

Biomaterialen, drijfveer voor de biobased economy

# Strategie voor een groene samenleving



Wetenschappelijke en Technologische Commissie voor  
de biobased economy

*Biomaterialen, drijfveer voor de biobased economy*

# Strategie voor een groene samenleving



## Voorwoord

De wereld was altijd al biobased voordat een tijdelijke uitstap van ruim honderd jaar naar een op fossiele grondstoffen gebaseerde maatschappij werd gedaan. Het ziet er echter naar uit dat de wereld de biobased draad weer gaat en ook moet oppakken om tot een duurzame ontwikkeling te komen. Daarin zal naast de duurzame voorziening in voedsel voor mens en dier ook die in grondstoffen voor een groene chemie gerealiseerd worden. De ontwikkeling van zo'n circulaire economie als onderdeel van de groene samenleving krijgt weliswaar steeds meer momentum en gaat sneller dan aanvankelijk werd verwacht, maar vereist nog veel kennis- en innovatieontwikkeling. Inmiddels is gebleken dat daarbij de voorziening van energie vooral uit andere bronnen dan biomassa zal (kunnen) komen, zonder overigens de energieaanwending in de totale verwaarding van biomassa te bagatelliseren. Aanwending voor biomaterialen als onderdeel van een – zo veel als mogelijk – gesloten kringloop is evenwel het wenkende perspectief. Voor Nederland met zijn sterke agro en chemiesectoren geldt dat in het bijzonder. De verdere toename van verwevenheid en synergie van deze sectoren, samen met logistiek, levert nieuwe mogelijkheden. Regionalisering zal in nationaal en internationaal verband een belangrijk aspect zijn. Tot deze aanscherping van inzichten komt de Wetenschappelijke en Technologische Commissie van de Programmadirectie Biobased Economy in deze bijgestelde kennis- en innovatieagenda.

Sedert de instelling in 2009 heeft de WTC zich gericht op het vroegtijdig onderkennen van veelbelovende trends en ontwikkelingen in wetenschap, praktijk en maatschappij in binnen- en buitenland en heeft deze op diverse wijzen aan de partners in de gouden driehoek van de relevante topsectoren doorgegeven voor verdere stimulering. In de titel van deze nieuwe publikatie 'Strategie voor een groene samenleving' komt de steeds sterker waar te nemen versnelling in ontwikkeling en verbreding van de biobased economy goed tot uitdrukking. In maart 2011, toen de Wetenschappelijke en Technologische Commissie voor Biobased Economy (WTC) onder de titel 'Naar een groene chemie en groene materialen' de kennis- en innovatieagenda voor de biobased economy publiceerde, 'stonden al veel lichten op groen'. De publicatie vormde het vertrekpunt voor het Innovatiecontract en het Topconsortium voor Kennis en Innovatie (TKI) voor biobased economy in de ontwikkeling van het Topsectorenbeleid van Bedrijfsleven, Overheid en Kennisinstellingen. Geconstateerd kan worden dat op het brede gebied van biobased economy vervolgens veel ontwikkelingen op gang zijn gekomen.

Zoals bij de instelling van de WTC is bepaald, komt er na twee perioden van twee jaar een eind aan de activiteiten van de commissie. De WTC heeft in de afgelopen vier jaar grotendeels in dezelfde samenstelling kunnen functioneren. Naast de uitbreiding van de WTC in 2011 met Rietje van Dam- Mieras is alleen Carel van der Hamsvoort opgevolgd door Daan Dijk, eveneens werkzaam bij de Rabobank. De WTC prijst zich gelukkig dat Peter Besseling steeds het secretariaat van de commissie heeft kunnen uitvoeren. Tevens dient te worden vermeld dat de WTC gaarne gastvrijheid heeft verleend aan Harriëtte Bos van Wageningen UR en Ton Runneboom van het Biorenewables Business Platform. Veel dank gaat uit naar allen die hebben bijgedragen aan deze publicatie. In het bijzonder geldt dat voor Alle Bruggink voor zijn grote bijdrage aan het laatste hoofdstuk. Last, but not least moeten Diederik van der Hoeven en Paul Reinshagen voor hun inhoudelijke en redactionele bijdragen genoemd worden. Dankzij hun vakmanschap om de intensieve discussies in de WTC te verwoorden, is onze visie voor een breed publiek toegankelijk gemaakt.

Vinus Zachariasse

*Voorzitter Wetenschappelijke en Technologische Commissie Biobased Economy*

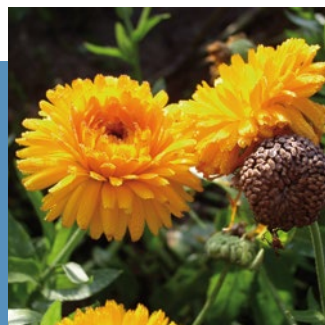
Den Haag, december 2013.



# Inhoud

<b>Inleiding: Agro en Chemie, op weg naar integratie</b>	<b>10</b>	<b>Hoofdstuk 2. Het mozaïek van de biobased economy</b>	<b>34</b>
<b>Hoofdstuk 1. Biobased economy, biobased society</b>	<b>12</b>	Innovaties in alle lagen van de waardepiramide	36
Op weg naar precisie	14	Consumenten, drijvende krachten van de groene wereld	39
Van biobased economy naar biobased society	15	Agro en chemie	40
De groene, kwaliteitsbewuste consument	17	Food/fuel discussie, een gepasseerd station	41
Grondslag 1: productieve en duurzame landbouw	19	De chemische industrie kan helpen bij het bestrijden van hongersnoden	42
Grondslag 2: duurzame chemie	20	Plattelandsontwikkeling: regio's worden bepalend	43
Grondslag 3: kennisontwikkeling en permanent leren	21	Schaalverkleining, nader bekeken	45
Grondslag 4: voortdurende ontwikkeling en monitoring van duurzaamheid	22	Kunde als succesfactor	46
Grondslag 5: focus op biomaterialen	23	De coöperatie, een regionale kracht	47
Drie fasen	24	Een overvloed aan duurzame technologieën	48
Regionalisering	25	Synthetische biologie en chemische biologie groeien naar elkaar toe	49
Obstakels op de weg	28	Omgaan met de complexiteit van biomassa	50
Schaliegas en de biobased economy	29	Eigen energieopwekking belangrijk thema in de circulaire economie	51
Europees landbouwbeleid	29	De rol van alfa- en gamma-onderzoekers in de biobased society	52
Europese researchprogramma's	30	Potentieel van biomassa	53
De biobased economy in Europa en de VS	31	Kleinere soja-importen bij efficiëntere voedselketen	54
Kan het misgaan? Ja het kan misgaan. Waardoor? Wat te doen?	32	Fosforterugwinning, een urgente zaak	55
		De nieuwe logica van de biobased economy	56
		Gras	57
		Aardappelen	58
		De suikerbiet, 'the unbeatable beet'	59
		Nederland, leverancier van hoogwaardige grondstoffen	60
		Lignocellulose	61
		Algen & wieren, de derde generatie biobased?	62
		Genetische modificatie	63

CO <sub>2</sub> -economie, materialen zonder agro	64	<b>Hoofdstuk 3. De kennis- en innovatieagenda</b>	<b>88</b>
Biobased producten, drop-in of niche	65	Focus op Agro&Food, en op Chemie&Materialen	91
Biopolymeren breken door	66	Focus op biomaterialen	95
Vlasvezel in plaats van glasvezel	67	Voedselvoorziening als uitgangspunt	97
Hoogwaardige chemische producten	68	De biobased society als einddoel	101
Bio-aromaten, drop-in, nieuw of uit aardolie	69	De vernieuwde K&I Agenda samengevat	106
Papier, een (bijna) gesloten keten	70		
Tweede generatie alcohol komt in de VS van de grond	71	<b>Milestones Nederlandse biobased economy 2015-2050</b>	<b>108</b>
Is de tweede generatie nog wel nodig?	72		
Schaliegas	73	<b>Literatuur</b>	<b>110</b>
De toekomst van de energievoorziening	74		
Groot biobased cluster van Leiden tot Reims	75	<b>Colofon</b>	<b>112</b>
Het Dutch Biorefinery Cluster	76		
De Bioproces Pilot Facility in Delft	77		
De transitie naar de biobased economy	78		
Duurzaamheid, een lastig onderwerp	79		
CO <sub>2</sub> -heffing of -rechten	80		
Economische effecten en modellen	81		
Financiering	82		
Biobased Industries Initiative, vraaggestuurd Europees onderzoek	83		
Nieuwe CAP: waar is de biobased economy	84		
Green Deals openen deuren die anders gesloten blijven	86		
Grote kansen voor de biobased economy, maar...	87		



# Agro en Chemie, op weg naar integratie

Ruim twee jaar geleden schreven we over de biobased economy: ‘Niet omdat de aardolie opraakt, maar vanwege de kansen van een nieuwe industriële structuur. Niet omdat we straks de dijken steeds verder moeten ophogen, maar om de brede voordelen van een duurzame productiewijze. Niet omdat business as usual niet meer is vol te houden, maar vanwege de perspectieven op duurzaamheid. En niet omdat de hele wereld die kant op gaat, maar juist omdat Nederland met zijn grote chemische bedrijfstak en een voortreffelijke kennisbasis, in een niche positie verkeert waarvan we de voordelen moeten plukken.’

Dat was toen waar en het is nog steeds waar, maar er is in die twee jaar wel veel veranderd. Inmiddels wordt steeds duidelijker dat de groene samenleving, en daarmee de biobased economy en de groene chemie, zullen doorzetten. Een deel van de biobased ontwikkelingen is versneld doorgedaan, zoals de opkomst van chemische fabrieken op basis van groene grondstoffen. De opkomst van schaliegas heeft voor veel comotie gezorgd, vooral door de gedaalde gasprijzen in de VS; maar voor Europa biedt schaliegas geen bijzonder perspectief. En de economische crisis heeft steeds meer sporen achtergelaten, goed te merken in de budgetten van de nationale overheid voor innovatie, vooral voor de verdere ontwikkeling van nieuwe technologieën. Die budgettaire krapte dwingt tot scherpe keuzes. En die keuzes gaan wij in dit rapport maken.

De biobased economy richt zich vooral op chemische producten en materialen, zoals biokunststoffen en medicijnen gemaakt uit groene grondstoffen. Wij leggen daar nog een keer de nadruk op, want sommige

mensen denken nog steeds in de eerste plaats aan biobrandstoffen of bijstook in kolencentrales. Waarop in vele gevallen direct bezwaren volgen, zoals het verdringen van voedingsgewassen voor de productie van biomassa. Dat zou waar kunnen zijn bij gebruik van biomassa voor energieproductie, wat grote hoeveelheden vergt; al blijkt uit recent onderzoek zelfs dat die verdringing tot nu toe niet heeft plaats gevonden. Maar wij bepleiten geen biomassa-voor-energie; voor chemie (inclusief farmacie) en materialen is er meer dan genoeg biomassa.

De kracht van de biobased economy is dat deze wordt gedragen door twee ontwikkelingen die geheel op elkaar aansluiten: een sterke voorkeur van consumenten voor ‘groen’ waarvan ‘biobased’ een onderdeel vormt, en de snelle ontwikkeling van duurzame technologieën, onder meer de groene chemie die bij uitstek geschikt is om groene grondstoffen te bewerken. De consumenten vragen om duurzame producten en materialen, en de technologie is steeds beter in staat om deze te leveren. De kracht van deze dubbele beweging wordt vaak onderschat. In de markteconomie vinden blijvende veranderingen alleen plaats wanneer de consumenten ze willen. Nu ontwikkelt zich een groene economie, gedragen door zowel vraag als aanbod; dit zal een blijvende verandering teweeg brengen, en de biobased economy is daarvan een onderdeel.

Kijken we naar de economische structuur, dan is de kern van de biobased economy een nauwe samenwerking tussen chemische en farmaceutische industrie en de agrosector, tot op het punt van wederzijdse integratie. In de chemie begint inmiddels belangstelling te ontstaan voor groene

grondstoffen; de agrosector is nog vrijwel niet georiënteerd op de chemische industrie als klant en als kans op expansie. Toch is de toenadering belangrijk voor het overleven van beide sectoren. Voor de chemie omdat ze langs deze weg nieuwe, vaak betere producten kan maken uit een zich steeds vernieuwende grondstoffenbron. Voor de boeren en de agro-industrie omdat ze hiermee hun afzetgebied aanzienlijk kunnen verbreden en extra inkomsten kunnen verwerven.

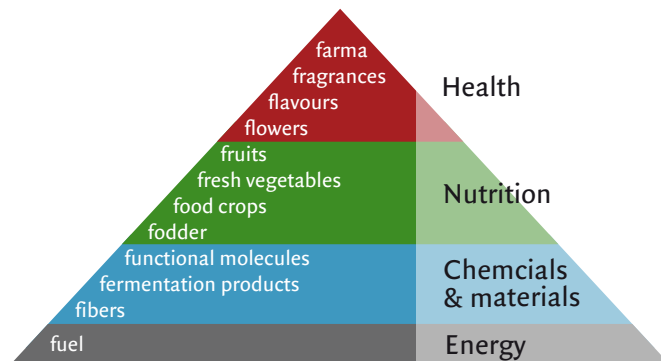
De biobased economy zal niet alleen de economie veranderen, maar daar bovenuit invloed uitoefenen op de samenleving als geheel. Bij een verdere integratie van agro en chemie zullen veel activiteiten op regionale schaal gaan plaats vinden; daarom zullen regio's een grotere rol gaan spelen. De landelijke organisatie is niet meer de trend, maar de regionale.

Wij schreven het twee jaar geleden al: Nederland is in een bijzondere positie om de biobased economy te ontwikkelen. Zowel agro als chemie zijn in vergelijking met andere landen zeer groot en goed ontwikkeld. De Nederlandse agrosector behoort tot de meest productieve ter wereld. De Nederlandse chemie behoort tot de wereldtop. Nederland zou naar onze mening veel harder en duidelijker moeten inzetten op de biobased economy en vooral op de productie van biobased materialen. Deze opvatting onderbouwen we in dit rapport, en we baseren er harde keuzes op.

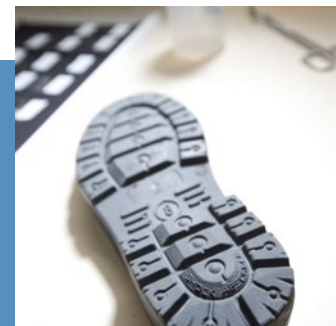
Hoewel op nationaal niveau de keuze voor de biobased economy naar onze mening nog niet overtuigend is gemaakt, geldt dit wel voor Europa en voor veel regio's. Binnen het Europese Horizon 2020 programma is

onder de naam BII (Biobased Industries Initiative) een unieke samenwerking tot stand gekomen tussen de Europese Commissie en het biobased bedrijfsleven (agro én chemie). En veel regio's binnen en buiten Nederland hebben de biobased economy tot een speerpunt gemaakt. Wellicht is deze dubbele stimulans alsnog voldoende om de biobased economy in Europa verder te ontwikkelen na het wat aarzelende begin van de afgelopen jaren.

Was ons eerste boek, twee jaar geleden, een optimistische beschouwing over de mogelijkheden van de biobased economy, dit boek is een oproep om de biobased economy daadwerkelijk ter hand te nemen. Lees hier hoe ver we al zijn gevorderd. En ook waar we die vorderingen nog niet hebben gemaakt. En hoop met ons dat we de kansen grijpen.




De waardepiramide van groene grondstoffen.









We zijn op weg naar een groene samenleving en de weg daarheen loopt voor een belangrijk deel via de biobased economy. Dit dank zij de combinatie van groene chemische technologie en groene grondstoffen die in de plaats komen van aardolie. Uiteindelijk zal dit leiden tot een biobased society.

# 1. Biobased economy, biobased society

*Naar een groene samenleving*



## Op weg naar precisie

Er is een grote verandering aan de gang. Nog bijna ongemerkt. Stil en snel. De maatschappij verandert van macro naar micro. Van fossiel naar agro. Van landelijk naar regionaal. Van massaproductie naar maatwerk. Met even veel welvaart, of zelfs meer. Informatietechnologie speelt een belangrijke rol. ‘Omroep’ – Engels: broadcast – is uit de tijd, de moderne mens zoekt ‘narrowcast’: media die op de eigen persoon zijn toegesneden. Interactief. We willen niet meer alleen ontvanger zijn maar ook zender. Internet levert die interactiviteit. Alomvattende regels zijn uit de tijd. De economie verandert met die trend. Overal zoeken bedrijven naar specifieke producten die passen bij individuele mensen.

De technologie verandert mee. De medische technologie ontwikkelt bijzondere geneesmiddelen voor individuele aandoeningen en tests voor nauwkeurige diagnoses bij individuele patiënten. De energievoorziening werkt aan kleinschalige systemen, die per woning, bedrijf of wijk, juist de benodigde energie leveren. Consumenten krijgen oog voor de waarde van een kleinschaliger voedselvoorziening die minder afhankelijk is van grootschalige aanvoer en de bijbehorende risico's en controles. Metropolitane landbouw is op vele plaatsen in opkomst, mensen willen weten wat ze eten. Overal ontstaan websites gericht op het lokaal delen en lenen van goederen en diensten. Als 3D-printing doorbreekt, kunnen mensen veel gebruiksartikelen, tot en met hun huis, maken naar hun eigen wensen.

Ook de industrie verandert. De circulaire economie is in korte tijd een begrip geworden. Dat is een economie die zo veel mogelijk goederen hergebruikt in een zo klein mogelijke kringloop die liefst helemaal is gesloten. Als de productie plaats vindt op basis van groene grondstoffen uit

de levende natuur noemen we die economie een biobased economy. Dat wil zeggen dat we opnieuw gaan leven van de producten van het land, maar wel in een technologisch veel hoger ontwikkelde maatschappij dan vroeger. Met milde technologieën die de volledige oogst gebruiken. Niet alleen de tarwe, ook het stro. Niet alleen de suikerbiet, ook het blad. Niet alleen de maïs, ook de stengels en de kolven. Dergelijke technologieën zijn in volle ontwikkeling. De kern van de biobased economy is de wederzijdse verstrengeling van de agrowereld en de chemische sector. Uit die toenadering komt de geïntegreerde productie van voeding, chemicaliën, materialen, medicijnen, kunststoffen en soms ook brandstoffen voort vanuit de hele oogst van het land. Inclusief dat wat we vroeger afval noemden. De biobased economy omschrijven we ook wel als ‘chemie ontmoet agro’.

Die nieuwe chemische technologieën noemen we de ‘groene chemie’. Deze technologieën hebben een veel lagere footprint dan de meeste bestaande technologieën: door een lager gebruik van water en energie, minder vervuiling van bodem, lucht en water, lagere CO<sub>2</sub>-emissie, en minder of geen gebruik van verontreinigende hulpstoffen. Bedrijven die op deze manier werken, zijn vrij klein en leveren weinig risico op. We gaan ze, soms letterlijk, naast de boerderij bouwen. Samen met de regionale energievoorziening, voor het grootste deel op basis van zonne-energie, vormt het gebruik van de totale oogst de basis voor nieuwe regionale economieën, kleinschalig, circulair, regiogebonden en hoog-technologisch.

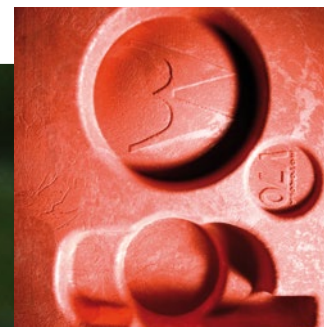
De biobased economy heeft doorslaggevende voordelen. Hij biedt een duurzame ontwikkelingsrichting aan de industrie. Hij gaat de basis vormen van een duurzame economie die de kwaliteit van de aarde in stand houdt en niet meer bijdraagt aan het broeikas effect. Hij biedt perspectief

op toekomstige welvaart, zowel in industrielanden als in opkomende economieën en in landen van de Derde Wereld. Hij vormt de basis van onze materiaalvoorziening, wanneer de gemakkelijk winbare aardolie opraaft. Hij maakt onderdeel uit van een sociale beweging in onze maatschappij, weg van de uniformiteit, met meer ruimte voor individuele variëteit zodat beter kan worden voldaan aan individuele wensen.

## Van biobased economy naar biobased society

De biobased economy is geen op zichzelf staand verschijnsel – alsof je de economie op regionale basis zou kunnen gaan bedrijven terwijl de rest van de samenleving onveranderd blijft. De biobased economy is onderdeel van de maatschappelijke omwenteling die we boven hebben beschreven, van grootschalig naar kleinschalig, op weg naar precisie. We zien daarom een ‘biobased society’ ontstaan zodra de biobased economy meer werkelijkheid begint te worden. Het regionale niveau zal steeds belangrijker worden in de samenleving. Europa, nu nog vaak gezien als een orgaan dat uniformiteit oplegt, zal zich ontwikkelen tot een ‘Europa van de regio’s’. Met meer ruimte voor regionale ontwikkelingen. Met meer regionale besluitvorming. Met regionale identiteiten. Hoog-technologisch, met uitstekende communicatievoorzieningen en op basis van een zeer goed werkend systeem van kennisontwikkeling en innovatie.

De enorme potentie van de biobased economy ligt hierin dat oude tegenstellingen worden overwonnen. Ecologie en economie zijn geen vijanden meer, want de nieuwe welvaart ontstaat op basis van milde technologieën. En wie het eerst de milde technologieën ontwikkelt, verwerft zich daarmee een economische voorsprong. Dit geldt voor bedrijven en voor landen. Daarom stellen zo veel bedrijven duurzaamheid centraal in hun



# Naar de menselijke maat

*Van massaproductie naar maatwerk*

*Decentrale energievoorziening*

*Precisielandbouw en metropolitane landbouw*

*Op individu toegesneden voeding en medicijnen*

*ICT als facilitator*

*Leren en inspireren vanuit de natuur*

strategie. Daarom neemt een duurzame ontwikkeling, bijvoorbeeld in de energievoorziening, zo'n belangrijke plaats in in de laatste Chinese vijfjarenplannen. Daarom is de ontwikkeling van duurzame technologie een van de belangrijkste doeleinden van het Amerikaanse innovatiebeleid geworden.

