen naar de entrepreneurs belemmeren de verdere ontwikkeling en toepassing van biobrandstoffen in Nederland.

6. Conclusies

Dit hoofdstuk bevat de conclusies van het onderzoek waarbij antwoord wordt gegeven op de drie onderzoeksvragen.

Hoe heeft het *innovatiesysteem* rond de ontwikkeling en toepassing van biobrandstoffen in Nederland zich ontwikkeld en wat waren de belangrijkste invloedsfactoren?

Het innovatiesysteem rond biobrandstoffen wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van twee subsystemen die zich relatief onafhankelijk van elkaar ontwikkelen; de tweedeling betreft een eerste generatie en een tweede generatie biobrandstoffen. De eerste generatie komt als eerste op, wordt vooral gedreven door agrarische belangen en door lokale milieuproblemen. Entrepreneurs lobbyen voor een 'level playing field' voor deze technologie maar deze wordt door de overheid slechts op *ad hoc* basis verstrekt. Er is veel discussie over de wenselijkheid van de eerste generatie brandstoffen; dit debat is geïnitieerd door wetenschappers en milieubeweging. Ondanks het conflict en het weinig stimulerende overheidsbeleid, blijven initiatieven rond productie en gebruik van deze technologie, elkaar opvolgen. Recentelijk lijkt het tij voor deze groep brandstoffen te keren en wordt deze meer en meer gezien als een overgangstechnologie naar de tweede generatie van technologische opties.

De tweede generatie technologie komt later op en kenmerkt zich door veel kennisontwikkelingsactiviteiten die worden gesteund door de overheid; er vindt op dit gebied veel technologische progressie plaats. Het gebrek aan zicht op een afzetmarkt voor deze technologie werkt belemmerend voor mogelijke verdere ontwikkelingen.

Welke rol heeft het *overheidsbeleid* gehad op het functioneren van het innovatiesysteem?

De overheid heeft een aanzienlijke rol gehad op het functioneren van het innovatiesysteem.

Zwakke rollen zijn:

- De duale houding ten aanzien van de keuze tussen eerste en tweede generatie technologie. De tweede generatie heeft de voorkeur maar de eerste generatie wordt wel *ad hoc* ondersteund. Onzekerheden worden niet weggenomen doordat onvoldoende articulatie plaatsvindt van de overheidsvisie ten aanzien van biobrandstoffen;
- Het uitstellen van een helder beleid ten aanzien van de marktintroductie van biobrandstoffen. Het gebrek aan zicht op een markt heeft verlamd gewerkt op zowel eerste als tweede generatie biobrandstoffen. Het is de invloed van de EU geweest die de hoop op levensvatbaarheid van initiatieven in Nederland in leven heeft gehouden, en niet het beleid van de Nederlandse overheid.

Sterke rollen zijn:

- Het geven van een sterke R&D-impuls aan de ontwikkeling van tweede generatie biobrandstoffen;
- Het bouwen van netwerken ter bevordering van de ontwikkeling van de tweede generatie biobrandstoffen.

Biedt het *functieraamwerk* voldoende aanknopingspunten voor de evaluatie van het transitietraject rond biotransportbrandstoffen?

Door de geschiedenis van biobrandstoffen in Nederland te analyseren met behulp van het functieraamwerk is duidelijk geworden hoe het innovatiesysteem rond biobrandstoffen heeft gefunctioneerd en welke activiteiten bepalend zijn geweest in de dynamiek. Verder heeft deze analysemethode het mogelijk gemaakt om te achterhalen hoe verschillende activiteiten op elkaar hebben ingewerkt en elkaar hebben versterkt. Hierdoor werd duidelijk welke zaken goed en welke zaken slecht waren geregeld binnen het Nederlandse innovatiesysteem rond biobrandstoffen. Ook de invloed van de overheid op het innovatiesysteem werd duidelijk. Het is dus goed mogelijk gebleken om met de gehanteerde set aan functies een evaluatie te geven van het transitietraject rond biobrandstoffen. De kanttekening die hierbij wel moet worden gemaakt is dat de in deze rapportage gevolgde methodiek zeer arbeidsintensief is.

