

Hiteq

Kennis van nu, kennis voor later

Denk 10 of 20 jaar verder. Hoe ziet de technische sector er dan uit in de context van onderwijs, arbeidsmarkt, technologie en maatschappij? Hiteq selecteert en ontsluit actuele kennis. Brengt adviezen uit en creëert toekomstscenario's die inzicht geven in te verwachten ontwikkelingen. Zo kunnen ondernemingen, onderwijsinstellingen en intermediairs in de techniek zich voorbereiden op wat komen gaat. En zorgen dat hun strategisch beleid voor beroepen en opleidingen een solide fundament heeft. Hiteq is een initiatief van Kenteq.

Domein Technologie

September 2010

Uitgave: November 2010

www.hiteq.org

Groene welvaart?

Biobased economy, wegwerpmaatschappij en Cradle to Cradle: verschillen, overeenkomsten, kansen en bedreigingen



Opdrachtgever

Hiteq, centrum van innovatie

Projectteam

Hiteq

Olaf Lunstroot

Ir. Daan Maatman (projectleider)

Universiteit Utrecht – studieteam Science and Innovation Management

Jan Kowalczyk

Pieter van Os

Willem van Velzen

Gerben de Vries

Hiteq is een initiatief van *kenteq*

Groene welvaart?

Biobased economy, wegwerpmaatschappij en
Cradle to Cradle: verschillen, overeenkomsten,
kansen en bedreigingen

Opdrachtgever

Hiteq, centrum van innovatie

Programmaleider Technologie

Ir. Daan Maatman

Projectteam

Hiteq

Olaf Lunstroot

Ir. Daan Maatman (projectleider)

Universiteit Utrecht – studieteam Science and Innovation Management

Jan Kowalczyk

Pieter van Os

Willem van Velzen

Gerben de Vries

Domein Technologie

September 2010

Uitgave: November 2010

www.hiteq.org

Hiteq

Kennis van nu, kennis voor later

Denk 10 of 20 jaar verder. Wat speelt er in de technische sector? Hoe flexibel is de arbeidsmarkt? Wat is de situatie in het onderwijs? Hoe liggen de maatschappelijke verhoudingen? Dit is het soort vragen waar wij bij Hiteq warm voor lopen. We zien het als een uitdaging om samen met de beste experts kennis te selecteren en te ontsluiten. Of dat nu is in de vorm van een advies, publicatie, workshop, brainstorm of symposium. Centraal staat dat Hiteq toekomstscenario's creëert die inzicht geven in te verwachten ontwikkelingen. Daarbij houden wij ons bezig met alle thema's die relevant zijn voor onze sector. Van technologische innovaties tot sociale uitsluiting. Van toekomstige leerling tot digitale processen. Zo kunnen ondernemingen, onderwijsinstellingen en intermediairs in de techniek zich vroegtijdig voorbereiden op wat komen gaat. En zorgen dat hun strategisch beleid voor opleidingen en beroepen een solide fundament heeft.

www.hiteq.org

Hiteq is een initiatief van *kenteq*

Inhoudsopgave

Voorwoord	9
Samenvatting	11
Sectie 1 Biobased economy: theorie, trends en ontwikkelingen	17
1 Inleiding	19
2 Theoretisch kader: transities en het multi-level-model	21
2.1 Transities	21
2.2 Het multi-level-model	22
3 Biobased economy: beweegredenen voor een transitie	25
3.1 Beweegredenen op macroniveau (landschap)	25
3.1.1 Leverings- en/of voorzieningsonzekerheid van grondstoffen	26
3.1.2 Instabiliteit van grondstofprijzen	28
3.1.3 Schaarste van grondstoffen	29
3.1.4 Schadelijke stoffen	31
3.2 Beweegredenen op mesoniveau (regimes)	33
3.2.1 Efficiënter produceren	33
3.2.2 Ontwikkeling van nieuwe producten	34
3.3 Conclusie	34
4 Biobased economy: trends en ontwikkelingen	37
4.1 Biocascadering	37
4.2 Productieroutes	39
4.2.1 Like4Like	39
4.2.2 Functionaliteitsprincipe	40
Sectie 2 Biobased economy: gevolgen voor milieu en maatschappij	43
5 Theoretisch kader: 'Cradle to Cradle' en 'wegwerpmaatschappij'	45
5.1 Cradle to Cradle (C2C)	45
5.2 De wegwerpmaatschappij	47

6	Productieroutes, C2C en wegwerpmaatschappij	49
6.1	Conceptueel model	49
6.2	Like4Like	50
6.3	Functionaliteitsprincipe	52
7	Sociaaleconomische gevolgen	55
7.1	Kansen en bedreigingen	55
7.1.1	Algemeen	55
7.1.2	Like4Like en functionaliteitsprincipe	61
7.2	Ontwikkelingen in de productieroutes	65
7.2.1	Enkele ontwikkelingen aan de bronkant	65
7.2.2	Like4Like in de toekomst	66
7.2.3	Functionaliteitsprincipe in de toekomst	66
8	Gevolgen voor het onderwijs	69
8.1	Algemeen	69
8.2	Like4Like	70
8.3	Functionaliteitsprincipe	72
9	Conclusie en aanbevelingen	75
	Bijlage	77
	C2C-ontwerpprincipes	79
	Bronnen	81
	Noten	85
	Hiteq-publicaties	87
	Colofon	88

Voorwoord

De wereld wordt al geruime tijd geconfronteerd met steeds groter wordende vraagstukken. Denk daarbij aan de energievoorziening, de klimaatproblematiek, de toenemende wereldbevolking en groeiende wereldeconomieën, met bijbehorende problemen als voedselvoorziening en de milieudruk. Inmiddels groeit wereldwijd het besef dat daar wat aan gedaan moet én kan worden. Het begrip ‘duurzaamheid’ is daarbij leidend; een begrip waarmee elk land op zijn eigen manier omgaat en waaraan elk land een eigen invulling geeft.

Biobased economy en *Cradle to Cradle* (C2C) zijn in dit verband zeer interessante concepten. Vanuit deze concepten kunnen verschillende oplossingsrichtingen voor de hierboven genoemde vraagstukken worden onderzocht en verder worden vormgegeven. Wat houden deze concepten precies in en hoe hangen ze met elkaar samen? In sectie 1 van deze Hiteq-publicatie wordt de *biobased economy* nader toegelicht en uitgediept. In sectie 2 komt vervolgens de relatie tussen *biobased economy* en maatschappijconcepten als *Cradle to Cradle* en ‘wegwerpmaatschappij’ aan de orde; ook wordt hier verder ingegaan op de gevolgen van een transitie naar een *biobased economy* voor Nederland.

Voor deze verkenning zijn hulptroepen ingeschakeld. Zij hebben in opdracht onderdelen van de verkenning voor hun rekening genomen, en deze publicatie is daar volledig op gebaseerd. In die zin gaat mijn dank uit naar Olaf Lunstroot, student aan de Vrije Universiteit Amsterdam, die in het kader van zijn master-opdracht het concept *biobased economy* heeft onderzocht en beschreven (Lunstroot, 2009). Zijn werk is de basis voor sectie 1. Daarnaast gaat mijn dank uit naar een studieteam van de vakgroep Science, Innovation & Management van de Universiteit Utrecht, bestaande uit Jan Kowalczyk, Pieter van Os, Willem van Velzen en Gerben de Vries, dat de relatie heeft gelegd met de verschillende maatschappijconcepten en een analyse heeft gemaakt van de gevolgen voor het onderwijs van een transitie naar een *biobased economy* (Kowalczyk, J. et al., 2010).

Daan Maatman
Programmalleider Technologie

Hilversum, september 2010

Samenvatting

Groene welvaart?

Biobased economy, wegwerpmaatschappij en Cradle to Cradle: verschillen, overeenkomsten, kansen en bedreigingen

Een *biobased economy* is geen doel op zich, maar een middel in de transitie naar het gebruik van alternatieven voor fossiele grondstoffen, gericht op het vervangen van fossiele grondstoffen door biomassa. Dit betekent dat de *biobased economy* behalve in de energiesector ook een rol speelt in de sectoren chemie, transport en materiaal.

In de toekomst, wanneer de transitie naar alternatieven voor fossiele grondstoffen is gerealiseerd, zullen de grondstoffen voor de sectoren chemie en materiaal 100% *biobased* moeten zijn, aangezien er hier geen alternatieven voor biomassa bestaan. Hoe biomassa in de transportsector zal worden ingezet, is moeilijk te voorspellen. Er zijn hier twee mogelijkheden: biomassa als biobrandstof en biomassa omgezet in elektriciteit voor de productie van energiedragers (waterstof of accu's). In de sector energie zullen diverse alternatieven voor fossiele grondstoffen aanwezig zijn; ook uit biomassa kan energie worden verkregen, onder andere door verbranding van voor andere toepassingen onbruikbare delen van de biomassa.

Trends en ontwikkelingen

Een eerste belangrijke ontwikkeling is het biocascaderingsprincipe. Dit principe streeft naar een optimale benutting van biomassa, waarbij een zo hoog mogelijke waarde wordt gecreëerd. Om dit te behalen moet de biomassa in verscheidene componenten worden gescheiden door middel van bioraffinage.

Wat betreft de wijze waarop de biomassa, na de bioraffinage, in de productieketens zal worden ingezet, kunnen er twee principes worden gevolgd:

- Het *Like4Like*-principe gaat uit van de bestaande infrastructuur; raffinage van de biomassa leidt tot vormen die vergelijkbaar zijn met producten die ontstaan na olieraffinage. Dit principe vereist weinig aanpassingen binnen de productieketen. Voordelen: de markt is al bekend en er zijn relatief weinig investeringen nodig.
- Het functionaliteitsprincipe benut de eigenschappen van biomassa op moleculair niveau. Een voordeel van deze aanpak is dat het aantal schakels in de

productieketen kan worden beperkt, waardoor productieprocessen efficiënter worden. Nieuwe technologieën bieden hier de mogelijkheid om nieuwe producten te vervaardigen die met de huidige productiemethodes niet kunnen worden vervaardigd. Met name de ontwikkeling van de biotechnologie is hier van belang; biotechnologie is nog niet op grote schaal toepasbaar en vraagt om grote investeringen.

Kansen en bedreigingen van een biobased economy voor Nederland

Algemeen

Bij een *biobased economy* doen zich voor Nederland, ongeacht de gevolgde productieroute (*Like4Like* en functionaliteitsprincipe), de volgende kansen en bedreigingen voor:

- **Kans 1: veiligstellen van de leveringszekerheid in de toekomst**
De kans om de levering van biomassa in de toekomst veilig te stellen, zit in het feit dat Nederland zelf in staat is om biomassa te produceren en in het gegeven dat het gebied waaruit biomassa kan worden geïmporteerd, groter is dan dat van de huidige fossiele grondstoffen.
- **Kans 2: voorkómen van schaarste van grondstoffen in de toekomst**
Schaarste van grondstoffen wordt voorkomen doordat biomassa een hernieuwbare bron is en uit een groot gebied afkomstig kan zijn. Bij duurzaam gebruik kan biomassa een oneindige bron zijn. Er is dan een constante stroom van grondstof, en zolang de vraag niet stijgt, zal er geen schaarste zijn.
- **Kans 3: reduceren van de netto-uitstoot van schadelijke stoffen**
De *biobased economy* kan de uitstoot van schadelijke stoffen reduceren. Een eigenschap van biomassa is dat deze tijdens de groei CO₂ bindt, dat weer vrijkomt bij het verbruik van de biomassa, zodat er een kringloop ontstaat. Er wordt dus geen oud CO₂ aan de atmosfeer toegevoegd, maar huidig CO₂ wordt hergebruikt.
- **Bedreiging 1: niet-duurzame productie van biomassa**
Een bedreiging voor een *biobased economy* is het niet-duurzaam produceren van biomassa. Niet-duurzame productie zal ertoe leiden dat de hierboven genoemde kansen niet kunnen worden benut. Daarnaast kan het welzijn van mens en dier dan negatief worden beïnvloed.
- **Bedreiging 2: geen constante aanvoer van biomassa van goede kwaliteit**
Een andere bedreiging voor de ontwikkeling van een *biobased economy* in Nederland is van logistieke aard. Het gaat dan om de onzekerheid over een constante aanvoer van biomassa die voldoet aan de Nederlandse eisen.

Afhankelijk van de productieroute

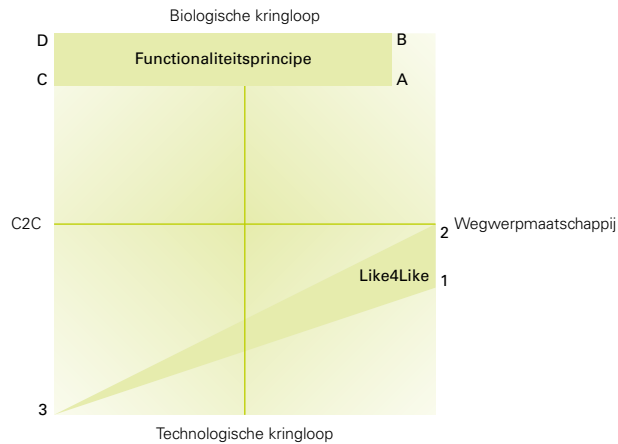
De verschillende productieroutes hebben ieder hun eigen kansen en bedreigingen voor Nederland:

- Het *Like4Like*-principe heeft als kans het gegeven dat de introductie van biomassa in het productieproces relatief gemakkelijk kan verlopen. Een bedreiging is hier dat de investering in nieuwe productiemethodes kan stagneren, hetgeen weer kan resulteren in een concurrentieachterstand van Nederland ten opzichte van landen die wél in nieuwe productiemethodes investeren.
- De kansen van het functionaliteitsprincipe zijn: efficiëntere productiemethodes, de ontwikkeling van nieuwe producten en, daarmee samenhangend, een verrijking van de Nederlandse kenniseconomie. Bedreigingen zijn hier de benodigde hoge investeringen en de onzekerheid over de marktontwikkeling.

Productieroutes, Cradle to Cradle en wegwerpmaatschappij

De beide productieroutes hebben een zeer verschillende invalshoek. Het *Like4Like*-principe gaat uit van een nieuwe techniek, geïmplementeerd met behulp van de bestaande infrastructuur. Er is hier sprake van een technologische kringloop. Het functionaliteitsprincipe gaat uit van bioremediatie: het gebruikmaken van biologische processen om stoffen te creëren. Hier is sprake van een biologische kringloop. Bij volledige recycling – zonder verlies van kwaliteit van de stoffen, materialen en/of producten – kan het functionaliteitsprincipe onder *Cradle to Cradle* (C2C) worden geschaard; als de kwaliteit volledig verloren gaat – stoffen, materialen en/of producten zijn dan waardeloos geworden – blijft het functionaliteitsprincipe binnen het principe van de wegwerpmaatschappij.

De productieroutes kunnen als volgt worden ondergebracht in een conceptueel model van kringlopen (technologisch versus biologisch) en principes (C2C versus wegwerpmaatschappij).



Conceptueel model: productieroutes (*Like4Like* en functionaliteitsprincipe) in relatie tot kringlopen (technologisch en biologisch) en maatschappijconcepten (*Cradle to Cradle* en wegwerpmaatschappij).

Socialeconomische gevolgen

De keuze van de productieroute is afhankelijk van de wijze waarop de waarde van het product wordt bepaald. Producten waarvan de waarde voornamelijk is gebaseerd op de grondstofprijs, zullen in een *biobased economy* volgens het *Like4Like*-principe worden geproduceerd. Doordat de huidige productiemethodes hier al zeer efficiënt zijn, is er in het productieproces weinig meer te winnen. Producten waarbij de waarde in het productieproces wordt gecreëerd, zullen baat hebben bij efficiëntere productiemethodes: de uitgaven voor de technologieontwikkelingen die hier nodig zijn, kunnen worden terugverdiend in productiemethodes volgens het functionaliteitsprincipe.

Een *biobased economy* zal grote gevolgen hebben voor de gehele keten. De gevolgen voor de productieprocessen zijn afhankelijk van de gekozen benadering. Het *Like4Like*-principe vraagt relatief weinig aanpassingen in het productieproces. Het functionaliteitsprincipe daarentegen vereist grote aanpassingen die samenhangen met de transitie van chemische technologie naar biotechnologie. Het gebruik van biotechnologie doet echter wel een aantal ethische vraagstukken ontstaan die samenhangen met genetische modificatie.

Gevolgen voor het onderwijs

De gevolgen voor het onderwijs zijn bij het *Like4Like*-principe veel kleiner dan bij het functionaliteitsprincipe. Bij het *Like4Like*-principe blijven infrastructuur, producten en diensten gelijk; in de technische beroepen is vrijwel geen nieuwe kennis vereist. Bij het functionaliteitsprincipe ligt dit anders. Een transitie naar een *biobased economy* volgens het functionaliteitsprincipe zal een zeer dynamisch proces zijn. Er zullen vele nieuwe ontwikkelingen plaatsvinden, die aanpassingen vragen van de beroepsbevolking, maar ook van consumenten. Leerlingen in het beroepsonderwijs moeten leren om te gaan met nieuwe producten, technieken en diensten. Door de snelle ontwikkelingen in het functionaliteitsprincipe zal het up-to-date houden van kennis veel belangrijker zijn dan bij het *Like4Like*-principe.

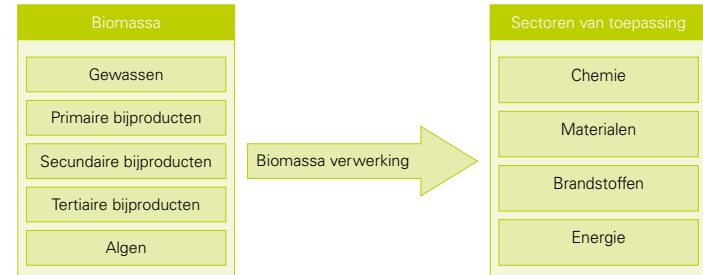
Sectie 1

Biobased economy: theorie, trends en ontwikkelingen



1 Inleiding

Een *biobased economy* is een economie waarin bedrijven – nationaal en internationaal – *non food*-toepassingen vervaardigen uit groene grondstoffen (biomassa).¹ In figuur 1 is schematisch weergegeven hoe een *biobased economy* er in beginsel uit zal zien.



Figuur 1: Schematische weergave van een *biobased economy*

Binnen de keten van de *biobased economy* zijn te onderscheiden: de bronkant, de verwerkingskant en de afzetkant.