De tegenstelling tussen rijke en arme landen komt in een ander daglicht te staan. Een biobased economy biedt in principe net zo veel kansen aan landen van de Derde Wereld als aan industrielanden. Doordat de biobased economy sterk regionaal van karakter is, zal elke regio – ook grensoverschrijdend – zijn eigen biobased economy kunnen ontwikkelen. Afhankelijk van klimaat (temperatuur, regenval), bodemgesteldheid en gewassen die in die omstandigheden gedijen. Denk bijvoorbeeld aan potentiële industrieën die gebruik maken van de sterkte van de suikerbietenteelt in Noordwest Europa. Dit zal een stevige basis geven onder het inkomen van de boeren, ook in landen van de Derde Wereld. Meer nog dan nu zal technologische kennis bepalend zijn voor het vermogen van regio's om in hun behoeften te voorzien. Daarom staan duurzame kennisontwikkeling en duurzame innovatiebevordering nog meer dan vroeger wereldwijd in het brandpunt van maatschappelijke inspanning.

De biobased economy ontwikkelt zijn welvaart voor een belangrijk deel uit de oogst van het land; maar die oogst zal maar heel beperkt naar de energievoorziening moeten gaan. Het gaat bij de verwerking biomassa veel minder om energie dan wij nog maar kort geleden dachten. Voor de verwerking van biomassa is de 'waardepiramide' maatgevend. De groene grondstoffen worden zo veel mogelijk opgewerkt tot producten in de hoogste waardesectoren, zoals cosmetica en voeding; en tot chemicaliën en materialen en de daarvan gemaakte producten. Daar brengt biomassa het meeste op en daar is ook de duurzaamheidscore het hoogst. Boven-

dien zijn voedingsmiddelen naar verhouding schaars, terwijl de vraag naar energie zeer groot is. Land- en bosbouw over de hele wereld produceren niet genoeg biomassa om een belangrijke bijdrage te kunnen leveren aan de energievoorziening van de wereld. Of je komt in conflict met de mondiale of regionale voedselvoorziening. Energie uit biomassa bevindt zich bovendien in de onderste verdiepingen van de waardepiramide; energieproductie uit biomassa brengt daarom in vele gevallen te weinig op. In de biobased economy zullen boeren en industriëlen dan ook alleen het laatste restant van de oogst gebruiken voor energieproductie (vaak voor hun eigen energievoorziening), wanneer zij alle meer waardevolle stoffen – ook die terug gaan naar het land – eruit hebben gehaald. Er is trouwens een uitstekend alternatief voor de energievoorziening. Dat is zonne-energie, die alle diensten kan leveren die men wenst, tegen een steeds betere prijs dank zij een steeds hoger rendement en nieuwe technologische vindingen. Met aanvulling van windenergie en aardwarmte (ook ondiepe aardwarmte als buffer – vaak met fracking) kunnen alle regio's ter wereld in de nabije toekomst een duurzame en betaalbare energievoorziening ontwikkelen. Alleen voor zwaar transport (vrachtwagens, vliegtuigen) voorziet men niet direct een omschakeling van vloeibare brandstoffen. Voorlopig is er voor deze toepassing nog ruim voldoende aardolie; 'groene' alternatieven zijn biodiesel, biokerosine, pyrolyseolie, en wellicht vloeibaar gemaakt biogas (LBG) of waterstof.

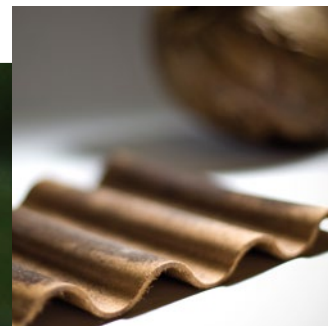
## De groene, kwaliteitsbewuste consument

In de markteconomie zijn veranderingen alleen blijvend wanneer ze worden aangejaagd door veranderende voorkeuren van consumenten. En die voorkeuren zijn vooral sinds de eeuwwisseling in snel tempo veranderd naar 'groen'. Wij zien hierin geen nieuwe modegril, die weer

zal overgaan bij de volgende economische crisis: bij alle financiële en economische crises sinds 2008 is de voorkeur voor groen niet verdwenen maar alleen maar sterker geworden. Het is dan ook veel adequater, deze trend te zien als het aan de oppervlakte komen van een onderstroom naar duurzaamheid, die – al naar men wil – veertig jaar teruggaat (tot het verschijnen van het rapport 'Grenzen aan de groei' en het boek 'The Closing Circle' van Barry Commoner in 1972), of zelfs vijftig jaar (tot het verschijnen van Rachel Carson's 'Silent Spring' in 1962). In die tijd is duurzaamheid opgerukt vanuit de periferie naar het centrum van de maatschappelijke aandacht. Weliswaar worden krantenkoppen en de agenda's van topbijeenkomsten meestal bepaald door actuele crises (het mondiale financiële systeem dat dringend moet worden gerepareerd); maar terwijl deze crises met betere afspraken hopelijk overgaan, is duurzaamheid de onderstroom die steeds belangrijker wordt.

Klimaat is lang niet het enige duurzaamheidsprobleem. Duurzaamheid betreft alles wat ons voortbestaan als mensheid op de planeet Aarde in gevaar brengt. Problemen van duurzaamheid zijn bijvoorbeeld ook: dierenwelzijn, het leegvissen en ernstig vervuilen van de oceanen, het verkleinen van de genenpool van de wereld door vermindering van biodiversiteit, het opmaken van eindige grondstoffen, achteruitgang van bodemvruchtbaarheid, en toenemende resistentie van insecten en bacteriën tegen bestrijdingsmiddelen en antibiotica. Al deze problemen staan in de aandacht. Door landen in ontwikkeling worden ook sociale problemen als kinderarbeid en armoede gerekend tot de duurzaamheidskwesaties, zie de prominente plaats die deze innemen in de Millennium Goals.

De tijd is voorbij waarin deze problemen werden beschouwd als randkwesaties, vooral naar voren gebracht door wat vroeger geitenwollen-sokkendragers of milieufanaten werden genoemd. Integendeel, een



# Biobased economy is onderdeel maatschappelijke transitie

*Economie en ecologie gaan samen verder*

*Duurzaamheid als centraal thema*

*Lokaal en regionaal naast nationaal en globaal*

*Een nieuwe Noord-Zuid dialoog*

*Nieuwe kansen voor Europa*

## De oogst van het land centraal

*Voedselvoorziening en voedselveiligheid voorop*

*Biomassa voor energie niet als doel*

*Naar hoogwaardige toepassingen zoals materialen en medicijnen*

belangrijk deel van het bedrijfsleven omarmt nu duurzaamheid, in elk geval in strategie. Het is een kwestie van ‘verder kijken dan je neus lang is’. Het is alweer ruim vijftien jaar geleden dat kapitein Iglo zelf, in de persoon van de latere Unilever-topman Anthony Burgmans, de telefoon pakte om de visserijsector ervan op de hoogte te stellen dat hij in 2010 ook nog vis wilde verkopen. Onduurzaamheid tast óók het verdienend vermogen van het bedrijfsleven aan.

Bij consumenten lijkt duurzaamheid vaste voet aan de grond te hebben gekregen. Het is al weer enkele jaren geleden dat het eerste grote bedrijf failliet is gegaan omdat het duurzaamheid niet serieus nam en, integendeel alle krachten inzette voor een lobby om onduurzame producten te kunnen blijven maken (General Motors). Bij alle consumentenproducten is ‘groen’ inmiddels een aanbeveling. En niet alleen in het rijke Westen. De Chinese vijfjarenplannen staan vol duurzaamheid.

Sinds ca. 2007 is China het broeikaseffect serieus gaan nemen. Misschien vrezden de leiders dat de Chinese rivieren minder water zullen gaan bevatten bij klimaatverandering. China herbergt 20% van de wereldbevolking en slechts 3% van het zoetwater. Sindsdien heeft China op alle niveaus zonne- en windenergie gestimuleerd: van feed-in tariffs tot opbouw van nationale industrieën. Sinds 2010 is China de grootste fabrikant van zowel windturbines als zonnecellen ter wereld. In 2020 wil China 15% van zijn totale energiegebruik uit duurzame bronnen halen. Dit beleid wordt door de publieke opinie ondersteund. Volgens Wikipedia (artikel Energy Policy of the People’s Republic of China) vond in 2007 97% van de Chinezen dat hun regering meer moest doen aan klimaatverandering, en vond 62% dat industrielanden terecht eisen stellen aan opkomende economieën op het gebied van CO<sub>2</sub>-emissies. Bekend zijn ook de succesvolle lokale protesten tegen vervuilende industrieën van de afgelopen jaren.

Opvallend is het grote aantal Nederlandse bedrijven dat veel aandacht besteedt aan duurzaamheid. In de wereldwijde duurzaamheidsindexen staan DSM, AkzoNobel, Unilever, Philips, Air France/KLM en PostNL op de eerste plaats in hun respectieve categorieën. Ze stappen daarmee in een gat dat overheden hebben opengelaten. Gold tot voor kort de overheid als hoeder van duurzaamheid, tegenwoordig is dat eerder het bedrijfsleven, daartoe aangespoord door hun klanten. Misschien is duurzaamheid hierdoor nog wel steviger verankerd in de samenleving dan toen overheden het voortouw hadden.

## Grondslag 1: productieve en duurzame landbouw

We bespreken nu vijf 'grondslagen' van de biobased economy. De eerste daarvan is een productieve en duurzame landbouw. Een biobased economy is niet per definitie duurzaam. Toch zal hij duurzaam moeten zijn om te overleven. De hoog-technologische lokale economie zal duurzaam zijn, of niet bestaan. De duurzame biobased economy stelt hoge eisen aan de landbouw. De maatschappij gaat een steeds belangrijker deel van haar economische waarde van het land halen. Die landbouw zal zich moeten ontwikkelen tot een duurzame en tegelijkertijd productieve bedrijfstak. Enerzijds moet het land voldoende opbrengst leveren, anderzijds moeten boeren die opbrengst langs duurzame weg verkrijgen. Met behoud van de biodiversiteit van de omgeving, zonder overmatig gebruik van kunstmest en fossiele energie. En met instandhouding van de bodemkwaliteit (voldoende mineralen en koolstof in de bodem). Hier ligt een grote uitdaging, want de landbouw heeft zich de laatste decennia ontwikkeld in de richting van monocultures, al of niet genetisch aangepast, met grote externe inputs, zoals kunstmest, uitputbaar grondwater, bestrijdingsmiddelen en brandstoffen voor tractoren.

Maar de laatste tijd worden, onder de naam precisielandbouw, technieken ontwikkeld die aan deze eisen tegemoet komen. De trend is van uniform naar specifiek. De boer dient bestrijdingsmiddelen – en zelfs water – alleen toe op de plaatsen in het perceel en de momenten waarop dat voor een bepaald gewas en onder de weersomstandigheden van dat moment nodig is; en niet meer dan noodzakelijk. Bestaande bestrijdingsmiddelen zijn ook niet meer vanzelfsprekend. Nieuwe bestrijdingsmethoden zijn nog preciezer, werken alleen onder bepaalde omstandigheden, en met zo weinig mogelijk externe effecten. De tuinbouw, met zijn voorkeur voor biologische bestrijding van plagen, bijvoorbeeld met behulp van specifieke wespesoorten, loopt hierin voorop. Door gewasrotatie in de akkerbouw houden boeren rekening met grondsoort en behoud van bodemkwaliteit. Onderzoekers kijken naar dubbele teelten: twee gewassen die tegelijkertijd op de akker groeien en die elkaar stimuleren. In de veeteelt probeert men voeders te ontwikkelen die elk dier precies geven wat het nodig heeft, wat hun gezondheid ten goede komt en wat mestproblemen en methaan- en ammoniakuitstoot reduceert. Zulke landbouwmethoden worden nog maar op een paar plaatsen in de wereld ontwikkeld: waar de grond schaars is en de opbrengst per hectare hoog moet zijn, zoals in Noordwest Europa en in China. Dat type landbouw is bovendien kapitaalintensief. Er zijn voortdurend investeringen nodig voor hoge opbrengsten waarbij tegelijkertijd de bodemkwaliteit in stand wordt gehouden en de biodiversiteit van de omgeving gerespecteerd. Vergelijk daarmee de wereldlandbouw die al vele jaren kampt met onderinvestering; vooral doordat boeren in de Derde Wereld vaak niet voldoende verdienen om de investeringen te doen die noodzakelijk zijn voor de verdere ontwikkeling van hun bedrijf. Zij zullen een sprong moeten maken van laagrenderende naar kapitaalintensieve en hoogrenderende landbouw. De randvoorwaarde dat de landbouw productief en tegelijkertijd duurzaam moet zijn, is een eis met vele consequenties.





# Duurzaamheid is overal

*Huidige crises kunnen duurzame ontwikkeling bevorderen*

*Oog voor klimaatproblemen verbreedt zich naar 3P (People, Planet, Profit)*

*Millennium Goals in toenemende belangstelling*

*Duurzaamheid onderdeel van Chinese vijfjarenplannen*

*Veel Nederlandse ondernemingen in de top van duurzaamheidsindexen*

Met deze, en met andere duurzaamheidseisen, zullen we met wijsheid om moeten gaan. De landbouw wordt niet in één keer duurzaam, net zo min als de industrie. Radicale maatregelen kunnen ten koste gaan van het verdienend vermogen van een bedrijf of een sector en, in het uiterste geval, leiden tot faillissementen en het voortduren van onduurzame productiemethoden. Aan de andere kant worden economische argumenten vaak misbruikt om onwil of kortzichtigheid te maskeren. En toch zullen we verder moeten gaan op het pad van duurzaamheid. In de jaren '60 en '70 klaagde de industrie bijvoorbeeld steen en been over de meest eenvoudige milieumaatregelen. Stel dat wij in Nederland toen hadden geluisterd naar die klachten? Dan leefden we nu in een zwaar vervuild land, de jonge generaties zouden zijn geëmigreerd, de economie zou zijn ingestort en Nederland was het afvoerputje van Europa geworden. Duurzaamheid was in de jaren '70 al een economische kracht – alleen zagen de meeste mensen en bedrijven dat toen nog niet in – en is dat nog steeds. We doen er daarom goed aan, vast te houden aan verdere verduurzaming; we zullen echter niet alle duurzaamheid in één keer kunnen verlangen, maar ons moeten toelagen op jaarlijkse continue verbeterprogramma's.

## Grondslag 2: duurzame chemie

Wat geldt voor de landbouw, geldt ook voor de chemie: zij moet duurzaam worden. De ontwikkeling van de groene chemie is de afgelopen twintig jaar in een stroomversnelling gekomen. Het bijzondere is dat deze ontwikkeling zich op vele terreinen van de chemie gelijktijdig voltrekt. Het gebruik van enzymtechnologieën (zoals in biokatalyse en fermentatie) – met processen afgeleid uit de levende natuur – als industriële productiemethode voor chemicaliën, markeert een doorbraak. Tegelijkertijd

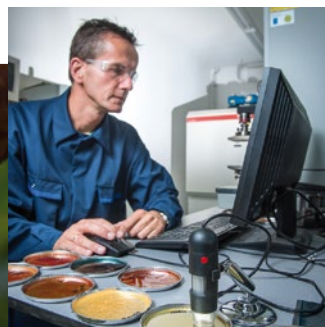
ontwikkelen andere takken van de chemische wetenschap zich nu ook in hoog tempo. Homogene en heterogene katalyse, toegepast op de verwerking van biomassa, zijn twee van die gebieden. De befaamde Dutch School of Catalysis weet ook prima haar weg te vinden in de opwaardering van biomassa. Daardoor kunnen reacties gerichter plaats vinden, met hogere opbrengst van de gewenste stoffen, en bij lagere temperatuur en druk (en daardoor met minder energiegebruik). Fermentatie was tot nu toe grotendeels klassieke fermentatie, met ethanol als voornaamste product. Dat betrof een verbetering van het proces waarmee men sinds onheuglijke tijden wijn en bier maakt. Maar sinds twintig jaar produceert de industrie hoogwaardige producten als medicijnen langs fermentatieve weg. Sinds vijf jaar produceert de industrie op deze manier ook bulkchemicaliën uit groene grondstoffen, zoals glycol, melkzuur en barnsteenzuur. En nieuwe biopolymeren zijn begonnen aan een opmars in de kunststoffenindustrie. Op dit moment is hun aandeel nog maar 1%, maar dat groeit snel.

Het gebruik van enzymen heeft grote voordelen boven klassieke chemische reactieprocessen. De reacties voltrekken zich in water en er komen geen hoge temperaturen en drukken aan te pas. Dat betekent een laag energiegebruik en een lage uitstoot van broeikasgassen. Wel kan het opwerken van de producten uit de vaak verdunde oplossingen veel energie vragen, bijvoorbeeld bij ontwateren door centrifugering of bij membraanscheiding. Bij gebruik van enzymen maken we verder geen gebruik van organische oplosmiddelen. Geen aardolie als grondstof, maar producten van het land. Bepaalde stoffen kunnen heel gericht worden gemaakt. We krijgen toegang tot geheel nieuwe soorten kunststoffen, met onvermoede eigenschappen.

### Grondslag 3: kennisontwikkeling en permanent leren

Al deze ontwikkelingen, zowel in de landbouw als in de chemie, zijn zeer kennisintensief. Verduurzaming van de economie is daarom sterk afhankelijk van de verdere ontwikkeling van wetenschap en technologie. Zeker nu in sectoren als chemie en energie, duurzaamheid de overheersende richting van onderzoek en ontwikkeling is geworden. We kunnen echter alleen versnellen op deze weg als onze maatschappij de wetenschap herwaardeert en méér geld opzij zet voor onderzoek en ontwikkeling in plaats van minder. In Nederland is het budget voor innovatie (vooral voor de doorontwikkeling van technologieën) aanmerkelijk gedaald. Dat miskent het enorme belang dat innovatie juist nu heeft. En dat terwijl 'Nederland kennisland' nog altijd als één van de pijlers van de nationale economische strategie geldt.

Bij kennisontwikkeling hoort een goede kennisoverdracht. De biobased economy vereist permanent leren, doordat het gebied zich zo snel ontwikkelt. We openen nieuwe vakgebieden en de kennis daarvan zou zich snel moeten verspreiden. Dat geldt zowel voor de universitaire vakken, als voor het hanteren van de technologie en het vertrouwd raken met nieuwe apparatuur. Veel universiteiten, hogescholen en middelbare technische beroepsopleidingen besteden al aandacht in hun opleidingen aan groene chemie, biobased ondernemen etc. De basiskennis behoort ook in het curriculum van middelbare scholen te zitten. Verder moet de kennisoverdracht in een stroomversnelling komen om de vruchten van deze nieuwe ontwikkeling te kunnen plukken en de vaart er in te houden. E-learning is een goede manier om zulke kennis snel te verspreiden, en deze activiteiten worden op verschillende plaatsen inderdaad opgezet. Er is op dit gebied nog veel te doen. Zo is er een groot tekort aan technische medewerkers op alle niveaus. Landbouwecologie moet veel meer aan-



# Hoge eisen aan landbouw

*Voldoende opbrengt en topkwaliteit*

*Groter productenpalet*

*Minder kunstmest, minder water, minder energie*

*Behoud van bodemkwaliteit*

*Behoud van biodiversiteit*

*Nieuwe combinaties: van gewassen, van akkerbouw en veeteelt etc.*

*Nieuwe beheerstechnieken*

*Van onderinvestering naar nieuw geld voor innovaties*

*Naar een nieuw verdienmodel*

dacht krijgen. Het is ook een typisch Nederlands probleem. Leerlingen en studenten bij ons hebben al jaren een voorkeur voor maatschappelijke vakken met verwaarlozing van exacte wetenschap en techniek, terwijl onze maatschappij juist daaraan grote behoefte heeft. Het naar elkaar toegroeien van technologie en duurzaamheid zou nieuwe generaties studenten voor technologie moeten kunnen interesseren. In ieder geval moeten we daar onze uiterste best voor doen.

## *Grondslag 4: voortdurende ontwikkeling en monitoring van duurzaamheid*

De krachtige ontwikkeling van een duurzame landbouw en een duurzame chemie is een eis voor de biobased economy. Ook duurzaamheid zelf moet verder worden ontwikkeld. In veel situaties is niet bij voorbaat duidelijk wat duurzaam handelen is. Tien jaar geleden dachten de meeste mensen dat biobrandstoffen duurzaam zouden zijn en daarom hebben beleidsmakers deze krachtig gestimuleerd. Maar al snel bleek dat die stimulering vaak leidde tot nieuwe onduurzaamheid. Bevordering van biobrandstoffen leidde volgens veel studies tot verdringing van voedselgewassen en uiteindelijk kappen van tropisch regenwoud voor de aanleg van oliepalm- en sojaplantages. Samengevat onder de naam ILUC (Indirect Land Use Change). Ook de duurzaamheidscore van veel biobrandstoffen, gemeten aan de hoeveelheid vermeden CO<sub>2</sub>-uitstoot, valt tegen. Hun vervoer levert weer nieuwe CO<sub>2</sub>-uitstoot op. De omstandigheden waarin de betreffende gewassen worden geteeld, zijn vaak niet in orde. Ontwikkelingsorganisaties vragen aandacht voor de arbeidsomstandigheden op plantages. Arbeiders moeten soms gevaarlijk werk doen, kinderarbeid komt voor. De biodiversiteit kan in gevaar komen. De zich ontwikkelende biobased economy moet aan al deze punten aandacht besteden.

De concrete inhoud van duurzaamheid, zeker in kwetsbare ecosystemen, moeten we daarom voortdurend verder ontwikkelen, in combinatie met het signaleren van ongewenste effecten en het opzetten van systemen van monitoring. NGO's hebben zich opgeworpen als kritische volgers van duurzaamheidseffecten en doen in dat kader goed werk. Hun signalen vormen een zeer belangrijke bijdrage aan de verdere ontwikkeling van de biobased economy.