7. Bronnen

1. AER, *Post-Kyoto Energiebeleid - Advies aan de Minister van Economische Zaken*. 2002.
2. Rotmans, J., *Inleiding*, in *Transitiemanagement: Sleutel voor een Duurzame Samenleving*, J. Rotmans, Editor. 2003, Koninklijke Van Gorcum: Assen, NL.
3. Rotmans, J., *Transities en Systeminnovaties*, in *Transitiemanagement: Sleutel voor een Duurzame Samenleving*, J. Rotmans, Editor. 2003, Koninklijke Van Gorcum: Assen, NL.
4. VROM, *Nationaal Milieubeleidsplan 4*. 2001: Den Haag.
5. Kemp, R., J. Schot, and R. Hoogma, *Regime Shifts to Sustainability Through Processes of Niche Formation: The Approach of Strategic Niche Management*. *Technology Analysis & Strategic Management*, 1998. 10(2): p. 175-195.
6. Geels, F., *Understanding the Dynamics of Technological Transitions. A Co-Evolutionary and Socio-Technical Analysis*. 2002, University of Twente: Twente.
7. Geels, F., *Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study*. *Research Policy*, 2002. 31: p. 1257-1274.
8. Geels, F., *From sectoral systems of innovation to socio-technical systems. Insights about dynamics and change from sociobiology and institutional theory*. *Research Policy*, 2004. 33: p. 897-920.
9. Rotmans, J., et al., *Transitie & Transitiemanagement - De casus van een emissiearme energievoorziening*. 2000, ICIS/MERIT.
10. Utterback, J.M., *Mastering the dynamics of innovation*, ed. H.B.S. Press. 1994, Harvard.
11. Anderson, P.C. and M.L. Tushman, *Technological discontinuities and dominant designs: a cyclical model of technological change*. *Administrative Science Quarterly*, 1990. 35(4): p. 604-635.
12. Schumpeter, J.A., *The Theory of Economic Development. An inquiry into profits, capital, credit, interest, and the business cycle*. 5th ed. 1934, New Brunswick, New Jersey: Transaction Publishers.
13. Carlsson, B. and R. Stankiewicz, *On the nature, function and composition of technological systems*. *Journal of Evolutionary Economics*, 1991. 1(2): p. 93-118.
14. Suarez, F., *Battles for technological dominance: an integrative framework*. *Research Policy*, 2004. 33: p. 271-286.
15. Suurs, R., S. Negro, and M. Hekkert. *A Techno-Institutional Analysis of Energy Systems in Transition - The Case of Dutch Biomass Gasification*. in *Paper presented at the EMAEE Conference*. 2005. Utrecht, 19-21 May 2005.
16. Scott, W.R., *Institutions and Organizations*. 2001, London, UK: Sage Publications.
17. Giddens, A., *The Constitution of Society*. 1984, Cambridge, UK: Polity Press.
18. Van Lente, H. and A. Rip, *Expectations in Technological Developments: An Example of Prospective Structures to be Filled in by Agency*, in *Getting New Technologies Together*, C. Disco and B. van der Meulen, Editors. 1998, Walter de Gruyter: Berlin - New York.
19. Linden, A. and J. Fenn, *Understanding Gartner's Hype Cycles*. 2003, Gartner Group.
20. Edquist, C., *The Systemic Nature of Innovation*, in *Oxford Handbook of Innovation*, J. Fagerberg, D. Mowery, and R. Nelson, Editors. 2004, Oxford University Press: New York.
21. Rickne, A. *Assessing the Functionality of an Innovation System*. in *Paper prepared for the Druid conference*. 2001. Aalborg.
22. Johnson, A. *Functions in Innovation System Approaches*. in *Nelson and Winter Conference*. 2001. Aalborg, Denmark: Department of Industrial Dynamics. Chalmers University of Technology.
23. Jacobsson, S. and A. Bergek, *Energy System Transformation: The Evolution of Technological Systems in Renewable Energy Technology*, in *Third draft of a paper to be published*. 2002: Gothenburg.
24. Bergek, A., et al., *Analysing the Dynamics and Functionality of Sectoral Innovation Systems - a Manual for Policy Makers*. Paper presented at the DRUID Tenth Anniversary Summer Conference, 2005.
25. Meijer, I.S.M. and M.P. Hekkert. *Perceived uncertainties regarding the transformation towards sustainability*. in *11th Annual International Sustainable Development Research Conference*. 2005. Helsinki, Finland.