Bronkant

Aan de bronkant bevindt zich de biomassa, ook wel aangeduid als 'de groene grondstoffen'. Er zijn vijf categorieën biomassa te onderscheiden²:

- **Gewassen**
Een gewas is een groep planten van dezelfde plantensoort die wordt geteeld in de landbouw, bijvoorbeeld: maïs, graan en groenten. Voorbeelden van gewassen die worden geteeld om gebruikt te worden als brandstof, zijn hout en jatropa³.
- **Primaire bijproducten**
Primaire bijproducten zijn bijproducten die vrijkomen bij de teelt en de initiële verwerking van land- en bosbouwproducten. Bijvoorbeeld: bietenloof, stro, bermgras en snoeiafval.⁴
- **Secundaire bijproducten**
Secundaire bijproducten zijn de reststromen die vrijkomen bij de verwerking van landbouwproducten, onder andere in de voedings- en genotsmiddelenindustrie. Bijvoorbeeld: aardappelschillen, bierborstel en bietenpulp.⁵
- **Tertiaire bijproducten**
Deze derde groep bijproducten komt vrij na gebruik van landbouwproducten. Het gaat dan bijvoorbeeld om sloophout, slachtafval en groente-, fruit- en

tuinafval (gft). Deze bijproducten worden ook vaak aangeduid als 'afval'; vanuit het gezichtspunt van de *biobased economy* is dit geen juiste kwalificatie; deze bijproducten kunnen immers als grondstof dienen voor *non food*-toepassingen.

- Algen

Algen zijn geen bijproducten en worden ook niet gezien als gewas. Het gebruik van algen staat nog in de kinderschoenen. Algen worden vooralsnog gezien als een aparte stroom biomassa.

Verwerkingskant

In het middengedeelte – de verwerkingskant – van de keten vindt de conversie plaats van biomassa naar diverse producten. Hier vinden veranderingen plaats die grote gevolgen kunnen hebben voor allerlei technische beroepen. In hoofdstuk 4 van deze publicatie wordt uitgebreid ingegaan op trends en ontwikkelingen aan de verwerkingskant.

Afzetkant

Het laatste deel van de keten van de *biobased economy* is de afzetkant. Hier is de biomassa omgezet in producten die zijn onder te brengen in vier categorieën: chemie, materialen, transportbrandstof en energie. Binnen deze vier sectoren is de potentie aanwezig om in de toekomst over te gaan op een *biobased* productie.

De ontwikkeling van een *biobased economy* zal zijn weerslag hebben op het technisch personeel van de toekomst, en daarmee op de technische opleidingen van de toekomst. In het tweede gedeelte van deze publicatie worden de sociaaleconomische gevolgen en de gevolgen voor het onderwijs in kaart gebracht.

2 Theoretisch kader: transities en het multi-level-model

Wat zijn de beweegredenen voor een ontwikkeling naar een *biobased economy*? Daarover gaat hoofdstuk 3 van deze publicatie. In dit tweede hoofdstuk wordt eerst aandacht besteed aan het multi-level-model; dit is een model binnen de transitietheorie dat een theoretisch kader biedt voor het in kaart brengen van deze ontwikkeling.

2.1 Transities

Het concept 'transitie' is afkomstig uit de biologie en de populatiedynamica en is later doorgedrongen in de economie, de innovatietheorie, de complexiteitsleer en de systeemleer. Rotmans (2003) geeft de volgende definitie:

'Een transitie is een structurele maatschappelijke verandering die het resultaat is van op elkaar inwerkende en elkaar versterkende ontwikkelingen op het gebied van economie, cultuur, technologie, instituties, natuur en milieu.'

Transities vinden niet van de ene dag op de andere dag plaats; ze vragen veel tijd omdat bestaande grenzen, barrières, instituties en verhoudingen doorbroken moeten worden. Dat gaat met kleine stapjes, die echter wel grote sprongen kunnen veroorzaken als zij op elkaar inwerken. Rotmans (2003) geeft aan dat een transitie minstens één generatie vergt: 25 tot 50 jaar.

Een voorwaarde voor een transitie is dat innovatie plaatsvindt op het niveau van systemen. Een systeem is een samenhangend stelsel van onderdelen die elkaar beïnvloeden, bijvoorbeeld een economische sector, bedrijfstak, stad of regio. Het systeemniveau is dus het overkoepelende niveau waarop individuen, bedrijven en organisaties zich hebben georganiseerd. Systeeminnovaties zijn organisatieoverstijgende vernieuwingen die verbanden binnen systemen ingrijpend veranderen. Dit kunnen 'harde innovaties' zijn, waarbij het bijvoorbeeld gaat over technieken en apparaten, maar ook 'zachte innovaties', die betrekking hebben op principes, regels en organisatievormen. Systeeminnovaties ontstaan op hun beurt uit project-, product- en/of procesinnovaties (Rotmans, 2003). Wanneer systeeminnovaties op elkaar inwerken en elkaar versterken, kunnen transities ontstaan. Een transitie is dan ook een samenkomst van meerdere innovaties op het gebied van projecten, producten of processen (Geels & Kemp, 2000).

Om transitie te analyseren en zo mogelijk te sturen, zijn er in de loop van de tijd verschillende instrumenten ontwikkeld, die worden geschaard onder het transitie management. Een van deze instrumenten is het multi-level-model.

2.2 Het multi-level-model

In het multi-level-model vindt een transitie plaats op een drietal schaalniveaus: het microniveau (niches), het mesoniveau (regimes) en het macroniveau (landschap). Een transitie is het gevolg van veranderingen op verschillende niveaus (Geels & Kemp, 2000) en kan pas worden gerealiseerd als de veranderingen op die drie niveaus bij elkaar aanhaken en elkaar versterken. De drie niveaus worden hier nader verklaard (Geels, 2002):

1 Microniveau

Op dit niveau bevinden zich niches die plaats bieden aan nieuwe ontwikkelingen. Deze niches zijn beschermd tegen of afgesloten van de 'normale' markt, waardoor radicale innovaties kunnen ontstaan. In de literatuur worden drie soorten niches onderscheiden:

- Marktniches: dit zijn specifieke toepassingsdomeinen waarbinnen specifieke, lokale omstandigheden resulteren in een voorkeur voor een nieuwe technologie boven een bestaande technologie; dit zonder extra benodigde bescherming (Levinthal, 1998).
- Technologische niches: dit zijn speciale toepassingsdomeinen die afgeschermd zijn van bestaande regels. De afscherming zorgt voor een (tijdelijke) nieuwe markt die het experimenteren met de nieuwe techniek mogelijk maakt (Schot & Rip, 1996).
- R&D⁶-niches: hier gaat het om beschermde ruimtes binnen R&D- activiteiten, gecreëerd op basis van verwachtingen. Een dergelijke ruimte maakt het wetenschappers mogelijk om zich te richten op de ontwikkeling van een radicale techniek die geen actuele marktwaarde heeft (Raven, 2005).

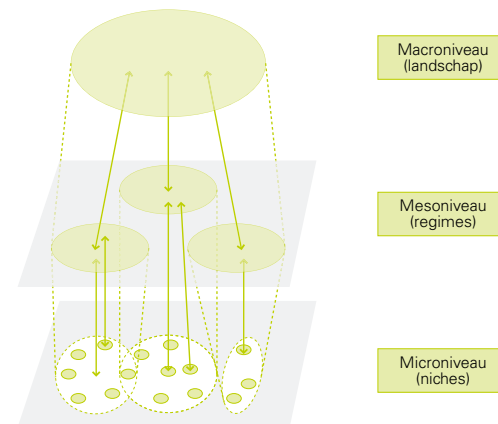
2 Mesoniveau

Het mesoniveau bevindt zich boven het microniveau en is de plaats waar zich regimes hebben gevormd. Regimes zijn stelsels van dominante praktijken, regels en belangen die worden gedeeld door groepen actoren. Een regime is eigenlijk de 'gevestigde orde' die in de maatschappij als 'normaal' beschouwd wordt. Regimes hebben vaak baat bij het bestaande systeem en ze investeren voornamelijk in de verbetering daarvan. Veranderingen in het systeem zijn vaak nadelig voor een regime.

3 Macroniveau

Op het macroniveau bevindt zich het 'landschap'. Hiermee wordt bedoeld: de externe factoren die niet direct beïnvloed kunnen worden door actoren in de huidige regimes. Factoren die een landschap vormen, zijn politieke klimaten, cultuur en wereldbeelden, maar ook economische factoren spelen een rol, zoals de olieprijs en de infrastructuur. Het veranderen van een landschap is een langdurig proces waarbij veel verschillende actoren betrokken zijn.

De relatie tussen de drie niveaus is weergegeven in figuur 2. De figuur laat zien dat de regimes zijn ingebed in het landschap en dat de niches op hun beurt zijn ingebed in de regimes. Innovaties voltrekken zich in niches in de context van bestaande regimes en landschappen, met hun specifieke problemen, regels en mogelijkheden. Ze worden geïnitieerd om problemen van bestaande regimes op te lossen. Deze problemen kunnen zijn ontstaan door spanningen binnen de regimes of door druk vanuit het landschap. De innovaties die worden doorgevoerd om de problemen op te lossen, vinden plaats in niches en kunnen de oorsprong zijn van regimeveranderingen en wellicht ook van landschapsveranderingen. Toch zijn ontwikkelingen in niches niet voldoende om een transitie te bewerkstelligen; daarvoor moeten de bestaande regimes de innovaties verder ontwikkelen (Kemp et al., 2001). Mogelijkheden op regimeniveau die openingen bieden voor het doorbreken van radicale innovaties, worden 'windows of opportunity' genoemd. Deze kunnen tot stand komen door spanningen binnen een regime of door druk vanuit het landschap. Een nieuw of veranderd regime kan uiteindelijk leiden tot een verandering in het landschap (Geels, 2002).



Figuur 2: De drie schaalniveaus van een transitie (bron: Geels & Kemp, 2000)

3 Biobased economy: beweegredenen voor een transitie

In dit hoofdstuk komen de beweegredenen voor een transitie naar een biobased economy aan de orde. Er worden hier zes beweegredenen onderscheiden die, met verwijzing naar hoofdstuk 2, kunnen worden ingedeeld in twee groepen:

- ① Beweegredenen op macroniveau (landschap):
 - leverings- en/of voorzieningsonzekerheid van grondstoffen;
 - instabiliteit van grondstofprijzen;
 - schaarste van grondstoffen;
 - verminderen/voorkomen van de uitstoot van schadelijke stoffen.
- ② Beweegredenen op mesoniveau (regimes):
 - efficiënter produceren;
 - ontwikkeling van nieuwe producten.

De zes beweegredenen worden besproken in de hier volgende twee paragrafen. De laatste paragraaf (3.3) bevat een schematische weergave van de beweegredenen en de daarbij behorende oplossingen.

3.1 Beweegredenen op macroniveau (landschap)

In de transitietheorie bestaat het landschap uit factoren op het macroniveau, die niet of nauwelijks veranderen. Veranderingen voltrekken zich langzaam en kunnen niet of nauwelijks direct worden beïnvloed.

Verandering van het landschap; een voorbeeld

Om het concept 'landschap' te illustreren, volgt hier een voorbeeld dat betrekking heeft op de geologie. De Nederlandse bodem bestaat voor een groot deel uit klei. Deze kleigrond heeft een aantal voordelen: het is zeer vruchtbare grond die bovendien goed water vasthoudt. Er is echter ook een groot nadeel: kleigrond is niet stevig genoeg om zondermeer te dienen als ondergrond voor de fundering van een gebouw. De aanwezigheid van deze kleigrond is een gegeven in het Nederlandse landschap; de kleigrond verandert niet of nauwelijks en kan ook niet of nauwelijks worden beïnvloed. Toch zijn we erin geslaagd om op kleigrond te bouwen: een hele bedrijfstak heeft expertise ontwikkeld op het gebied van heien; daarnaast bestaan er wetten en regels ▶

▷ betreffende de manier waarop geheid moet worden en zijn er opleidingen waar mensen leren om de benodigde technieken te gebruiken. Er is dus een regime gevormd dat leeft naar de 'problemen en mogelijkheden' van het landschap. Toch kan het landschap veranderen. Door een klimaatverandering, bijvoorbeeld, zou de waterspiegel kunnen stijgen, waardoor de kleigrond onder water komt te staan. Dit heeft gevolgen voor het landschap en zal leiden tot aanpassingen binnen de bestaande regimes of tot het ontstaan van nieuwe regimes.

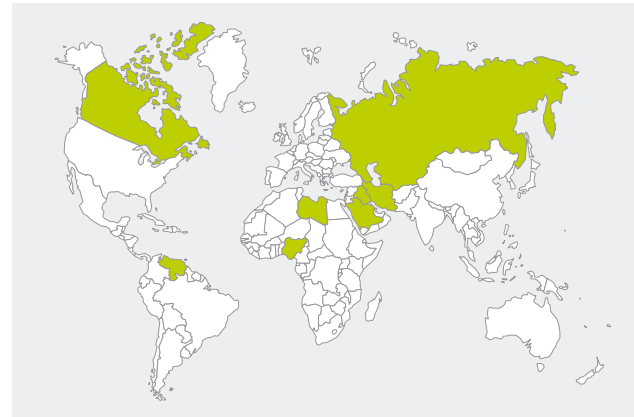
In dit voorbeeld leidt de verandering van het landschap (water op de kleigrond) tot een druk op de regimes; daarmee fungeert deze verandering als push-factor.

3.1.1 Leverings- en/of voorzieningsonzekerheid van grondstoffen

In de huidige economie, die op fossiele grondstoffen is gebaseerd, is de zekerheid van levering van groot belang. Onder 'leveringszekerheid' wordt verstaan: de mate waarin afnemers kunnen rekenen op energie en grondstoffen. Met 'voorzieningszekerheid' wordt bedoeld: de mate van zekerheid betreffende de beschikbaarheid van energie en grondstoffen.⁷ Zonder voldoende zekerheden op dit vlak is een productieproces op basis van fossiele grondstoffen een risicovolle onderneming.

De meeste fossiele grondstoffen kunnen niet in Nederland worden gewonnen. Aardgas vormt een uitzondering: hiervan is een voorraad beschikbaar, voornamelijk in de bodem onder de provincie Groningen. De voorzienings- en leveringszekerheid hiervan wordt veiliggesteld door de Nederlandse overheid.

Voor olie is de Nederlandse ligging minder gunstig. Bijna alle olie wordt geïmporteerd uit landen als Koeweit, Saudi-Arabië, Noorwegen, het Verenigd Koninkrijk en Rusland. In 2008 werden ruim 50 miljoen ton vaten ruwe olie geïmporteerd⁸, waarvan een deel wordt doorgevoerd en een deel bestemd is voor gebruik in Nederland. De olieleveranciers zijn relatief stabiele landen, maar een aantal daarvan heeft een geschiedenis met instabiele periodes. Een instabiele periode in een olieleverend land kan de leverings- en/of voorzieningszekerheid in Nederland in gevaar brengen.



Figuur 3: De acht landen (Canada, Venezuela, Libië, Nigeria, Rusland, Irak, Iran, Saudi Arabië) met de grootste olievoorraden (bron: www.wikimedia.com)

Om de voorzieningszekerheid van o.a. Nederland te garanderen, zijn er afspraken gemaakt tussen de lidstaten van de Europese Unie en het Internationaal Energie Agentschap (IEA). Er zijn strategische olievoorraden opgebouwd die kunnen worden aangesproken wanneer de aanvoer wordt verstoord. Deze voorraden dienen minimaal het equivalent te vormen van de hoeveelheid olie die in 90 dagen wordt geïmporteerd.⁹ Of een oliecrisis op een zo grote schaal zal plaatsvinden dat de reserves zouden opraken, is de vraag. Toch is het houden van een dergelijke voorraad een structurele oplossing.

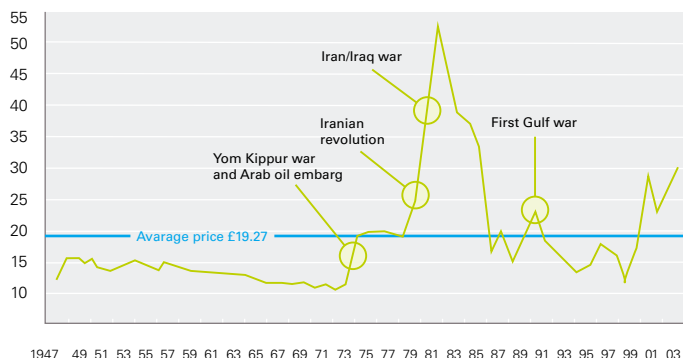
Er doet zich geen leverings- en/of voorzieningsonzekerheid voor die een directe druk geeft op de huidige regimes. Het verhogen van de onafhankelijkheid van het buitenland wat betreft de levering van fossiele grondstoffen is echter een aantrekkelijk perspectief, en daarmee een pull-factor. Wanneer de levering van grondstoffen daadwerkelijk zou stagneren en compenserende maatregelen onvoldoende zouden functioneren, zou de leverings- en/of voorzieningsonzekerheid een push-factor worden die druk uitoefent op ontwikkelingen in de richting van alternatieven voor fossiele grondstoffen.

De *biobased economy* kan een mogelijkheid zijn om de leverings- en/of voorzieningszekerheid minder afhankelijk te maken van een klein aantal landen. Nederland zal in een *biobased economy* namelijk eigen biomassa kunnen produceren waardoor de afhankelijkheid voor grondstoffen van andere landen afneemt. Eigen teelt van biomassa zal nooit toereikend zijn om aan de binnenlandse vraag te kunnen voldoen¹⁰. Daarom is ook import van biomassa noodzakelijk. Een

voordeel ten opzichte van fossiele grondstoffen is dan dat biomassa uit meer landen kan worden geïmporteerd, de afhankelijkheid is dan meer verspreid.

3.1.2 Instabiliteit van grondstofprijzen

De prijs van olie bedroeg in juli 2008 147 dollar per vat. Vijf maanden later was de prijs gezakt tot bijna 32 dollar per vat. Deze fluctuatie in de prijs maakt dat het kopen van olie een risicovolle onderneming is. En een hoge prijs kan de economische groei doen stagneren en de grondstof voor derde wereldlanden te duur maken. Investeren bij hoge en instabiele grondstofprijzen brengt grote risico's met zich mee: risico's die investeerders en ondernemers liever niet lopen.



Figuur 4: Invloed van oorlogen op de ontwikkeling van de olieprijs over de periode 1947-2003 (bron: WTRG Economics; www.guardian.co.uk)

De olieprijs wordt niet alleen bepaald door vraag en aanbod, maar ook door emoties, speculatie en langetermijnverwachtingen, waarbij onzekerheden over olieproducerende landen een grote rol spelen (Wirl, 2009). De vraag naar olie stijgt met de groei van bestaande en opkomende economieën. Verder stijgt de vraag in koude winters en in het geval van oorlog (figuur 4) - veel landen hebben wettelijk vastgelegd dat er voldoende grondstoffen moeten zijn om het leger te kunnen bevoorraden.

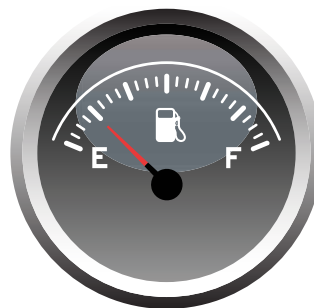
Het aanbod van olie wordt grotendeels bepaald door twaalf landen, die gezamenlijk de OPEC¹¹ vormen. Samen zijn deze landen, naar eigen zeggen, goed voor 80% van de wereldolievoorraad.¹² Ze vormen in feite een kartel, en ze zijn daarmee in staat het aanbod van olie te bepalen. Het is aannemelijk dat dit aanbod kunstmatig te laag wordt gehouden, met als doel de prijs op te drijven. Toch is een te hoge prijs niet gunstig voor de olie-exporterende landen, omdat deze de zoektocht naar concurrerende alternatieven zal stimuleren.