Bij de verdere uitwerking van duurzaamheidscriteria en bij het opzetten van monitoring en het bijbehorende overleg, is daarnaast de bijdrage van gammawetenschappers onmisbaar. Zij ontwikkelen manieren om uiteenlopende belangen bij elkaar te brengen, en stellen indicatoren op waaraan we de voortgang kunnen afmeten. De duurzame economie is niet alleen 'chemie ontmoet agro', maar ook 'gamma ontmoet bèta'.

## Grondslag 5: focus op biomaterialen

Tot nu toe waren veel inspanningen voor de biobased economy enerzijds kennisgedreven, anderzijds gedreven door het klimaatprobleem. In de volgende fase moeten we meer focus gaan aanbrenge.

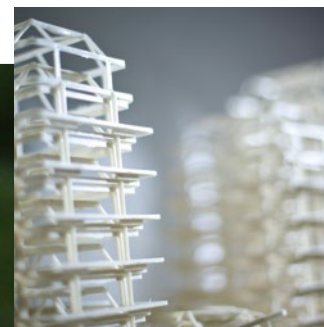
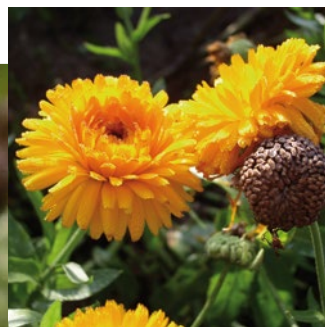
Het kennisgedreven deel van de biobased economy heeft de groene chemie als motor. Wij weten niet waar ons vermogen om de processen in de levende natuur te kopiëren en te imiteren, zal eindigen. De ontwikkelingen gaan buitengewoon snel. Wij dringen geleidelijk met onze kennis door in de complexiteit van de natuur en kunnen deze, met verkleining van externe effecten, steeds beter benutten. De groene chemie trekt veel aandacht; vanwege nieuwe commerciële perspectieven, maar ook omdat veel mensen zich zorgen maken over de onduurzaamheid van onze

samenleving. Maar doordat deze aandacht kennisgedreven is, mist hij economische en maatschappelijke focus.

Een ander deel van de inspanningen voor de biobased economy komt voort uit zorg over het klimaat. Men hoopt dat het gebruik van biomassa voor de energievoorziening de uitstoot van CO<sub>2</sub> zal verminderen. Om dit doel te bereiken zijn zeer zware beleidsmiddelen ontwikkeld: enerzijds forse volumeverplichtingen in de Europese brandstoffenrichtlijn, anderzijds grote subsidiestromen voor het gebruik van biomassa (hout) in de elektriciteitsvoorziening. Desondanks heeft het klimaatbeleid nog weinig successen geboekt, en gaat de opbouw van de CO<sub>2</sub>-concentratie in de atmosfeer nog steeds door.

Vanaf nu is een andere focus noodzakelijk. De kennisgedreven impuls van de groene chemie biedt te weinig focus, en de toepassing van biomassa in de energiesector geeft de verkeerde focus. De grote volumes die nodig zijn voor de energievoorziening geven problemen door concurrentie met de voedselvoorziening, en door verdringing van voedingsgewassen naar nieuwe landbouwgebieden zoals geklaard tropisch regenwoud. Zelfs wanneer berichten over deze effecten overdreven zijn, dan nog plaatsen deze biomassa in een verdachte hoek, wat de biobased economy niet ten goede komt. Bovendien heeft de energievoorziening geen grote bijdrage van biomassa meer nodig, nu schaliegas in grote hoeveelheden kan worden gewonnen; gas kan als overbrugging dienen naar een energievoorziening voornamelijk op basis van zonne- en windenergie.

Wij zouden, vooral in Europa, vanaf nu de focus moeten richten op biomaterialen. De economische potentie van biomaterialen, van eenvoudige plastics tot geavanceerde medicijnen, is zeer groot. Niet in de eerste plaats als drop-ins, al kunnen deze een overgang vormen naar innovatieve bio-



# Redenen voor biomaterialen

*Biomassa voor energie is geen duurzame oplossing*

*Zon, wind, water, aardwarmte en schoon fossiel zijn de oplossingsrichtingen voor het energievraagstuk*

*Biomaterialen zijn de grootste toepassingsmogelijkheid voor biomassa*

*Biomaterialen conflicteren niet met voedsel*

*Unieke kansen voor Nederland en Europa zolang USA prioriteit geeft aan energie en BRIC-landen materiële welvaart voorop stellen*

polymeren. De wereld produceert jaarlijks 400 miljoen ton aan kunststoffen, voor een deel met problematische effecten zoals de zogenoemde plastic soep in de oceanen. Hier ligt enerzijds een maatschappelijk probleem dat opgelost moet worden, anderzijds een kans omdat biomaterialen ontwikkeld kunnen worden met wezenlijk andere eigenschappen, zeker naarmate wij de opbouw van de levende natuur steeds beter leren doorgronden.

Biomaterialen vormen vooral een kans voor Europa, doordat andere landen die de biobased economy omarmen een andere focus hebben. De VS is vooral gericht op energie om daarmee onafhankelijk te blijven van het buitenland; Brazilië en andere opkomende economieën gaat het in de eerste plaats om economische groei. Biomaterialen vormen daardoor een kansrijke focus voor toepassing van de ruim voorhanden Europese innovatieve kennis, zelfs bij teruglopende middelen om R&D te ondersteunen. De waardepiramide is daarbij een goede leidraad, want als we die aanhouden concentreren we ons op de toepassingen met de hoogste opbrengst. In hoofdstuk 3 zullen wij nader uitwerken hoe deze focus vorm gegeven kan worden.

## Drie fasen

In onze rapportage uit 2011 hebben we de ontwikkeling van de biobased economy (in de terminologie van 2011) in drie stappen onderverdeeld.

### **Biobrandstoffen in de petrochemische infrastructuur.**

In deze fase maakt men uit landbouwproducten dezelfde chemische bouwstenen (building blocks) die al in de petrochemie gebruikelijk zijn. De opbouw van de chemische industrie blijft dezelfde als in het petrochemische tijdperk.

### **Volledig benutten van de potentie van katalyse, enzymen en fermentatie.**

De structuur van de chemische industrie verandert: in deze fase bouwt men een nieuw systeem van eenvoudige chemische bouwstenen op, waarvan de logica gebaseerd is op groene grondstoffen.

### **Bioraffinage, het benutten van de al aanwezige complexiteit.**

Men reduceert niet meer de in groene grondstoffen aanwezige complexiteit, maar benut deze zoveel mogelijk voor direct gebruik of efficiënte omzetting. Het benutten van de hoogste waarde wordt nu de leidraad.

In de eerste fase zou de logica van de petrochemie nog leidend zijn, met energievoorziening als leidende sector. In de tweede fase zou de sector chemie en materialen (C&M) verhuizen van de 'bagagedrager' van energie en plaats nemen op die van agrofood (A&F), met voedselvoorziening als leidende sector. In de derde fase zouden A&F en C&M een geïntegreerde en economisch leidende sector vormen.

In werkelijkheid blijkt de doorloop van deze fasen veel sneller dan wij twee jaar geleden aannamen en konden voorzien. Voor de strategische oriëntatie van de biobased economy is het daarom veel vruchtbaarder om nu reeds te denken vanuit een leidende rol van de voedselvoorziening, waarbij C&M kan aanhaken. Dat voorkomt conflicten met de voedselvoorziening, die de biobased C&M sector alleen maar in een verkeerd daglicht kunnen stellen. Bovendien helpt deze nieuwe strategische oriëntatie bij het versnellen van kansen van biobased industrieën. Een reden te meer om het denken over de biobased economy versneld los te maken van de energievoorziening.

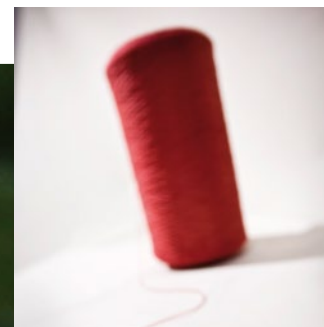
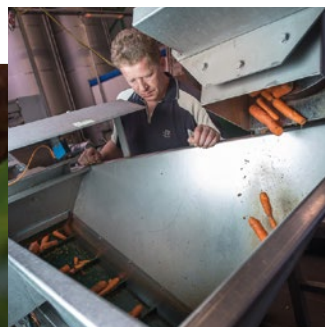
Het primaat van de voedselvoorziening waarvoor wij hier pleiten, betekent niet dat wij de landbouw alleen op voedselvoorziening willen rich-

ten. De mensheid heeft ook andere behoeften dan voedsel. In de Maslow piramide van menselijke behoeften vormt voedselzekerheid de basis. De landbouw levert echter ook producten die voorzien in 'hogere' behoeften van de mens en die het leven leefbaar of zelfs mooi maken, zoals snijbloemen, geurstoffen en medicijnen. Wanneer wij de waardepiramide van groene grondstoffen aanhouden, leggen we vanzelf de meeste nadruk op de producten met de hoogste waarde, die juist voorzien in deze 'hogere' behoeften. Maar naar onze mening moet de strategische oriëntatie van de biobased economy in deze fase uitgaan van het primaat van de voedselvoorziening en niet van dat van de energievoorziening.

## **Regionalisering**

In de biobased economy verschuift de focus naar regio's en regionale ontwikkeling. Zowel chemie als agro krijgen een uitgesproken regionale component. Bij agro gaat het om zuinig en efficiënt beheer van grondstoffen, energie, en stoffen die terug moeten naar het land om de vruchtbaarheid in stand te houden. Het voorkómen van verspilling (negatief uitgedrukt: minder afval; positief uitgedrukt: efficiënt gebruik van grondstoffen) wordt het ontwerpprincipes van de circulaire processen in de komende circulaire economie.

Veel gewassen, zoals gras, leveren producten met een aanzienlijke hoeveelheid water. Het transport van de oogst voor verwerking is niet efficiënt; als het gewas kan worden voorbewerkt, is dat doelmatiger. Plannen voor grasraffinage op grote schaal met daarbij behorend transport over lange afstanden, zijn om die reden afgeketst, de huidige plannen met mobiele raffinage zijn veel kleinschaliger. Dat voorkomt onnodig transport, zoals gezegd; en het maakt het ook mogelijk dat mineralen en vezels die



# De biobased economy wordt de economie van de regio's

## *Nieuwe kansen voor het MKB*

### *Water wordt duur en schaars; reden om:*

- › meer bewerkingen bij de akker te doen
- › hergebruik te vereenvoudigen
- › transport nog verder terug te dringen

### *Groene chemische processen maken kleinschalige opzet en beperkte investeringsrisico's mogelijk*

### *Het platteland krijgt nieuwe stimulansen*

### *Decentralisatie wordt nieuwe trend*

nodig zijn voor het behoud van de bodemvruchtbaarheid, direct naar het land kunnen worden teruggevoerd. Op die manier blijft de productiecapaciteit van de bodem in stand, de eerste vereiste voor een biobased economy. De eiwitten die uit het gras worden afgescheiden kunnen in de regio zelf worden verwerkt tot voer voor varkens en kippen. Wij zullen in de toekomst dan ook meer kleine fabrieken op het platteland zien ontstaan, waarin de oogst wordt voorbereid tot houdbare tussenproducten; groot genoeg voor een rendabele bedrijfsvoering, en toch zo klein dat de cirkels van de circulaire economie goed kunnen worden gesloten. Dit is niet alleen geldig voor Noordwest Europa, maar ook in Afrika: zie de mobiele Dadtco container voor verwerking van cassave waarover we in ons vorige boek al hebben bericht.

Aan de kant van de chemie ontstaat ook een nieuwe logica die hierop aansluit. Fermentatie heeft minder energie nodig en is al op veel kleinere schaal rendabel dan de bestaande petrochemie. Omdat energie duur is, bouwde men in het verleden warmteleverende en warmtevragende processen zo dicht mogelijk bij elkaar: chemische fabrieken groeiden uit tot enorme petrochemische complexen. Dat zal gaan veranderen. Chemische fabrieken zullen in de komende tientallen jaren kleiner worden. Dat betekent de omkering van een al heel lang bestaande trend. Ze zullen ook hun klassieke silhouet verliezen door het verdwijnen van destillatietorens. Waar de petrochemie haar producten van elkaar scheidde door destillatie, werkt de groene chemie op hele andere manieren. Membraanscheiding gaat meestal een belangrijke rol spelen, hoewel ook deze technologie veel energie gebruikt. Trouwens ook een technologie waarin Nederland goed is.

Fermentatie heeft, behalve verbeterde duurzaamheid, ook zakelijke voordelen. Stoffen worden vaak zuiverder verkregen. Medicijnen gemaakt

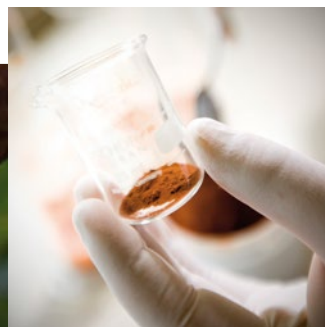
met fermentatie hebben daardoor een langere 'shelf life', een aanzienlijk commercieel pluspunt. Bovendien leveren biologische reacties met behulp van enzymen een product dat of links- of rechtsdraaiend is. Dat is anders bij klassieke chemische reacties. Die leveren het mengsel van beide stoffen, maar omdat vaak slechts een van beide varianten de gezochte therapeutische werking vertoont, heb je bij fermentatie slechts de helft van de hoeveelheid grondstof nodig.

Zo'n industrie, die goed is voor economie én ecologie, zal er zeker komen. Maar die nieuwe chemische industrie zal geheel anders van structuur zijn dan de bestaande. De nieuwe chemische fabriek zal kleiner en veel minder risicovol zijn en hoeft helemaal niet te worden gebouwd in de Rijnmond of in chemische concentratiegebieden. Integendeel. Het is misschien voordeliger deze te bouwen vlak bij de grondstoffeverancier: de boer, hoewel het niet de bedoeling zal zijn dat de boer een witte jas aantrekt. De scheiding tussen industrie en landbouw zal dan gaan vervagen. Kleine chemische fabrieken zullen worden gebouwd bij boerderijen of dorpen. Dat betekent een decentralisatie van de chemische industrie. Vergelijkbaar met de ontmanteling van mainframes in de IT, waarvoor koppeling van vele kleine computers in de plaats is gekomen. Die decentralisatie versterkt de economische basis van het platteland dat deels een industrieel aanzien krijgt. Het kleine chemische bedrijf brengt de boer, of anders zijn dorp, extra inkomsten. Steden blijven centra van intellectuele activiteiten, maar de economische bedrijvigheid zal gelijkmatiger worden verdeeld. De welvaart van het platteland neemt naar verhouding toe.

Decentralisatie van de industrie brengt wel een risico met zich mee van kwaliteitsverlies. In de huidige chemische industrie kunnen risico's vaak goed worden beheerst door grote en goed toegeruste veiligheidsafdelingen; deze kwaliteitsbewaking mag bij kleinere en verspreide fabrieken niet

verloren gaan. Groene grondstoffen en fermentatieve processen kennen typische risico's als groei en de vorming van toxinen (denk aan de ongevallen met mestlo's). Bij de overgang naar de biobased economy moeten er diensten blijven bestaan die alert zijn op zulke processen, omdat lokaal personeel niet altijd de deskundigheid zal hebben om gevaren te signaleren. Een deel van deze problemen (maar waarschijnlijk niet alle problemen) kan men aanpakken door monitoring op afstand.

Decentralisatie van de economie gaat dwars in tegen de nog altijd bestaande tendens van centralisatie in onze maatschappij. Beslissingsmacht verschuift op dit moment nog steeds van gemeenten en provincies naar de nationale overheid, en van de nationale overheid naar de Europese Unie. Ook al worden veel taken momenteel 'gedecentraliseerd' van rijk naar gemeenten, dat geldt alleen voor hun uitvoering en niet voor beleidsbeslissingen. Maar als het zwaartepunt van de economie verschuift naar de regio's, zullen de regio's ook meer eigen beslissingsmacht willen hebben, ten koste van de nationale staat. Dit zal een langdurig proces worden, met de nodige obstakels. Uiteindelijk zou een 'Europa van de regio's' kunnen ontstaan, waarbij de Europese Unie geen uniformerende grootmacht meer is, maar een supranationaal of supraregionaal orgaan dat de kaders schept waarin regio's zich kunnen ontwikkelen in verscheidenheid en een zekere mate van zelfstandigheid. Ook in de politiek wint 'bottom up' aan kracht ten opzichte van 'top down'.





# Europa en de biobased economy

*Vernieuwde Europese landbouwpolitiek (CAP) speelt nog onvoldoende in op de ontwikkeling van de biobased economy*

*Voordelen van een biobased ontwikkeling in Nederland gelden voor de gehele Europese Unie*

*De biobased economy zal een nieuw thema moeten worden in de Europese harmonisatie*

*Zorg voor een goede balans tussen regionale, nationale en centrale belangen in de EU*

*Europese researchprogramma's, vooral BII (Biobased Industries Initiative) bieden goede mogelijkheden voor de ontwikkeling van de biobased economy in Europa*

## Obstakels op de weg

De verandering van industriële structuur en de regionalisering van de samenleving zullen niet zonder slag of stoot verlopen. De maatschappelijke transitie waarvan de overgang naar de biobased economy deel uitmaakt zal nog meer weerstanden oproepen. Zoals bij elke transitie is er een fase waarin de tegenstellingen zich verharderen, wanneer op handen zijnde vernieuwingen geen onschuldige innovaties blijken te zijn, maar de voorbode van fundamentele veranderingen. Zoals op het moment bijvoorbeeld rond zonnecellen. Eerst een speeltje voor duurzaamheidsadepten. Maar nu blijkt dat het elektriciteitsnet anders moet worden ingericht. En er moeten nieuwe regels komen voor teruglevering. Dat gaat de elektriciteitsbedrijven geld kosten. De nog verse investeringen in gas- en kolengestookte centrales komen in gevaar. Alle partijen hebben hun posities ingenomen voor een strijd die nog vele jaren gaat duren, terwijl de uitkomst nu al duidelijk lijkt: de zonnecellen gaan winnen. Kolen en olie zullen op termijn verdwijnen, gas blijft nog een tijd langer.

Net zulke taferelen kunnen we verwachten rond de biobased economy. Aanpassing van de mest- en afvalwetgeving is een bekend punt, een dossier waarop voortgang moeizaam is. De biobased economy zal bijvoorbeeld meer voorbewerking van de oogst op of bij de boerderij met zich mee brengen. Deze lokale voorbewerking stuit momenteel nog op wettelijke obstakels. Als bijvoorbeeld aardappelboeren hun oogst zouden willen malen en drogen, mogen zij het aardappelsap niet op het land terugbrengen. Want dit bevat stikstof, en stikstofgiften in het najaar zijn verboden. Zelfs het wassen van de aardappels bij de boer mag niet, want ook het waswater wordt als mestgift beschouwd. Het enige dat de boer mag doen is droog schudden zodat de aarde eraf valt, maar dan blijft meestal nog zo'n 10% van het gewicht aan tarra hangen. En deze tarra is

chemisch afval in de zin van de afvalstoffenwet, zodra hij de fabriekspoort passeert. De milieuregels zijn niet toegesneden op de biobased economy.

We kunnen ook een economische strijd verwachten. Als er meer bioplastics op de markt gaan komen, zullen de fossiele plastics in prijs gaan dalen. De petrochemische installaties in de Botlek zijn volledig afgeschreven en ze kunnen nog een tijd mee. En er zal een institutionele strijd losbarsten. Niet-afbreekbare weggoioplastics kunnen worden verboden (zoals in Italië), maar dat gebeurt nu nog niet. Er zijn heffingen op groene grondstoffen, en verborgen subsidies voor gebruik van fossiele grondstoffen. Het opruimen van zulke obstakels zal nog jaren duren.

## Schaliegas en de biobased economy

De gasprijzen in de VS zijn sterk gedaald door de ontwikkeling van schaliegas en dat pakt zeer nadelig uit voor de Europese chemische industrie. Lage energieprijzen waren altijd belangrijk bij het aantrekken van chemische industrieën. De roep is sterk om ook in Europa schaliegas te gaan winnen, of op zijn minst de gasprijzen te laten dalen. Lagere gasprijzen zouden de ontwikkeling naar de biobased economy in de wielen kunnen rijden. Want (schalie- of aard-)gas is ook een grondstof voor de chemische industrie, en de concurrentiepositie van groene grondstoffen verslechtert dan. Of niet? Er zijn zelfs mensen die beweren dat als schaliegas tien jaar eerder was ontwikkeld, de biobased economy niet eens uit de startblokken zou zijn gekomen.

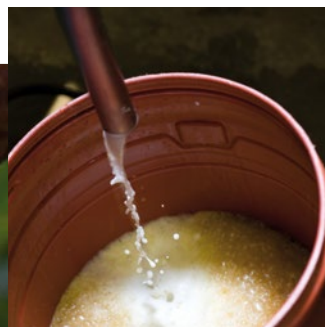
In de VS zelf gaat de ontwikkeling van de biobased economy gewoon door. Ja, veel biobased projecten zijn daar uitgesteld of afgeblazen, en de productie van bioethanol heeft een deuk gekregen, maar op R&D niveau

is er geen grote invloed van schaliegas. Voor de VS is de ontwikkeling van groene grondstoffen, net als de winning van schaliegas, een vorm van strategische toekomstverzekering, omdat ze daardoor minder afhankelijk worden van het buitenland. Die zelfde overweging zouden we in Europa ook kunnen hebben.

Tot nu toe was nafta, gewonnen uit aardolie door kraken, de belangrijkste grondstof voor de petrochemische industrie. Schaliegas zou die rol kunnen overnemen. Maar er is een belangrijk verschil. Schaliegas bestaat uit C1- en C2-verbindingen. Het maken van hogere koolstofverbindingen en aromaten vereist ingewikkelde processen, met hoge investeringen en lange aanlooptijden, zoals GTL (Gas-To-Liquid, een proces waarbij dieselolie en andere hogere koolwaterstoffen worden gemaakt uit aardgas). Het is dus logisch dat de C2-verbinding ethanol zware concurrentie ondervindt van schaliegas, maar dat geldt niet voor meer ingewikkelde stoffen. Groene chemicaliën als biobarnsteenzuur en biemelkzuur zullen ook op korte termijn uitstekend kunnen concurreren met fossiele chemicaliën. Het winnen van aromaten uit biomassa is momenteel nog in ontwikkeling, maar ook dat is een veelbelovende optie, zelfs na de hausse van schaliegas.