26. Lundvall, B.-Å., *National Systems of Innovation - Toward a theory of Innovation and Interactive Learning*. 1992, London: Pinter Publishers.
27. Rosenberg, N., *Factors affecting the diffusion of technology*, in *Perspectives on Technology*, N. Rosenberg, Editor. 1976, Cambridge University Press: Cambridge.
28. Schot, J., R. Hoogma, and B. Elzen, *Strategies for Shifting Technological Systems. The case of the automobile system*. *Futures*, 1994. 26(10): p. 1060-1076.
29. Sabatier, P.A., *The advocacy coalition framework: revisions and relevance for Europe*. *Journal of European Public Policy*, 1998. 5(1): p. 98-130.
30. Sabatier, P.A., *An Advocacy Coalition Framework of Policy Change and the Role of Policy-Oriented Learning Therein*. *Policy Sciences*, 1988. 21(2-3): p. 129-168.
31. Van de Ven, A.H. and R.M. Engleman, *Event- and outcome-driven explanations of entrepreneurship*. *Journal of Business Venturing*, 2004. 19(3): p. 343-358.
32. Dooley, K. and A.H.v.d. Ven, *Explaining Complex Organizational Dynamics*. *Organization Science*, 1999. 10(3): p. 358-372.
33. Das, S.S. and A.H. Van de Ven, *Competing with new product technologies: A process model of strategy*. *Management Science*, 2000. 46(10): p. 1300-1316.
34. Abbot, A., *Some comments on "sequence analysis and optimal matching methods in sociology: Review and prospect" - Reply to Levine and Wu*. *Sociological Methods & Research*, 2000. 29(1): p. 65-76.
35. Van de Ven, A.H., *Methods for Studying Innovation Development in the Minnesota Innovation Research Program*. *Organization Science*, 1990. 1(3): p. 313-335.
36. Van de Ven, A.H., et al., *The Innovation Journey*. 1999: Oxford University Press.
37. GAVE, *De meest gestelde vragen over biobrandstoffen*. 2005, Senternovem: Utrecht.
38. Suurs, R., et al., *Assessing Transition Trajectories Towards a Sustainable Energy System: A Case Study on the Dutch Transition to Climate-Neutral Transport Fuel Chains*. *Innovation: Management, Policy & Practice*, 2004. 6(2): p. 269-285.
39. *Elsbett-motor in productie*, NRC Handelsblad 2 juni 1990.
40. *Elsbett-motor loopt desnoods ook op raapolie*, NRC Handelsblad 16 juni 1990.
41. *Productie van 'koolzaad-motor' is vastgelopen*, NRC Handelsblad 3 juli 1990.
42. *Productie van 'koolzaad-motor' is vastgelopen*, NRC Handelsblad 23 augustus 1991.
43. *Elsbett zuiniger dan diesel; Nieuw TNO-rapport bevestigt voordelen van de Elsbettmotor en ziet nog ruime mogelijkheden voor verdere ontwikkeling*, NRC Handelsblad 31 oktober 1991.
44. *Gado laat autobussen rijden op bio-ethanol*, NRC Handelsblad 11 juli 1991.
45. *Proef met bus op bio-alcohol in Groningen*, *Algemeen Dagblad* 3 juni 1992.
46. *Busvervoerder staakt tijdelijk proef met bio-ethanol*, ANP 24 mei 1993.
47. *Ontvlambare 'suikerbus' mag blijven rijden*, *De Gelderlander* 30 mei 1995.
48. *In Nederland wordt het nooit wat met biobrandstof*, *Agrarisch Dagblad* 9 oktober 1999.
49. *Eerste vier auto's op biodiesel de weg op; Nieuwe brandstof dringt milieuverontreiniging terug*, *Algemeen Dagblad* 23 mei 1992.
50. *Bus in Rotterdam rijdt op 'biodiesel'*, NRC Handelsblad 14 november 1992.
51. *Europese subsidie voor Rotterdamse verkeersprojecten*, ANP 24 februari 1994.
52. *Stadsbussen - Rotterdam op biodiesel*, *De Gelderlander* 25 oktober 1995.
53. *Regio positief over schonere voertuigen; Alle gemeentelijke wagenparken over op bio-ethanol*, *Rotterdams Dagblad* 20 december 2004.
54. *Friese primeur: varen op bio-brandstof*, *Het Parool* 2 januari 1995.
55. *Biodiesel tijdelijk vrij van accijns*, *Het Financieele Dagblad* 8 maart 1995.
56. *Milieuvriendelijk op diesel uit koolzaad door Friesland varen*, *Trouw* 18 maart 1995.
57. *Experiment met biodiesel mislukt*, ANP 20 mei 1998.
58. *Friesland staakt experiment met biodiesel*, ANP 23 februari 2000.
59. *Fryslan gebruikt opnieuw biodiesel*, ANP 11 oktober 2002.
60. *Rondvaartreders vinden varen op koolzaadolie een uitkomst*, *Het Parool* 8 januari 1997.
61. www.gave.novem.nl.
62. *Snelle olie uit hout*, *De Volkskrant* 24 januari 1998.
63. *Stop eens een ui in je tank; Biobrandstof Proeffabriek maakt eerste diesel van natte biomassa*, *De Volkskrant* 17 april 2004.
64. *'Groene' olie kan aardolie vervangen*, NRC Handelsblad 7 oktober 1999.