De prijsinstabiliteit van olie is een factor die investeren risicovoller maakt, en een hogere olieprijs kan ertoe leiden dat investeringen onrendabel worden. Toch is er nog geen sprake van een instabiel investeringsklimaat en blijft de fluctuerende prijs van olie zorgen voor onzekerheid in de toekomst. Een stabiele grondstofprijs is echter wenselijk en werkt als een pull-factor.

Het is niet goed te bepalen of een *biobased economy* zal leiden tot prijsstabiliteit. Een voordeel van een *biobased economy* is dat de biomassa uit een groter gebied afkomstig zal zijn en dat kartelvorming daardoor moeilijk is. De prijs van biomassa zal hierdoor meer door de markt worden bepaald. Toch zijn er bij vraag en aanbod van biomassa in een *biobased economy* grote onzekerheden te verwachten. Deze liggen op het vlak van de concurrentie tussen biomassa, voedsel en de constantheid van de aanvoer en kunnen prijsinstabiliteit bevorderen.

3.1.3 Schaarste van grondstoffen

Het woord 'fossiel' verwijst naar geconserveerde sporen van dieren, planten en andere organismen uit het verre verleden, gevonden in de bodem. Fossiele grondstoffen bestaan uit plantaardige en dierlijke resten die onder grote druk en hoge temperaturen bij de kern van de aarde zijn gevormd. De grondstoffen die nu worden gedolven zijn over een zeer lange periode gevormd. De snelheid waarmee ze worden gedolven is vele malen groter dan de snelheid waarmee nieuwe fossiele grondstoffen worden gevormd. Gevolg is dat deze grondstoffen steeds schaarser worden, met uiteindelijk uitputting als resultaat. Op de vraag naar wanneer deze uitputting een feit zal zijn worden veel verschillende antwoorden gegeven, uiteenlopend van 40 jaar tot honderden jaren. Over het feit dat de voorraad fossiele grondstoffen eindig is, is er wel consensus.



Figuur 5: De voorraad fossiele brandstoffen is eindig (bron: www.istockphoto.com)

De schaarsheid van fossiele grondstoffen is een belangrijk thema in de wereld-politiek. De olieproducerende landen hebben gezamenlijk een monopoliepositie ten opzichte van de rest van de wereld, waarmee zij van een belangrijke bron van inkomsten zijn verzekerd, al is er wel onderlinge concurrentie. Wanneer een land olieschaarste veroorzaakt door het verlagen van de productie, zal dit leiden tot een hogere olieprijs. Deze gecreëerde schaarste zal worden ondervangen door andere olieproducerende landen, die hun afzet zullen zien stijgen. Toch zullen de olieproducerende landen niet altijd aan de vraag willen voldoen. Immers: 'olie in de grond is meer waard dan geld op de bank' (Stevens, 2008). Landen met olie in de bodem hebben een machtspositie ten opzichte van niet-olieproducerende landen. Deze machtspositie zal in toenemende mate belangrijker worden dan economische winst (Matutinovic, 2009).

Grondstofschaarste is een pull-factor voor de zoektocht naar alternatieven voor fossiele grondstoffen (de grondstoffen zijn momenteel nog voorradig, schaarste is nog niet direct aan de orde). Onafhankelijkheid van een niet-hernieuwbare bron (zie kader) is nog geen noodzaak, maar wel een aantrekkelijk vooruitzicht. Verschuivingen in het wereldpolitieke machtsevenwicht zullen een toenemende druk doen ontstaan, die daarmee een steeds sterkere push-factor vormt.

Drie soorten bronnen

- **Onuitputtelijke bronnen**
Gebruik van deze bronnen leidt niet tot een afname van de bronnen.
Voorbeelden: de zon en de wind.
- **Hernieuwbare bronnen**
Dit zijn bronnen die blijven groeien en die zichzelf vernieuwen, mits de aanwas de afname overstijgt. Biomassa is een hernieuwbare bron.
- **Niet-hernieuwbare bronnen**
Dit zijn de fossiele bronnen, zoals olie, kolen en gas. Gebruik van deze bronnen is eenmalig.

Een *biobased economy* kan schaarste van grondstoffen voorkomen doordat er gebruik zal worden gemaakt van een hernieuwbare bron: biomassa. Er mag dan echter niet meer biomassa worden gebruikt dan er wordt geproduceerd; gebeurt dat wel, dan gaat ook hier uitputting een rol spelen.

3.1.4 Schadelijke stoffen

Het gebruik van fossiele grondstoffen heeft nadelige effecten op ons klimaat. Bij verbranding en verwerking van fossiele grondstoffen worden CO₂ en andere broeikasgassen uitgestoten. Deze gassen zijn ten tijde van de vorming van fossiele grondstoffen opgeslagen door planten en vervolgens tot fossiel omgezet. Bij het gebruik van de fossiele grondstoffen worden deze broeikasgassen in de atmosfeer uitgestoten. De ophoping van CO₂ en broeikasgassen in de atmosfeer wordt direct in verband gebracht met klimaatverandering.¹³



Figuur 6: De warmte op aarde (bron: www.captain-planet.deviantart.com - Amanda Braus)

Het effect van de uitstoot van schadelijke stoffen is een maatschappelijk probleem, dit in tegenstelling tot de andere beweegredenen vanuit het landschap. Waar de andere genoemde beweegredenen een directe pull-functie hebben voor industrie en overheid (het gaat dan om economische of politieke winst), heeft de uitstoot van schadelijke stoffen dat niet.

De huidige samenleving is zich bewust van de problemen die ontstaan door de uitstoot van schadelijke stoffen. En de overheid is de vertegenwoordiging van die samenleving. In Europa zijn milieुरichtlijnen gebaseerd op het principe 'de vervuiler betaalt'. Doel is de vervuilende exploitant te laten betalen voor het herstel van de vervuiling, of om de vervuiler preventieve maatregelen te laten nemen.¹⁴ Dit principe geldt nog niet voor alle soorten vervuiling, ook niet voor de uitstoot van CO₂ en andere broeikasgassen. Een manier om de CO₂-uitstoot wél te belasten, is het EU-systeem voor de handel in emissierechten (EU-ETS-systeem). Dit systeem is erop gericht om bedrijven die weinig uitstoot hebben te belonen en bedrijven die een hogere uitstoot hebben te belasten. In 2005 zijn er emissierechten verdeeld in de energiesector en andere zware industriële

sectoren. Aangezien de rechten jaarlijks met een bepaald percentage worden vermindert, zullen bedrijven moeten zoeken naar alternatieven. Bedrijven die veel CO₂ uitstoten, zullen rechten moeten bijkopen van bedrijven die onder hun quotum van emissierechten blijven. Op deze manier worden de vervuilers belast en worden schonere bedrijven beloond. Dit systeem is nog niet volledig ingevoerd. Dat wil zeggen dat er in beginsel nog niet wordt betaald voor de rechten. Ook nemen nog niet alle sectoren eraan deel. Desondanks houden bedrijven wel rekening met het systeem.

Volgens experts in de industrie gaan sommige bedrijven ervan uit dat door het EU-ETS-systeem CO₂ een prijs krijgt; dit kostenaspect zou vervolgens leiden tot innovatie. Invoering van het EU-ETS-systeem zou het verminderen van schadelijke stoffen tot een push-factor maken. Echter, de realiteit is dat de overheid dit nog niet heeft doorgevoerd. Een verklaring hiervoor is dat de overheid een maatschappelijk belang dient te vertegenwoordigen, waaronder het economisch belang. Invoering van het ETS-systeem zal de concurrentiepositie van Nederland/Europa verslechteren en is dan ook alleen op grote schaal mogelijk, hetgeen veel tijd zal kosten. Toch wordt volgens experts in de industrie een aantal innovaties binnen de bedrijven nu al gedreven door het in aantocht zijnde ETS-systeem. Dit maakt de vermindering van de uitstoot van schadelijke stoffen tot een push-factor. Hierbij kan een kanttekening worden geplaatst: een 'groen' imago wordt ervaren als positief; indien bedrijven vanwege marketingdoeleinden de uitstoot van schadelijke stoffen verminderen, kan er worden gesproken van een pull-factor.

Omdat zij de uitstoot van schadelijke stoffen kan verminderen, wordt de *biobased economy* gezien als een alternatief voor het gebruik van fossiele grondstoffen. De bijdrage die de *biobased economy* kan leveren, komt voort uit het feit dat bij de vorming van biomassa CO₂ wordt gebonden. Door gebruik te maken van biomassa wordt dit pas gevormde CO₂ uitgestoten en niet het CO₂ dat miljoenen jaren geleden is vastgelegd in fossiele grondstoffen. Er zal dus geen oud CO₂ aan de atmosfeer worden toegevoegd, maar huidig CO₂ worden hergebruikt. De mate waarin dit principe van hergebruik kan leiden tot vermindering van de uitstoot, is afhankelijk van de mate van verwerking van biomassa in de gehele keten. Dit betekent dat de totale uitstoot van CO₂ (of andere broeikasgassen) bij teelt, transport, verwerking en afzet van *biobased* producten de binding van CO₂ door biomassa niet moet overschrijden. In hoofdstuk 4 wordt verder ingegaan op de verwerking van biomassa.

3.2 Beweegredenen op mesoniveau (regimes)

Binnen de huidige regimes bestaan spanningen die kunnen leiden tot twee beweegredenen voor een *biobased economy*, die door industrie en wetenschap als kansen worden gezien:

- efficiënter produceren en
- het ontwikkelen van nieuwe producten

Deze kansen, die zijn ontstaan door ontwikkelingen aan de verwerkingskant van de keten, zijn directe pull-factoren voor *biobased* ontwikkelingen; dit in tegenstelling tot de beweegredenen die zijn ontstaan vanuit het landschap (zie ook 3.1).

3.2.1 Efficiënter produceren

Bedrijven spannen zich altijd in om hun productie efficiënter te laten verlopen. Efficiëntere productiemethodes zorgen voor kostenreductie doordat er minder grondstoffen, productieprocessen of arbeidskrachten nodig zijn. Het streven naar efficiëntere productieprocessen is in de vrijemarkteconomie een manier om ondernemingen meer rendabel te maken en hun concurrentiepositie te versterken. Deze efficiëntie-drive zet ondernemingen aan om te zoeken naar vernieuwing, verbetering of vervanging van hun productieprocessen.



Figuur 7: De uitvinding van de lopende band door Henry Ford leidde tot meer efficiëntie (bron: www.amt.nl)

Afhankelijk van de gekozen 'productieroute' (zie 4.2.) zal een *biobased economy* tot efficiëntere productiemethodes leiden. Verhoging van de efficiëntie kan het resultaat zijn van vervanging van hoogenergetische processen door lager-energetisch processen, en van het reduceren van het aantal schakels in de productieketen.

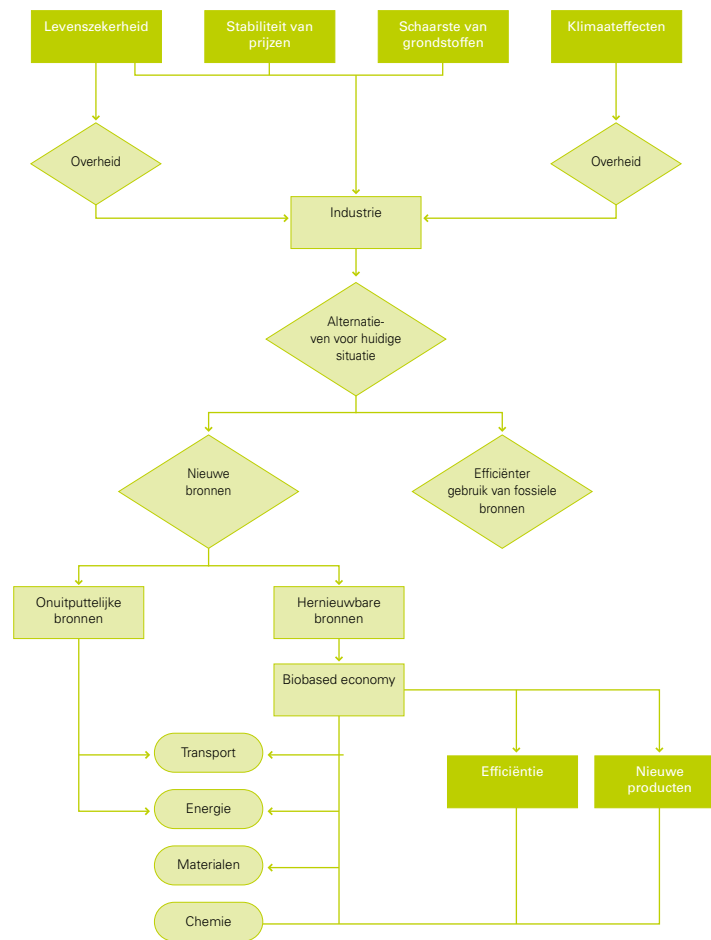
3.2.2 Ontwikkeling van nieuwe producten

Bedrijven zijn continu bezig met het verbeteren van bestaande producten en het ontwikkelen van geheel nieuwe producten. Doel hiervan is het veroveren van een groter marktaandeel of het aanboren van nieuwe markten. De nieuwe productiemethodes in een *biobased economy* bieden de mogelijkheid om nieuwe producten te ontwikkelen, die bijvoorbeeld biologisch afbreekbaar zijn of geen zware metalen bevatten.

3.3 Conclusie

Figuur 8 is een schematische weergave van de beweegredenen voor een transitie naar een *biobased economy* en de daarbij behorende oplossingen. De beweegredenen vanuit het landschap (zie 3.1) worden ook aangedragen door voorstanders van wind- en zonne-energie.¹⁵ Deze beweegredenen vormen een aanleiding voor het zoeken naar alternatieven voor het huidige gebruik van fossiele grondstoffen. De alternatieven zijn te verdelen in drie groepen: efficiënter gebruik van fossiele bronnen, gebruik van onuitputtelijke bronnen en gebruik van hernieuwbare bronnen. Deze drie alternatieven voor de huidige situatie zullen waarschijnlijk naast elkaar worden ontwikkeld en zowel met elkaar als met de bestaande situatie van gebruik van fossiele grondstoffen concurreren.

Deze concurrentie van technologieën zal per toepassingssector verschillen. Op het gebied van transportbrandstoffen en energie zal de *biobased economy* de markt delen met onuitputtelijke bronnen (wind-, water- en zonne-energie). Deze onuitputtelijke bronnen produceren elektriciteit die kan worden omgezet in warmte of energie voor de productie van waterstof als transportbrandstof. De sectoren chemie en materiaal zullen biomassa als grondstof kunnen gebruiken. Binnen deze sectoren kunnen de onuitputtelijke bronnen wel voor energie zorgen die nodig is bij de productieprocessen, maar het leveren van moleculen is hier hoogstwaarschijnlijk onmogelijk. Het is aannemelijk dat de fossiele grondstoffen nog geruime tijd in alle toepassingssectoren zullen worden gebruikt.



Figuur 8: Beweegredenen voor een transitie (de donkergroen gekleurde delen) naar een *biobased economy* en de daarbij behorende oplossingen

4 Biobased economy: trends en ontwikkelingen

In dit hoofdstuk wordt de keten van de *biobased economy* besproken. Aan de orde komen enkele trends en ontwikkelingen die van belang zijn bij een overgang naar een *biobased economy*. De focus ligt hier op de verwerkingskant van de keten (trends en ontwikkelingen aan de bronkant en de afzetkant worden hier niet behandeld).

De eerste paragraaf (4.1) gaat over biocascadering, een principe betreffende de toepassingsgebieden van biomassa dat algemeen wordt beschouwd als een wezenlijk uitgangspunt van een *biobased economy*. Volgens dit principe moet met biomassa het hoogst mogelijke rendement worden behaald terwijl de biomassa optimaal wordt benut. In de tweede paragraaf (4.2) wordt ingegaan op twee principes van verwerking ('productieroutes') van biomassa: *Like4Like*, dat uitgaat van de bestaande infrastructuur rond fossiele grondstoffen, en het functionaliteitsprincipe, dat uitgaat van de eigenschappen van biomassa en deze met nieuwe technologieën zoveel mogelijk wil benutten.

4.1 Biocascadering

Biomassa is op diverse manieren in onze maatschappij van belang. Ten eerste is biomassa zeer belangrijk voor consumptie door mens en dier. Ten tweede zullen *non food*-toepassingen de vraag naar biomassa in een *biobased economy* doen stijgen. Hierdoor kan concurrentie ontstaan tussen de verschillende toepassingen van biomassa.

Biocascadering is een principe dat de toepassingen van biomassa indeelt naar toegevoegde waarde. Biomassa dient volgens het cascaderingsprincipe een zo hoog mogelijk toegevoegde waarde te behalen om zo volledig mogelijk te worden benut. Om dit te bereiken zullen uit de biomassa verschillende producten moeten worden gehaald die gezamenlijk de hoogst mogelijke toegevoegde waarde hebben.¹⁶ Bij biocascadering gaat het dus om twee zaken:

- het behalen van het hoogst mogelijke rendement uit biomassa;
- de optimale benutting van biomassa.

Een hoog rendement leidt tot een verbetering van de concurrentiepositie van biomassa ten opzichte van fossiele grondstoffen. Het behalen van een hoog rendement wordt bevorderd door een optimale benutting. Daarnaast zorgt optimale benutting, door de inzet van biomassa bij meerdere toepassingen, voor minder competitie tussen die toepassingen.

Over de indeling van de toepassingen van biomassa naar toegevoegde waarde wordt door verschillende partijen verschillend gedacht. De verschillen in opvatting zijn echter niet groot. De waardeketen wordt bepaald door de markt en loopt van producten met een hoge toegevoegde waarde (farmaceutische producten) tot toepassingen met een lage toegevoegde waarde (verbranding). Een voorbeeld: farmaceutische producten – smaak- en geurstoffen – voedsel – basisstoffen voor de chemische industrie – veevoeder – vezels – brandstof – vuur (Haren, 2009).

Volgens deze indeling zal biomassa die nog niet bewerkt is de meeste waarde hebben. Om deze waarde optimaal te benutten zullen eerst de meest waardevolle stoffen uit de biomassa moeten worden gehaald, waarbij de kosten moeten worden gedekt door de baten. De farmaceutische producten en de smaak- en geurstoffen zullen dan als eerste aan de biomassa worden onttrokken. Een volgend gedeelte van de biomassa zal dienen als voeding. Daarna zullen de basisstoffen voor de chemische industrie uit de biomassa worden gehaald. Het overige deel zal worden gebruikt als veevoeder, vezels of brandstof. De laatste resten kunnen worden verbrand en worden omgezet in energie. Waarschijnlijk zullen niet alle producten/toepassingen kunnen voortkomen uit eenzelfde groene grondstof.