## Europees landbouwbeleid

Het nieuwe Europese landbouwbeleid (Common Agricultural Policy, CAP) is inmiddels van kracht geworden. Traditioneel is de Europese landbouw altijd gericht geweest op de voedselvoorziening en de regionale ontwikkeling. Maar de biobased economy vraagt nadrukkelijk ook om industriële toepassingen van de oogst. De nieuwopgestelde Europese landbouwpolitiek gaat echter grotendeels op de oude voet verder,



# Europa tegenover Amerika

## Amerika lijkt heel vaak beter en sneller:

- › snellere besluitvorming
- › veel ruimte voor particulier initiatief
- › veel durfkapitaal beschikbaar
- › snelle omzetting van kennis naar innovatie en commercieel succes

## De EU heeft nog volop kansen door:

- › sterke kennispositie
- › het bouwen van dure pilot- en demonstratie fabrieken in EU-landen met lagere lonen
- › door als eerste biomassa los te koppelen van het energievraagstuk
- › door als eerste de biobased economy te integreren met de landbouw

en geeft geen aanzetten tot een biobased economy. Dat lijkt een gemiste kans, des te meer omdat andere Europese instanties wel het belang van onderzoek naar duurzaamheid en biobased ontwikkelingen onderkennen. Wel is er in de voorstellen aandacht voor regionale ontwikkeling, en dat zou alsnog een aanknopingspunt kunnen zijn.

## Europese researchprogramma's

Bij de Europese Commissie heeft DG Research de leiding bij de transitie naar de biobased economy. Maar Brusselse beleidsmakers spreken over de bio-economie, waaronder zij alle landbouw, veeteelt en visserij plus bewerkingen met de agrarische grondstoffen verstaan. Voor deze bioeconomie heeft de Commissie onder aanvoering van DG Research een blauwdruk gemaakt, waarin technologisch onderzoek (hoe kan het anders) een belangrijke rol speelt. Er is een zekere spanning tussen dit bioeconomie-programma (dat wel alle ruimte wil geven aan de biobased economy) en het gemeenschappelijke landbouwbeleid.

Technologisch onderzoek werd altijd gestuurd met Europese fondsen in 'kaderprogramma's' (framework programs), waarvan FP7 het jongste was. Het nieuwe kaderprogramma, onder de titel Horizon 2020, verschilt van de oude programma's doordat onderzoek uitdrukkelijk wordt gekoppeld aan innovatie. Toepassing van het onderzoek wordt daardoor belangrijker. Parallel daaraan neemt ook de directe deelname van de industrie toe. Deze aanpak werpt bij uitstek zijn vruchten af bij de biobased economy. Op dit gebied is het Biobased Industries Initiative (BII) programma onderweg, dat zeven jaar moet lopen, ingaande 2014, en een omvang krijgt van € 3,8 miljard. De Commissie gaat € 1 miljard

bijdragen, het bedrijfsleven de rest. Eind 2013 wordt volgens planning de besluitvorming door het Europese Parlement afgerond.

BII is niet alleen uniek vanwege zijn omvang en de nauwe samenwerking tussen industrie en overheden, maar ook doordat er in de Europese bio-based economy geen dominante bedrijfstak is en geen dominante speler (type Airbus). Integendeel, sectoren die in het verleden geen enkel contact hadden gaan nu samenwerken, zoals agro en chemie, en tel daar nog maar papier, afvalverwerking, energie, logistiek en nog een paar bij. Veel uiteenlopende belangen, dus veel overleg, en toch lijkt BII heel kansrijk. Veel bio-based processen in Europa zitten tegen commercialisatie aan. Veel kans op valleys of death. BII, dat geleid wordt door een consortium uit de industrie, moet het bedrijfsleven daar overheen helpen en Europa weer een leidende rol geven bij biobased initiatieven. Zodat Europa zijn doelstellingen kan gaan realiseren: 25% biobrandstoffen en 30% biochemicalïen in 2030.

## De biobased economy in Europa en de VS

Europa lijdt aan de Europese ziekte: veel kennisontwikkeling, veel potentie, maar weinig bedrijfsontwikkeling, weinig realisatie. Aan kennisontwikkeling ontbreekt het niet in Europa dat nog altijd nummer één in de wereld is als het om kennisontwikkeling gaat, mede dank zij een lange traditie van overheidssteun aan R&D. Maar Europa slaagt er vaak niet in om haar opgebouwde kennis om te zetten in werkende commerciële producties. Zelfs het bouwen van pilots en demonstratiefabrieken is vaak een moeizame aangelegenheid. Niet onlogisch want het gaat vaak om enkele tientallen miljoenen Euro's. Misschien zou samenwerking tussen verschillende Europese landen hier een oplossing kunnen bieden. Zo niet dan blijven wij kennis ontwikkelen die elders wordt gebruikt om fabrieken

op te zetten waarna wij de producten kunnen afnemen. Bovendien blijft Europa nog steeds praten over nieuwe ontwikkelingen die elders razendsnel worden gerealiseerd. Het gevolg is dat Europese bedrijven in toenemende mate hun groene chemische fabrieken in de VS neerzetten waar de voorwaarden voor hen gunstiger zijn. Een belangrijk obstakel vormt de stroperige Europese besluitvorming. Neem de regelgeving over biobrandstoffen. De eerste brandstoffenrichtlijn, waarin de lidstaten werden verplicht tot een minimum percentage biobrandstoffen in hun nationale brandstofmix, kwam er vrij snel. En ook het onderscheid tussen eerste en tweede generatie brandstoffen werd snel gemaakt. Maar toen biobrandstoffen toch niet zo duurzaam bleken en er een tegenlobby op gang kwam, ging het mis. In 2012 werd een erg ingewikkelde bijstelling van de richtlijn gepubliceerd, die sindsdien alweer is bijgesteld, en iedereen voelt aan dat hiermee het laatste woord nog niet is gezegd. De stabiele beleidshorizon, waaraan het bedrijfsleven zo veel behoefte heeft, is ver te zoeken. Voeg daarbij dat het – zeker voor kleinere bedrijven – altijd veel gemakkelijker is om investeringskapitaal te krijgen in de VS dan in Europa (nu nog eens verergerd door de Europese bankencrisis), en dat bovendien de energieprijzen in de VS laag zijn, en er tekent zich een flink probleem af. Van de Nederlandse biobased bedrijven bouwde een Amerikaans bedrijf een fabriek van tweede generatie ethanol in de VS met DSM-technologie; Avantium is van plan voor zijn groene frisdrankfles naar de VS te gaan (maar heeft nog geen beslissing genomen) omdat de energieprijzen daar zo laag zijn, en ook Akzo/Nobel zet er een nieuwe verffabriek neer.

De biobased economy in de VS is sterk gericht geweest op biobrandstoffen. Het achterliggende doel was de VS voor zijn energievoorziening onafhankelijk te maken van het buitenland. Maar geleidelijk begint de focus te verschuiven. De Amerikaanse overheid heeft al sinds 2002 een



# Geen transitie zonder oppositie

*Fossiele voorraden zijn meer dan ruim voldoende om de chemie en materialenindustrie nog enkele eeuwen te bedienen*

*Fossiel gebaseerde producenten kunnen hun prijzen eenvoudig (tijdelijk) verlagen*

*Wetgeving is altijd in het voordeel van gevestigde posities*

*Niet alle beloftes worden waargemaakt*

*Nieuwe relaties zijn niet bij voorbaat succes*

landelijk Biopreferred Program, dat de federale overheid verplicht om wanneer mogelijk biobased producten te kopen. Die producten kunnen zich laten certificeren, er staan nu 3.000 producten op de lijst. In Europa bestaat een overeenkomstig programma, maar het wordt vrijwel nergens toegepast en het beleid is op dit punt veel minder krachtig.

Nog steeds is het energiebeleid een motor voor de Amerikaanse biobased economy, onder meer door de verplichting een steeds groter deel van de bioethanol te maken uit cellulosehoudende grondstoffen. Maar de aandacht verschuift, en de industrie investeert steeds meer in hoogwaardige chemicaliën. Europa zal het van een krachtige ommekeer moeten hebben, bijvoorbeeld door BII (Biobased Industries Initiative), wil het de bordjes nog kunnen verhangen.

## **Kan het misgaan? Ja het kan misgaan. Waardoor? Wat te doen?**

Niet alle signalen staan op groen, er zijn forse obstakels. Bij het innovatiebeleid zijn er problemen bij het verdelen van middelen. Er is te weinig geld voor biobased materialen; en de meerderheid van gelden voor biobased innovaties gaat naar energieprojecten, waarvan we het niet moeten hebben. Aan de andere kant zijn er veel enthousiaste biobased ondernemers en ontwikkelaars die zich niet uit het veld laten slaan. Erger is dat het aanzien van wetenschappelijk onderzoek is gedaald. R&D wordt in de CPB-modellen behandeld als kostenpost. En dat terwijl kennisontwikkeling de motor is van onze economie, en daarom als investering zou moeten worden gezien.

Nederland is een land van fossiele energie. Gas- en oliebelangen domineren de nationale agenda. Duurzaamheid wordt met de mond beleden maar op dit terrein is Nederland beland in de Europese achterhoede. Beleid is stroperig en wordt vaak maar moeizaam bijgesteld. Europese duurzaamheidsregels worden steeds trager vertaald in nationale wetten. En toch nemen Nederlandse bedrijven vaak de leiding bij duurzame veranderingen. AkzoNobel, DSM, Philips, PostNL, Unilever zijn de meest duurzame bedrijven ter wereld in hun sectoren. De innovatieve tuinbouw heeft duurzaamheid ontdekt als speerpunt. Geleidelijk dringen deze geluiden ook door in Haagse lobby's.

We zitten op een kantelpunt. Het is nog niet te laat. De biobased economy is nog jong en kan zich plotseling fors gaan ontwikkelen. Wij zullen in hoofdstuk 3 de lijnen uitzetten die hiervoor nodig zijn. Maar eerst geven we in hoofdstuk 2 een impressie van de vele aspecten van de biobased economy – en de biobased society. Vaak in uitgewerkte stukken over zaken die in dit hoofdstuk kort aan de orde zijn gekomen.







In dit middengedeelte proberen we via korte, gerichte bijdragen inzicht te geven in de breedte van de biobased economy en de invloed daarvan op wetenschap, technologie, politiek en maatschappij.

## 2. Het mozaïek van de biobased economy

Overal ontwikkelingen





## Innovaties in alle lagen van de waardepiramide

De landbouw is met haar hernieuwbare grondstoffen, materialen, textielvezels, voedingsproducten en heilzame planten al duizenden jaren lang de leverancier geweest voor de dagelijkse levensbehoeften van de mensheid.

Tot aan de Tweede Wereldoorlog leverde de landbouw inderdaad vrijwel alle dagelijkse levensbehoeften. Die oorlog leidde tot een innovatiegolf door het gebruik van aardolie voor transportbrandstof, ammonia en munitie, en als grondstof voor kunststoffen zoals nylon en PVC. De innovaties versnelden de wederopbouw, die ook weer werd gevoed door fossiele energie. Het visioen van een modern gebruik van hernieuwbare grondstoffen sneuvelde in de eerste jaren van de Tweede Wereldoorlog. Zo heeft de “car that grew from the soil” van Henry Ford, gemaakt van plantaardige grondstoffen, het in het fossiele oorlogsgeweld niet gered (Popular Mechanics Magazine, Vol. 76, No. 6, December, 1941).

Biobased innovaties krijgen echter 60 jaar na Henry Fords hernieuwbare auto weer nieuwe impulsen door het schaarser worden van olievoorra- den, klimaatverandering en geopolitieke overwegingen. Opnieuw wordt de waarde van hernieuwbare grondstoffen zoals suiker, zetmeel, eiwitten, vetten/oliën en vezels onderzocht voor maatschappelijke toepassingen. De landbouw produceert deze grondstoffen – en nog veel meer – met behulp van water, zon en kunstmest. Groene grondstoffen worden inmiddels toegepast in farmacie, cosmetica, voeding, fijnchemicaliën, constructiematerialen, textiel, chemische bouwstenen en uiteindelijk voor energie in de vorm van transportbrandstof of grondstof voor elektriciteit.

## Waardepiramide

Waardecreatie met groene grondstoffen is duidelijk te maken volgens het biocascaderingsprincipe of door de waardepiramide. Farmaceutische toepassingen creëren veel waarde per eenheid product met een relatief klein volume, energietoepassingen creëren weinig waarde per eenheid product maar dat met grote volumina.

Land- en tuinbouw en veehouderij produceren grondstoffen en producten voor de gehele waardepiramide. Biobased innovaties zijn te vinden in iedere laag van de piramide. De Nederlandse agro-sector investeert in groene vernieuwingen voor de gehele biocascade. Het EU-project Phytosana ontwikkelt grondstoffen voor chemotherapie van kanker uit de wortel van fluitekruid (*Anthriscus sylvestris*). Na de fermentatie blijft er 97% van de biomassa als restfractie over. Die is rijk aan vezels en zeer geschikt voor vergisting tot biogas. (Dergelijke bio-actieve inhoudstoffen uit planten zijn beschreven in de Community Herbal Monographs en de toepassing daarvan in de European Pharmacopoeia van de European Medicines Agency, een goudmijn van hoogwaardige toepassingen).

Plantaardige inhoudstoffen werken ook als nutraceutical. De firma's Meatless en de Vegetarische Slager werken samen in een klinisch onderzoek voor de mogelijke LDL-cholesterol verlagende werking van lupine-eiwitten. Dit onderzoek vindt plaats in het EU project LUPICARP waarin de academische ziekenhuizen van Milaan en Helsinki samen onderzoek doen voor het indienen van een door EFSA erkende gezondheidsclaim. Prebiotische voedingsvezels die geschikt zijn als suiker- en/of vetvervangers zijn eveneens afkomstig van plantaardige of dierlijke grondstoffen. Sensus produceert bijvoorbeeld de voedingsvezels inuline en oligofruuctose uit de wortels van aardperen. Oplosbare voedingsvezels en eiwitten uit lupine vormen de basis voor producten die ondervoeding bij oudere

mensen zouden kunnen voorkomen. Dit is een onderzoek binnen het, door de Provincie Groningen gefinancierde project LupinSilver. De firma Color&Brain ontwikkelt samen met molenaar LIFrank en BCM woonzorggroep uit Stadskanaal smakelijk en voedend lupine-brood en prebiotische lupine-drinks.

Pure plantaardige ingrediënten in cosmetica zijn een opkomende trend. Zuivere groene grondstoffen zoals oliën/vetten en bioactieve plantaardige inhoudsstoffen vormen de basis voor veel groene cosmetica. Extractie met schone technologie, zoals met superkritische CO<sub>2</sub>, levert pure grondstoffen die oplosmiddelvrij zijn. De firma's Emonta, Medex en Color&Brain ontwikkelen in het kader van het project Phytosana nieuwe cosmeticaproducten, gebaseerd op bioactieve inhoudsstoffen uit kruiden.

Veel agro-grondstoffen worden verwerkt tot voedings- en veevoederproducten. Dit is de grootste markt voor agro-grondstoffen. Een innovatief voorbeeld is de complete verwaarding van vezels, eiwitten en zetmeel uit de zetmeelaardappel. AVEBE is er in geslaagd iedere aardappelfractie om te zetten in ingrediënten voor voeding en veevoeder. Recent is de ontwikkeling van eiwittraffinage uit het aardappelvruchtwater door Solanic (een dochteronderneming van AVEBE). Met een milde scheidingstechnologie op industriële schaal is Solanic in staat eiwitfracties met functionele werking te winnen. De aardappel, die meer dan 300 enzymen bevat, is hiermee de basis voor een complete portfolio aan bioactieve componenten die de vergroening van de chemische sector kan versnellen. Naast eiwitten kan men ook carotenen winnen, bijvoorbeeld de stof luteïne die als essentieel ingrediënt aan varkensvoer wordt toegevoegd en die mogelijk een rol speelt bij de preventie van netvlieslijtage bij veroudering (Age related Macular Degeneration (AMD)).



Plantaardige vezels, zoals vlas, hennep, jute en katoen zijn grondstoffen voor textiel, maar ook voor versterkte biobased materialen zoals hernieuwbare auto-onderdelen. De firma Hempflax produceert uit hennep componenten voor betonwapening. Een belangrijke ontwikkeling is de vervanging van glasvezel door biocomposieten. Dat zijn materialen van woven of non-woven natuurvezels als wapening voor bijvoorbeeld bio-epoxy harsen. High-performance toepassingen zijn mogelijk zoals ontwikkeld door de firma NPSP. Een ander voorbeeld wordt gevormd door de professionele racefietsen van de firma Museeuw waar carbon en vlasvezels gecombineerd worden tot stijve fietsframes die trillingen absorberen.

Bijna 9.000 Nederlandse akkerbouwers verbouwen jaarlijks meer dan 5 miljoen ton suikerbieten op bijna 70.000 ha voor de verwerkende industrie. Suikerunie produceert daaruit kristalsuiker (sacharose) en specialties voor de voedingsmiddelenindustrie. Suiker is een uitstekende grondstof voor fermentatie tot bio-ethanol of tot chemische bouwstenen als melkzuur, isobutanol en furanen. Melkzuur is de grondstof voor bioplastics, isobutanol is inzetbaar als biobrandstof of als uitgangsstof voor chemische bouwstenen, furanen zijn grondstoffen voor biokunststoffen, coatings en lijmen. Een voordeel is dat suiker niet helemaal zuiver hoeft te zijn voor fermentatie, juist de micronutriënten in het ongezuiverde suikersap zijn essentiële voedingsstoffen voor de bacteriën en gisten die de (bio) chemische reacties uitvoeren. Suikerunie ontwikkelt speciaal daarvoor een suikerdiksap dat enerzijds grondstof is voor chemische bouwstenen en anderzijds voor kristalsuiker. Suikerdiksap is zodoende de biobased 'olie' van de toekomst en de suikerfabriek de biobased hub. De suikerbiet wordt geheel tot waarde gebracht door voor iedere component een toepassing te vinden. Ook hier is de laatste stap weer de vergisting van de niet meer voor andere toepassingen bruikbare biomassa tot biogas.

Lignocellulosevezels uit hout vormen de grondstof voor de papier- en kartonindustrie alsmede voor cellulose en lignine. Cellulose is biochemisch om te zetten in ethanol (nog een moeizaam proces), lignine is een aromaat en daarmee grondstof voor de ligninebioraffinage die producten gaat leveren als Methanol/Dimethyl ether (DME), het oplosmiddel DMSO (dimethylsulfoxide) en BTX (Benzeen, Tolueen en Xyleen), en synthetische smaakstoffen als vanilline.

Anaerobe vergisting van biomassa levert biogas; maar dit proces kan ook anders worden geoptimaliseerd zodat naast biogas tamelijk vluchtige vetzuren als azijnzuur en propionzuur geproduceerd kunnen worden. Vluchtige vetzuren zoals deze zijn grondstoffen voor bioplastics. Het Finse VTT doet samen met TUDelft en Attero onderzoek naar de mogelijkheden. Met deze technologie kan zelfs een van de laatste trappen in de biocascade nog tot hogere waarde worden gebracht.

Voordat biomassa echt opgestookt wordt in elektriciteitscentrales kan men er met thermische conversietechnieken nog waardevolle producten uit verkrijgen. Onder hoge druk en tot ca. 200 °C is er met hydrothermale carbonisatie een scala aan koolstof-nanostructuren te ontwikkelen met nog onbekende toepassingen (de onderzoeksgroep van prof. Antonietti van het Max Planck instituut in Potsdam doet hier onderzoek naar). Bij hogere temperatuur spreekt men van torrefactie, pyrolyse en uiteindelijk van gasificatie. Biomassa is dan gradueel omgezet in verkoalde biomassa (biochar), pyrolyse-olie en syngas. Biochar is een mogelijke bodemverbeteraar, pyrolyse-olie is na hydrodeoxygenering (HDO, het verwijderen van oxide-groepen) te gebruiken als transportbrandstof of te raffineren tot geselecteerde componenten. Syngas (mengsel van koolmonoxide (CO) en waterstof (H<sub>2</sub>)) is een bouwsteen voor de chemische industrie.

Als er uiteindelijk echt geen toepassingen met biomassa te bedenken zijn is de allerlaatste mogelijkheid deze te verbranden als bijstook in een elektriciteitscentrale of voor het maken van gezellige warmte bij een haardvuur.

### Voedingsstoffen

Groene grondstoffen zijn gegroeid op een levende bodem die planten en gewassen voorzien hebben van (micro)nutriënten. De elementen stikstof, fosfor en kalium zijn essentiële elementen voor plantengroei. Deze elementen zijn in de vorm van ammonium-, nitraat- of fosfaatmeststoffen beschikbaar voor de plant. Deze meststoffen moeten teruggewonnen worden om de natuurlijke kringloop te sluiten en milieuvervuiling door deze meststoffen te voorkomen. Fosfaat is een eindige grondstof met een winbare voorraad genoeg voor nog 20-40 jaar. Terugwinnen van fosfaat uit afvalstromen is essentieel voor het behoud van duurzame gewasproductie. Die terugwinning is mogelijk met verschillende technologieën zoals de struviettechnologie, die al door aardappelverwerker en fritesfabrikant Lamb-Weston Meijer wordt toegepast. De ontstane struvietmeststof wordt door de firma Duynie verder bewerkt voor landbouwkundige toepassingen.

De innovaties in de biobased economie tonen een dynamisch beeld. De komende jaren zijn er vele nieuwe biobased producten te verwachten nu bedrijven op grote schaal in groene innovaties investeren. Wellicht komt de droom van Henry Ford dan alsnog uit en krijgen we een auto die uit de bodem is gegroeid, die zijn brandstof krijgt uit bodem en zon en, het allermooiste, na gebruik opnieuw weer uit de bodem groeit voor de volgende generatie!