65. *Voortgang subsidies 2002*, NOVEM GAVe-mail 2002 nr.6.
66. *Overzicht projectenprogramma GAVE-2001*, NOVEM GAVe-mail 2002 nr.1.
67. *Shell maakt met ECN biodiesel (FT-proces)*, Duurzame Energie, februari 2002, 2002.
68. *Vol gas op wilgensnipperdiesel*, De Volkskrant 2 februari 2002.
69. *Mogelijkheden productie Fischer Tropsch brandstof via biomassa vergassing nader onderzocht*, NOVEM GAVe-mail 2002 nr.9.
70. *Suiker unie zet conserven in de etalage*, Het Financieele Dagblad 22 mei 1996.
71. *Bio-ethanol in Nederland*, Duurzame Energie, juni 1996.
72. *Nedalco wil grootschalig in bio-brandstof*, NRC 24 augustus 1996.
73. *Nedalco is wachten op accijnsvrijstelling bio-ethanol zat*, ANP 4 februari 1997.
74. *Bio-ethanol: toekomst als autobrandstof - Nedalco*, De Stem 19 oktober 1996.
75. *Van Aartsen wil fiscale steun bio-ethanolproject*, ANP 15 maart 1996.
76. *Producent Nedalco wil vrijstelling van accijns voor bio-ethanol*, Het Financieele Dagblad 4 februari 1997.
77. *Nedalco start commerciële productie bio-ethanol*, Duurzame Energie, augustus 1997.
78. *Nedalco BoZ: 135 milj. accijnsverlaging bio-proj.*, De Stem 17 april 1997.
79. *Energieverslag Nederland*,
80. *Frietlucht uit Franse uitlaatpijp*, Algemeen Dagblad 10 november 2001.
81. *Persbericht 18 juni 2004*.
82. *Miljoenen voor verhuizing van Nedalco*, BN/DeStem 11 juni 2004.
83. *Sas van Gent blijft in beeld als locatie voor Nedalco*, Provinciale Zeeuwse Courant 23 juni 2004.
84. *Eerste paal voor fabriek alcoholproducent*, Provinciale Zeeuwse Courant 7 oktober 2004.
85. *Nota Verkeersemmissies: reactie ethanolfabrikant*, NOVEM GAVe-mail 2004 nr.10.
86. *Alcohol brengt nieuwe kansen voor Kanaalzone*, Provinciale Zeeuwse Courant 9 januari 2004.
87. *Amsterdam wil door met waterstofbussen*, NOVEM GAVe-mail 2005 nr.1.
88. *De wedergeboorte van koolzaad*, Agrarisch Dagblad 15 juni 2002.
89. *Een ambitieus plan*, De Boerderij 23 juli 2002.
90. *De Oliemolen (5)*, Bizz 21 februari 2003.
91. *Olie in de autotank*, Bizz 18 oktober 2002.
92. *De Oliemolen (2)*, Bizz 15 november 2002.
93. *De Oliemolen (6)*, Bizz 21 maart 2003.
94. *De Oliemolen (7)*, Bizz 18 april 2003.
95. *Noorden krijgt primeur koolzaadpers*, Het Financieele Dagblad 1 augustus 2003.
96. *De Oliemolen (12)*, Bizz 19 september 2003.
97. *De Oliemolen (13)*, Bizz 17 oktober 2003.
98. *Truck van McDonalds rijdt op pure plantaardige olie*, NOVEM GAVe-mail 2003 nr.12.
99. *De Oliemolen (14)*, Bizz 21 november 2003.
100. *Nederlandse biobrandstofinitiatieven in vogelvlucht*, NOVEM GAVe-mail 2005 nr.4.
101. *OPEK in de polder*, De Volkskrant 18 september 2002.
102. *Geen koolzaadteelt in polder*, Dagblad Flevoland 12 augustus 2004.
103. *Stichting-Milieufederatie-Limburg*, *Limburgs Milieu*. 2004.
104. *ATEP bouwt biodieselfabriek in Arnhem*, NOVEM GAVe-mail 2003 nr.2.
105. *Plan biodieselmolen*, BN/DeStem 17 juni 2004.
106. *Biodieselfabriek in Zeeuws-Vlaanderen kan in 2005 draaien*, Provinciale Zeeuwse Courant 12 augustus 2004.
107. *Nadere studie plan productie biodiesel*, Provinciale Zeeuwse Courant 9 juli 2004.
108. *Emmen krijgt eerste Nederlandse biodieselfabriek*, ANP 19 april 2005.
109. *Biodieselfabriek in de Eemshaven*, NOVEM GAVe-mail 2004 nr.6.
110. *Afgewerkt frituurvet als autobrandstof*, Dagblad Tubantia/Twentsche Courant 26 januari 2005.
111. *Brandstof voor het Noorden*, Leeuwarder Courant 15 september 2004.
112. *Nog dit jaar Friese fabriek bio-ethanol*, Leeuwarder Courant 9 februari 2005.
113. *De Oliemolen (16)*, Bizz 23 jan 2004.
114. *Vuilniswagens Achtkarspelen rijden op schone koolzaadolie*, Leeuwarder Courant 3 maart 2005.
115. *Fracties positief over biobrandstof*, Dagblad van het Noorden 4 september 2004, 2004.
116. *Sterk Meppel wil gemeentelijk wagenpark op koolzaad laten rijden*, Dagblad van het Noorden 11 augustus 2000.