Het biocascaderingsprincipe wordt door experts gezien als het uitgangspunt van de *biobased economy*. Een efficiënt gebruik van biomassa is immers een doel dat alle partijen nastreven. Met dit principe als uitgangspunt zal er bijvoorbeeld meer opbrengst uit een stuk land kunnen worden gehaald. Waar voorheen suiker de enige opbrengst was van suikerriet, kunnen nu ook ethanol en elektriciteit uit dit landbouwproduct worden gewonnen. Door deze 'coproductie' zal de opbrengst van de grondstof hoger worden, en daarmee stijgt de rentabiliteit. Een verdere ontwikkeling van technieken zal de mogelijkheden voor een optimaal gebruik van planten doen toenemen.

Het biocascaderingsprincipe berust op het kunnen splitsen van biomassa in verschillende componenten. Dit scheiden vindt plaats met behulp van

verschillende technologieën die vallen onder de noemer 'bioraffinage'. 'Bioraffinage is het fractioneren van biomassa in verschillende "producten" die al dan niet na verdere biologische, (bio)chemische, fysische en/of thermochemische bewerking en scheiding afzonderlijk af te zetten zijn.'¹⁷

Het raffineren van biomassa gebeurt in de *food*-toepassingen al sinds mensengeugenis. Het scheiden van graankorrels van stro, bijvoorbeeld, vindt al plaats sinds er brood wordt gemaakt. Bij het scheiden van de biomassa in de *food*-sector wordt gestreefd naar een zuiver voedselproduct waarbij de reststromen gebruikt kunnen worden voor veevoeder of voor verbranding. Om biomassa beter te benutten zullen raffinageprocessen in staat moeten zijn om meerdere componenten te scheiden in stoffen die meer toegevoegde waarde hebben. Daarnaast is het van belang om deze raffinageprocessen tegen een zo laag mogelijke investering van geld, energie en tijd te voltooien, om zo het gebruik van biomassa rendabel te maken/houden.

4.2 Productieroutes

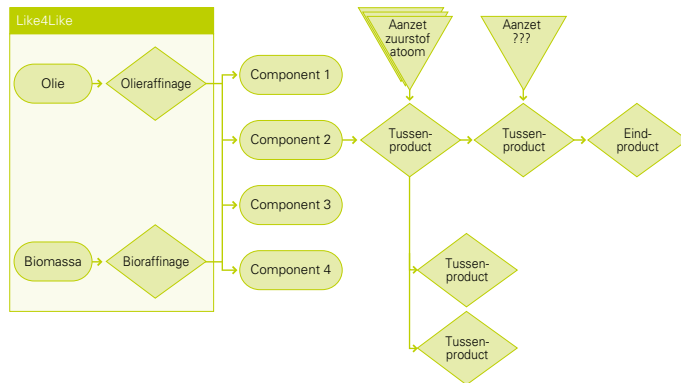
Deze paragraaf gaat over twee principes van verwerking van biomassa tot het eindproduct. *Like4Like* gaat uit van de bestaande infrastructuur rond fossiele grondstoffen, en past biomassa daar zoveel mogelijk in. Het functionaliteitsprincipe gaat uit van de eigenschappen van biomassa; dit principe is erop gericht de in biomassa aanwezige functionaliteit, met nieuwe technologieën, zoveel mogelijk te benutten.

Deze twee principes – of productieroutes – worden door experts in de wetenschap gezien als denkrichtingen die gevolgd worden of zullen worden. Experts in de industrie geven aan dat bedrijven toepassingen van biomassa hanteren of zullen hanteren die overeenkomen met deze principes.

4.2.1 Like4Like

Like4Like gaat uit van de bestaande infrastructuur rond fossiele grondstoffen. Om de infrastructuur intact te laten zal de biomassa moeten worden omgezet in componenten die dezelfde zijn als de componenten die nu, aan het begin van de keten, uit olie worden gehaald. Hierdoor zullen in de productieketen – alleen aan de bronkant – technologische veranderingen moeten worden doorgevoerd.

Figuur 9 is een schematische weergave van een productieketen gebaseerd op olie en biomassa volgens het *Like4Like*-principe. Het gaat hier om ketens die meestal uit vele schakels bestaan. Deze schakels kunnen zich binnen één productiefaciliteit bevinden, maar meestal bevinden ze zich bij verschillende bedrijven of op verschillende locaties.



Figuur 9: Schematisch overzicht van een productieketen gebaseerd op olie en biomassa volgens het *Like4Like*-principe

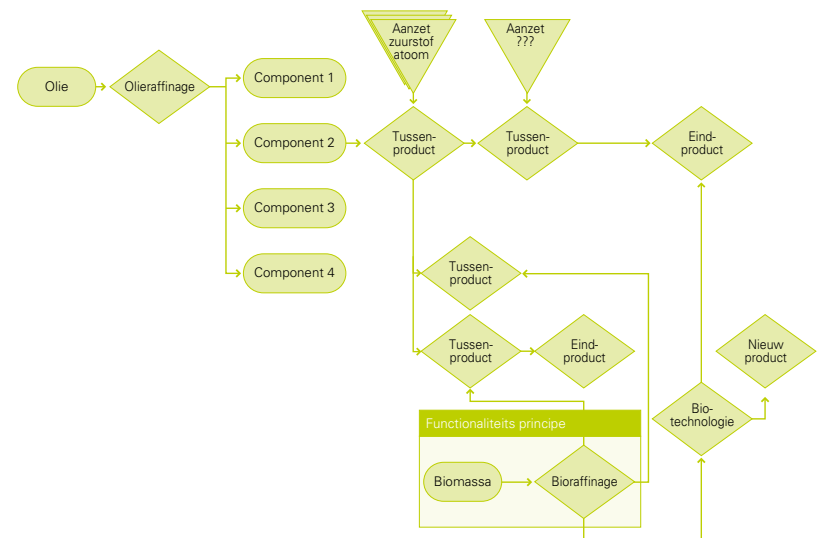
Bij het produceren van chemische producten, waaronder brandstoffen, wordt vaak uitgegaan van olie. De olie wordt in ruwe vorm aangeleverd en vervolgens geraffineerd om de verschillende componenten zuiver te verkrijgen. De componenten bestaan voornamelijk uit ketens van waterstof- (H) en koolstofatomen (C) en worden gebruikt voor verschillende doeleinden. De componenten worden op verschillende wijze verwerkt om de gewenste producten te kunnen leveren. Hierbij worden diverse procedures gevolgd, waarbij ketens worden gesplitst of gekoppeld, atomen worden gesplitst of aangezet aan de keten, dubbele bindingen worden verwijderd of aangebracht of nog andere chemische bewerkingen plaatsvinden.

In een *biobased* productieketen volgens het *Like4Like*-principe zullen, in een zo vroeg mogelijke schakel van de keten, oliecomponenten worden vervangen door vergelijkbare componenten uit biomassa. Deze zullen in dezelfde processen worden verwerkt. Hoe eerder in de keten biomassacomponenten worden ingevoerd, hoe minder aanpassingen in de keten noodzakelijk zijn.

4.2.2 Functionaliteitsprincipe

Het functionaliteitsprincipe gaat uit van de eigenschappen waarover biomassa al beschikt. Met deze eigenschappen worden hier bedoeld: chemische verbindingen die in de biomassa aanwezig zijn. Benutting van deze eigenschappen maakt het mogelijk om sommige schakels in de productieketen over te slaan of te vervangen door efficiëntere processen.

In de huidige productieketen vindt het verwerken van de uit olie geraffineerde componenten vaak plaats met behulp van hoogenergetische processen¹⁸. Hierbij wordt veel gebruikgemaakt van giftige reagentia, zoals ammonia en chloor. Deze reagentia worden op hun beurt ook geproduceerd met behulp van energie-intensieve processen. In biomassa zijn verbindingen, die met behulp van energie-intensieve processen zouden moeten worden aangezet, vaak al aanwezig. Het benutten van de aanwezigheid van deze verbindingen kan ertoe leiden dat een aantal productiestappen overbodig wordt. Om deze functionaliteit te benutten, zullen nieuwe technologieën moeten worden ontwikkeld. Bestaande technologieën gaan uit van 'kale' ketens van waterstof en koolstof, waar moleculen/verbindingen aan worden aangebracht. Nieuwe technologieën gaan uit van ketens met vele verbindingen, waar overbodige verbindingen van worden verwijderd. Dit geheel is weergegeven in figuur 10.



Figuur 10: Schematisch overzicht van een productieketen gebaseerd op olie en biomassa volgens het functionaliteitsprincipe

Bestaande productieketens zullen veranderen, waarbij sommige processen tot het verleden gaan behoren en andere nodig zullen blijven. De nieuwe processen zijn veelal biotechnologisch van aard. Bij het benutten van de in biomassa aanwezige functionaliteit zal vooral de zogenaamde 'witte biotechnologie' een bijdrage leveren. Witte biotechnologie maakt gebruik van micro-organismen¹⁹ om omzettingen te doen die voorheen niet mogelijk of zeer energie-intensief waren. Het laten omzetten van stoffen door micro-organismen of enzymen²⁰ is vaak een zeer specifiek proces. Dit in tegenstelling tot conventionele methodes, waarbij de productie van een stof vaak gepaard gaat met de productie van bijproducten. Biotechnologische productieprocessen zijn daarnaast vaak minder energie-intensief dan conventionele processen, doordat ze plaatsvinden onder omstandigheden (temperatuur, druk) die in de natuur voorkomen.

Drie soorten biotechnologie

- Groene biotechnologie

Bij groene biotechnologie gaat het om het modificeren van plantaardige gewassen. Groene technologie maakt het mogelijk om grotere vruchten en een grotere oogst te bereiken, maar ook om gewassen te kweken die resistent zijn tegen bepaalde ziekten of die bepaalde gewenste stoffen kunnen aanmaken. Deze vorm van biotechnologie geeft de mogelijkheid om relatief snel de gewenste planten te verkrijgen, waar voorheen gebruikgemaakt moest worden van kruising en veredeling.

- Rode biotechnologie

Rode biotechnologie – ook wel 'medische biotechnologie' genoemd – staat voor het toepassen van biotechnologie in medische processen en geneeskunde. Rode biotechnologie helpt bij onderzoek, ziektebestrijding en de productie van geneesmiddelen. Een voorbeeld van rode biotechnologie is het genetisch modificeren van muizen tot zogeheten 'knock-out-muizen'; bij deze muizen zijn één of meerdere genen uitgeschakeld, waardoor veel toepassingsmogelijkheden voor onderzoek ontstaan.

- Witte biotechnologie

Bij witte biotechnologie – ook wel 'industriële biotechnologie' genoemd – gaat het om de toepassing van biotechnologie in industriële processen. Hierbij worden vaak genetisch gemodificeerde micro-organismen (bacteriën of schimmels) en/of hun enzymen gebruikt. Met behulp daarvan kunnen allerlei chemische stoffen worden geproduceerd.

Sectie 2

Biobased economy: gevolgen voor milieu en maatschappij

5 Theoretisch kader: 'Cradle to Cradle' en 'wegwerpmaatschappij'

In dit hoofdstuk worden de principes 'Cradle to Cradle' (C2C) en 'wegwerpmaatschappij' uiteengezet. *Cradle to Cradle* (5.1) is gericht op maximaal hergebruik van afval en materialen en gaat uit van een technologische en een biologische kringloop. In de wegwerpmaatschappij (5.2) worden producten niet ontworpen om lang mee te gaan, maar om in te spelen op tijdelijke modes en trends, al wordt er tegenwoordig wel wat meer gelet op de recyclebaarheid van producten.

5.1 Cradle to Cradle (C2C)

'Cradle to Cradle' (C2C) ('van de wieg tot de wieg') is een term die in de jaren zeventig is bedacht door Walter Stahel en verder is uitgewerkt door Michael Braungart en William McDonough in het boek *Cradle to Cradle, Remaking the Way We Make Things* (2002). Het centrale idee achter het C2C-concept is dat afval en materialen op een zodanige wijze kunnen worden beheerd dat ze voor altijd hergebruikt kunnen worden. We leven in een maatschappij waarin we enorme hoeveelheden afval produceren en waarmee we een negatief stempel op de wereld achterlaten (Braungart et al., 2007). De economische groei gaat gepaard met een zware belasting van het ecologisch systeem. Om dit probleem aan te pakken, wordt vooral gebruikgemaakt van eco-efficiëntiestrategieën, dat wil zeggen: van strategieën waarin de focus ligt op het behouden van economische activiteiten door middel van het doorvoeren van efficiëntere productiemethoden (Verfaillie & Bidwell, 2000). De eco-efficiëntiestrategieën gaan uit van een lineair model waarbij grondstoffen uit het milieu worden gehaald, worden omgezet in producten en vervolgens worden weggegooid. Door de efficiëntieverbeteringen is er weliswaar minder materiaal nodig voor de productie van dezelfde goederen, maar het probleem wordt er niet mee opgelost. De aarde wordt nog steeds vervuild en mensen voelen zich schuldig wanneer zij nieuwe producten en diensten produceren (Braungart & McDonough, 2003).

Eco-effectiviteit

'Minder slecht doen is niet hetzelfde als goed doen.' Deze uitspraak (Berkhout et al., 2000) wijst erop dat er niet zo zeer gekeken moet worden naar efficiëntieverbetering van een slecht systeem maar naar de optimale effectiviteit van een



systeem. Met 'eco-effectiviteit', een centraal begrip binnen het C2C-denken, wordt aangegeven dat er meer geproduceerd kan worden met minder middelen, minder vervuiling en minder afval. In het C2C-concept is afval gelijk aan voedsel: voedsel voor de mens en materiaal voor nieuwe producten, C2C staat voor een maatschappij zonder afval.

Upcycling

Het C2C-concept is gericht op een transitie van het verminderen van de negatieve invloed op het milieu naar het leveren van een positieve bijdrage. Dit kan bereikt worden door de kringloop (levenscyclus) van materialen sluitend en dus oneindig te maken. Materialen die voor een bepaald product zijn gebruikt, worden dan opnieuw gebruikt voor andere producten zonder dat ze daarbij aan kwaliteit verliezen. Deze vorm van hergebruik wordt 'upcycling' genoemd en is een belangrijk kenmerk van het C2C-principe. Bij de huidige recycling verliezen materialen nog veel van hun kwaliteit; ze kunnen dan ook alleen worden hergebruikt in minder waardevolle producten.

Technologische en biologische kringloop

Het C2C-principe gaat uit van twee kringlopen: een technologische en een biologische. Bij de biologische kringloop gaat het om biologisch afbreekbare materialen; ze zijn volledig afbreekbaar door het milieu en dus niet schadelijk. Bij de technologische kringloop gaat het om materialen die gesynthetiseerd zijn; deze zijn minder goed of niet afbreekbaar; alle materialen dienen veilig binnen een gesloten kringloop te blijven en hergebruikt te worden in nieuwe producten (Braungart et al., 2007). In hoofdstuk 6 wordt hier verder op ingegaan.

C2C gaat veel verder dan alleen een gesloten kringloop van grondstoffen. Uit het boek *Afval=voedsel* zijn acht C2C-ontwerpprincipes te destilleren (Braungart & McDonough, 2002 - zie ook bijlage). Het belangrijkste ontwerpprincipe in dit verband is: 'Ontwerp alle producten zodanig dat na gebruik alle materialen hoogwaardig hergebruikt kunnen worden in de biologische of technologische kringloop. Voorkom hybride materiaalstromen die zeer moeilijk te scheiden zijn. En ga uit van herontwerpen in plaats van verbeteren en neem de natuur daarbij als voorbeeld'.

Material pooling

C2C is een raamwerk waarin het ontwerpen van producten en het industrieel systeem op een geheel andere manier zijn ingericht dan in de huidige situatie

(Braungart et al., 2007). Het vraagt een heroverweging hoe producten en diensten gemaakt worden. Er moet bij het ontwerp gekeken worden naar de functionaliteit: 'Het heeft geen zin om een tv-toestel te maken dat vijftig jaar meegaat als de meeste mensen na drie jaar een nieuw toestel willen. Het toestel zou dan zo gemaakt moeten worden dat het na drie jaar weer uit elkaar gehaald kan worden en de materialen hergebruikt kunnen worden voor nieuwe producten en diensten,' aldus Braungart. Er is dus een duidelijk verschil tussen duurzaamheid (een tv-toestel maken dat vijftig jaar meegaat) en C2C. Dit voorbeeld beschrijft het idee van 'material pooling', een concept voor het realiseren van het C2C-principe. Met deze term wordt verwezen naar een systeem waarin bepaalde actoren zich specialiseren in een bepaald materiaal en vervolgens het gebruik van dat materiaal beheren. Zij verkopen het materiaal aan bedrijven die er producten van maken. Wanneer de producten niet meer gebruikt worden, gaan de materialen terug naar de beheerder. Vervolgens kunnen ze weer gebruikt worden door andere bedrijven (Braungart & McDonough, 2003).

5.2 De wegwerpmaatschappij

Het principe van de 'wegwerpmaatschappij' houdt in dat stoffen, materialen en producten die voor de eigenaar geen waarde meer hebben, worden aangemerkt als waardeloos afval. Vanuit deze visie worden producten niet ontworpen om lang mee te gaan maar wordt ermee ingespeeld op tijdelijke modes en trends. Een ander kenmerk van een wegwerpmaatschappij is dat het repareren van een product duurder is dan een nieuw product. De wegwerpmaatschappij zoals we die nu kennen, wordt door Braungart breder getrokken naar het *Cradle to Grave*-principe, oftewel: 'van de wieg tot het graf'.

Cradle to Grave

Het *Cradle to Grave*-principe gaat uit van de gehele levenscyclus van een stof, materiaal of product. In alle fases van de levenscyclus vindt monitoring plaats. Zo is, bijvoorbeeld, na te gaan hoe een product reageert op verschillende situaties en toepassingen tijdens de gehele levensduur van dat product. Er wordt daarbij gekeken naar het productieproces, het verpakkingsmateriaal, het vervoer, het gebruik van het product en de uiteindelijke verwerking als het product wordt weggegooid. In de wegwerpmaatschappij is er voor dit alles weinig of geen aandacht.

De positieve kant van de wegwerpmaatschappij is dat de productie voor de fabrikant goedkoop is. Er hoeft vrijwel geen rekening te worden gehouden met de verwerking van het product als dit is afgeschreven. Hierdoor is ook de materiaalkeuze minder belangrijk en zijn de ontwerpkosten veel lager. De consument profiteert hiervan: de producten zijn goedkoper.