*Gastauteur Rob van Haren, Hanze Hogeschool Groningen*

## Consumenten, drijvende krachten van de groene wereld

**Die nieuwe, groene biobased economie en de groene samenleving zijn op handen. Iedereen die ook maar een greintje gevoel voor verandering heeft, snuift de lucht op van groen: bedrijfsleven, onderzoekers en diverse overheidsorganen. Zoals de lente zich aankondigt. Het geheel wordt gedragen door nieuwe voorkeuren van consumenten.**

De groene belangstelling van consumenten laat zich voelen in alle sectoren van de economie. Een trendgevoelige bedrijfstak als de automobielenindustrie adverteert al jaren met zuinige auto's, mede gesteund door gunstige belastingmaatregelen. Ze zoeken naar vervanging van glasvezelcomposieten door biopolymeren gecombineerd met natuurlijke vezels – vanwege gewichtsbesparing, maar ook als groen uithangbord. Verf- en kunststoffabrikanten proberen zo veel mogelijk groene grondstoffen in hun product te verwerken. Winkelketens geven de voorkeur aan toelevering in 'groene' vrachtwagens. Maar bijna overal geldt: 'groen' mag niets extra kosten. Met één uitzondering: 'brandowners' kunnen in groene materialen onderscheidend voordeel zien bij de promotie van hun product – en willen daar extra voor betalen. Dat geldt echter niet voor de consumenten.

Kijken we naar een bedrijfstak als de chemie en materialen dan zie je hoe moeilijk de omslag naar de groene economie nog zal worden. Bedrijven die groene chemische basisproducten leveren, krijgen niet méér voor hun chemicaliën dan de aanbieders van petrochemische producten. Voor de kunststoffenverwerkers moeten alle nieuwe producten passen op de bestaande apparatuur. Nieuwe verpakkingsmaterialen? Prachtig. De finale consument omarmt duurzaam – maar niet tegen een hogere prijs.



En toch komt die nieuwe groene economie er. De tekens zijn overal. Niet alleen early adapters zijn duurzaam en groen. Niet alleen vegetariërs en bio-adepten willen dat vleesindustrie meer aandacht voor het dier krijgt. We kunnen de groene en circulaire economie zien als een nieuwe ontwikkelingsfase van de samenleving. Groene technologie en groene producten zullen, gedragen door de voorkeuren van consumenten, zorgen voor nieuwe economische ontwikkeling. Vergelijkbaar met de verandering die de micro-elektronica de wereld heeft gebracht. Maar de grote stuwende kracht van innovaties in de micro-elektronica is langzamerhand uitgewoed, en daarmee ontstaat ruimte voor een nieuwe economische impuls. Mobiele telefoons kwamen, zagen en overwonnen, de biobased economy zal ingrijpende zijn, maar het duurt langer.

Innovatie zal ons redden en zij die het hardst voorop lopen, zullen daarvan als eersten de vruchten plukken. Al zal de weg naar vernieuwing geplaveid zijn met conflicten. Kijk naar het oprukken en de versnelling van de zonne-energie. Bestaande belangen zullen zich hard en fel verzetten, zoals altijd wanneer een nieuwe economische orde zich aandient. Oude industrieën, zoals de petrochemie en de energieconcerns, zullen vasthouden aan hun bestaande belangen. Met hun afgeschreven installaties, hun efficiënte processen en hun bestaande netwerken zullen ze het vast nog een hele tijd vol kunnen houden. Maar uiteindelijk zullen ook zij ruimte gaan maken voor de groene golf. Net als de financiële wereld, die nu nog stevig hangt aan haar oude, geprivilegieerde positie, maar uiteindelijk zal investeren in de groene wereld en in de innovatieve bedrijven die deze mogelijk gaan maken.

Consumenten zijn niet het einde van de nieuwe groene en circulaire ketens, maar staan ook weer aan het begin van de volgende cirkel. Hun betrokkenheid zal het verschil gaan maken.

## Agro en chemie

**De basis van de biobased economy is de samenwerking tussen de sectoren landbouw en chemie. Deze twee werken nu, op enkele incidentele langdurige samenwerkingen na, nog grotendeels langs elkaar heen, maar zullen een hechte eenheid gaan vormen. Zoals in veel landbouwgebieden, nog geen eeuw geleden.**

De natuur levert ons alles wat wij nodig hebben, nu ja, bijna alles. Misschien nog niet betaalbaar of in voldoende hoeveelheden, maar technologische ontwikkelingen brengen dat punt snel dichterbij. Mensen hebben producten van het land sinds onheuglijke tijden gebruikt voor allerlei doeleinden, en het aantal stoffen dat we goed en goedkoop kunnen maken uit de landbouw groeit snel. Belangrijk waren van oudsher timmerhout, vezels voor kleding, leer voor schoeisel, bijzondere gewassen voor luxe producten als kleurstoffen. Ook de eerste kunststoffen waren gemaakt uit natuurlijke producten, zoals natuurrubber en cellofaan. De opkomst van de petrochemie heeft de groene grondstoffen een tijdlang uit de belangstelling verdreven, maar ze zijn weer helemaal terug.

Suikers zijn een belangrijke grondstof voor veel biobased producten. Sinds twintig jaar maken we er ingewikkelde stoffen uit als antibiotica. Zulke antibiotica zijn veel beter dan hun tegenhangers gemaakt uit aardolie, doordat ze zuiverder zijn, en naar alle maatstaven bovendien duurzamer. Hun succesvolle ontwikkeling is een vroeg voorbeeld van een economisch succesvol en toch duurzaam ontwikkelingsproces. Suikers vormen ook de grondstof voor nieuwe kunststoffen als PLA (polymelkzuur), PHA's (polyhydroxyalkanoaten) en PEF (polyetheenfuranoaat) met andere en vaak betere eigenschappen dan petrochemische plastics als PE (polyetheen) en PET (polyetheentereftalaat) Nylons, tegenwoordig

nog vaak gemaakt uit aardolie, kunnen we in vele gevallen heel goed uit plantaardige eiwitten maken.

Plantaardige oliën vormen een andere belangrijke grondstof. Ze worden verwerkt in producten als PUR (polyurethaan), epoxyharsen en verven. Sommige producenten van zulke stoffen doen veel moeite om het aandeel groene grondstoffen in hun product te vergroten, zodat zij hun footprint verbeteren en hun duurzaamheidsclaims waarmaken.

De wereldproductie van voedsel is vele malen groter dan die van kunststoffen. Biokunststoffen zullen daardoor de wereldvoedselvoorziening niet in de weg zitten. Bovendien kunnen veel kunststoffen worden gemaakt uit restproducten van de landbouw. Bij suikerbieten bijvoorbeeld wordt het loof (een bodemverbeteraar die tot 45% van de biomassa uitmaakt) nu nog ondergeploegd, maar met bioraffinage kunnen hier uitstekende vezels en ook eiwit uit gewonnen worden, terwijl er toch nog voldoende organisch materiaal overblijft om terug op het land te brengen voor een goede bodemstructuur. Een food/chemicals discussie is door de verschillen in hoeveelheden geheel anders dan een food/fuel discussie.

Tot nu toe hebben de landbouwsector (agro&food, A&F) en de (petro) chemiesector (chemicaliën&materialen, C&M) zich geheel naast elkaar ontwikkeld. Maar wanneer C&M steeds meer grondstoffen gaat afnemen van A&F, zullen beide sectoren naar elkaar toegroeien en gemeenschappelijke activiteiten gaan ontwikkelen. Bijvoorbeeld door gewassen te telen die uitdrukkelijk bedoeld zijn voor zowel voeding, als voor chemie en materialen. Of door bij schema's van gewasrotatie met beide sectoren rekening houden. Of door dubbele teelten te ontwikkelen: twee gewassen op één akker. Dit terrein is nog nauwelijks onderzocht, 'the sky is the limit'.

## Food/fuel discussie, een gepasseerd station

**De biobased economy is alleen duurzaam wanneer deze niet concurreert met de voedselproductie. Gebruiken we biomassa als grondstof voor energie dan verspillen we niet alleen veel nuttige stoffen van de plant, maar dan kan die energetische toepassing, gezien de hoeveelheden, ook in de knel komen met voeding. Gebruiken we de biomassa echter voor chemie en materialen dan wordt het een positief verhaal.**

NGO's sloegen onmiddellijk alarm – ecologen al veel eerder – toen de Amerikanen begonnen om van maïs, dat tot dan toe voor veevoeder werd geteeld, biobrandstoffen te maken. Terecht, de behoefte aan motorbrandstof is zo groot dat bij voortgaande ontwikkeling de wereldvoedselvoorziening in ernstige problemen zou kunnen komen – alleen al in de USA bouwde men voor dit doel al 400 bioraffinaderijen voor maïs. Subsidies dreven vooral grote bedrijven in de richting van biobrandstoffen. Bedrijven begonnen al op grote schaal land aan te kopen (vooral in Afrika) om biomassa voor energiegebruik aan te planten. 'Geen voedsel in de tank' was de slogan van de tegenstanders.

De gedachte begon post te vatten dat biomassa niet alleen de voedselproductie zou verdringen, maar ook grote monoculturen naar de regenwouden zou drijven, die daarvoor gekapt zouden moeten worden. Een slechte zaak om de longen van de wereld in te ruilen voor motorbrandstof. Indirect Land Use Change (ILUC) noemde men dit verschijnsel en het zou er toe leiden dat de hoeveelheid CO<sub>2</sub> in de atmosfeer nog extra zou stijgen. Een en ander zou ook oneerlijke verdeling van water, teruglopende biodiversiteit en verandering van sociale structuren tot gevolg hebben. Geen wonder dat mensen anders tegen het begrip biomassa begonnen aan te kijken. En die commotie duurt nog steeds voort.



Hoewel Food for Fuel heel wat opschudding veroorzaakte, zijn er wel kanttekeningen bij te maken. Zo blijkt uit recent onderzoek dat in de periode 2000-2010 misschien vrijwel geen ILUC heeft plaats gevonden. Vooral in tropische landen reageerden boeren op de groeiende vraag met heringebruikname van braak gelegd land en vooral met meerdere oogsten per jaar. Ten tweede bestemden de maïsproducenten maar een deel van de productie – meestal nog geen kwart – voor biobrandstof en de rest voor voedergewassen. Ten derde ontwikkelde men al snel de tweede generatie-processen die restproducten als stengels en kolven omzetten in alcohol voor brandstofdoeleinden. Met dat zal de biobased economy echt van de grond komen. Gebruik van de hele plant is essentieel. De meest waardevolle producten voor voeding of andere hoogwaardige toepassingen; de reststoffen voor energie, afhankelijk van de situatie en van de markt. Met terugvoer van de mineralen naar de bodem. Zo is de kringloop gesloten. Dan is er ook geen sprake meer van een food/fuel discussie.

'Battle for the barrel', Science 22-03-2013,

[www.sciencemag.org](http://www.sciencemag.org)

[www.biomassresearch.eu/in\\_the\\_press.htm](http://www.biomassresearch.eu/in_the_press.htm)

## De chemische industrie kan helpen bij het bestrijden van hongersnoden

**De chemische industrie kan meehelpen met het oplossen van het wereldvoedselprobleem door bij te dragen aan de vergroting van de wereldvoedselvoorraad. Gebruik van een klein gedeelte hiervan als grondstof voor de chemie zal dan geen probleem vormen.**

De wereldvoedselvoorraden zijn momenteel erg laag; voor vele grondstoffen niet groter dan het wereldverbruik van enkele maanden. In de energie-sector zijn de strategische voorraden veel groter: soms gelijk aan meer dan een jaar gebruik. De wereld is daardoor kwetsbaar voor misoogsten. En dat terwijl het technisch gezien heel goed uitvoerbaar is om grotere voorraden aan te houden. Het probleem is dat dat geld kost. En wie gaat dat betalen? Dit zou een antwoord kunnen zijn: de biobased society gaat dat betalen. In een goede samenwerking tussen de sectoren A&F en C&M. Waarbij alle partijen betrokken worden over de hele keten van teelt, oogst en verwerking.

De wereldvoedselproductie moet omhoog. Dat is geen probleem. Daarvoor hoeven we niet eens te kijken naar andere werelddelen. Al decennia lang (sinds het ontstaan van de melkplas en de boterberg vijftig jaar geleden) is het Europese landbouwbeleid erop gericht de productie te beperken. Met Europese steun is de afgelopen twintig jaar ca. 6 miljoen hectare braak gelegd. De productie van suikerbieten en andere gewassen is gebonden aan quota, wat bij sterk stijgende productiviteit leidt tot een krimpend areaal. Europa kan aanzienlijk meer produceren dan het zelf consumeert, eenvoudig door deze maatregelen stop te zetten en waar mogelijk terug te draaien. De graanschuren kunnen weer worden gevuld. Deze ontwikkeling zal echter vooral een locale aangelegenheid zijn, aangezien er weinig Internationale handel in voedsel plaatsvindt.

Bij die verruiming van de wereldvoedselvoorraad is de afname van een klein gedeelte van de extra productie door de chemische industrie geen enkel probleem. Op wereldschaal is voedselproductie vijf keer zo groot als de totale vraag naar chemicaliën en materialen; tellen we de restproducten van landbouw en veeteelt erbij, dan is de productie vijftien keer zo groot. En nu komt nog slechts 10% van de grondstoffen voor C&M uit de sector A&F, zodat de verhoudingen op dit moment tienmaal zo gunstig zijn als net genoemd. Ook op de lange termijn is er geen probleem. Gebruik van restproducten (stro, bietenloof etc.) is een goedkope en aantrekkelijke manier voor de chemische industrie om aan grondstoffen te komen, de technologie ervoor komt snel beschikbaar.

Dit betekent dat het telen van oneetbare tweede-generatiegewassen speciaal voor industriële doeleinden geen goed idee meer is. Per hectare leveren eerste-generatiegewassen (suikerbiet, suikerriet, maïs) soms een hogere opbrengst aan brandstoffen of bioplastics dan speciale energiegewassen. Ze hebben als voordeel dat ze gegeten kunnen worden in geval van nood (en daarmee in het uiterste geval kunnen bijdragen aan het bestrijden van crisissituaties), terwijl tweede-generatiegewassen alleen kunnen worden verstoekt. Bovendien zijn eiwitten altijd een nevenproduct bij industrieel gebruik van eerste-generatiegewassen – en juist aan eiwitten heeft de wereld tekort. Op den duur zullen we steeds meer teelten zien bestemd voor zowel voeding als gebruik in de industrie (dual purpose).

Door een kleine heffing te betalen voor instandhouding van de wereldvoedselvoorraad kan de groene chemische industrie zich daarom verzekeren van een langdurige en conflictloze levering van groene grondstoffen.

<http://www.biobased-society.eu/nl/2013/02/voorbij-foodfuel-betrek-de-chemie-bij-de-strijd-tegen-honger/>

## Plattelandontwikkeling: regio's worden bepalend

**Schaalvergroting is nog steeds de overheersende tendens in de economie, maar ondertussen is er toch iets bespeuren van een kleinschaliger economie en worden 'economies of scale' minder doorslaggevend. Als de biobased economy doorzet, zal de kleinschaligheid toenemen. Waarbij het belang van de lokatie en van de regio toeneemt.**

Een belangrijke motor voor schaalverkleining in de biobased economy is de onaantrekkelijkheid van het transport van water in natte akkerbouwproducten over grote afstanden. Algemeen neemt men aan dat het vervoer van restproducten niet verder moet geschieden dan 50 tot 60 km tot de plaats van verwerking. Dat geldt zowel voor maïsstengels, als voor gras, bietenbladeren enzovoort. Maar als de oogst een zekere meerwaarde heeft gekregen door bewerking, bijvoorbeeld door isolatie van eiwit, suikers of vezels, dan kunnen die grondstoffen voor de chemie of voedingsmiddelen over langere afstand worden getransporteerd. Water en nutriënten die overblijven na raffinage moet je niet eindeloos gaan vervoeren, maar het liefst direct terug op het land brengen. En de onbruikbare reststromen vergisten.

Deze vuistregels maken een kleinschalige uitvoering van de biobased economy rendabel; ze leiden ook tot nieuwe activiteiten en daardoor tot het scheppen van extra waarde op het platteland. Wordt de boerderij dan ook nog een energiebron voor de nabije omgeving door het plaatsen van zonnecellen, het neerzetten van windmolens, het vergisten van eigen mest tot boerengas (of zelfs groen gas voor het aardgasnet) of het graven van algenvijvers voor de levering van chemische grondstoffen, dan ontstaat daaruit een nieuwe basis voor de economie van plattelandsgemeenschappen.





Het zal duidelijk zijn dat de regio, en daarmee de regionale economie, dankzij dergelijke ontwikkelingen een veel belangrijker rol zal gaan spelen. Vaak zal de grensoverschrijdende samenwerking erop vooruit gaan, omdat de boerenbedrijven aan weerszijden van de grens meestal dezelfde gewassen telen. Nationale overheden zullen daar steeds verder van verwijderd raken. Deze beperkte industrialisatie van het platteland zal grote gevolgen kunnen krijgen, misschien kan deze zelfs de trek naar de steden doen omkeren als door deze ontwikkeling de werkgelegenheid op het platteland zal gaan toenemen. De chemie komt naar het platteland om de producten uit de bioraffinage verder te verwerken.

Er zijn ook decentraliserende invloeden in de chemische industrie. De onderlinge afhankelijkheid, die er de afgelopen 100 jaar er voor zorgde dat alle chemische fabrieken geconcentreerd op een kluitje terecht kwamen, doordat de een de afvalstroom of -stroom van de ander kon gebruiken en de bijproducten uit een proces weer tot grondstof voor een volgende fabriek werden, zal gaan verdwijnen. De chemische fabrieken wordt 'eenzamer' omdat ze veel minder energie, druk en temperatuur, nodig zal hebben. En eenzamer betekent dat een fabriek overal kan staan en ook niet meer zo groot hoeft te zijn: economies of scale worden minder belangrijk. De voornaamste reden dat de chemische fabrieken kleiner en eenzamer worden, blijft echter dat de pretreatment in de buurt van de primaire productie moet plaats vinden, in verband met de hoge transportkosten van water. De fabriek voor chemische basisproducten, die uitgaat van suiker als grondstof kan daar staan waar gunstige vestigingsvoorwaarden (subsidies) gelden.

We zijn nog ver van een gecombineerde kleinschaligheid van Agro en Chemie vandaan, maar ook Europa begint in te zien dat de regio de weg is voor de vestiging van een biobased economy. Het Europese Commit-

tee of the Regions houdt zich serieus bezig met de biobased economy. Er zijn nog maar weinig voorbeelden van regionale projecten van enige omvang in Europa. Het Noord Franse Les Sotettes lijkt op dit moment nog het enige. Maar dat is op zich al grootschalig en ver voorwaarts geïntegreerd (men maakt er biobarnsteenzuur). Op dit moment behaalt de boer bij lange na niet hetzelfde rendement op geïnvesteerd vermogen als de industrie. Zo lang boeren alleen voedsel verbouwen zal dat niet veranderen. Misschien wel via de gerichte, kleinschalige inschakeling van de boer in de biobased economy.

*Zie: Ontwerpadvies van het Comité van de Regio's: Innovatie voor duurzame groei: Een Bio-economy voor Europa, door rapporteur Rogier van der Sande,*

<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:C:2013:017:0045:0050:EN:PDF>

## Schaalverkleining, nader bekeken

**Hoewel de tendens tot schaalverkleining in de biobased economy tamelijk algemeen wordt aangenomen, zijn de drijvende krachten daarachter nog lang niet duidelijk. Tot hoe ver zal die tendens in de praktijk doorzetten? Waar ligt de grens van de schaalverkleining?**

Zowel vanuit agro als vanuit chemie zijn er mechanismen die een kleinere economische schaal bevorderen: industrie dicht bij de leverancier van grondstoffen, de boer die de basisproducten voor de biobased economy zal leveren. Maar veel fabrieken bevinden zich ver van hun grondstoffen. Lage lonen spelen een grote rol. En bouwsubsidies. Er is ook veel voor te zeggen om fabrieken juist te bouwen dicht bij de afnemers – zeker als het om consumptiegoederen gaat. Dan kunnen producenten de kwaliteit beter bewaken. Ze kunnen ook flexibeler inspelen op wijzigingen in de markt, door kortere lead times; effecten die steeds vaker opwegen tegen de laatste Euro vermindering van productiekosten in een lagelonenland. De vraag is dus: zal een eventuele schaalverkleining in de chemische industrie veel invloed hebben op de schaal van de industrie als geheel?

De combinatie van vraag- en aanbodkant leidt misschien tot een nieuw effect. Sommige fabrieken dicht bij grondstofleveranciers, andere dicht bij de finale consument – als deze twee plekken nu eens zouden samenvallen? In de biobased economy kan dat gebeuren. Tenminste, wanneer de opbrengsten van de landbouw blijven stijgen. Dan krijgen we landbouw met hoge opbrengsten die zelfs in dichtbevolkte landen genoeg voeding kan produceren voor de bevolking, en ook nog eens grondstoffen voor de industrie. In combinatie met lokale energievoorziening ontstaat dan een grotendeels autarke en mogelijk zelfs circulaire economie. Utopie? Wanneer de prijs van zonnecellen voldoende daalt

en de opbrengst van de landbouw blijft stijgen, kan het Europa van de 27 over enkele tientallen jaren zonder enig probleem voorzien in zijn behoefte aan energie en tegelijkertijd aan industriële groene grondstoffen. Simpele rekensommen over zoninstraling en landbouwopbrengsten volstaan als bewijs. En als Europa dat kan, waarom dan niet Beieren, of Noord-Nederland, of Vlaanderen?

De vraag is dus vooral tot op welke schaal de tendens van schaalverkleining geldig zal zijn. Het antwoord op die vraag zou de levendige belangstelling moeten hebben van economen, vooral die in de logistieke sector. Want elke schaalverkleining veroorzaakt kleinere vervoersstromen: goederen zullen over kleinere afstanden worden vervoerd. Vervoer over lange afstanden zal dan vooral waardevolle stoffen gaan betreffen: bijzondere bouwmaterialen en textielvezels; minerale grondstoffen en halffabricaten; de specerijen en (half)edelstenen van vroeger. Massavervoer van energiedragers zou geleidelijk gaan verdwijnen. De waarde van de vervoerde goederen neemt toe, hun volume neemt af. De vraag hoe sterk de schaalverkleining zal doorzetten, is van het grootste belang voor logistieke bedrijven – en voor overheden die nog altijd denken dat nieuwe fysieke vervoersinfrastructuur de groei van de economie aanjaagt.