117. *Milieu: groene gemeente*, Elsevier 16 oktober 2004.
118. *'Wagenpark gemeente op alcohol'; Proefballon*, Rotterdams Dagblad 31 december 2004.
119. *Koolzaadolie ideaal voor wadveren*, Leeuwarder Courant 28 oktober 2004.
120. *Bussen in parken rijden straks op biodiesel*, Dagblad van het Noorden 23 maart 2005.
121. *Bussen in Brabant rijden in 2006 op bio-brandstof*. Brabants Dagblad 5 november 2004, 2004.
122. *Biodiesel-experiment strandt in Zeeuws-Vlaanderen*, Duurzame Energie, december 2004.
123. *Gelderland wil over op biodiesel*, De Gelderlander 16 maart 2005.
124. *Agrarisch bedrijfsleven stuit op afzetproblemen - Nederland ziet geen brood in 'biodiesel'*, Brabants Dagblad 2 september 1995.
125. *Bukman sceptisch over kansen bio-brandstof*, ANP 27 mei 1993.
126. *Vracht op biodiesel*, Trouw 23 mei 2001.
127. *Duurzame Energie*, Augustus 1996.
128. *Auto op hout is zinloos; Diesel uit koolzaad blijkt duur*, De Volkskrant 6 september 2003.
129. *Tarwesuper en koolzaaddiesel; Dure brandstoffen leiden tot hausse aan bioalternatieven*, NRC Handelsblad 12 juni 2004).
130. *Koolzaad aanbevolen als brandstof*, Het Financieele Dagblad 17 november 1994.
131. *Nieuwe rapporten op de GAVE website / Ecofys: Voldoende biomassa voor implementatie EC-directive biobrandstoffen in 2005*, NOVEM GAVe-mail 2003 nr.11.

APPENDIX

I. Het Functieraamwerk en het MNP-Raamwerk

Het MNP heeft een eigen raamwerk ontwikkeld om inzicht te krijgen in de dynamiek van technologische transitie. Het MNP-raamwerk komt wat betreft de elementen in grote lijnen overeen met het Utrechtse functieraamwerk; er zijn echter ook verschillen. In dit hoofdstuk zullen we de twee raamwerken met elkaar vergelijken en de belangrijkste overeenkomsten benoemen.

FUNCTIES EN MNP-ACTIVITEITEN

Ook het MNP gaat uit van een set van activiteiten die noodzakelijk is voor de totstandkoming van systeeminnovaties en uiteindelijk transitie. De volgende activiteiten worden onderscheiden:

1. Probleemperceptie
2. Visie en Toekomstbeelden
3. R&D - Technisch en - Institutioneel
4. Experimenten in de Praktijk
5. Motivatie⁵

Tabel A1: Relatie tussen Functieraamwerk en MNP activiteiten

	1. Activiteiten door entrepreneurs	2. Kennisontwikkeling	3. Kennisdiffusie in netwerken	4. Richting geven aan zoekproces	5. Creeren van markten	6. Mobiliseren van middelen	7. Creeren van legitimiteit
Probleemperceptie 'Sense of urgency'				X			
Toekomstvisie 'Sense of opportunity'				X			X
Research & development		X	X			X	
Experimenten in de praktijk	X		X			X	
Motivatie			X		X	X	X

⁵ Strikt genomen is 'motivatie' in het denkmodel van het MNP niet zozeer een activiteit, als wel een indicatie voor de mate van versnelling. Om een vergelijking te vereenvoudigen is deze dimensie toch onder het lijstje van activiteiten geschaard.

Tabel A1 geeft een kruistabel waarin het functieraamwerk wordt gerelateerd aan de MNP activiteiten.