Downcycling

De huidige situatie in de wereld is typerend voor de wegwerpmaatschappij. Verpakkingen zijn in de meeste gevallen synthetisch en lastig te recyclen. Toch wordt er tegenwoordig wel wat meer gelet op de recyclebaarheid van producten, maar het probleem is dat de inzameling van afval niet voldoende gescheiden verloopt. Het meeste afval wordt pas achteraf gescheiden, om daarna gerecycled te worden. Na de scheiding zit er altijd nog vervuiling in het gescheiden materiaal. Daardoor kan er alleen 'downcycling' plaatsvinden: de grondstoffen van een bepaald product kunnen alleen maar hergebruikt worden in een product van lagere kwaliteit. Van gerecyclede plastics worden, bijvoorbeeld, paaltjes gemaakt die langs de weg staan; hergebruik voor producten van hogere kwaliteit is door de vervuiling niet mogelijk.²¹

Plastic Heroes

In enkele steden is begonnen met het project Plastic Heroes: een overheids-initiatief met als doelstelling dat eind 2012 42% van het plastic afval efficiënt zal worden gerecycled.²² Van de burgers wordt gevraagd om plastic afval te scheiden van het overige afval en dit in een aparte bak te werpen. Hier kan echter niet volledig op worden vertrouwd: er zullen toch nog materialen in de bak belanden die daar niet in thuis horen. Bovendien zijn er heel veel soorten plastics in omloop die eigenlijk ook nog van elkaar moeten worden gescheiden; dit is ook een vorm van vervuiling. Plastic is geen homogene stof die gemakkelijk te recyclen is in een gesloten kringloop. Op dit moment is het nog heel moeilijk om de verschillende plastics van elkaar te scheiden.

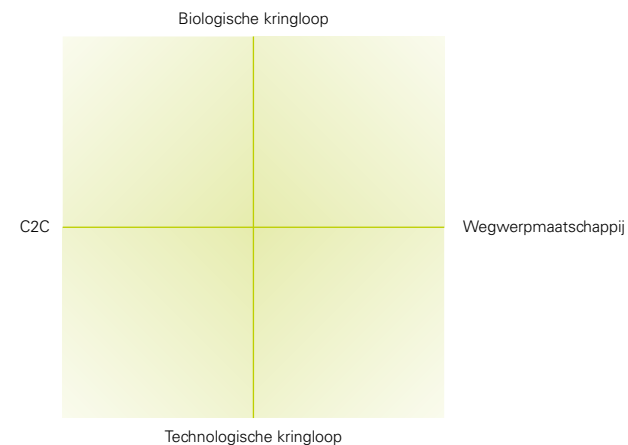
De huidige manier van consumeren zal zich nooit volledig in de richting van C2C kunnen ontwikkelen, onder andere omdat heel veel verpakkingen niet afbreekbaar/recyclebaar zijn en de huidige productieroutes uitgaan van een geheel andere manier van denken. Om uit de wegwerpmaatschappij te komen, is een omslag in het denken nodig.

6 Productieroutes, C2C en wegwerpmaatschappij

In dit hoofdstuk wordt gezien in hoeverre de twee productieroutes, *Like4Like* (6.2) en functionaliteitsprincipe (6.3), passen binnen het *Cradle to Cradle*-principe en het principe van de wegwerpmaatschappij én binnen de technologische en de biologische kringloop. Hierbij wordt gebruikgemaakt van een conceptueel model (6.1).

6.1 Conceptueel model

Zoals al aangegeven in hoofdstuk 5 gaat het C2C-principe uit van twee kringlopen: een technologische en een biologische. In theorie vallen de biologische en de technologische kringloop geheel onder C2C, maar in de praktijk is dit nog niet haalbaar. Het conceptueel model is dan als volgt (figuur 11):



Figuur 11: Conceptueel model: kringlopen (technologisch en biologisch) en maatschappijconcepten (*Cradle to Cradle* en wegwerpmaatschappij)

Aan de hand van indicatoren kan worden gemeten in hoeverre een productieroute (*Like4Like* en functionaliteitsprincipe) te beschouwen is als een biologische of een technologische kringloop, maar ook in hoeverre een kringloop valt onder het C2C-principe of het principe van de wegwerpmaatschappij. Braungart (Braungart & McDonough, 2003) noemt de volgende indicatoren:

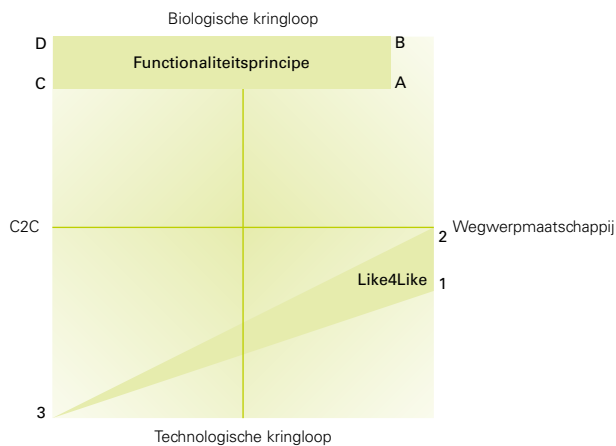
1 Indicatoren voor een technologische kringloop

- Het materiaal is synthetisch of een delfstof.
- Het gaat om duurzame producten.
- Volledig recyclebaar zonder verlies van kwaliteit.
- Bruikbaar in een gesloten kringloop.
- Niet afbreekbaar in het milieu.

2 Indicatoren voor een biologische kringloop

- De gebruikte biologische voedingsstoffen zijn afbreekbaar.
- De biologische voedingsstoffen zijn niet schadelijk voor het milieu.
- De biologische voedingsstoffen zijn meestal plantaardig/natuurlijk of biopolymeren die niet schadelijk zijn voor het milieu.

Worden de productieroutes *Like4Like* en functionaliteitsprincipe bekeken in het licht van deze indicatoren, dan kunnen we deze onderbrengen in het conceptueel model zoals is weergegeven in figuur 12.



Figuur 12: Conceptueel model: productieroutes (*Like4Like* en functionaliteitsprincipe) in relatie tot kringlopen (technologisch en biologisch) en principes (*Cradle to Cradle* en wegwerpmaatschappij)

Zoals te zien is in de figuur, zijn de beide productieroutes niet op één vast punt in het model gesitueerd, maar hebben ze een *range*. Hiermee wordt tot uitdrukking gebracht dat de productieroutes verschillende kwaliteiten kunnen hebben. Hoe hoger de kwaliteit (te bepalen aan de hand van de indicatoren), hoe meer het proces voldoet aan het C2C-principe; hoe lager de kwaliteit van het proces, hoe meer het in de richting gaat van het principe van de wegwerpmaatschappij.

In de paragrafen 6.2 en 6.3 wordt de plaatsing van de twee productieroutes in het model nader toegelicht. Daarbij worden de hoekpunten (1-3 en A-D) beschreven om inzicht te geven in de huidige situatie, mogelijke toekomstscenario's en de *range* in zijn algeheelheid.

6.2 Like4Like

Aangezien het *Like4Like*-principe geen afbreekbare stoffen of producten gebruikt/produceert (op de initiële biomassa na), valt dit niet onder de biologische kringloop. Daarentegen zijn alle vijf de indicatoren voor de technologische kringloop hier van toepassing:

- Het materiaal is synthetisch of een delfstof.
- Het gaat om duurzame producten.
- Volledig recyclebaar zonder verlies van kwaliteit.
- Bruikbaar in een gesloten kringloop.
- Niet afbreekbaar in het milieu.

Toelichting op de *range* van de *Like4Like*-productieroute:

Hoekpunt 1

Dit is de huidige situatie. Het lijkt op het eerste gezicht misschien vreemd dat dit productieproces wel bij de technologische kringloop hoort maar niet bij C2C. De verklaring hiervoor is dat niet alle indicatoren van de technologische kringloop direct bij C2C horen. Zo zijn producten vaak niet afbreekbaar in het milieu, is er vaak een focus op duurzame producten, is het gebruikte materiaal vaak een delfstof en zijn de uiteindelijke producten vaak synthetisch. Dit zijn allemaal eigenschappen van de technologische kringloop die niet verhinderen dat producten bij het vuilnis worden gezet zonder dat er verder iets mee wordt gedaan. In de huidige situatie wordt er weliswaar gerecycled, maar dit gebeurt met verlies van kwaliteit, hetgeen ook niet onder C2C valt.

Hoekpunt 2

Dit lijkt op het eerste gezicht de slechtste situatie die mogelijk is bij de *Like4Like*-productieroute. In de praktijk is er echter niet veel verschil met de situatie van hoekpunt 1. Er wordt nog steeds gerecycled zonder te upcyclen. Er wordt ook nog steeds veel te veel weggegooid. Het verschil is dat het nu niet om duurzame producten gaat (de producten zullen een minder lange levensduur hebben), dat

er misschien chemische stoffen zijn die wel worden opgenomen in het milieu en dat er gebruik kan worden gemaakt van stoffen anders dan delfstoffen. Daarom valt deze situatie nog wel binnen het *Like4Like*-principe maar niet meer binnen de technologische kringloop. Deze situatie is wat ongunstiger dan bij hoekpunt 1, omdat de producten hier niet duurzaam zijn.

Hoekpunt 3

Dit is het ideale scenario. Als alle indicatoren van de technologische kringloop van toepassing zijn, zal er ook een volledige C2C-situatie zijn. De indicatoren 'volledig recyclebaar zonder verlies van kwaliteit' en 'bruikbaar in een gesloten kringloop' zorgen voor een situatie van upcycling, waarbij geen stoffen of producten verloren gaan. Andersom geldt ook dat er geen volledige C2C-situatie kan zijn zonder dat aan deze indicatoren wordt voldaan. Deze situatie is mogelijk binnen het *Like4Like*-principe zolang de huidige infrastructuur behouden blijft. Er zullen echter wel nieuwe technologieën nodig zijn om ervoor te kunnen zorgen dat alle materialen ge-upcycled worden.

Bij het plaatsen van de productieroute in het conceptuele model gaat het niet alleen om het voldoen aan de indicatoren van de technologische kringloop, maar ook om de uitwerking/kwaliteit van deze indicatoren. Er is een bandbreedte (tussen punt 1 en 2) aan de kant van de wegwerpmaatschappij; dit heeft te maken met de uitwerking/kwaliteit van de indicatoren. Als er volledig wordt voldaan aan de indicatoren van de technologische kringloop, dan staat dit gelijk aan een volledige C2C-situatie (punt 3) en is er geen bandbreedte.

6.3 Functionaliteitsprincipe

Bij het functioneleitsprincipe wordt gebruikgemaakt van bioremediatie, oftewel: het inzetten van bacteriën, schimmels en enzymen om bepaalde stoffen om te zetten naar andere stoffen. Hierdoor valt het functioneleitsprincipe onder de biologische kringloop. Deze productieroute kan niet onder de technologische kringloop vallen, omdat het hier gaat om niet-synthetische stoffen, die afbreekbaar zijn en hierdoor niet recyclebaar en niet duurzaam zijn. Alle drie de indicatoren voor de biologische kringloop zijn hier van toepassing:

- De gebruikte biologische voedingsstoffen zijn afbreekbaar.
- De biologische voedingsstoffen zijn niet schadelijk voor het milieu.
- De biologische voedingsstoffen zijn meestal plantaardig/natuurlijk of biopolymeren die niet schadelijk zijn voor het milieu.

Toelichting op de *range* van de productieroute volgens het functioneleitsprincipe:

Hoekpunt A

Dit is de huidige situatie van het functioneleitsprincipe. Omdat er gebruik wordt gemaakt van bioremediatie, valt het functioneleitsprincipe altijd onder de biologische kringloop. Er is altijd sprake van afbreekbare voedingsstoffen en plantaardige of natuurlijk biopolymeren, zodat deze productieroute nooit volledig kan vallen onder de wegwerpmaatschappij (er worden stoffen afgebroken en dus 'teruggegeven' aan de natuur). Omdat er nu nog gebruik wordt gemaakt van katalysatoren die schadelijk zijn voor het milieu (zoals HCl, oftewel: zoutzuur), valt deze situatie van het functioneleitsprincipe niet volledig onder de biologische kringloop. De situatie valt ook niet volledig onder het C2C-principe, aangezien er nog veel stoffen verloren gaan (bijvoorbeeld zo'n 95% van het HCl)²³ en het rendement van de gebruikte enzymen nog niet optimaal is.

Hoekpunt B

Hoekpunt B is nagenoeg identiek aan hoekpunt A. Ook deze situatie valt onder de biologische kringloop en ligt vanwege de vele verliezen nog ver van de volledige C2C-situatie verwijderd. Echter, er wordt hier niet meer gewerkt met stoffen die schadelijk zijn voor het milieu. Er zijn alternatieve katalysatoren gevonden, en daardoor valt deze situatie volledig onder de biologische kringloop. De verliezen zijn minder groot, omdat er geen gevolgen meer zijn voor het milieu; er is alleen nog financiële schade.

Hoekpunt C

Hier is sprake van een volledige C2C-situatie. Dit wil zeggen dat de volledige potentie van C2C is bereikt. Alle stoffen die verkregen kunnen worden, worden ook verkregen. Ook treedt er geen verlies meer op: alle katalysatoren worden afgevangen en kunnen opnieuw worden gebruikt. Het rendement van de productieroute is optimaal doordat er ideale enzymen en katalysatoren worden gebruikt. Het proces is echter nog niet volledig onder de biologische kringloop te scharen omdat er nog steeds stoffen worden gebruikt die schadelijk zijn voor het milieu. Dit is niet ernstig omdat deze worden opgevangen. Bij een ongeluk zouden zich wel ernstige gevolgen kunnen voordoen.

Hoekpunt D

Dit is de ideale situatie voor het functionaliteitsprincipe. Net als bij hoekpunt C valt deze situatie vanwege het optimale rendement en de volledige benutting van het potentieel volledig onder C2C. Het grote verschil is dat er bij hoekpunt D wordt gewerkt met stoffen die volledig onschadelijk zijn voor het milieu (het gaat dan met name om de katalysatoren en de bijproducten van enzymen). Hierdoor valt deze situatie ook volledig onder de biologische kringloop. Daarmee past zij in de linkerbovenhoek van het model.

7 Sociaaleconomische gevolgen

Dit hoofdstuk gaat over de sociaaleconomische gevolgen van een transitie naar een *biobased economy* in Nederland. De eerste paragraaf (7.1) behandelt de kansen en bedreigingen die zich daarbij voordoen. De tweede paragraaf (7.2) gaat dieper in op de ontwikkelingen in de productieroutes *Like4Like* en functionaliteitsprincipe. De gevolgen van een *biobased economy* voor het onderwijs in Nederland worden apart behandeld in hoofdstuk 8.

7.1 Kansen en bedreigingen

Deze paragraaf gaat over de kansen en bedreigingen van een *biobased economy* voor Nederland. De kansen bestaan voornamelijk uit de oplossingen voor problemen die zijn ontstaan vanuit het landschap of door spanningen binnen de regimes (zie hoofdstuk 3); de bedreigingen hebben vooral te maken met de noodzaak om een *biobased economy* duurzaam te ontwikkelen. Eerst wordt ingegaan op de kansen en bedreigingen die zich onafhankelijk van de gekozen productieroute voordoen (7.1.1); vervolgens komen de kansen en bedreigingen aan de orde die de beide productieroutes (*Like4Like* en functionaliteitsprincipe) met zich meebrengen (7.1.2).

7.1.1 Algemeen

Bij een *biobased economy* doen zich voor Nederland, ongeacht de productieroute, de volgende kansen en bedreigingen voor:

Kansen

- het veiligstellen van de leveringszekerheid in de toekomst;
- het voorkómen van schaarste van grondstoffen in de toekomst;
- het reduceren van de netto-uitstoot van schadelijke stoffen.

Bedreigingen

- niet-duurzame productie van biomassa;
- geen constante aanvoer van biomassa van goede kwaliteit.

Duurzaamheid

Onder 'duurzame ontwikkeling' wordt verstaan: 'een ontwikkeling waarbij de huidige generatie in haar noden voorziet zonder toekomstige generaties te beperken'. Als biomassa niet duurzaam wordt geproduceerd, kan dat ten koste gaan van welzijn, milieu, economie en klimaat in de toekomst.

Kans 1: veiligstellen van de leveringszekerheid in de toekomst

De kans om de leveringszekerheid van biomassa in de toekomst veilig te stellen, zit in het feit dat Nederland zelf in staat is om biomassa te produceren en in het gegeven dat het gebied waaruit biomassa kan worden geïmporteerd groter is dan dat van de huidige fossiele grondstoffen.

Nederland heeft een lange geschiedenis van land- en tuinbouw en is een van de meest productieve landen in deze sectoren, gemeten naar de opbrengst per hectare. Toch zal Nederland niet genoeg biomassa kunnen produceren om aan de eigen vraag te kunnen voldoen.²⁴ Er zal dus ook biomassa moeten worden geïmporteerd. Import kan plaatsvinden uit een veel groter gebied (meer landen) dan thans bij fossiele grondstoffen. Deze schaalvergroting maakt kartelvorming vrijwel onmogelijk, zodat het aanbod niet kunstmatig laag kan worden gehouden. Hierdoor zal het aanbod beter aan de vraag voldoen en daarmee de leveringszekerheid vergroten.

Een gevaar voor de leveringszekerheid is het mislukken van oogsten. Een oogst kan verregenen of bederven, en planten kunnen in hun groei worden belemmerd door droogte of vatbaar zijn voor ziektes. Om bij mislukte oogsten de leveringszekerheid te kunnen waarborgen, zullen er voorraden moeten worden aangelegd. Voor biomassa geldt dat deze moet worden opgeslagen in een daarvoor geschikte vorm.

Een gevaar dat schuilt in het importeren van biomassa is dat moeilijk is na te gaan hoe deze biomassa is geproduceerd, zodat onduidelijk blijft of deze voldoet aan de Nederlandse criteria.²⁵ Hierover zullen internationale afspraken moeten worden gemaakt (zie ook bedreiging 1, hieronder).

Kans 2: voorkómen van schaarste van grondstoffen in de toekomst

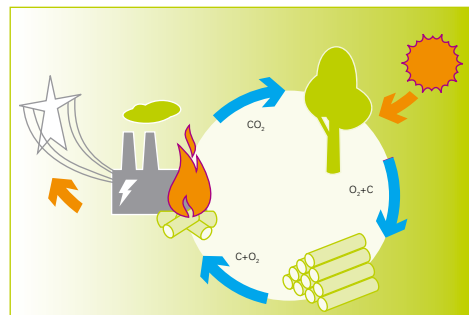
Schaarste van grondstoffen wordt voorkomen doordat biomassa een hernieuwbare bron is en uit een groot gebied afkomstig kan zijn. Bij duurzaam gebruik kan biomassa een oneindige bron zijn. Er is dan een constante stroom van grondstof, en zolang de vraag niet stijgt, zal er geen schaarste zijn.

Doordat biomassa uit vele landen afkomstig kan zijn, is het voor individuele landen bijna onmogelijk om de prijs op te drijven door schaarste te creëren. Als een land niet wil leveren, doet een ander land het wel. Kunstmatige schaarste, zoals bij fossiele grondstoffen, is door deze schaalvergroting niet meer mogelijk.