Zo verbindt de biobased economy zich met vele andere economische thema's. Zoals met de tendens naar 'lean production' of met de ideeën rond een 'physical internet'. Dat zijn ook thema's die schaalverkleining en vermindering van vervoersstromen teweeg kunnen brengen. Maar die tot nu toe evenmin tot kwantitatieve conclusies leiden. De biobased economy zal vermoedelijk kleinschaliger zijn. Maar we weten niet precies waarom, en tot hoe klein.



## Kunde als succesfactor

**Groene grondstoffen en biochemische processen zullen het aanzien van de chemische industrie veranderen. In schaal en vestigingsplaats kunnen grote wijzigingen plaats vinden. De tendens zal zijn naar een kleinere schaal. Kunde, de skill van de procesoperators, zou wel eens een belangrijke vestigingsplaatsfactor worden.**

Groene grondstoffen vereisen een heel andere logistiek dan fossiele brandstoffen. Daarom zal voorbehandeling van de oogst tot een stabiel en verhandelbaar tussenproduct altijd in de buurt van de grondstofproducent, de boer, plaats vinden. Waarbij we 'in de buurt' kunnen vertalen als: binnen een straal van 50-100 km. Dat geeft een regionale basis aan de biobased economy.

Verwerking van het tussenproduct, bijvoorbeeld zetmeel of suiker, tot eindproduct voldoet weer aan geheel andere wetten. Als het tussenproduct wordt verwerkt in een fermentatief proces, lijkt de beschikbaarheid van deskundige en ervaren operators één van de belangrijkste voorwaarden voor keuze van de vestigingsplaats. Fermentatie is een proces dat meestal zeer nauw luistert; veel industriële organismen (bacteriën, schimmels, gisten) zijn niet zeer stabiel, en erg gevoelig voor concurrerende organismen in het reactiemengsel, of 'pockets' met een afwijkende temperatuur of zuurtegraad in het reactievat. Tegelijkertijd stelt deze gevoeligheid van de organismen beperkingen aan de schaalgrootte van de installatie, omdat bij te grote reactorvaten de omstandigheden niet perfect te beheersen zijn. Voor veel processen is 100-200 m<sup>3</sup> een bovengrens.

De verdere ontwikkeling van biotechnologische en procestechnologische kennis zou het formaat van installaties misschien nog verder naar beneden kunnen brengen. De grootte van de installaties wordt vooral bepaald

door de productiviteit van het organisme en het rendement van de opwerking. Voor moderne, fermentatief bereide geneesmiddelen moeten we soms genoegen nemen met productconcentratie van minder dan een aantal procenten. Voor gevestigde fermentatieprocessen heeft het vaak tientallen jaren geduurd om commercieel aantrekkelijke productconcentraties van 10 tot 20% of meer te bereiken. Bij grotere productiviteit hebben we een minder groot reactorvat nodig! Terwijl bij grotere stabiliteit van het organisme de reactorvaten weer groter kunnen worden, omdat stabiele organismen minder gevoelig zijn voor besmettingen of iets afwijkende omstandigheden. Genetische modificatie van bacteriën, gisten en schimmels is een belangrijk hulpmiddel om zowel productiviteit als stabiliteit verder te ontwikkelen; biotechnologische bedrijven zullen zich bij voorkeur gaan vestigen op plaatsen waar zij zonder veel beperkingen dit onderzoek kunnen doen. Synthetische biologie is een specialisme dat in deze een belangrijke rol gaat spelen.

Voor de vraag naar de schaalgrootte van een groene chemische sector die vooral met fermentatieprocessen zal werken, is de omvang van de individuele installaties misschien niet eens zo belangrijk. De doorslaggevende factor bij de keuze van vestigingsplaats zou zoals gezegd de beschikbaarheid van voldoende kundig en getraind personeel kunnen zijn. Fermentatieve processen zijn een slag moeilijker dan klassieke chemische processen; kundige operators kunnen het verschil maken tussen een goed resultaat of een fabriek die helemaal niet van de grond komt. De biobased economy zou zich nog eens extra moeten richten op opleiding en training van zulke operators. Kundige operators trekken fabrieken aan; en deze leiden weer kundige operators op. De hubs van de toekomst worden bepaald door kunde, niet door fysieke infrastructuur en niet alleen door universitaire kennis.

## De coöperatie, een regionale kracht

**Overal ter wereld vormen boeren coöperaties. Vaak boeren die zich richten op natte producten. Bij dergelijke producten gaat de opbrengst of oogst direct achteruit in kwaliteit, opslag is duur of niet goed mogelijk, en daarom staat er een premie op snelle verwerking in een lokale installatie. In de biobased economy kunnen zulke coöperaties een belangrijke stimulant vormen om meer waarde te halen uit de oogst.**

Voor de teelt van natte gewassen leent zich voor de vorming van coöperaties: aardappelen, suikerbieten, maïs, cassave, tapioca, druiven... Er staat een premie op lokale verwerking. Het 'lokale' karakter van de installatie is wel een rekbaar begrip, afhankelijk van het gewas. Wijn-druiven en cassave moeten dezelfde dag nog worden verwerkt, boeren bevinden zich daarom in een kleine straal rond de fabriek. Bij beter houdbare gewassen als aardappelen en suikerbieten (en bij producten als melk, mits goed gekoeld) zijn de afstanden groter: tot maximaal 100 km (aardappelen, melk) of zelfs 200 km (suikerbieten).

De boeren zijn leden van de coöperatie en hebben als zodanig stemrecht. Ze zijn echter meer dan aandeelhouders, ze zijn ook stakeholders met een groter dan alleen een financieel belang. Avonturen van de centrale organisatie zijn daarom vaak niet populair. Maar aan de andere kant hebben boeren er vaak wel oog voor dat de continuïteit moet worden gewaarborgd. En dat kan in het voordeel zijn van biobased initiatieven, die juist tot doel hebben meer waarde te halen uit het gewas.

Coöperaties zijn economisch in een goede positie om zich 'voorwaarts' (in de verdere verwerking van hun producten) uit te breiden. De biochemische activiteiten die deze bedrijven ontwikkelen, renderen vaak beter

dan hun kernactiviteiten. Terwijl boeren bij investeringen in hun bedrijf vaak genoegen nemen met 2-4% rendement, ligt dat bij de voedselverwerkende industrie eerder bij 8-12%, en in de chemische industrie al snel bij 25%. Voorwaartse uitbreiding van coöperaties naar biochemische activiteiten ligt daarom zeer voor de hand. Er zijn visionairs die beweren dat boeren tot wel 10 maal zoveel per hectare zouden kunnen verdienen. Dit is precies waar Nederlandse coöperaties als Cosun (via dochter Corbion) en AVEBE (via dochter Solanic) mee bezig zijn. En daarmee kunnen zij een drijvende kracht worden in de biobased economy.

Coöperaties vormen ook een samenbindende lokale kracht. We zien in onze tijd de opkomst van lokale organisaties die zich bezig houden met gezamenlijke energieopwekking, wijk- en milieubeheer, groenteverbouw, carpooling etc. In dat licht bezien vormt de eeuwenoude coöperatie ineens een modern verschijnsel. Het lokale niveau wordt belangrijker in de economie en voor de maatschappelijke cohesie. Coöperaties hebben veel ervaring met besluitvorming in een veld van uiteenlopende belangen; zonne-energiecoöperaties kunnen zich daaraan spiegelen.

De vaak zeer lokale 'nieuwe coöperaties' worden gedreven door een mengeling van economische motieven, de wens onafhankelijk te worden van grote anonieme organisaties en soms een spelelement gericht op een nieuwe levensstijl. Terwijl het maatschappelijk discours steeds nadrukkelijker stoelt op wantrouwen als organisatieprincipe (controle, controle!), laten lokale coöperaties zien dat er behoefte is aan organisaties gebaseerd op onderling vertrouwen. Een trend die al wordt opgepakt in bedrijven met een krachtig personeelsmanagement. De biobased economy, met zijn inherente tendens naar decentralisatie, sluit heel goed aan bij een maatschappelijke trend naar vertrouwen en betere samenwerking – de eigenlijke betekenis van het woord 'coöperatie'.



## Een overvloed aan duurzame technologieën

**De biobased economy is alleen maar mogelijk dank zij de ontwikkeling van duurzame technologieën. Deze komen in grote hoeveelheden op de markt: in belangrijke sectoren als energie, chemie en automotive is verlagen van de footprint het belangrijkste doel geworden van de R&D.**

Vroeger maakten we penicilline uit aardolie. Het syntheseproces was slim maar moeizaam en het product was onzuiver. Dat was het gevolg van organische verontreinigingen die achterbleven. Sinds twintig jaar kunnen wij penicillines maken door middel van fermentatie. Het nieuwe productieproces is in alle opzichten superieur aan het oude: zuiverder product, minder energie- en grondstoffengebruik, geen gebruik van giftige oplosmiddelen, minder en minder giftig afval. En het product is concurrerend. Winst aan alle kanten.

Het voorbeeld staat niet op zichzelf. Wij kunnen alles veel beter maken dan vroeger door nieuwe technologieën. Materialen zijn dunner en sterker. Ze kunnen door kleine ingrepen, bijvoorbeeld met nanotechnologie, nieuwe eigenschappen krijgen, zoals magnetische eigenschappen of waterafstotendheid. Bijvoorbeeld door het aanbrengen van zeer dunne lagen kunnen materialen 'custom made' worden geproduceerd. Materiaaltechnologie ligt ten grondslag aan vele ontwikkelingen in bijvoorbeeld zonnecellen, batterijen, verven – en die ontwikkelingen leiden weer tot goedkope zonnestroom, elektrische auto's en bijzondere autolakken.

Technologische optimisten vinden de 'groene economie' achterhaald, omdat hij gesubsidieerd is. De nieuwe economie noemen zij blauw – omdat de aarde vanuit de ruimte blauw lijkt. Hij is goedkoop, betaalt zichzelf, komt snel met oplossingen en is tegelijkertijd goed voor mens, samen-

leving en milieu. 'Open source' ontwikkeling van technologie vormt zijn ruggengraat. Ook buiten de industriële wereld werkt deze benadering.

Ook in de biobased economy gaan de technologische ontwikkelingen snel. Nu wij meer te weten komen over de werking van de levende natuur komt een nieuwe tak van onderzoek op, niet meer 'biobased' maar 'bio-inspired'. Hierin zijn niet langer de groene grondstoffen het uitgangspunt, maar de natuurlijke processen. Een voorbeeld is het onderzoek naar fotosynthese, een proces met vele stappen dat onderzoekers wel in kaart hebben gebracht maar nog lang niet kunnen reproduceren. Eén van de onderzoekslijnen naar kunstmatige fotosynthese bestaat daaruit dat onderzoekers het proces proberen na te bouwen, niet met de natuurlijke enzymen, maar met erop gelijkende stoffen – met andere woorden geïnspireerd door de natuur of bio-inspired. Dat loopt parallel met soortgelijk onderzoek, waarbij men bij genetisch gemodificeerde organismen het proces halverwege afbuigt, om andere producten (dan bijvoorbeeld cellulose) te verkrijgen. Of onderzoek waarbij men met enzymen slechts een deel van het proces kopieert. De ontwikkeling van de wetenschap op deze terreinen gaat razend snel. De blauwe economie ligt om de hoek.

[www.theblueeconomy.org](http://www.theblueeconomy.org)

## Synthetische biologie en chemische biologie groeien naar elkaar toe

**De biobased economy is een praktische aangelegenheid die gericht is op de efficiënte verwerking van landbouwproducten en landbouwfval tot chemische stoffen en materialen. Maar aan de puur wetenschappelijke randen van de biotechnologie gebeurt ook het nodige: onderzoekers proberen processen in de levende cel beter te begrijpen.**

De synthetische biologie heette vroeger gentechnologie; deze tak van wetenschap werkt vanuit de cel. De chemische biologie gaat uit van moleculen. Beide onderzoeksgebieden groeien langzaam naar elkaar toe en vormen zelfs hier en daar al een overlap. De synthetische biologie probeert (voor bepaalde toepassingen) 'nutteloze' eigenschappen uit de cel te verwijderen en zoekt naar wat minimaal nodig is om de cel aan de gang te houden. In feite proberen onderzoekers zo synthetisch leven te construeren; ze doet dat door de 'hardware' van de bestaande cel zoveel mogelijk in stand te houden en die cel van nieuwe 'software' te voorzien door sommige genen uit te schakelen en andere in te brengen. Om vervolgens te onderzoeken wat die cel nog kan en of hij nog doet wat wij van hem willen.

Volgens onderzoekers heb je uiteindelijk ongeveer 150 genen nodig voor het maken van eiwitten waarmee je een cel aan de gang kunt houden. Daarna voeg je weer andere eiwitten toe en dan heb je een cel, of een bacterie, gemaakt die exact doet wat je wilt. Zo zal de nieuwe fermentatie in de biobased economy er op een gegeven moment uit gaan zien. We kunnen dan chemische producten maken met behulp van zeer nauwkeurig geconstrueerde en geprogrammeerde bacteriën. Tegen die tijd hebben we wel veel meer inzicht gekregen in natuurlijke processen en kunnen

we de opbrengst van het biotechnologische proces aanzienlijk verhogen. Dit is tot op heden de verst ontwikkelde, en steeds meer toegespitste, kant van de synthetische biologie. Veel bedrijven beschikken al over dergelijke bacteriën, plug bugs genaamd, die zulke fermentatieprocessen voor hen kunnen uitvoeren.

Aan de andere kant is er de chemische biologie die processen in de levende cel beter probeert te begrijpen en tracht langs die weg een nieuwe, levende cel te bouwen of die te veranderen, zonder in te grijpen in de genen zoals de synthetische biologie dat doet. Chemisch biologen doen dat bijvoorbeeld door kleine moleculen (eiwitten) te maken die in de cel bepaalde processen aan en uit kunnen zetten. Daarnaast zoeken ze ook naar moleculen die specifiek binden aan de actieve kant van eiwitten. Activity based profiling, zoals deze methode wordt genoemd, is een activiteit die vooral wordt toegepast voor het maken van nieuwe medicijnen. Chemisch biologen slagen er ook steeds meer in om controle te krijgen over de chemie in levende systemen. Een goed voorbeeld vormen eiwitmoleculen die eiwitten, suikers en vetzuren in het menselijk lichaam kunnen koppelen met niet-natuurlijke componenten. Via slimme methoden worden bepaalde reactieve elementen in de cel ingebouwd. De positie van deze elementen wordt daarna uitgelezen door gebruik te maken van chemisch zeer selectieve probe-moleculen. Deze technologie wordt bijvoorbeeld toegepast voor koppeling met de suikermantel die om cellen aanwezig is. Die mantel verandert in tijd en samenstelling onder bepaalde omstandigheden, zoals bij ziekte. Door de koppeling met zulke eiwitmoleculen kunnen we gecontroleerde chemie op het niveau van de cel uitvoeren. Een stap verder is om kunstmatig DNA (XNA genoemd, waarbij de nucleobasen op een andere manier dan via fosfaten aan elkaar gekoppeld zijn) als alternatief voor DNA te gebruiken.



## Omgaan met de complexiteit van biomassa

**Biotechnologische onderzoekers van de toekomst kunnen we vergelijken met koks die de heerlijkste gerechten maken uit hun grondstoffen – maar dan koks die op moleculair niveau precies weten wat zij doen.**

Voor moleculair denkende wetenschappers zoals chemici en biotechnologen is het gebruik van biomassa voor energieproductie bijna een doodzonde. Biomassa, ongeacht de oorsprong, kent een gigantische moleculaire complexiteit. De complexiteit van leven. Het opstoken daarvan is als het verbranden van onze antieke meubelen – iets wat we alleen zullen doen in geval van uiterste nood. Dit lijkt sterk op het gevoel van leken, maar net een slag anders. Leken vinden het gebruik van voedsel voor autobrandstof ethisch en moreel niet verantwoord, maar het gaat er om of Europa het gebruik van haar voedselvoorraden voor voedingsdoeleinden of voor andere toepassingen in balans kan houden. Er zijn verantwoorde manieren van gebruik van biomassa, met behoud van hun complexiteit – ze zijn alleen nog niet geheel ontwikkeld.

Toch zijn we in onze welvarende hoog-technologische maatschappij hard bezig gegaan met biomassa voor energieopwekking. En waarom? Angst dat we in de kou zouden komen te zitten; of voor uit de hand lopende klimaatveranderingen. En platter: snel geld verdienen op de emotionele golven van deze angsten. Maar er is ook een diepere oorzaak: wetenschappelijk reductionisme. Onderzoekers groeiden op met het idee dat wij de werkelijkheid kunnen begrijpen vanuit overzichtelijke, hapklare brokken. Door combinatie hiervan tot ingewikkelde structuren en functies hopen we de werkelijkheid te benaderen. En toch blijkt de levende werkelijkheid steeds weer complexer; het verbaast ons elke keer weer hoeveel we nog kunnen leren van de ingewikkeldheid van leven en natuur.

Dit reductionisme hebben wij gemaakt tot basis van onze (petro)chemische industrie. De grondstof aardolie wordt afgebroken tot eenvoudige chemische ‘bouwstenen’ en vervolgens worden alle producten daaruit weer opgebouwd. Bij benutting van biomassa hebben we deze benadering overgenomen, zonder er acht op te slaan dat de nieuwe grondstof oneindig veel complexer is. Het voordeel is dat we op deze manier drop-ins produceren, waarvoor al ontwikkelde markten bestaan, al willen de producenten er wel graag een ‘groene’ premie voor ontvangen. Toch kan dit alleen een overgangsfase zijn naar het benutten van de volledige complexiteit, omdat daarin al vrijwel alle functies worden vervuld die wij van onze materialen verlangen. We zouden deze alleen nog hoeven te verfijnen en verbeteren.

Hier wordt de parallel met de kok duidelijk. Moleculaire wetenschappers weten steeds beter uit te leggen wat de kok nu precies doet. Ook de boer is zo’n kunstenaar. Boeren weten heel goed hoe ze hun vee of hun akker moeten gebruiken om tot een gezond en productief dier te komen en de oogst van hun akker te maximaliseren. Ook hier slagen de wetenschappers er steeds beter in, te laten zien wat het moleculaire geheim van de boer is.

Dit moeten wij gaan doen: biomassa niet meer eerst reduceren tot eenvoudige bouwstenen, maar beter begrijpen en dan horizontaal oversteken, of beter nog, de bestaande complexiteit in een hogere complexiteit omzetten, met betere of nieuwe toepassingsmogelijkheden. De moderne biotechnologie gaat een eind in de goede richting. En in het onderwijs moeten we aan jonge mensen leren wat complexiteit is en hoe ze ermee om kunnen gaan, ten nutte van de maatschappij.

<http://www.biobased-society.eu/nl/2013/02/omgaan-met-de-complexiteit-van-biomassa/>

## Eigen energieopwekking belangrijk thema in de circulaire economie

**Eigen energieopwekking wordt een belangrijk sociaal thema in de circulaire economie. Economische kringlopen worden daardoor kleiner, mensen krijgen een andere relatie tot hun omgeving. Het 'boerenmodel' van kennisdelen wordt belangrijker.**

Eigen energieopwekking met zonnecellen is 'hot'. Het blijkt veel mensen aan te spreken om minder afhankelijk te zijn van de buitenwereld met zijn anonieme callcenters en gewild-vrolijke reclames. Zonne-energie (photo-voltaics, PV) verstrekt daarmee niet alleen een technologisch maar ook een sociaal ideaal. Voor veel mensen blijkt de financiële opbrengst niet eens het belangrijkste motief voor een positieve benadering van zonne-energie.

Zonnecellen produceren elektriciteit en daarin ligt een belangrijke beperking. Opslag van elektriciteit is vrij duur en veroorzaakt energieverlies. Het elektriciteitsnet kan worden gebruikt als buffer (levering van overschotten), maar de capaciteit daarvan wordt beperkt door de lay-out van het net. Elektriciteitsbedrijven zijn nog gericht op eenrichtingverkeer (van grote centrale naar afnemer), en zij moeten kosten maken om grote hoeveelheden decentrale zonne-energie in te passen; de zelfopwekker merkt dit in de vorm van tegenwerking, beperkingen en lage terugleververgoedingen.

Over tien à twintig jaar komen ook BioSolar cells (biozonnecellen) op de markt, die geen elektriciteit maar een brandstof, of een ander product, leveren. Bijvoorbeeld waterstof – maar ook waterstof heeft ernstige beperkingen doordat een infrastructuur ontbreekt. Daarom gaan de gedachten meer uit naar brandstoffen waarin waterstof is gebonden aan koolstof, zoals methanol of diesel. Deze zijn gemakkelijk op te slaan

zodat ze op een later tijdstip weer kunnen worden gebruikt.

Decentrale energieopwekking met zonnecellen of BioSolar cells ligt in het hart van de biobased economy. Met die decentrale opwekking kunnen regio's zelf voorzien in een steeds groter deel van hun energievraag. Zeker als het potentieel van efficiënter energiegebruik benut gaat worden. Wij kunnen huizen en gebouwen nu energieneutraal bouwen (met ondergrondse warmtebuffer voor het teveel aan energie dat zij in de zomer opvangen); auto's worden zuiniger en de industrie gaat overschakelen naar processen met laag energiegebruik. Door de combinatie van agro en chemie kunnen regio's in de toekomst veel materialen zelf maken; met (organische) zonnecellen, BioSolar cells en ondergrondse warmteopslag (aangevuld met windenergie en aardwarmte) kunnen zij straks hun energiebehoefte dekken. Het is een kwestie van investeren om dit sneller te realiseren. Dit is toekomstmuziek, maar wel muziek die de richting aangeeft voor onze maatschappij.