‘Probleemperceptie’ is onderdeel van de functie ‘richting geven aan het zoekproces’. Zoals boven beschreven is een heldere articulatie van maatschappelijke problemen – preferenties – een belangrijke richting gevende activiteit voor de onderzoek en ontwikkeling. Inzichten in bijvoorbeeld de urgentie van de klimaatproblematiek hebben tot gevolg dat meer onderzoek wordt verricht op het gebied van duurzaamheid en energiebesparende technologie.

‘Visie en toekomstbeelden’ Deze activiteit behelst inzicht in de technologische en maatschappelijke mogelijkheden om eerder gesignaleerde problemen (gedeeltelijk) op te lossen. Binnen het functieraamwerk wordt dit beschouwd als mede richting gevend aan het zoekproces. Doordat de exploitatie van duurzame energiebronnen bijvoorbeeld als oplossing wordt gezien voor het klimaatprobleem, wordt onderzoek op dit gebied gestimuleerd. Behalve de cognitieve dimensie kent deze prospectieve activiteit ook een meer politieke component die in het functieraamwerk apart wordt geconceptualiseerd. Het betreft het scheppen van legitimiteit voor de nieuwe technologie; dit toont zich in de inhoud van diverse lobbyactiviteiten richting overheden ter bevordering van de institutionele inbedding van de emergente technologie.

‘R&D - technisch en - institutioneel’ komt qua activiteit volledig overeen met de functie ‘kennisontwikkeling’. Wel zijn een tweetal andere functies ondersteunend aan R&D. Dit zijn de functies ‘kennisdiffusie’ en ‘mobiliseren van middelen’. Binnen het functieraamwerk is dus expliciet aandacht voor het feit dat middelen benodigd zijn voor R&D en dat goede kennisoverdracht het succes van R&D kan bevorderen. In die zin zijn dit aanvullende evaluatiecriteria.

‘Experimenten in de praktijk’ komt overeen met de functie ‘activiteiten door entrepreneurs’. Ook hier geldt dat de bovengenoemde twee functies ondersteunend zijn aan het slagen van deze activiteit.

‘Motivatie’ wordt in het Utrechtse raamwerk gezien als de resultante van een verzameling andere activiteiten. Een belangrijke functie in deze is ‘het creëren van markten’; door marktcreatie neemt de motivatie van entrepreneurs toe om activiteiten te ontplooiën. Ook het mobiliseren van middelen, het creëren van legitimiteit en kennisdiffusie in netwerken kunnen bijdragen aan een positieve motivatie. In dit opzicht is motivatie dan ook niet echt een activiteit, maar meer een doeltoestand. Andere activiteiten hebben vervolgens tot doel om deze toestand te bewerkstelligen.

FUNCTIES EN TRANSITIEFASSEN

Het MNP gaat uit van de veelgebruikte S-curve om het verloop van transitieprocessen weer te geven. De eerste vier activiteiten horen volgens het MNP bij de voorontwikkelingsfase en de take-off, terwijl motivatie met name als belangrijk wordt

gezien in de versnellingsfase. De relatie tussen functies en transitiefasen is niet eenduidig. Afhankelijk van de specifieke dynamiek van transitieprocessen kunnen verschillende volgorden van toe- en afnemende functieactiviteit verwacht worden. Ondanks dit gegeven zullen we toch een verwachting uitspreken van welke functies dominant zijn in welke fase van de transitie. We zullen ook een aantal heldere criteria aangeven die het einde van een fase en het begin van de volgende fase karakteriseren.

FASE 1: VOORONTWIKKELING I

Fase 1 kan worden gekarakteriseerd als de opbouw van een institutionele omgeving voor onderzoek en ontwikkeling. De fase eindigt indien het eerste werkende prototype van de nieuwe technologie is gerealiseerd. Dominante functies in deze fase zijn 'kennisontwikkeling' en 'kennisdiffusie in netwerken'. Kennisontwikkeling kan sterk worden gedreven vanuit een wetenschappelijke of technologische nieuwsgierigheid (science driven) maar ook door de maatschappelijke articulatie van wat wenselijk is. In het laatste geval speelt de functie 'richting geven aan het zoekproces' een belangrijke rol. In deze eerste fase is ook de beschikbaarheid van middelen voor het financieren van R&D-activiteiten belangrijk. Voor de entrepreneurs is deze fase cruciaal in termen van het aantrekken van wetenschappelijk en technologisch talent. Dit valt eveneens onder de functie 'mobiliseren van middelen'.