Zal er voldoende biomassa kunnen worden verbouwd om aan de vraag te voldoen? Waarschijnlijk zal er voor een 100% *biobased economy* wereldwijd een tekort aan biomassa zijn. Dit scenario van 100% *biobased economy* is echter niet realistisch, aangezien andere alternatieven – zoals zonne- en windenergie – zich ook verder ontwikkelen. Een realistisch scenario wordt geschetst door het Platform Groene Grondstoffen: 'Als wereldwijd in 2030, naar het Nederlandse welvaartspeil, 30% van de energie afkomstig zou zijn van biomassa zal dit een geschat beslag van 7% op het totale landoppervlak van onze planeet leggen. De gegevens zijn middenschattingen, pessimistische onderzoekers komen op een grotere oppervlakte uit en optimistische op een kleinere. 7% is fors maar misschien niet onhaalbaar'.²⁶

Kans 3: reduceren van de netto-uitstoot van schadelijke stoffen

De *biobased economy* kan de uitstoot van schadelijke stoffen reduceren. Een eigenschap van biomassa is dat deze tijdens de groei CO₂ bindt, dat weer vrijkomt bij het verbruik van de biomassa, zodat er een kringloop ontstaat (zie de figuur). Er wordt dus geen oud CO₂ aan de atmosfeer toegevoegd, maar huidig CO₂ wordt hergebruikt.



Figuur 13: De CO₂-kringloop (vrij naar www.duurzame-energie.nl)

Een perfect gesloten kringloop is een utopie. De biomassa die in een *biobased economy* wordt gebruikt, wordt getransporteerd, bewerkt en verwerkt. Alle stappen – vanaf het zaaien tot de uiteindelijke verbranding van de biomassa – mogen dan niet meer schadelijke stoffen uitstoten dan de plant kan binden om de kringloop sluitend te maken.

Een *biobased economy* kan in vergelijking tot een situatie met verbruik van fossiele grondstoffen leiden tot een lagere netto CO₂-uitstoot. Het is dan van belang dat de gehele keten – van de productie van de biomassa tot het eind-

product – minder CO₂ uitstoot dan er wordt uitgestoten tijdens de route van de fossiele grondstoffen. Om dit te verwezenlijken, zullen vele obstakels moeten worden overwonnen. Het beploegen van het land en het zaaien en oogsten, bijvoorbeeld, kost veel energie, en ook het transport van biomassa kost meer energie dan dat van fossiele grondstoffen.

Verdere kansen om de uitstoot van schadelijke stoffen (bijvoorbeeld ook broeikasgassen) terug te brengen, zijn afhankelijk van de gekozen productieroute (*Like4Like* en functionaliteitsprincipe) van *biobased* producten (zie 7.1.2).

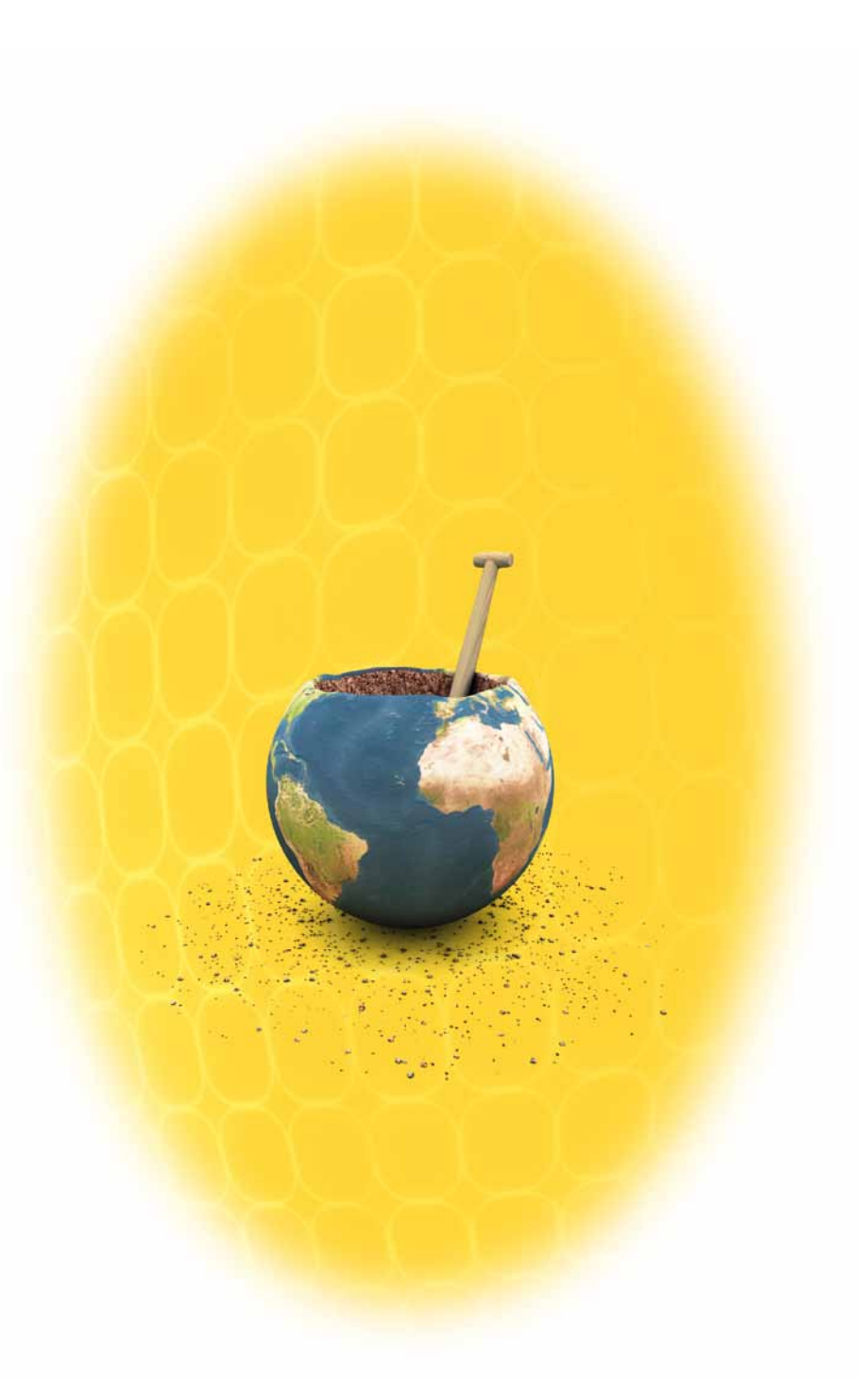
Bedreiging 1: niet-duurzame productie van biomassa

Een bedreiging voor een *biobased economy* is het niet-duurzaam produceren van biomassa. Niet-duurzame productie zal ertoe leiden dat de hierboven genoemde kansen niet kunnen worden benut. Daarnaast kan het welzijn van mens en dier dan negatief worden beïnvloed.

Biomassa dient duurzaam te worden verbouwd om als hernieuwbare bron te kunnen functioneren. Gebeurt dit niet, dan kan dat ten koste gaan van de biomassaproductie zelf. Dit fenomeen wordt 'roofbouw' genoemd: de grond raakt uitgeput, wordt uiteindelijk onvruchtbaar en levert dan niets meer op.

Daarnaast is de bescherming van het milieu van belang. De productie van biomassa mag niet leiden tot verlies aan biodiversiteit; natuur mag niet verdrongen worden door plantages. Ook moet vermeden worden dat bestrijdingsmiddelen het milieu aantasten en dat erosie, het uitspoelen van voedingsstoffen en wateronttrekking de bodem ernstige schade toebrengen.

Ook voor de mens zelf is het van belang dat biomassa duurzaam wordt geproduceerd. Zo is het bijvoorbeeld belangrijk dat de productie van biomassa voor *non food*-toepassingen niet ten koste gaat van de productie voor de voedselvoorziening. Dit gebeurt wanneer voedselgewassen worden gebruikt voor *non food*-toepassingen en, op een indirecte manier, wanneer de productiefactoren arbeid, land, water en grondstoffen te sterk ten gunste van *non food*-toepassingen worden ingezet. Ook op het gebied van welvaart en welzijn is duurzaamheid van belang. Geld dat wordt verdiend aan biomassa dient deels terug te vloeien naar de lokale partijen die betrokken zijn bij het verbouwen van die biomassa. De gebruikte grond dient op rechtmatige wijze te zijn verkregen en het werk dient volgens de geldende normen betreffende de arbeidsomstandigheden te worden verricht.



Uit het bovenstaande blijkt dat het van groot belang is dat biomassa duurzaam wordt geproduceerd. Monitoring van de duurzaamheid van de Nederlandse biomassa is moeilijk te verwezenlijken, maar met de invoering van een keurmerk en met handhaving van de bijbehorende criteria toch niet onmogelijk. Controle op duurzaamheid van geïmporteerde biomassa is evenmin eenvoudig; hier zijn internationale afspraken noodzakelijk.

Bedreiging 2: geen constante aanvoer van biomassa van goede kwaliteit

Een andere bedreiging voor de ontwikkeling van een *biobased economy* in Nederland is van logistieke aard. Het gaat dan om de onzekerheid over een constante aanvoer van biomassa die voldoet aan de Nederlandse eisen. Deze onzekerheid kan leiden tot een slecht investeringsklimaat. Hier spelen twee vragen een rol: Waar komt de biomassa vandaan? En in welke vorm wordt de biomassa geleverd?

De vraag naar de herkomst van de biomassa hangt samen met de toekomstige duurzaamheidseisen. Zal Nederland in staat zijn om afspraken te maken met landen die voldoende biomassa kunnen leveren? En is die biomassa van goede kwaliteit en is de aanvoer ervan constant? Zolang deze onzekerheid in Nederland aanwezig is, zullen bedrijven die op basis van biomassa willen produceren, volgens experts in de industrie, mogelijk overwegen om hun productiefaciliteiten naar het buitenland te verplaatsen. Een land dat wat dit betreft veel potentie heeft, is Brazilië. Er is veel biomassa voorhanden, en biomassa wordt er (in de huidige economie) al veelvuldig als brandstof gebruikt. Ervaring is in Brazilië dus aanwezig, evenals een aan biomassa aangepaste infrastructuur, met als gevolg dat zich al veel biomassamultinationals in het land hebben gevestigd.²⁷



Figuur 14: Brazilië, het beloofde *biobased* land? (bron: www.nuwireinvestor.com)

De tweede vraag die een rol speelt bij de onzekerheid omtrent de constante aanvoer van biomassa van goede kwaliteit, is: in welke vorm wordt de biomassa geleverd? Biomassa is een grondstof die kan bederven of rotten en die insecten en ziektekiemen kan bevatten. Daarnaast is de energetische waarde van biomassa lager dan die van fossiele grondstoffen, wat er toe leidt dat er een groter volume moet worden getransporteerd. Het is dan ook wenselijk om de biomassa te verwerken tot een vorm die niet kan bederven, die niet vatbaar is voor ziektes en die compact kan worden vervoerd. Welke vorm het meest geschikt is, hangt met name af van de manier waarop de biomassa in het productieproces wordt ingezet. Gebeurt dit volgens het *Like4Like*-principe, dan liggen vormen die vergelijkbaar zijn met oliecomponenten het meest voor de hand; bij een route volgens het functionaliteitsprincipe zullen mogelijk andere vormen gewenst zijn.

7.1.2 Like4Like en functionaliteitsprincipe

Kansen en bedreigingen voor Nederland die afhankelijk zijn van de gekozen productieroute (*Like4Like* of functionaliteitsprincipe), ontstaan voornamelijk door de ontwikkeling van technologieën. Aangezien de technologieontwikkeling bij het functionaliteitsprincipe het grootst is, ontstaan ook daar de meeste kansen. Bedreigingen hebben hier te maken met de risico's die samenhangen met investeringen in nieuwe technologieën.

Like4Like

Een kans en een bedreiging die ontstaan door het invullen van de productieketen volgens het *Like4Like*-principe, zijn:

Kans

- een relatief gemakkelijke introductie (in vergelijking met het functionaliteitsprincipe) van een *biobased economy*.

Bedreiging

- een achterstand in technologieontwikkeling.

Kans: relatief gemakkelijke introductie van een 'biobased economy'

Zoals al aangegeven in 4.2.1 wordt biomassa volgens het *Like4Like*-principe in een zo vroeg mogelijk stadium in de productieketen geïmplementeerd, en wel door oliecomponenten te vervangen door vergelijkbare componenten die uit biomassa zijn verkregen. Met deze aanpak zijn er weinig aanpassingen nodig in de keten en zijn ook de kosten lager; de overstap naar biomassa kan zo relatief snel worden gemaakt.

Bedreiging: achterstand in technologieontwikkeling

Een bedreiging die zich hier voordoet is stagnatie in de ontwikkeling van technologieën die biomassa op een andere manier toepassen. Deze technologieën vragen om investeringen zonder garanties voor direct rendement. Kleine investeringen in bestaande concepten genieten dan de voorkeur. Wanneer deze echter niet worden gedaan, bestaat het gevaar dat Nederland in deze technologieontwikkeling achterblijft bij andere landen. Dit kan resulteren in verouderde fabrieken en in productiemethodes die minder efficiënt zijn dan concurrerende methodes. Deze situatie komt overeen met wat wel wordt aangeduid als een 'lock-in': het vinden van een oplossing in een bepaalde ontwikkeling leidt ertoe dat de groei van een andere ontwikkeling uitblijft.

Functionaliteitsprincipe

De kansen en bedreigingen die ontstaan door het invullen van de productieketen volgens het functionaliteitsprincipe, zijn:

Kansen

- efficiëntere productiemethodes;
- ontwikkeling van nieuwe producten;
- ontwikkeling van de kenniseconomie.

Bedreigingen

- hoge investeringskosten;
- onzekerheid over de marktontwikkeling.

Kans 1: Efficiëntere productiemethodes

Het functionaliteitsprincipe gaat uit van de functionaliteit die in biomassa aanwezig is, en probeert deze, met nieuwe en bestaande technologieën, te benutten.

Doordat bepaalde verbindingen niet hoeven te worden aangebracht, zullen ook bepaalde chemische stappen overbodig zijn. Dit zal het aantal processtappen in de keten verminderen. Daarbij komt dat biotechnologische processen vaak specifiek verlopen en minder restproducten opleveren, waardoor het aantal scheidingsstappen zal worden beperkt.

Daarnaast kunnen nieuwe technologieën, door het gebruik van productiemethodes bij lagere temperaturen en lagere druk, resulteren in een hogere efficiëntie. De nieuwe technologieën zullen de oude technologieën, waarbij gebruik wordt gemaakt van giftige reagentia, vervangen. Deze reagentia zullen in nieuwe processen niet meer worden gebruikt of geproduceerd.²⁸

Kans 2: Ontwikkeling van nieuwe producten

Met de nieuwe technologieën zullen bestaande en nieuwe producten kunnen worden vervaardigd. Nieuwe producten zijn bijvoorbeeld biologisch afbreekbaar, of ze bevatten minder zware metalen. De biotechnologie zal nieuwe producten kunnen leveren die te ingewikkeld zijn om te produceren via bestaande chemische routes.²⁹

Kans 3: Ontwikkeling van de kenniseconomie

De ontwikkeling van deze nieuwe technologieën zal veel kennisontwikkeling met zich meebrengen en de kenniseconomie in Nederland versterken. De ontwikkelde kennis kan worden geëxporteerd, en Nederlandse bedrijven en kennisinstellingen kunnen hiermee geld genereren. Het ontwikkelen van kennis en innovatie is een bestanddeel van de 'pijler innovatieve, concurrerende en ondernemende economie' van de Nederlandse overheid.³⁰

Bedreiging 1: hoge investeringskosten

Het ontwikkelen van nieuwe technologieën, die andere routes bewandelen dan de bestaande productieketens, vraagt om investeringen. De eerste uitgaven hebben betrekking op de kosten rond ontwikkeling. Deze kunnen zeer hoog oplopen en geven geen garantie voor succes. Voor veel bedrijven is het niet mogelijk om alle benodigde kennis zelf te ontwikkelen. Een oplossing hiervoor is het creëren van open innovatieplatforms. Dit zijn samenwerkingsverbanden van overheid, bedrijfsleven en kennisinstellingen waarin kennis wordt gedeeld: kennis wordt toegankelijk voor meerdere partijen, waardoor deze intensiever kan worden gebruikt en de kosten voor de afzonderlijke partijen lager zijn.



Figuur 15: Investerings in nieuwe technologieën zijn groot en onzeker (bron: www.geldnodig.net)

Daarnaast zullen er grote uitgaven moeten worden gedaan voor het opzetten van productiefaciliteiten met nieuwe technologieën. Hier kan zich een nadeel voordoen voor de *first mover*³¹: de eerste productiefaciliteit is nooit zo goed en efficiënt als de tweede. Na het bouwen en in gebruik nemen van de eerste productiefaciliteit wordt pas duidelijk wat er beter en efficiënter zou kunnen, en of het geheel rendabel

genoeg is. Dit leidt tot een concurrentienadeel voor de eerste productiefaciliteit ten opzichte van de tweede. Bedrijven willen deze risico's niet graag lopen; het delen van deze risico's met de overheid kan voor sommige bedrijven een interessante optie zijn.

Bedreiging 2: onzekerheid over de marktontwikkeling

Een ander nadeel van een *biobased economy* met een productieketen volgens het functionaliteitsprincipe is de onzekerheid over de marktontwikkeling. Bestaande producten, maar dan geproduceerd op basis van biomassa, zullen waarschijnlijk vrij gemakkelijk worden geaccepteerd, maar nieuwe producten op basis van nieuwe technologieën worden mogelijk niet geaccepteerd. Gebruik van biotechnologie betekent vaak gebruik van genetisch gemodificeerde organismen (GGO). De ontwikkeling van genetisch gemodificeerde gewassen voor voeding stuit in Europa op weerstand. De kans dat dezelfde weerstand ontstaat bij biotechnologie in de chemie, is volgens de experts klein, maar dit is toch niet volledig uit te sluiten. Voorlichting over biotechnologie en GGO kan de acceptatie daarvan vergroten. Daarnaast kan de overheid een voorbeeldfunctie vervullen door zelf *biobased* producten te kopen, zoals zij dit ook zelf al aangeeft.³²

De tabel hieronder geeft een overzicht van de in deze paragraaf besproken kansen en bedreigingen die een *biobased economy* voor Nederland met zich meebrengt. Deels komen deze kansen en bedreigingen voor de beide productieroutes overeen, deels verschillen ze.

Like4Like		Functionaliteitsprincipe	
Kansen	Bedreigingen	Kansen	Bedreigingen
Veiligstellen van de leveringszekerheid in de toekomst	Niet-duurzame productie van biomassa	Veiligstellen van de leveringszekerheid in de toekomst	Niet-duurzame productie van biomassa
Voorkómen van schaarste van grondstoffen in de toekomst	Geen constante aanvoer van biomassa van goede kwaliteit	Voorkómen van schaarste van grondstoffen in de toekomst	Geen constante aanvoer van biomassa van goede kwaliteit
Reduceren van de netto-uitstoot van schadelijke stoffen		Reduceren van de netto-uitstoot van schadelijke stoffen	
Relatief gemakkelijke introductie van een <i>biobased economy</i>	Achterstand in technologieontwikkeling	Efficiëntere productiemethodes	Hoge investeringskosten
		Ontwikkeling van nieuwe producten	Onzekerheid over de marktontwikkeling
		Ontwikkeling van de kenniseconomie	

Tabel 1: Overzicht van de kansen en bedreigingen van een *biobased economy* voor Nederland, naar productieroute (*Like4Like* en functionaliteitsprincipe)

7.2 Ontwikkelingen in de productieroutes

De transitie naar een *biobased economy*-keten zal – van bronkant via verwerkingskant tot afzetkant (zie hoofdstuk 1) – grote veranderingen met zich meebrengen. De focus ligt in deze publicatie op de verwerking van biomassa; in het vervolg van dit hoofdstuk komen de ontwikkelingen in de productieroutes *Like4Like* (7.2.2) en functionaliteitsprincipe (7.2.3) aan de orde. Om geen vertekend beeld te laten ontstaan over de schaal van de veranderingen bij een transitie naar een *biobased economy*, wordt hier eerst nog kort aandacht besteed aan enkele ontwikkelingen die zich meer aan de bronkant voordoen (7.2.1).