In sociaal opzicht kan het verkleinen van economische cirkels grote invloed hebben. Mensen zullen eerder geneigd zijn hun kennis met elkaar te delen en op die manier de opbrengst van hun (bio)zonnecellen te verhogen. Individuele energieproducenten hebben er geen belang bij om hun kennis voor zichzelf te houden; juist het delen van kennis geeft een extra dimensie aan de activiteit. Wij kunnen dit, wat gechargeerd, het 'boerenmodel' van omgaan met kennis noemen, misschien beter gezegd het 'open source' model. Terwijl de hele industriële wereld probeert zijn IP af te schermen, floreren de werkgroepen van boeren en boerenzoons waarin zij hun laatste kunstgrepen aan elkaar vertellen. Dit boerenmodel van kennisdelen zal sterk bijdragen aan de sociale cohesie in de biobased society.

<http://www.biobased-society.eu/nl/2013/01/iedereen-hobbyboer/>





## De rol van alfa- en gamma-onderzoekers in de biobased society

**De samenleving beweegt niet alleen in de richting van de biobased economy, maar daar bovenuit naar de biobased society. De alfa- en gammatwetenschappen zijn net zo belangrijk voor deze ontwikkeling als de bètawetenschappen.**

In onze maatschappij lag altijd veel nadruk op R&D in de bètawetenschappen. Met wetenschap en technologie ontwikkelt de samenleving nieuwe mogelijkheden, die zich vertalen in toekomstige welvaart. R&D speelt een belangrijke rol in de concurrentie tussen bedrijven en tussen landen. Maar we vergeten vaak dat nieuwe technologieën nieuwe verhoudingen tussen mensen brengen, bijvoorbeeld in de manier waarop wij communiceren met elkaar en waarop we de economie organiseren. Denk aan de invloed van ICT op de maatschappij. Natuurwetenschappelijke R&D zonder oog voor de sociale invloed van technologie is als volle kracht vooruit varen in de nacht, met de radar uitgeschakeld.

Bij de voortgang van de biobased technologie is effectieve en efficiënte duurzame ontwikkeling van het grootste belang. Duurzaamheid is de dieper liggende reden van deze ontwikkeling en daarom (naast economisch nut) de ultieme maatstaf. Natuurwetenschappelijke onderzoekers hebben een paar vuistregels om duurzaamheid te bepalen. Maar duurzaamheid gaat in wezen om de lange termijn – we kunnen er daarom op korte termijn geen zekere uitspraken over doen. Proefprojecten en labtesten geven geen definitieve antwoorden.

Alfa- en gamma-onderzoekers moeten daarom aan boord komen. Waarom maatstaf X en niet maatstaf Y? Moeten we CO<sub>2</sub>-reductie als maatstaf nemen,

omdat het klimaatprobleem zo ernstig is, of moeten we altijd oog houden voor andere kenmerken van duurzaamheid? Hoe deze ten opzichte van elkaar te wegen? Hoe gaan we om met verschillende visies en de daar meestal mee verbonden belangen? Wanneer moeten we een bepaald effect ‘bewezen’ achten (denk aan de klimaatwetenschap)? Geldt dat bewijs dan ook in de rechtszaal? Wanneer zijn onderhandelingen op hun plaats, wanneer is wetgeving nodig? En welke regels bij die onderhandelingen? Welke verantwoordelijkheden mogen we verwachten van ondernemingen, wat moeten overheden (welke) regelen? Wie beschermt de belangen van degenen die niet aan tafel zitten. Hoe doen we dat op nationaal niveau, en hoe in de internationale arena? Wezenlijke vragen. En toch hebben bèta-onderzoekers vrijwel altijd de neiging om alfa- en gamma-onderzoek te beschouwen als bijkomstigheid, ook in groene R&D-programma's. Het gaat nu echter niet meer om de bekende tegenstelling tussen alpha's enerzijds en bèta's anderzijds. We moeten de toekomst benaderen via het omgaan met complexe vraagstukken die om een multi- en een transdisciplinaire benadering vragen. Multidisciplinair in de zin van het gebruik maken van de wetenschappelijke disciplines (alfa, bèta en gamma). Transdisciplinair in de zin dat ook maatschappelijke ervaring wordt ingeschakeld.

Ook economische onderzoekers hebben een belangrijke rol. Economische modellen moeten opnieuw worden getoetst, want de relaties tussen sectoren gaan in de biobased economy zeker veranderen. Maar in welke richting, en hoe snel? Wordt het niet tijd om het BNP te herdefiniëren? Hoe belangrijk wordt regionalisering in de biobased economy, en welke beleidsinstrumenten horen daarbij? De overheid is een belangrijke afnemer van alfa- en gamma-onderzoek in de biobased economy, maar lijkt zich dat niet altijd te realiseren.

<http://www.be-basic.org/research/societal-embedding.html>

## Potentieel van biomassa

**Er zijn veel controverses rond het gebruik van biomassa voor energie. Er zijn sterke voor- en tegenstanders. Deze controverses komen terug in schattingen over het potentieel voor biobrandstoffen. Maar de landbouw kan de vraag naar biochemicalïën ruimschoots aan. Niet die voor biobrandstoffen.**

Al sinds biomassa in het vizier kwam om de CO<sub>2</sub>-uitstoot terug te brengen, is het omstreven of de landbouw de vereiste hoeveelheden wel aan kan. Op een wereldenergiegebruik van ca. 16 TW lopen de schattingen over potentieel voor biomassa uiteen van ca. 2 tot 20 TW, een verschil van een factor 10. Het laagst komen de studies uit die de historische ontwikkeling van de landbouwproductiviteit als uitgangspunt nemen; het hoogst de studies die kijken naar het technisch haalbare potentieel.

Er komt op aarde een vermogen aan zonne-energie binnen ter grootte van 160.000 TW. Daarvan gaat minder dan 100 TW naar biomassa. Wij zouden van dat biomassagedeelte wellicht 20 TW van kunnen winnen voor onze energiebehoefte, maar iedereen met gevoel voor verhoudingen begrijpt dat we beter de stroom zonne-energie kunnen aftappen. Bij biomassa zullen we snel tegen grenzen oplopen. Er is maar één reden waarom we niet op grote schaal zonne-energie benutten: de prijs. En zelfs bij maximale inspanning kan zonne-energie niet snel genoeg groeien om de CO<sub>2</sub>-uitstoot voldoende snel terug te brengen.

Het rendement van commerciële zonnecellen (als percentage van het zonlicht dat erop valt) ligt rond 15% of hoger. Zonne-energie is daarmee sterk in het voordeel ten opzichte van biomassa: het rendement van de fotosynthese waarmee biomassa wordt gevormd, ligt typisch bij de 0,5%. Ook al is er nu nog deels een prijsprobleem, op den duur zal zonne-

energie het winnen van biomassa op basis van rendement. Dat geldt niet alleen voor PV maar ook voor BioSolar cells. Op beide terreinen is er nog een groot potentieel aan technisch-wetenschappelijke verbeteringen waardoor de prijzen zullen dalen.

Grootschalig gebruik van biomassa voor energie is misschien een tussenoplossing. Maar ook hier is de prijs een probleem. Momenteel zetten overheden maximale druk om gebruik van biobrandstoffen te bevorderen, zowel met subsidies als door verplichtingen. Ze moeten wel als ze op deze manier de CO<sub>2</sub>-uitstoot willen terugdringen, want de markt vraagt niet uit zichzelf om bio-energie. De aanleg en exploitatie van energiebossen of energieakkers zal door het lage rendement niet renderen. Toch is er in Nederland één energietoepassing van hout die rendeert zonder overheidssteun: top- en takhout uit de Nederlandse bossen wordt gebruikt voor ruimteverwarming, bijvoorbeeld bij stadsverwarming. Waarbij de biomassa concurreert met het kleinverbruikerstarief voor aardgas, niet met steenkool of benzine. Maar dit is een kleine niche. De impopulair wordende biobrandstoffen kosten Europese burgers ook nog eens per saldo miljarden Euro's uitgeven per jaar; niet goed besteed.

Maar chemicaliën en materialen (waarnaar de wereldvraag 20 keer zo klein is) kunnen echter zonder veel problemen uit biomassa worden gemaakt; ze hebben het nog steeds op eigen kracht gered, zonder dat de overheid hoefde bij te springen.

<http://www.withouthotair.com>



## Kleinere soja-importen bij efficiëntere voedselketen

**De West-Europese voedselketen is minder efficiënt dan mogelijk is. Wij zouden de importen van veevoeder, vooral van soja, sterk kunnen verminderen door de efficiëntie van de keten te verbeteren. Denk ook aan de mogelijkheden van wieren en algen.**

Elke West-Europeaan consumeert per dag ruim 2.500 kcal. Maar om dit eten op het bord te krijgen, verbruikt onze maatschappij 50.000 kcal per inwoner in de keten. Dit bedrag omvat alle bijdragen zoals (het recyclen van) kunstmest, transporten en industriële bewerkingen, energie voor het bereiden van de maaltijd en het bewaren van de voedingsmiddelen thuis in de vrieskast. Verliezen treden overal op in de vorm van weggegooid voedsel, rot en vraat, ongebruikte reststoffen, mest en geloosde restwarmte. De efficiency van onze voedselketen is zodoende slechts een schamele 5%.

Het gevolg is dat West-Europa een veel grotere footprint heeft dan zijn eigen landoppervlak. Want om deze inefficiënte voedselketen in stand te houden moet veel veevoeder worden ingevoerd, dat elders wordt verbouwd. Dit geldt in extreme mate voor Nederland, met zijn grote veestapel. Het Nederlandse landbouwareaal omvat ca. 2 miljoen hectare; maar voor de Nederlandse productie van voedingsmiddelen (incl. wat bestemd is voor de export van bijvoorbeeld vlees) is ca. 6 miljoen hectare in gebruik. Door het tegengaan van inefficiëntie, door de efficiency van 5% te verhogen tot een nog altijd magere 10%, kan dit areaal tot de helft worden teruggebracht. Daarnaast is de Noordzee, van het noorden van Noorwegen tot het zuiden van Spanje zeer geschikt voor de productie van zeewier en is algenproductie in het zuiden van Europa goed mogelijk.

Vegetariërs wijzen vaak op de inefficiëntie van vleesproductie. Voor één kilo rundvleeseiwit is acht kilo plantaardig eiwit nodig; bij varkens ligt de verhouding beter (een op vier), bij tilapia slechts een op twee. Er gaat dus veel eiwit verloren. Hoewel hier duidelijk een probleem ligt ('stel dat alle Chinezen ons westerse dieet gaan volgen'), zit de inefficiëntie van de voedselketen in alle stadia van teelt, verwerking en gebruik. Inputs van kunstmest en energiegebruik bij teelt, oogst en verwerking tellen mee als energieverlies. Verbetering van de efficiëntie in de voedselketen zou op alle niveaus moeten worden aangepakt. De hoeveelheid energie die daarbij kan worden bespaard is zeer aanzienlijk, globaal gelijk aan het verbruik in de hele transportsector.

Een aantrekkelijke vorm van verbetering van de efficiëntie in de keten is het beter benutten van binnenlandse gewassen. Uit binnenlandse gewassen als gras en suikerbieten kunnen wij met bioraffinage veel eiwit winnen. Voor hetzelfde doel wordt ook gedacht aan nieuwe teelten, zoals van zeewier of algen, maar daarvoor is nog veel ontwikkelingswerk nodig. Eiwittekorten in Nederland worden vooral aangevuld met import van diervoeders, vooral sojaschroot en raapschroot. Brazilië is een grote leverancier. Soja (voor een belangrijk deel genetisch gemodificeerd) wordt veel geteeld in het Amazonegebied op gronden waar tropisch regenwoud is gekapt. Reductie van soja-importen is daarom van groot belang.

Als we bioraffinage op deze manier toepassen, verminderen we de druk op het tropisch regenwoud, maken we het binnenlandse mestprobleem kleiner (doordat de boer precies die eiwitten kan geven aan zijn dieren die zij nodig hebben), en kunnen we er zelf ook nog geld mee verdienen.

<http://www.biobased-society.eu/nl/2013/05/kleinere-soja-importen-bij-efficiëntere-voedselketen/>

## Fosforterugwinning, een urgente zaak

**Fosfor is een essentieel element bij de opbouw van plantaardige en dierlijke biomassa. Maar waar levende organismen stikstof en zuurstof uit de lucht kunnen halen voor hun processen, komt fosfor winbaar slechts voor als delfstof, in de vorm van fosfaat. De winbare voorraden zijn beperkt – we hebben nog voor enkele tientallen jaren – en ze bevinden zich niet allemaal in politiek stabiele gebieden. Er is maar één oplossing, hergebruik. Liefst tot vrijwel 100%. Dat is lastig en het zal veel politieke, maatschappelijke en technische inspanning vergen.**

Europa heeft nóg een probleem. Wij hebben geen fosfaat in ons werelddeel en importeren het als erts en in veevoeder. De makkelijk winbare voorraden bevinden zich in China, de VS, Marokko en nog enkele landen. De prijs van het erts is onbeheersbaar. In 2008 bijvoorbeeld was er een stijging van 800%. Erger is dat als het fosfaat op is, dat wil zeggen als het zo verdund is in het milieu dat we er geen fosfaatmest meer van kunnen maken, de productiviteit van de landbouw dramatisch zal teruglopen, waardoor de landbouw nog maar een fractie van het huidige aantal monden zal kunnen voeden. In dat licht is het onbegrijpelijk dat er pas sinds kort meer aandacht is voor het probleem van dreigende fosfaattekorten. Nederland, Duitsland en België schenken er de meeste aandacht aan. En vooral Japan. Allemaal landen die niet over fosfaatvoorraden beschikken.

De wereld gebruikt ongeveer 20 Mton/jaar fosfaatmeststoffen. Dat is in Europa ongeveer 3 kg P per inwoner per jaar. Veel fosfaat blijft in de bodem of spoelt voor een deel uit naar zee die overigens heel veel fosfor in zeer geringe concentratie bevat volgens de bekende verhouding: 106: 16: 1 tussen koolstof, stikstof en fosfor. Die fosfor is dus moeilijk te winnen. Een deel komt via voedsel en veevoer terecht in mest, een deel verdwijnt via wasmid-

delen in afvalwater. Het terugwinnen van zoveel mogelijk fosfor op alle mogelijke manieren (menselijke en dierlijke fecaliën) lijkt daarom van het allerhoogste belang. Dat is moeilijk omdat fosfaat vaak besmet is met zware metalen. TUDelft en TNO ontwikkelden ooit een proces om cadmium te verwijderen uit het erts. Het proces is nooit toegepast, rijke landen kochten duurder cadmiumvrij erts en de arme landen hadden er geen geld voor.

Europa heeft een project gestart voor het gebruik van fosfaat op een meer duurzame manier en wil hergebruik van fosfor zoveel mogelijk bevorderen. In maart 2013 is een eerste conferentie gehouden, met als belangrijkste onderwerp de zekerstelling van de fosfaatbehoefte van toekomstige generaties. Europa gaat haar wetgeving op dit punt aanpassen zodat zuiveringsslib straks terug op het land mag.

Er zijn inmiddels diverse projecten voor het terugwinnen van fosfor uit zuiveringsslib door vergisting. Zo wordt in de Amsterdamse afvalwaterzuivering een grote proefinstallatie gebouwd die – vanaf eind 2013 – op deze manier struviet vormt, een fosfaathoudens materiaal dat kan worden gebruikt als vervanger van fosfaaterts bij de productie van kunstmest. Die vergisting levert verder biogas en teruggewonnen vezels uit toiletpapier die zullen worden gebruikt tegen het uitzakken van asfalt in de wegenbouw. De installatie gaat duizend ton struviet per jaar produceren. Struviet kan straks ook worden gebruikt als kunstmest voor de eigen tuin bij particulieren, wat de afvalwetgeving tot nu toe verbiedt. Een ander mogelijkheid proces is het slib te verbranden en het fosfaat uit de as terug te winnen. Dat kon altijd bij Thermphos in Vlissingen, de enige fosforfabriek in Europa. Maar die is nu gesloten; daar zal een Europese oplossing voor moeten worden gevonden.

<http://edepot.wur.nl/163942> (Sustainable Use of Phosphorus)



## De nieuwe logica van de biobased economy

**De biobased economy ontwikkelt een andere logica dan de bestaande economie. De biobased economy gebruikt zijn grondstoffen zo efficiënt mogelijk. Dat leidt naar een circulaire economie. Met zo klein mogelijke kringlopen van afzet, gebruik, hergebruik en recycling.**

We kunnen dat illustreren met een voorbeeld: suikerbieten. Er zijn in Nederland nog maar twee suikerfabrieken, een in het noorden en een in het zuiden. De bieten, die voor 75% uit water bestaan, worden over relatief grote afstanden vervoerd, samen met resten aanhangende aarde. Het productieproces is geoptimaliseerd voor het maken van suiker. De fabriek moet echter iets doen met de resten aarde en met de minerale bestanddelen van de bieten die overblijven aan het eind van het proces. Die mineralen komen terecht in het belangrijke restproduct: de melasse, die behalve die mineralen ook nog een grote hoeveelheid suiker bevat. Uit melasse maakt men ethanol of bakkersgist. De afvalwaterstroom van deze processen bevat nog steeds mineralen, in lage concentratie. De indampert die de mineralen concentreert vergt een grote investering en het proces vraagt veel energie. Een beetje ethanol- of gistfabriek verzamelt al snel een flinke hoeveelheid van het mineraal kalium op het fabrieksterrein goed voor de bemesting van 50.000 hectare landbouwgrond. Het is een forse logistieke operatie om zelfs deze geconcentreerde kalium op die oppervlakte uit te rijden. Het lijkt zo'n mooi voorbeeld van een circulaire economie: de minerale bestanddelen komen uiteindelijk weer terug op het land. Maar doordat de omvang van de cirkel zo groot is en de mineralen uit het proces in zo'n lage concentratie vrijkomen, verspillen we veel kapitaal en energie en veroorzaken nodeloos transport.

Onderzoekers aan Wageningen UR hebben een kleinschalig proces voor verwerking van suikerbieten ontwikkeld dat de hoeveelheid bieten van 500 hectare kan opwerken tot een tussenproduct: een houdbare suikeroplossing. De 'reststroom' die daarnaast overblijft, bevat nog suiker die wordt verwerkt tot ethanol, eveneens op kleine schaal. De mineralen uit de biet die dan nog in lage concentraties overblijven, hoeven niet te worden geconcentreerd en gezuiverd, omdat de boer dit land gemakkelijk met zijn trekker kan bereiken. Verder kan de boer zijn tussenproduct op elk moment van het jaar aan de fabriek aanbieden, en deze laatste kan zodoende het hele jaar door draaien, in plaats van slechts een paar maanden per jaar zoals nu het geval is in de suikercampagne.

Voor een goede businesscase moet de boer aan het begin van de waardeketen alleen meenemen wat nuttig is: dat voorkomt onnodige transportkosten, energiegebruik, en investeringen aan het eind van het productieproces bij de verwerking van reststromen. Deze werkwijze voorkomt ook problemen met zware metalen uit de akkergrond, die in resten aarde bij de centrale fabriek terecht komen. Er ontstaat een laag van intermediaire verwerking tussen boer en centrale fabriek. Deze tussenschakel versterkt de positie van het platteland in de economie. Naarmate de technologie voortschrijdt kunnen op dit intermediaire niveau allerlei nieuwe activiteiten worden ondergebracht. Boeren kunnen bijvoorbeeld in coöperatie ook het loof van de bieten, dat 40% van de biomassa omvat, verwerken en daaruit eiwitten en vezels afscheiden. Allemaal processen die beter decentraal dan centraal kunnen gebeuren. Dit noemen we de 'nieuwe logica' van de circulaire economie.

<http://www.biobased-society.eu/nl/2013/05/johan-sanders-ga-inefficiency-tegen-bij-de-ontwikkeling-van-de-biobased-economy/>

## Gras

**Het Nederlandse grasareaal (1,2 miljoen hectare) leent zich voor meer activiteiten dan begrazing door koeien. Gras bevat vezels, eiwitten, mineralen en inhoudsstoffen (koolhydraten) die – na bioraffinage – de grondstof kunnen vormen voor industriële bewerkingen. Ook verwante gewassen als bieten (bladeren) en luzerne kunnen in zulke componenten worden gesplitst.**

Gras bevat onvoldoende eiwit voor een koe om op topniveau te kunnen presteren. Dan zou ze viermaal zoveel gras moeten eten. We voeren daarom veel soja-producten in als krachtvoer. Er is echter meer dan voldoende gras in Nederland om de koe via grasraffinage van de nodige hoeveelheid eiwitten te voorzien. Nog interessanter wordt het als we dit eiwitrijke sap gaan voeren aan varkens, kippen en paarden. We kunnen dan die soja-importen nog verder terugdringen (zie elders in dit boek). En misschien kunnen we dan wel met minder antibiotica toe voor de varkens. Mogelijk zitten er in de graseiwitten wel natuurlijke antibiotica. Op den duur leren we misschien hoe we graseiwit moeten splitsen in componenten die nog meer waarde toevoegen.

De overige stoffen kunnen apart op de markt. Grassa, een van de bedrijven in deze sector, probeert grondstof voor de productie van papier en karton te maken uit de grasvezel. Voor de suikers en polysachariden zoeken ze nog een markt. Het grassap met alle mineralen voeren ze terug naar het land, om de bodemvruchtbaarheid in stand te houden. De eiwitten gaan deels naar de koeien en in andere veevoeders.

Het Nederlandse bedrijf HarvestaGG benadert gras op een andere manier. Ten eerste gaat dit bedrijf niet uit van permanent grasland – zij gaan rietzwenkgras telen als akkerbouwgewas, in een vierjarige gewasrotatie. Het gemaaid gras wordt vergist, het geproduceerde biogas gezuiverd en afgekoeld tot LBG, Liquefied BioGas, ofwel vloeibaar gemaakt biogas. Ze willen dit verkopen als premium vrachtwagenbrandstof: de vrachtauto rijdt veel verder (naar Berlijn en terug) op een tank LBG dan op een tank dieselolie – en bovendien is de brandstof groen. Aan het eind van het seizoen oogst HaverstaGG het gehele gewas. Een ander deel ploegen ze terug voor de bodemkwaliteit, weer een ander deel wordt verwerkt tot hoogwaardige turf – hoogwaardig omdat deze nog alle mineralen bevat.