FASE 2: VOORONTWIKKELING II

Fase 2 kan worden getypeerd door de voortdurende verbeteringen van het eerste prototype. De fase eindigt als het eerste commerciële product op de markt komt. Typisch voor deze fase is de gelijktijdige ontwikkeling van concurrerende ontwerpen door verschillende technologieontwikkelaars. Denk hierbij bijvoorbeeld aan de verschillende typen windturbines die aan het begin van de technologieontwikkeling concurreerden (twee-, drie- en vierbladige turbines). Een ander voorbeeld is dat gedurende de beginfase van autotechnologie nog geen keuze was gemaakt voor elektrische motoren, stoommotoren of ottomotoren. Verschillende variaties op een technologie concurreren dus om dominantie gedurende deze fase. Dezelfde functies als in fase 1 zijn ook belangrijk in deze fase. Een belangrijk verschil is het ontstaan van entrepreneuractiviteiten in deze fase. Verschillende entrepreneurs experimenteren met verschillende ontwerpen om te testen hoe deze in 'real life' omstandigheden functioneren. Een ander belangrijk verschil is dat in deze fase zichtbaar wordt wat van de nieuwe technologie verwacht mag worden. Het systeem is nu dan ook extra gevoelig voor de functie 'richting geven aan het zoekproces'. Een heldere maatschappelijke articulatie – wat wel en wat niet van de nieuwe technologie wordt geaccepteerd – is dan ook sterk bepalend voor het initiëren van de nodige vervolgexperimenten. Een voorbeeld hiervan is de verwachte prijs die men voor de nieuwe technologie wil betalen. In deze fase vindt doorgaans de 'go/no go' beslissing plaats; kan de technologie ooit aan de gewekte verwachtingen voldoen? Het ontwikkelen van nichemarkten kan de technologieontwikkeling in deze fase sterk stimuleren. De functie 'ontwikkelen van markten' begint dan ook in deze fase belangrijk te worden.

FASE 3: TAKE-OFF

Kenmerkend voor de take-off fase is het ontstaan van een markt voor de nieuwe technologie. Het aantal consumenten dat interesse heeft voor de nieuwe technologie neemt toe. Entrepreneurs verschuiven hun activiteiten steeds meer van 'pure R&D' naar marketingpraktijken. De take-off eindigt indien er een sterk groeiende markt is waar te nemen. Een andere indicator is een sterk groeiend aantal aanbieders van de nieuwe technologie. De take-off fase is de meest cruciale fase in een transitietraject. Bij deze fase is het cruciaal dat er verschillende 'motoren' aanwezig zijn. Het stagnatierisico is in deze fase het grootst; alle functies zijn dan ook belangrijk in deze fase. Alleen fundamentele kennisontwikkeling neemt in belang af, maar dit wordt gecompenseerd door kennisontwikkeling middels 'learning by doing' en kennisontwikkeling over marktpreferenties: 'richting geven aan het zoekproces'. Een zeer bepalende functie in deze fase is ook het 'creëren van markten'. Alleen het doen van experimenten is in deze fase zeker niet genoeg. Een marktontwikkeling is nodig om de verwachtingen ten aanzien van de slagingskansen van de nieuwe technologie hoog te houden en om de risico's voor entrepreneurs (verder) te verkleinen. In het geval van milieutechnologie heeft de overheid een verantwoordelijkheid in het creëren van deze markten aangezien de milieuvordelen van de nieuwe technologie niet voldoende worden geïnternaliseerd in bestaande markten.

FASE 4: VERSNELLING

De versnellingsfase is het gevolg van de goed functionerende motoren in de take-off fase. Kenmerkend voor deze fase is een sterk groeiende markt. Deze fase eindigt als de eerste tekenen van marktverzadiging zich voordoen. In de versnellingsfase krijgt het systeem steeds meer een eigen dynamiek. De functies zullen als vanzelfsprekend worden vervuld aangezien het innovatiesysteem een onderdeel wordt van bestaande regimes. Deze fase kent twee mogelijke gevaren. Ten eerste kan de groei worden afgeremd door de opkomst van nieuwe concurrerende technologie. Een tweede gevaar is speelt voornamelijk in het geval de versnelling tot stand is gekomen onder invloed van kunstmatig gecreëerde markten. Door de snelle diffusie van de technologie kan gemakkelijk het idee ontstaan dat marktsteun niet langer noodzakelijk is. Het afschaffen van gunstige voorwaarden kan vervolgens snel leiden tot negatieve terugkoppelingscycli in het systeem waardoor de groei stagneert.

Een voorbeeld van dit laatste fenomeen is de geschiedenis van warmte kracht koppeling (WKK) in Nederland. De diffusie van deze technologie in Nederland was lange tijd een succesverhaal vergeleken met veel andere Europese landen. Echter, nadat enkele regelingen qua vergoedingen en tarieven werden aangepast was het direct gedaan met de groei van WKK in Nederland. Sterker, verschillende WKK installaties werden stilgelegd en commerciële initiatieven rond WKK resulteerden in een failliet.