7.2.1 Enkele ontwikkelingen aan de bronkant

De verschuiving van fossiele grondstoffen naar biomassa zal leiden tot grote veranderingen voor regimes betrokken bij fossiele grondstoffen en voor regimes betrokken bij de productie en verwerking van biomassa. De regimes die betrokken zijn bij het delven van fossiele grondstoffen, zullen langzaam minder belangrijk worden. Dit zijn over het algemeen multinationals (zoals Shell, BP en ExxonMobil) en ondersteunende partijen (zoals booraannemers en producenten van boortorens). Deze bedrijven zijn van groot belang voor de huidige economieën en hebben grote invloed; het is niet te verwachten dat zij hun positie snel zullen opgeven.

Ook bij de bedrijven die betrokken zijn bij het transport van fossiele grondstoffen, zullen grote veranderingen plaatsvinden - het transport zal een onderdeel worden van de *biobased economy*. De vraag is in welke vorm de biomassa zal worden vervoerd. Als dit een vorm wordt die vergelijkbaar is met de tegenwoordig gebruikte vormen, zal de verandering niet zeer ingrijpend zijn. Als de vorm zal afwijken, zullen er aanpassingen in de infrastructuur en in de sector als geheel noodzakelijk zijn.

Regimes die betrokken zijn bij het verbouwen van biomassa en de verwerking daarvan, zullen veel veranderingen ondergaan. Er zal onder andere schaalvergroting optreden. Ook de vraag waar de eerste verwerking van biomassa zal plaatsvinden is relevant. Ontstaan er in de toekomst boerenbedrijven met fabrieken voor de bioraffinage, of zal deze bioraffinage bij de afnemers plaatsvinden?

7.2.2 Like4Like in de toekomst

De verschillen tussen de beide productieroutes wat betreft kansen en bedreigingen zijn niet voor iedere productiefaciliteit even groot. Zo zijn sommige chemische productieprocessen al uitermate efficiënt; de kans om nog efficiënter te kunnen produceren zal hier vrij klein zijn. Deze verschillen in grootte van de kansen en bedreigingen zullen ertoe leiden dat bepaalde bedrijven eerder zullen kiezen voor het *Like4Like*-principe en andere voor het functionaliteitsprincipe.

Zoals eerder vermeld, behoeft het *Like4Like*-principe relatief weinig investeringen in de productieketen. Bedrijven die producten vervaardigen waarvan de prijs grotendeels door de grondstofprijs wordt bepaald, zullen het meeste voordeel hebben bij een *Like4Like*-aanpak. Zij produceren efficiënt, waardoor de kosten voor nieuwe technologieontwikkeling niet zullen opwegen tegen de winst die op het gebied van efficiëntie nog kan worden behaald. Het *Like4Like*-principe zal deze bedrijven op deze wijze in staat stellen om de voordelen van biomassa te benutten met relatief weinig kosten. Een voorwaarde is wel dat de prijs van biomassa (die wordt bewerkt tot componenten die vergelijkbaar zijn met oliecomponenten), gunstiger zal moeten zijn dan de prijs van olie.

Bedrijven die produceren volgens het *Like4Like*-principe zullen relatief weinig aanpassingen in hun productieprocessen hoeven door te voeren. Gevolg hiervan is ook dat ze weinig tot geen nieuwe eisen hoeven te stellen aan hun technisch personeel.

Doordat de inpassing van biomassa in de *Like4Like*-productieroute relatief gemakkelijk verloopt – zonder ontwikkeling van nieuwe technologie – zullen landen die volgens dit principe produceren een concurrentieachterstand kunnen oplopen ten opzichte van landen die een nieuwe infrastructuur opbouwen. Landen die niet beschikken over productiefaciliteiten op basis van fossiele grondstoffen, hoeven deze faciliteiten ook niet af te schrijven en kunnen als gevolg daarvan faciliteiten bouwen die zijn gebaseerd op nieuwe technologieën. Indien deze nieuwe technologieën efficiënt en succesvol zijn, raken landen die volgens het *Like4Like*-principe produceren, met hun oude, inefficiënte productiefaciliteiten achterop.

7.2.3 Functionaliteitsprincipe in de toekomst

Bedrijven die producten vervaardigen met een hoge toegevoegde waarde zullen meer baat hebben bij nieuwe, efficiënte routes. Door hun productieprocessen

zo efficiënt mogelijk te maken, kunnen zij de concurrentiestrijd met bedrijven die produceren op basis van goedkope fossiele grondstoffen, winnen.

Produceren volgens het functionaliteitsprincipe vraagt om nieuwe technologieën. Een technologie die een grote rol zal gaan spelen, is de biotechnologie. Biotechnologische processen maken het mogelijk om chemicaliën te produceren bij lagere temperaturen en onder lagere druk; de katalytische³³ eigenschappen van enzymen³⁴ zijn veelal optimaal onder temperatuur- en drukomstandigheden die voorkomen in de natuur.³⁵ Het werken met lagere temperaturen en een lagere druk ten opzichte van huidige processen zal de veiligheid vergroten.

Verder zal met de komst van de biotechnologie het gebruik van giftige reagentia afnemen. Deze stoffen worden momenteel gebruikt om bepaalde chemische eigenschappen te induceren, waardoor verbindingen kunnen worden gemaakt. In biologische processen zijn micro-organismen en enzymen in staat om veel verbindingen aan te gaan, zonder dat er gebruik hoeft te worden gemaakt van deze reagentia. De afname van dit gebruik leidt tot een verhoogde veiligheid wat betreft van het gebruik van giftige stoffen.

De biotechnologie brengt echter ook nieuwe potentiële gevaren met zich mee. Het is te verwachten dat er ook gebruik zal worden gemaakt van genetisch gemodificeerde organismen (GGO), wat bepaalde risico's tot gevolg kan hebben. Er zal voor moeten worden gezorgd dat de GGO de biodiversiteit niet kunnen bedreigen. Een bedreiging is bijvoorbeeld dat genen met andere micro-organismen kunnen worden uitgewisseld, waardoor deze in het milieu terechtkomen en mogelijk resistentie wordt verspreid. Werken met biotechnologie stelt dus ook nieuwe eisen aan werknemers, waardoor ook aanvullende scholing noodzakelijk is (zie ook hoofdstuk 8).

Verhoging van de efficiëntie zal ook een weerslag hebben op de productiefaciliteiten. Als er minder energie nodig is, kunnen productiefaciliteiten die gebruikmaken van biotechnologie, los staan van energieproducerende faciliteiten. Daarnaast zorgen 'mildere' productieprocessen voor een verlaagd risico voor de omgeving. Dit leidt ertoe dat er meer locaties beschikbaar zullen komen die geschikt zijn voor deze productiefaciliteiten. (De eisen aan productiefaciliteiten die gebruikmaken van micro-organismen blijven hier wel van groot belang.)

8 Gevolgen voor het onderwijs

Dit hoofdstuk gaat over de gevolgen van een transitie naar een *biobased economy* voor het onderwijs in Nederland. Hierbij wordt na enkele algemene opmerkingen (8.1) afzonderlijk aandacht besteed aan de gevolgen van deze transitie bij de beide productieroutes *Like4Like* (8.2) en functionaliteitsprincipe (8.3).

8.1 Algemeen

Om goed hun weg te kunnen vinden in een maatschappij waarin producten worden geproduceerd via het *Like4Like*- en het functionaliteitsprincipe zullen burgers bekend moeten zijn met de werking en de gevolgen van deze productieroutes. Zij zullen te maken krijgen met nieuwe producten die op een andere manier zullen worden gebruikt. Beide productieroutes hebben de potentie om volledig C2C te zijn. C2C is een integraal proces waarbij niet alleen de productieroutes anders zijn, maar waarbij ook de mentaliteit van de bevolking moet veranderen. Producten worden op een andere manier gebruikt en hergebruikt dan in de huidige maatschappij; burgers moeten daarom 'op een duurzame manier gaan denken', er zich van bewust worden dat de grondstoffen op onze aarde eindig zijn. 'Duurzaam' betekent echter niet hetzelfde als 'C2C'. Ook C2C is een manier van denken: we moeten inzien dat we de aarde op een andere manier moeten gebruiken.

Monteurs en ingenieurs hebben nieuwe kennis en vaardigheden nodig om overweg te kunnen met de nieuwe producten en diensten. De infrastructuur van het land zal bij een transitie naar een *biobased economy* flink veranderen. Auto's zullen op andere brandstoffen rijden dan nu. Een transitie naar een *biobased economy* zal een zeer dynamisch proces zijn. Er zullen vele nieuwe ontwikkelingen plaatsvinden, die aanpassingen vragen van de beroepsbevolking, maar ook van consumenten. Bij het verspreiden van de nieuwe inzichten, kennis en vaardigheden speelt onderwijs een belangrijke rol. Kinderen moeten opgroeien met het idee dat ze 'deel uitmaken' van het C2C-principe. Leerlingen in het beroepsonderwijs moeten leren om te gaan met nieuwe producten, technieken en diensten. Het hoger onderwijs zal zich moeten blijven focussen op de ontwikkelingen in de *biobased economy*, om zo de verspreiding van kennis op gang te houden.

Op dit moment is het overgrote deel van de kennis omtrent een transitie naar een *biobased economy* – en dan vooral de technologische kennis achter de productieroutes – geconcentreerd bij universitaire instellingen. Deze kennis zal zich via het onderwijs moeten verspreiden naar de rest van de samenleving.

Bij de bespreking van de gevolgen van de transitie voor het onderwijs in de volgende paragrafen is gebruikgemaakt van de theorie over de verspreiding van innovaties van E.M. Rogers (Rogers, 2003; Lebbink, 2009).

8.2 Like4Like

Deze paragraaf heeft betrekking op de gevolgen voor het onderwijs bij een transitie naar een *biobased economy* met de *Like4Like*-productieroute.

Wanneer in de transitie de nadruk ligt op het *Like4Like*-principe, zal de impact op het onderwijs zeer beperkt zijn. De belangrijkste reden hiervoor is dat de huidige producten en diensten behouden zullen blijven. Ingenieurs en monteurs hebben dan vrijwel geen nieuwe kennis nodig om producten te ontwerpen en te repareren. Ook het gebruik van de producten zal niet sterk veranderen en dicht bij het principe van de wegwerpmaatschappij blijven. Wél zullen managers en werknemers van bioraffinaderijen meer kennis moeten hebben van de biochemische processen die een rol spelen bij het *Like4Like* principe. Kortom, het *Like4Like*-principe zal vooral invloed hebben op mensen die betrokken zijn bij het productieproces van de materialen die uit biomassa worden verworven. Wat er daarna met die materialen gebeurt, komt overeen met de huidige situatie; het is niet noodzakelijk dat een groot deel van de beroepsbevolking op de hoogte is van biochemische productieprocessen.

Met het *Like4Like*-principe kan worden voldaan aan de technologische kringloop van C2C. Daarvoor is dan wel noodzakelijk dat de bevolking als geheel, en vooral het bedrijfsleven, ‘duurzamer gaat denken’. Wanneer de klant duurzame of afbreekbare producten wil hebben, zullen de bedrijven aan deze vraag moeten voldoen.

Het *Like4Like*-principe zal, zoals al aangegeven, een beperkte impact hebben op het beroepsonderwijs. De veranderingen in het onderwijs zullen betrekking hebben op de verandering in de manier van denken over het gebruik van onze

wereld. Om het *Like4Like*-principe in sterkere mate te laten voldoen aan het C2C-principe, zullen we op een andere manier moeten leren omgaan met de grondstoffen in de wereld. Daartoe is het noodzakelijk dat onderwijsinstellingen bereid zijn om opleidingen³⁶ op het gebied van C2C en *Like4Like* in hun programma op te nemen. Over de factoren die een rol spelen bij de beslissing om dit al of niet te doen, gaat het vervolg van deze paragraaf.

Financiën

Onderwijsinstellingen kunnen een financieel voordeel boeken wanneer ze met een aanbod van C2C- en duurzaamheidsopleidingen extra studenten weten aan te trekken. De kosten van deze opleidingen zullen niet erg hoog zijn; er is bijvoorbeeld geen dure apparatuur nodig, de infrastructuur blijft bij *Like4Like* immers gelijk. Voor de instellingen kan van belang zijn dat C2C inmiddels zeer populair aan het worden is, dat het aanbieden van dit soort opleidingen goed is voor het imago, en dat het bedrijfsleven steeds actiever wordt in verantwoord investeren en duurzaam ondernemen. Dit laatste heeft als gevolg dat de vraag naar mensen met kennis van duurzame ontwikkelingen stijgt, waardoor het ook weer aantrekkelijker wordt voor studenten om zich voor deze opleidingen aan te melden. Zolang de duurzaamheidstrend blijft bestaan, zal het voor onderwijsinstellingen financieel aantrekkelijk zijn om deze opleidingen aan te bieden.

Nieuwe kennis

De nieuwe opleidingen zullen betrekking hebben op het veranderen van de denkwijze van de bevolking; ze zijn voornamelijk gericht op het verschaffen van nieuwe inzichten. Er is geen sprake van het ontwikkelen van nieuwe kennis. De kenniskloof is daarom niet erg groot waardoor de nieuwe opleidingen gemakkelijk in het programma kunnen worden opgenomen.

Flexibiliteit

Over het algemeen zijn de onderwijsinstellingen flexibel genoeg en staan zij voldoende open voor veranderingen om de nieuwe opleidingen op te nemen. Aan de andere kant zal een instelling sneller geneigd zijn nieuwe opleidingen aan te bieden als die juist niet te veel afwijken van het bestaande aanbod. Als de stimulus om de nieuwe opleidingen in het programma op te nemen over de gehele linie niet sterk genoeg aanwezig zou blijken te zijn, is het van belang dat de overheid de onderwijsinstellingen ondersteuning biedt.

Testen in de praktijk

Gezien het feit dat er geen dure apparatuur nodig is voor de nieuwe opleidingen, zijn er geen grote problemen te verwachten bij het testen van de opleidingen in de praktijk. De risico's voor de onderwijsinstellingen blijven dus beperkt. Dit heeft een positief effect op de adoptiesnelheid van de nieuwe opleidingen.

Contacten in het werkveld

Contacten tussen de onderwijsinstellingen onderling en met andere actoren in het werkveld spelen bij de implementatie van opleidingen met betrekking tot het *Like4Like*-principe geen grote rol. Technische kennis is bij *Like4Like* minder belangrijk; de opleidingen zijn vooral gericht op een verandering in de manier van denken van de bevolking, en niet op het bijbrengen van vaardigheden die aansluiten bij de programma's van andere onderwijsinstellingen.

8.3 Functionaliteitsprincipe

Deze paragraaf gaat over de gevolgen voor het onderwijs van een transitie naar een *biobased economy* bij een productieroute volgens het functionaliteitsprincipe. Zijn onderwijsinstellingen bereid zijn om opleidingen op dit gebied aan te bieden? Deze paragraaf behandelt de factoren die een rol spelen bij de beslissing om dit al of niet te doen.

Financiën

Of een onderwijsinstelling financieel voordeel zal hebben van nieuwe opleidingen die verband houden met het functionaliteitsprincipe, hangt sterk af van de kosten die men moet maken voor het inpassen van die opleidingen in het programma, en van de inkomsten die de ermee aangetrokken studenten opleveren. Het functionaliteitsprincipe gaat uit van nieuwe complexe processen, waarbij ingewikkelde en dure installaties nodig zijn: er zullen nieuwe materialen moeten worden bewerkt, wellicht met nieuwe machines. Waar veel praktijkervaring gewenst is, zullen de kosten dus zeer hoog zijn.

Verder zullen veel instellingen ook moeten starten met opleidingen in biotechnologie, *life sciences* (op dit moment alleen beschikbaar op wetenschappelijk niveau) en scheikunde. Hoeveel studenten de onderwijsinstellingen met de nieuwe opleidingen zullen aantrekken, hangt sterk af van de mate waarin de transitie naar een *biobased economy* zal plaatsvinden. Indien er daadwerkelijk

meer producten en diensten via het functionaliteitsprincipe tot stand zullen komen, zal ook de vraag naar op dit vlak geschoolde werknemers toenemen, en zullen onderwijsinstellingen met biotechnologie-, *life sciences*- en scheikunde-programma's meer studenten aantrekken. Het is dus een zichzelf versterkend proces: als het eenmaal op gang komt, zal het goed blijven lopen.

Andere aan te bieden opleidingen liggen meer op het vlak van de gewenste verandering van denken: we moeten inzien dat we deel uitmaken van het gehele systeem; dat we na moeten denken over hoe we producten gebruiken en hoe we die kunnen hergebruiken. Deze opleidingen staan haaks op het principe van de wegwerpmaatschappij, dat heeft geleid tot grote welvaart van de bevolking en enorme winsten van bedrijven. Zeker bij het bedrijfsleven is dus heel wat weerstand te verwachten. Bedrijven hebben geen behoefte om producten op een andere manier te gaan gebruiken; dat is voor hen momenteel financieel nog niet aantrekkelijk. Overheden zouden in een proces van 'creatieve destructie' (de bestaande technologie belemmert immers nog de introductie van een nieuwe technologie) en in de promotie van C2C een centrale rol kunnen spelen. Onderwijsinstellingen zijn er niet om winst te maken, maar als er geen vraag is naar de nieuwe opleidingen, zal het moeilijker zijn om erin te investeren.

Nieuwe kennis

Het functionaliteitsprincipe gaat uit van nieuwe kennis. Het zal onderwijsinstellingen veel geld en tijd kosten om mensen aan te trekken die kennis hebben van de nieuwe technologie. De kloof tussen de aanwezige en de nieuw te verwerven kennis dient geleidelijk aan te worden gedicht. Wanneer nieuwe kennis niet goed aansluit op bestaande kennis, zal deze niet goed kunnen worden verwerkt (Boschma, 2009). Voor een goede adoptie van de nieuwe technologie is een overgangperiode nodig waarin er stap voor stap wordt voortgebouwd op de bij de onderwijsinstellingen aanwezige kennis. Hierbij kan worden gedacht aan opleidingen biotechnologie, biologie en scheikunde voor ingenieurs in andere vakgebieden.