II. Overzicht van Vakliteratuurbronnen

Vaktijdschrift Duurzame Energie Nederland (1991-2005). We hebben dit ‘handmatig’ doorzocht op artikelen over biobrandstoffen en – als belangrijke achtergrondinformatie – over de teelt van biomassa in Nederland. We hebben 116 artikelen ingevoerd en deze opgesplitst in 266 incidenttypen.

Krantenartikelen in de ‘Lexis-Nexis’-database (1990-2005). Door te zoeken met sleutelwoorden – biobrandstof, biodiesel, bio-ethanol, HTU, Elsbett, PPO, etc – vinden we een ware schat aan informatie. Het gaat om 1000 ‘hits’ waarvan we uiteindelijk zo’n 570 relevante artikelen overhouden, dubbeltellingen op basis van gelijke berichtgeving in verschillende kranten zijn daarbij niet meegerekend. De artikelen worden opgesplitst in 1500 incidenttypen. Inhoudelijk geven de kranten met name veel informatie op het gebied van verwachtingen en de politieke bewegingen in het veld. Ook bevatten de kranten opvallend veel internationaal nieuws, iets waar we in deze analyse weinig gebruik van zullen maken; de informatie is echter wel ingevoerd onder de ‘context-incidenten’.

Nieuwsbrieven GAVE-MAIL (1999–2005). De nieuwsbrieven uitgegeven door het GAVE-programma zijn allen handmatig doorzocht op artikelen over biobrandstoffen en biomassateelt in Nederland. Hiervan zijn er 197 ingevoerd, opgesplitst in 200 incidenttypen. GAVE biedt vooral veel informatie op het gebied van studies, rapporten en overheidsbeleid; ook hier veel internationaal nieuws. De artikelen met internationale onderwerpen zijn niet opgenomen in de database.

Projectendatabase (Senter)Novem (1990-2005). De projectendatabase van SenterNovem bevat vooral informatie over studies en ontwikkelingsprojecten die zijn uitgevoerd. Sleutelwoorden die zijn gebruikt: biodiesel / bio-diesel / diesel / bioethanol / ethanol [in de transportsector] / bio-ethanol / cellulosic / HTU / koolzaad / raapzaad / FT / Fischer / DME / RME / MBTE / biocrude / waterstof / Pyrolyse-olie / biowaterstof / biomethanol / biogas. De ‘hits’ zijn vervolgens ‘handmatig’ beoordeelt op relevantie met betrekking tot de case in kwestie. Er zijn 133 artikelen ingevoerd; tevens 133 incidenttypen.

III. Drie Perioden

De periode 1990-2005 wordt verdeeld in drie intervallen. De verdeling is gebaseerd op de patronen zoals impliciet gehanteerd bij de introductie van de motoren in de vorige paragraaf. De intervallen zijn representatief voor de belangrijkste fasen in de technologische strijd die – zoals boven reeds opgemerkt – kenmerkend is voor het transitietraject als geheel.

AANLOOPPERIODE (1990-1995)

- Sterke **landbouwlobby** (grotendeels exogeen gedreven);
- Financiële steun vanuit **Europa** en private gelden van de landelijke **provincies**;
- **Experimenten** met gebruik in openbaarvervoer; toepassing **eerste generatie**;
- Politieke en wetenschappelijke **verdeeldheid**.

MARKTEN EN MACHTSBLOKKEN (1995-2002)

Eerste generatie

- Eerste **nichemarkt** komt op in de pleziervaartsector;
- **Interne landbouwlobby** wordt geleidelijk aan sterker;
- **Accijnsvrijstellingen** geregeld voor toepassing eerste generatie.

Tweede generatie

- Grote **regimespelers** treden toe: Shell, ECN, Nedalco;
- **Kennisnetwerken** en programmatische inkadering start;
- De nadruk komt te liggen op **tweede generatie-R&D**;
- **Afwezigheid** van een **markt** voor tweede generatie.

TAKE-OFF (2002-2005)

- **GAVE heroverweegt** de waarde van de eerste generatie;
- **Productiesysteem** eerste generatie wordt opgestart;
- Biodiesel: veel kleine fabriekjes;
- Bio-ethanol: enkele grote fabrieken;
- De **gebruikers** bepalen de markt: voornamelijk biodiesel.

Copernicus Institute

Research Institute for Sustainable Development and Innovation

Utrecht University
Faculty of Geosciences
Faculty of Chemistry
Heidelberglaan 2
3584 CH Utrecht
[t] +31 (0)30 253 76 10
[i] www.copernicus.uu.nl