Flexibiliteit

Het functionaliteitsprincipe is aanzienlijk complexer dan het *Like4Like*-principe en vraagt dan ook aanzienlijk meer flexibiliteit van de onderwijsinstellingen. Het kan niet eenvoudig worden ingepast in de onderwijsprogramma's. Om de adoptie toch snel te laten verlopen, dient er binnen de onderwijsinstellingen een progressieve organisatiecultuur te heersen, die open staat voor veranderingen.

Het is noodzakelijk dat de onderwijsprogramma's regelmatig worden herzien op basis van nieuwe technologische ontwikkelingen. Ook een goede (bij)scholing van docenten is van belang, zij zijn immers een belangrijke schakel in het proces van de verspreiding van kennis.

Testen in de praktijk

Testen in de praktijk maakt het mogelijk dat een innovatie een experimentele fase kan doorlopen. Dure, vereiste onderzoeksapparatuur en installaties hebben echter een negatieve invloed op de bereidheid van een onderwijsinstelling om nieuwe opleidingen in hun programma op te nemen. Het is niet rendabel om een pilot te organiseren van een opleiding waarvoor dure apparatuur nodig is. Om het functionaliteitsprincipe een plaats te geven in het onderwijs, is er echter wel degelijk dure apparatuur vereist (zeker als het opbouwen van praktische ervaring in de opleiding van de toekomstige beroepsbeoefenaren van belang is). Onderwijsinstellingen zullen daarom niet erg happig zijn om het functionaliteitsprincipe in hun leerprogramma op te nemen. Er zijn dan ook externe prikkels nodig om dit te stimuleren. Daarbij kan worden gedacht aan overheidsgeld of aan investeringen door het bedrijfsleven.

Contacten in het werkveld

Contacten tussen de onderwijsinstellingen onderling en met andere actoren in het werkveld dragen bij aan de verspreiding van kennis en leiden tot een betere en snellere adoptie van het functionaliteitsprincipe. Hierbij valt te denken aan contacten met kennisinstututen, bedrijven, overheid en consumenten. Het functionaliteitsprincipe is een complexe productieroute, waarbij nieuwe actoren een rol spelen. Te verwachten is dat voor een succesvolle adoptie van deze complexe productieroute in het onderwijs veel meer interacties tussen de actoren nodig zijn dan bij het *Like4Like*-principe. En interacties en samenwerkingsverbanden opbouwen en onderhouden kost tijd. Het kan hier bijvoorbeeld gaan om het opzetten en verzorgen van workshops en opleidingen voor docenten, de overdracht van kennis tussen onderwijsinstellingen, het werken aan de aansluiting tussen onderwijs en bedrijfsleven en het onderhouden van contacten met producenten van apparatuur.

9 Conclusie en aanbevelingen

Deze Hiteq-publicatie geeft een overzicht van de ontwikkelingen die in de productieketen te verwachten zijn bij een transitie naar een *biobased economy*. Op macroniveau zijn diverse ontwikkelingen gaande die in verschillende richtingen gaan. Dit zal bij de sectoren energie en transportbrandstoffen tot gevolg hebben dat er nooit een volledige transitie van fossiel naar biomassa gerealiseerd zal worden. Bij de sectoren chemie en materiaal is dat wel de verwachting, maar fossiele grondstoffen zullen nog lange tijd een rol blijven spelen.

De *biobased economy* staat op de agenda van bedrijfsleven, wetenschap en overheid. Al deze partijen zien kansen en zijn zich bewust van bedreigingen die de ontwikkeling van een *biobased economy* belemmeren. Hier volgt een aantal aanbevelingen voor het stimuleren van de ontwikkeling van een *biobased economy* en voor het wegnemen van de bedreigingen.

Het stimuleren van duurzame productie van biomassa

Hierbij gaat het om het vormgeven van richtlijnen waaraan biomassa moet voldoen om als duurzaam te kunnen worden beschouwd en om de controle op het naleven van die richtlijnen. De 'Cramer-criteria' vormen – na verdere uitwerking in overleg met overheid, marktpartijen en maatschappelijke organisaties – een basis voor de eisen waaraan duurzame biomassa moet voldoen. Het is wenselijk om deze eisen in een certificering van 'duurzaam geproduceerde biomassa' te laten terugkomen. Dit zorgt voor een groter inzicht in en betere controlemogelijkheden op de productie van biomassa. Certificering en controle op Nederlandse biomassa zal niet afdoende zijn. Ook internationale afspraken omtrent duurzame biomassaproductie zullen noodzakelijk zijn. Nederland kan hierin een voortrekkersrol spelen: door hier aandacht voor te vragen binnen Europa, en door de eigen, hanteerbare certificering als voorbeeld aan te bieden.

Stimulering van de markt voor biobased producten

Er kunnen ethische bezwaren ontstaan tegen het gebruik van biotechnologie in productieprocessen. Voorlichting kan de kans op de acceptatie van biotechnologie in deze processen vergroten en daarmee de markt voor *biobased* producten stimuleren.

Een tweede manier waarop deze markt kan worden gestimuleerd is het verbeteren van de concurrentiepositie van *biobased* producten. Dit kan worden gerealiseerd door het (tegelijktijd) stimuleren van *biobased* producten en ontmoedigen van 'fossielgebaseerde' producten. Subsidies voor *biobased producten* verdienen hier niet de voorkeur vanwege de kans op het ontstaan van oneerlijke concurrentie. Ook de onzekerheid omtrent de levensduur van subsidies speelt een rol: investeerders worden hierdoor afgeschrikt. Het belasten van het gebruik van fossiele grondstoffen op basis van vervuiling, via het ETS-systeem, is een meer wenselijke optie. Dit zorgt voor een eerlijke concurrentiestrijd en volgt de richtlijn 'de vervuiler betaalt'. Invoering van dit systeem zal de zoektocht naar alternatieven voor het gebruik van fossiele grondstoffen bevorderen.

Technologieontwikkeling

In de uitvoering van het functionaliteitsprincipe zal technologieontwikkeling een belangrijke factor zijn. Het ontwikkelen van biotechnologie is een gecompliceerd en kostbaar proces; stimulering daarvan vindt momenteel plaats door middel van het creëren van open innovatieplatforms, waarin samenwerking wordt gerealiseerd tussen overheid, wetenschap en bedrijfsleven. Deze platforms zorgen ervoor dat kennis voor meer partijen toegankelijk wordt, waardoor de kosten voor de afzonderlijke partijen dalen en octrooien/patenten niet ongebruikt blijven. Deze vorm van stimulering wordt, gezien de ervaringen van de deelnemende partijen, breed gedragen.

Het creëren van productiefaciliteiten op basis van nieuwe technologieën brengt grote risico's met zich mee. Door te delen in deze risico's kan de overheid bedrijven stimuleren in het ontwikkelen en gebruiken van nieuwe productiefaciliteiten. Hierdoor wordt het aantrekkelijk om in Nederland productiefaciliteiten op te zetten. Wanneer dit succesvol blijkt, zal deze manier van ondersteuning leiden tot terugbetaling op de investering en uiteindelijk goedkoop blijken te zijn.

C2C-ontwerpprincipes

Acht ontwerpprincipes voor C2C

(naar Braungart & McDonough, 2002)

- Zorg ervoor dat bij het productieproces en het gebruik van het product geen (voor mens en milieu) schadelijke of toxische stoffen vrijkomen.
- Zorg ervoor dat het productieproces of het gebruik van het product een toegevoegde waarde creëert voor zijn omgeving (schoner milieu, gezond voor de mens, etc.). Ontwerp vanuit alle P's binnen de *Triple P* (People – Planet – Profit/ Prosperity).
- Maak gebruik van duurzame energiestromen zoals zon en wind.
- Respecteer diversiteit: niet alleen biodiversiteit, maar ook diversiteit van plaats en cultuur, van behoeften en wensen.
- Houd binnen het productieproces rekening met het beschermen en behouden van de levering en de kwaliteit van watervoorraden.
- Laat het productieproces plaatsvinden op een sociaal verantwoorde wijze. Dit wil zeggen: geen kinderarbeid, geen gedwongen arbeid, geen ongezonde werkplekken, geen discriminatie, vrijheid van vereniging, etc.
- Ga binnen het productieproces uit van een lokale insteek wat betreft inzet van grondstoffen, energie, etc.
- Ontwerp alle producten zodanig dat na gebruik alle materialen hoogwaardig hergebruikt kunnen worden in de biologische of technologische kringloop. Voorkom hybride materiaalstromen die zeer moeilijk te scheiden zijn. En ga uit van herontwerpen in plaats van verbeteren, en neem de natuur daarbij als voorbeeld.

Bronnen

Begroting Nederlandse Overheid 2009. www.regering.nl – 24 september, 2009.

Berkhout, P., Muskens, H.G., Jos, C., Velthuisen, J.W. (2000) *Defining the rebound effect*. *Energy Policy* 28 (6-7), pp. 425-32.

Biobased economy infosheet, ontwikkeling van de Nederlandse biomassa-huishouding (2007). WUR, Agrotechnology and Foodscience Group.

Boschma, R. (2009) *Evolutionary Economic Geography and its Implications for Regional Innovation Policy*. *Papers in Evolutionary Economic Geography* 09.12, Utrecht University.

Braungart, M., McDonough, W. (2002) *Cradle To Cradle, Remaking the Way We Make Things*.

Braungart, M., McDonough, W. (2003) *Intelligent materials pooling: evolving a profitable technical metabolism through a supportive business community*. *Green@Work* 20, pp. 50-54.

Braungart, M., McDonough, W., Bollinger, A. (2007) *Cradle to Cradle design: creating healthy emissions e a strategy for eco-effective product and system design*. *Journal of Cleaner Production* 15, pp. 1337-1348.

Centraal bureau voor Statistiek. www.cbs.nl

DSM position paper: Duurzame industriële productie met witte biotechnologie. www.dsm.nl. – 24 september 2009.

Economische Voorlichtingsdienst (EVD). www.evd.nl: *Brazilië* – 20 september, 2009.

EOS, 2007. www.senternovem.nl/eos

Europees Parlement. *Richtlijn 2004/35/ EG*, 21 april 2004.

Feringa Research Group, Rijks Universiteit Groningen. www.feringa.fmns.rug.nl – 26 september, 2009.

Geels, F.W. (2002) *Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case study*. Research Policy 31, pp. 1257-1274.

Geels, F.W., Kemp, R. (2000) *Transities vanuit een sociotechnisch perspectief, Rapport voor het Ministerie van VROM*. Universiteit Twente en MERIT, Universiteit Maastricht.

Haren, R. *Bioraffinage en Biocascadering*. Presentatie (jaar en plaats onbekend). www.nom.nl – 13 september 2009.

HCL Cleantech (2010) HCL Cleantech, Herzelia, Israel. Presentation on 18-04-2010.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2007.

Kemp, R., Rip, A., Schot, J.W. (2001) *Constructing transitionpaths through the management of niches*. In: Garud, R., Karnoe, P. (Eds.), *Path dependence and creation*. Lawrence Erlbaum, Mahwah, NJ, pp. 277.

Kowalczyk, J., Os, P. van, Velzen, W. van, (2010) *Cradle2Cradle. Transitie naar biobased economy. Een analyse van productieroutes en de gevolgen voor het onderwijs*. Casestudie, Universiteit Utrecht

Lebbink, I. (2009) *Adoption of life sciences graduation programs in curricula of MBO-schools*. Hiteq, Hilversum.

Levinthal, D. A. (1998) *The slow pace of rapid technological change: gradualism and punctuation in technological change*. Industrial and Corporate Change 7, pp. 217-247.

Lunstroot, O. (2009) *Verkenning van de Biobased economy. De zoektocht naar alternatieven voor fossiele grondstoffen*. Afstudeerrapport, Vrije Universiteit, Amsterdam.

Matutinovic, I. (2009) *Oil and the political economy of energy*. Energy policy, article in Press.

Ministerie van Economische Zaken (2009a) *Dossier: Leveringszekerheid*. www.ez.nl – 11 september 2009.

Ministerie van Economische Zaken (2009b) *Bijlage geannoteerde agenda VTE-raad 11 & 12 juni 2009*. www.ez.nl

Nederlandse Wind Energie Associatie, www.nwea.nl – 11 september 2009.

OPEC facts and figures www.opec.org – 11 september 2009.

Overheidsvisie op de biobased economy in de energietransitie: De keten sluiten (2007)

Platform Groene Grondstoffen (2007) *Groenboek energietransitie*.

Platform Groene Grondstoffen (2008) *Biomassa, Hot Issue*.

Plastic Heroes (2010), Stichting Nedvang. www.plasticheroes.nl – 2 juni 2006.

Raven, R.P.J.M. (2005) *Strategic Niche Management for Biomass, A comparative study on the experimental introduction of bioenergy technologies in the Netherlands and Denmark*. PhD thesis, TU Eindhoven, Nederland.

Rogers, E.M. (2003). *Diffusion of innovations (Fifth edition)*. Free Press, New York.

Rotmans, J. (2003) *Transitiemanagement: Sleutel voor een duurzame samenleving*. Assen, Netherlands: Koninklijke Van Gorcum.

Schot, J. W. and Rip, A. (1996). *The past and future of constructive technology assessment*. Technology Forecasting and Social Change 54, pp. 251-268.

Solar Energy Industry Association, www.seia.org – 11 september 2009.

Stevens, P. (2008) *The Coming Oil Supply Crunch: A Chatham House Report*. Royal Institute of International Affairs.

Verfaillie, H.A., Bidwell, R. (2000) *Measuring eco-efficiency: a guide to reporting company performance*. World Business Council for Sustainable Development.

Wirl, F. (2009) *Why do oil prices jump or fall*. Energy policy, volume 36, issue 3, pp. 1029-1043.

Zembla (2009) Aflevering: *Vechten om vuilnis* 28 juni 2009, VARA.
<http://zembla.vara.nl/Afleveringen>.

Noten

- 1 Overheidsvisie op de *biobased economy* in de energietransitie, 2007.
- 2 Overheidsvisie op de *biobased economy* in de energietransitie, 2007.
- 3 De jatropha curcas is een giftige struik waarvan de zaden jatrophaolie bevatten die als brandstof kan dienen. De plant kan op arme grond groeien en levert een aantal malen per jaar een oogst op. Dit maakt de plant aantrekkelijk voor teelt in gebieden in Afrika en India.
- 4 Platform Groene Grondstoffen, 2007.
- 5 Platform Groene Grondstoffen, 2007.
- 6 R&D: Research and Development (onderzoek en ontwikkeling).
- 7 Ministerie van Economische Zaken – www.ez.nl, 2009a.
- 8 CBS, 2009.
- 9 Ministerie van Economische Zaken – www.ez.nl, 2009b.
- 10 WUR, Biobased infosheet, 2007
- 11 OPEC: Organisation of Petroleum Exporting Countries.
- 12 www.opec.org, 2009.
- 13 IPCC, 2007.
- 14 Richtlijn Europees Parlement en de Raad, 2004.
- 15 Nederlandse Wind Energie Associatie (www.nwea.nl, 2009); Solar Energy Industry Association (www.seia.org, 2009).
- 16 Platform Groene Grondstoffen, 2008.
- 17 EOS, www.senternovem.nl/eos, 2009.
- 18 Hoogenergetische processen zijn processen die plaatsvinden onder hoge druk en/of hoge temperaturen.
- 19 Organismen die te klein zijn om met het oog te kunnen waarnemen, zoals: bacteriën, eencellige organismen en schimmels.
- 20 Een eiwit dat een bepaalde reactie versnelt, katalysator.
- 21 Zembla, 2009.
- 22 Plastic Heroes, 2010.
- 23 HCL Cleantech, 2010.
- 24 Platform Groene Grondstoffen, 2007.
- 25 Nederland kent de zogeheten 'Cramer-criteria' (opgesteld onder leiding van mevrouw J. Cramer, voordat zij minister werd) voor de duurzame productie van biomassa. Deze worden gezien als de criteria voor een eventueel toekomstig keurmerk.
- 26 Platform Groene Grondstoffen, 2007
- 27 Economische Voorlichtingsdienst, www.evd.nl, 2009.

- 28 www.dsm.nl, 2009.
- 29 www.dsm.nl, 2009.
- 30 Begroting Nederlandse Overheid, 2009.
- 31 De eerste significante onderneming die een nieuwe markt betreedt.
- 32 Overheidsvisie op de biobased economy in de energietransitie, 2007.
- 33 Een katalysator is een stof die de snelheid van een bepaalde reactie beïnvloedt zonder zelf verbruikt te worden.
- 34 Een eiwit dat een bepaalde reactie versnelt, katalysator.
- 35 Feringa Research Group, 2009.
- 36 Met opleidingen worden hier ook cursussen, trainingen, bijscholingstrajecten e.d. bedoeld.

Hiteq-publicaties

Hiteq heeft de volgende publicaties uitgebracht:

- Generaties en generatieleren in organisaties
- De digitale wereld, een nieuwe kijk op leren?
- Regionale samenwerking, nu en in 2020
- 'Geld speelt geen rol'
- Innovatiediffusie en afvalverwerking
- Kernenergie
- De technische arbeidsmarkt en het technisch beroepsonderwijs in 2020
- Op weg naar een duurzame transportbrandstof
- Groene kolen
- Nanotechnologie onder de loep
- Kenmerkend vmbo
- Jong & houdbaar
- Een beroep op energie
- Flexibiltijden
- Kompas of GPS?
- De wereld als spiegel
- Uitgesloten!
- Permanent competent
- Eten of gegeten worden?
- Kenmerkend mbo
- Ouders@mbo
- Werken in de Wereld
- Batterij(d)en
- Composities
- Een leven lang leren in de techniek
- Kenmerkend havo en vwo
- Ouders@havo/vwo

De actuele titellijst van Hiteq-publicaties treft u aan op www.hiteq.org

U kunt ze daar ook bestellen.

Colofon

Teksten

Hiteq, Hilversum

Opdrachtgever

Hiteq, centrum van innovatie

Programmaleider Technologie

Ir. Daan Maatman

Redactie

Bert Herben, Amsterdam

Projectteam

Hiteq

Olaf Lunstroot

Organisatie en productie

Hiteq, Max Hoogenraad-Veeen

Ir. Daan Maatman (projectleider)

Universiteit Utrecht – studieteam Science and Innovation Management

Ontwerp

Sjoukje Ziel grafisch ontwerp

Jan Kowalczyk

Pieter van Os

helder ! ontwerpgroep, Amersfoort

Willem van Velzen

Gerben de Vries

Illustraties

cliffhanger visuals, Rotterdam

Seger van Wijk

Drukwerk

Deltahage, Den Haag

Uitgave

© 2010 Hiteq, Hilversum

Bestelnummer H00029

In deze publicaties zijn illustraties van derden opgenomen. Over de plaatsing van de meeste illustraties hebben we contact gehad met de maker en de bron vermeld. Mocht iemand menen rechten te ontlenen aan een van de illustraties waarvan we de maker niet hebben achterhaald, dan verzoeken wij contact op te nemen met Hiteq.

Deze uitgave mag worden veeleevoudigd en/of openbaar gemaakt na schriftelijke toestemming van de uitgever via info@hiteq.org.