Bietenbladeren zijn qua samenstelling vergelijkbaar met gras – en de suikerbiet heeft tot 45% van zijn biomassa in het blad. Bedrijven die bioraffinage voor gras ontwikkelen, kijken dan ook met een schuin oog naar het bietenblad, dat tot nu toe werd ondergeploegd. Gewassen als luzerne, nu geteeld als tussengewas voor veevoer en bodemverbetering, kunnen we op dezelfde manier behandelen. In principe kunnen we met bioraffinage zelfs uit alle reststoffen van de akkerbouw nog nieuwe waarde halen (voor zover die reststromen niet nodig zijn voor bodemkwaliteit). Het veld is volop in beweging, het onderzoek naar de mogelijkheden is nog maar net begonnen. Nederland is er, met al ons gras en bietenbladeren, zeer goed voor geschikt.

<http://www.grassanederland.nl/>

<http://www.harvestagg.nl/nl/>



## Aardappelen

**Aardappelen bevatten voornamelijk zetmeel dat gebruikt wordt in menselijke voeding en diervoeder en vele industriële markten. En er zijn nieuwe commerciële toepassingen voor die andere belangrijke component, eiwitten. Dankzij bioraffinage.**

Zetmeel uit aardappelen heeft vele toepassingen. Het wordt gebruikt in gipspleister als verdikkingsmiddel, in vele soorten lijm, in papier ter verbetering van de structuur, als toeslagstof om de spinbaarheid van garens te verbeteren en in de vorm van gemodificeerd zetmeel voor waterzuivering. Het aantal toepassingen groeit nog steeds, want de innovatie staat op deze gebieden niet stil.

Maar vanuit de biobased economy gezien, vindt de meest spannende ontwikkeling plaats op het gebied van aardappeleiwit. Fabriksaardappelen bevatten tot twee procent eiwit. Deze eiwitten zitten er op een bijzondere manier in, namelijk opgelost in water. Dat eiwit is koud te ontsluiten en snel te verwijderen waardoor het niet coaguleert. AVEBE, de Nederlandse producent van aardappelzetmeel, heeft hiervoor een innovatief proces ontwikkeld. AVEBE scheidt het eiwit in twee fracties, die direct worden toegepast, zonder verdere raffinage. Eiwit uit aardappelen, gewonnen uit de reststroom en geïsoleerd tot een hoogwaardig product.

In de jaren vijftig en zestig werd het eiwit niet uit de reststromen verwijderd; dat was herkenbaar aan de schuimende sloten in de Veenkoloniën. Daarna ontwikkelde AVEBE een proces om het eiwit af te scheiden uit de reststroom door verhitting, waarbij het eiwit uitvlokt en afgescheiden kan worden. Dat eiwit wordt gebruikt voor hoogwaardig veevoer. Het proces kost veel energie. Sinds 2007 is een experimenteel proces operati-

oneel, gebaseerd op koude ontsluiting. De aardappelen worden geraspt, en daarna wordt binnen tien minuten – via geavanceerde absorptietechnieken – 90% van de eiwitten eruit gehaald.

Het eiwit in de aardappelen zit opgeslagen in vacuolen, in feite gaatjes om twee afzonderlijke fracties van eiwitten, die ook in de aardappel gescheiden voorkomen in waterige oplossing, en niet met elkaar in contact mogen komen omdat ze dan aan elkaar ‘plakken’. Het totale eiwit absorbeert AVEBE bij lage temperatuur in een ‘simulated moving bed adsorptie kolomstelsel’. De scheiding tussen beide fracties gebeurt met een pH-wisseling: één fractie ontstaat onder licht zure condities en de andere fractie onder neutrale condities. Het proces moet snel worden uitgevoerd om de eiwitten zo goed mogelijk uit de aardappelen te krijgen.

AVEBE rafelt deze twee fracties niet verder uit elkaar in afzonderlijke eiwitten en enzymen, maar past ze in hun geheel toe in voedingsmiddelen. Het is een typisch holistische benadering om die twee eiwitfracties in hun geheel te gebruiken. Daardoor bieden ze de meeste toegevoegde waarde, tegen zo min mogelijk kosten. Zo gaat de zure fractie bijvoorbeeld in sport- en in frisdranken, waarin het eiwitmengsel goed oplost. De neutrale fractie wordt onder meer gebruikt in slagroom, en als structuurverbeteraar in sorbetijs. Glutenvrije en lactosevrije levensmiddelen gebruiken ook deze eiwitmengsels. AVEBE is de enige leverancier van plantaardige eiwitten in het topsegment van de markt.

<http://www.avebe.nl/Innovatie/InnovatiedoorAVEBE.aspx>

<http://www.biobased-society.eu/nl/2013/03/koude-isolering-van-aardappeleiwit-een-prachtige-innovatie/>

## De suikerbiet, ‘the unbeatable beet’

**Suikerbieten vormen een stille kracht in de Europese biobased economy. Hun opbrengst per hectare is zo groot dat zij tweede-generatie gewassen in de schaduw stellen. Met de vrijgave van de productie in 2017 krijgt de biobased chemie de beschikking over een belangrijke grondstof.**

Dat suikerbieten tot nu toe zo weinig in de belangstelling hebben gestaan, hangt ongetwijfeld samen met de banvloek die over het industriële gebruik van eerste-generatie (eetbare) gewassen is uitgesproken. Maar ten onrechte. Niet voor niets geeft suikercoöperatie Cosun aan suikerbieten de koosnaam ‘the unbeatable beet’.

Suikers vormen de groene industriële grondstof voor alle commerciële biochemicalïen zoals ethanol, glycol, melkzuur en barnsteenzuur. Wij kunnen ze direct maken uit suikerriet en suikerbiet, twee gewassen met zeer hoge opbrengsten en een uitstekende CO<sub>2</sub>-balans. We kunnen ze ook maken uit zetmeel, bijvoorbeeld uit tarwe of maïs. Ook eerste-generatie gewassen. Of we kunnen ze maken uit tweede-generatie (oneetbare) gewassen door enzymatische omzetting van cellulose en hemicellulose; bijvoorbeeld uit grassen, stro of hout. Tweede-generatie gewassen staan sterk in de belangstelling van beleidsmakers, omdat ze geen conflicten zouden opleveren met de voedselvoorziening.

Toch is dat laatste een drogredenering. Tweede-generatie gewassen nemen land in, dat daarmee wordt onttrokken aan de voedselvoorziening. Een betere maatstaf is daarom de vraag hoeveel industrieel product (bijvoorbeeld ethanol) wij kunnen produceren bij de teelt van een hectare gewas. En dan komen suikerriet en vooral de suikerbiet als onbetwiste winnaars uit de vergelijking.

Tweede-generatie gewassen kwamen in de kijker toen duidelijk werd dat biobrandstoffen (bij voortzetting van het beleid) een aanzienlijk beroep zouden gaan doen op de voedselproductie; en toen in 2008 voedselrellen over de hele wereld duidelijk maakten dat de wereldvoedselsituatie niet meer rooskleurig was. Echter: als biobrandstoffen niet meer de focus vormen van de biobased economy, maar biomaterialen (met een veel kleinere grondstofbehoefte), dan vervalt dit argument. Dan hebben we de handen vrij om de zuivere vergelijking te maken: hoeveel product kunnen wij verkrijgen uit een hectare land?

Het Duitse nova-Instituut heeft onlangs een lans gebroken voor deze benadering. Het geeft een hele reeks van argumenten. Bijvoorbeeld dat de industriële teelt van eerste-generatie gewassen in geval van nood onmiddellijk naar de voedsel- of veevoermarkt kan worden omgeleid. Dit is, zegt nova, al voorgekomen in Brazilië in 2011 door een flexibel bio-ethanol quantum. Houtachtige biomassa daarentegen kan alleen de industrie voeden.

Nova wijst erop dat industrieel gebruikte eerste generatie gewassen veel bijproducten hebben, vooral eiwitten waaraan op wereldschaal een tekort is, geschikt voor voeding en veevoer; deze worden ook al gebruikt. En er is een economisch argument. Als biomassa wordt gebruikt voor tastbare producten, geeft dit veel meer omzet, toegevoegde waarde en werkgelegenheid per ton (en ook per hectare) gerekend over de hele waardeketen. Door hun hogere toegevoegde waarde hebben materialen en producten gemaakt uit groene grondstoffen veel minder subsidies nodig – of zelfs helemaal geen subsidies, als de marktverstoring door de eenzijdige steun aan bio-energie en biobrandstoffen wordt weggehaald. Het onderscheid tussen eerste en tweede generatie valt daarmee bijna weg.

<http://www.bio-based.eu/policy/en/index.php>





## Nederland, leverancier van hoogwaardige grondstoffen

**Nederland kan een hoogwaardig grondstoffenland worden. Niet op basis van aardgas, maar van suiker. Een grote kans voor de chemie en een mogelijk begin van de biobased economy op grotere schaal.**

Wat is er veranderd? Nederland produceerde altijd al suiker. Hoewel we meer zouden kunnen produceren, wordt per land de productie gelimiteerd door quota. Het spel rond suiker, de quota, de Europese bescherming van de eigen markt en de wereldhandelsprizen was altijd een onduidelijk geheel voor mensen die niet direct betrokken waren in deze business. Nu heeft de prijs van aardolie, en daarmee die van gas, óók weinig te maken met de werkelijke productiekosten, maar het spel rond de suikerprizen, subsidies, gefavoriseerde landen en toegestane hoeveelheden was nog aanzienlijk ingewikkelder, ofschoon wel in detail geregeld.

Nu vindt er een doorbraak plaats. Nederland was altijd goed in het verbouwen van suikerbieten. Nederlandse boeren kunnen per hectare – op een areaal op basis van rotatie van ruim 200.000 hectare geschikt voor bieten – een opbrengst van 13 tot 15 ton suiker behalen. Dat gaat in de toekomst verder omhoog, de Nederlandse boeren zitten nu al in de wereldtop. Volgens het Europese quotasysteem voor voedsel mag Nederland momenteel een kleine miljoen ton ‘voedselsuiker’ maken, terwijl het land gemakkelijk drie miljoen ton suiker kan produceren. Derhalve wordt er momenteel slechts 73.000 hectare ingezaaid. Die extra twee miljoen ton mogen wij onder de huidige regelgeving wel produceren, maar niet verkopen op de voedselmarkt en ook niet exporteren... dus alleen binnen Europa verwerken. Echter: deze Nederlandse suiker kan op prijs met de wereldmarkt concurreren. Sterker nog, de Nederlandse

boeren, de coöperaties dus, zijn sinds kort bereid die suiker te leveren tegen wereldmarktprijzen op langetermijncontracten. Dat is belangrijk voor investeringen in de verwerkende industrie. Hierdoor is Nederland ineens een speler op wereldniveau en in competitie met Brazilië, Thailand en andere aanbieders.

Kort geleden hebben de Europese autoriteiten de suikerquota vrij gegeven. Met ingang van 2017 kunnen de Nederlandse suikerverbouwers die suiker overal aanbieden. Hetzelfde geldt voor andere suikerboeren in het grote Noordwest-Europese natte akkerbouwgebied dat zich uitstrekt van Noord-Frankrijk tot aan Nedersachsen. Nu is men zich dus aan het voorbereiden op de tijd na 2017. Gezien de geschatte kostprijs kan men daar onder het huidige quotasysteem op vooruitlopen en deze suiker aanbieden als grondstof voor de Europese groene chemie. Het zou een doorbraak voor de biobased economy kunnen gaan betekenen. De biobased producten hebben nog vaak een premium nodig boven fossiele producten. Bij veel producten is biobased is niet concurrerend met fossiel; maar dat is in bepaalde gevallen niet erg omdat er vele toepassingen zijn – vooral in de verpakkingen – waar vooral ‘brandowners’ bereid zijn tot het betalen van een premium voor een biobased (low CO<sub>2</sub>-footprint) product. Bovendien gaat dit snel veranderen. De eerste echt concurrerende voorbeelden zijn er al zoals biobarnsteenzuur. Denk ook aan polylactaat (PLA) dat is begonnen in een heel dure niche als chirurgisch garen en nu concurrerend is als tentoonstellingstapijt. En, als we een level playing field hadden waarbij alle accijnzen en belastingen geheven zouden worden op basis van netto CO<sub>2</sub>-uitstoot, dan zou biobased zeker concurrerend kunnen zijn... maar voorlopig is daarvan nog geen sprake.

Maar als de biobased economy groots wil doorbreken in Europa, met suiker als grondstof, dan is hier de kans.

## Lignocellulose

**Lignocellulose wordt in de toekomst grondstof voor plastics, brandstoffen, basischemicaliën, en misschien wel voedsel. De mogelijkheden zijn haast onbegrensd, maar veel technologie moet nog worden ontwikkeld.**

Lignocellulose (het grondbestanddeel van hout, stro etc.) is verreweg de meest voorkomende groene grondstof op aarde. Bomen en planten ontleen er hun sterkte aan. Het bestaat uit vezels van cellulose en hemicellulose, bijeen gehouden door een lijm van lignine. Vele technologische routes leiden naar een scala aan producten, het oudste (cellofaan, viscose) is al een eeuw oud.

De meest rigoureuze manier om lignocellulose om te zetten in nuttige producten is thermochemisch. Bij hoge temperatuur en druk, en toevoeging van een ondermaat zuurstof, ontstaat synthesesgas of kortweg syngas. Dit bestaat, afhankelijk van de reactieomstandigheden, voornamelijk uit waterstof en koolmonoxide, met een heel scala aan andere stoffen waaronder methaan. Syngas wordt gebruikt als grondstof in de chemische industrie. Het is ook heel goed te maken uit aardolie of steenkool, en de routes om andere chemische stoffen te maken uit syngas zijn goed ontwikkeld.

Momenteel ontwikkelen onderzoekers een geheel nieuwe, enzymatische verwerkingsmethode. Grote bedrijven als DSM, Dupont en Novozymes zijn hierbij zeer actief. Bij deze methode zet men met een cocktail van enzymen de bestanddelen cellulose en hemicellulose om in suikers, en van daaruit in producten als ethanol, butanol en barnsteenazijn. Ethanol kan worden verkocht als biobrandstof. Butanol voldoet beter, maar is moeilijker te maken. Barnsteenazijn is nog beter, want het is moeilijk te maken uit aardolie, waardoor het tegen een goede prijs kan worden

verkocht. De toekomst ligt in het vinden van steeds betere enzymen waarmee wij steeds ingewikkelder en waardevoller stoffen uit deze houtachtige grondstof kunnen maken.

Op deze twee thema's bestaan vele variaties. Zo ontwikkelt het kleine Groningse bedrijf BioBTX een thermochemisch proces waarmee ze (met een geschikte katalysator) lignocellulose rechtstreeks omzetten in bio-aromatische stoffen zoals BTX (mengsel van benzeen, toluen en xyleen). Het bijzondere van dit proces is dat men een tekort aan BTX verwacht: tot nu toe gemaakt uit aardolie in naftakrakers, maar deze krijgen steeds minder te doen door de opkomst van schaliegas. Al zouden de oliemaatschappijen het tekort aan BTX misschien kunnen opvangen door deze uit de benzinefractie te halen.

Een andere onderzoeklijn, onder meer aan de Universiteit Utrecht, pakt lignine aan, onder het motto: als er steeds meer cellulose en hemicellulose wordt verwerkt, blijft lignine over. Daarmee moet meer te doen zijn dan verbranden. Lignine bestaat uit ingewikkelde aromatische structuren, en het werk van deze onderzoekers komt erop neer dat ze die structuren proberen op te knippen in aparte aromatische componenten, zoals fenol en BTX. Ook met aantrekkelijke markten.

Lignocellulose kan op deze manier de grondstof worden voor een geheel nieuwe industrietaak. Zelfs toepassing in de voedselketen is mogelijk. Want als we cellulose en hemicellulose omzetten in suikers – wat gaat er gebeuren als deze goedkoper zouden worden dan suikers uit, pakweg, suikerbieten? Al is het voorlopig nog lang niet zo ver. Voor voedsel uit cellulose moeten we bijvoorbeeld eerst nog flink wat wettelijke obstakels opruimen.

<http://www.biobased-society.eu/nl/2012/06/lignine-nieuwe-kansen/>



## Algen & wieren, de derde generatie biobased?

**Wieren en algen nemen geen land in gebruik en concurreren dus niet met de voedselproductie. Ze bevatten weinig lignocellulose (geen stengel), maar wel een overvloed aan polysachariden, eiwitten en vetten die kunnen worden verwerkt tot voedsel voor mens en dier. Ze bieden ook veel mogelijkheden als grondstof voor biobased industrieën.**

Sommigen noemen deze planten de derde generatie biobased. Wieren werden vroeger verzameld aan het strand door de kustbevolking als voeding voor het vee. Tegenwoordig kweekt men ze aan lijnen. Het is tot nu toe een kleinschalige teelt en biobased gezien staan we nog maar aan het begin van een grote exploitatie. De plannen zijn echter wel groots. IMTA (Integrated Multi-Trophic Aquaculture) combineert de teelt van wieren met visteelt; daarnaast kan zeewier in IMTA ook overschotten en afvalproducten en afvalwater verwerken (bijvoorbeeld om daar fosfor uit te halen). In Nederland ontwikkelt Wageningen UR bioraffinage van zeewier, in China lopen proeven om biochemicalïën, biobrandstoffen en hoogwaardiger producten uit bruin zeewier te maken. Ze geloven in een marktpotentie van \$ 250 miljard. In Nederland werkt Ecorys aan een project voor het oogsten van zeewieren op de oceaan en Hortimare aan zeewierproductie op de Noordzee. Noordzeewier bevat geen lipiden en is daarom niet geschikt voor biobrandstof.

Uit algen maakt men farmaceutische producten en nutraceuticals. En misschien ooit biobrandstoffen. Er bestaan grootse vervolgpunten, maar veel is daarvan nog niet tot stand gekomen. De productiekosten moeten met een factor 10 omlaag, de productie – die nu nog veel te klein is – moet zeker 100 maal omhoog. Maar toch, de internationale verwachtingen blijven hoog gespannen en algen zijn een ‘hot topic’.

Je kunt algen kweken in open vijvers (ponds) en in doorzichtige glazen buizen (biotubular reactors). Met extra spiegels voor het opvangen van zonlicht of met (LED)verlichting in het water of in de biotubes. De ‘open pond’ methode is nu nog de meest toegepaste, maar de gesloten systemen zijn sterk in opkomst omdat de groeiomstandigheden beter te beheersen zijn. Dat lijkt ook de beste methode wanneer genetisch gemodificeerde algen worden toegepast.

Onderzoek naar genetisch gemodificeerde algen voor de productie van biochemicalïën vindt in Europa plaats in opdracht van de Europese Commissie, iets dat al langer met algen gebeurde voor de vervaardiging van nieuwe geneesmiddelen. Een ander project betreft het maken van meervoudig onverzadigde vetzuren voor vissenvoer, waar grote tekorten dreigen. Verschillende Europese onderzoekinstellingen zijn bij deze projecten betrokken.

In Portugal loopt een groot (onderzoek)project met buisreactoren. In Nederland doet het bedrijf(je) Algae Food & Fuel onderzoek – samen met de TUDelft – in open vijvers op het terrein van ACRRES van Wageningen UR in Lelystad. Ze doet dat met afvalwater van een bierbrouwerij en met LED-lampjes, die precies de juiste golflengte voor de fotosynthese uitstralen. De bedoeling is om algen te produceren met een hoog oliegehalte. Tot wel 80%; om daar biobrandstoffen van te maken.

Hoe dan ook, algen en wieren zullen de voedselvoorziening, de groene economie en misschien de energievoorziening op een dag gaan veranderen. Daarvan zijn veel onderzoekers overtuigd, anderen vinden dit nog zeer twijfelachtig. En wanneer is een andere vraag.

[www.giavap.eu](http://www.giavap.eu)

## Genetische modificatie

**Genetische modificatie van groene planten is niet essentieel voor de bio-based economy. Maar toch zal het onderwerp voortdurend de discussie blijven bepalen, zeker in Europa. Hoe is de relatie tussen beide?**

Genetische modificatie is een onderdeel van het veel ruimere veld van biotechnologie, dat onder meer omvat het in kaart brengen van DNA, cel- en weefselkweken etc. Voor een deel is genetische modificatie een bestaande industriële praktijk: gebruik van gemodificeerde bacteriën en schimmels voor de productie van geneesmiddelen en andere chemicaliën. In de wandelgangen staan deze technologieën bekend als rode (voor de productie van geneesmiddelen) en witte (voor de productie van industriële stoffen) biotechnologie. De maatschappelijke discussie spitst zich toe op de groene biotechnologie: de modificatie van groene planten. Het verschil is vooral dat bij groene biotechnologie de gemodificeerde organismen terecht kunnen komen in de voedselketen, terwijl deze organismen bij de witte en rode biotechnologie uitsluitend worden gebruikt als hulpmiddel bij de productie (waardoor het product geen gemodificeerde organismen bevat). Verder staan bij groene biotechnologie de gemodificeerde planten op het veld, waardoor zij zich mogelijk via pollen en zaden verspreiden in de natuur. Van belang is ook nog of de gemuteerde eigenschappen afkomstig zijn van dezelfde soort (cisgene modificatie) of van andere soorten (transgene modificatie).

Groene biotechnologie is een heet hangijzer tussen Europa en de Verenigde Staten. De VS beschouwt de in feite bestaande Europese blokkade tegen GM-planten als een handelsbarrière en ziet de Europese bezwaren als pseudoargumenten. En inderdaad vinden vele deskundigen dat argumenten als 'Frankenstein food' zwaar overdreven zijn, omdat de

mensheid al vanouds gewassen manipuleert en veredelt. Tussen cisgene modificatie en traditionele manieren van zaadveredeling bestaat slechts een graadueel verschil; transgene modificatie kunnen we beschouwen als meer risicovol.

Op de achtergrond staan reële Europese bezwaren tegen het verdienmodel van GM-bedrijven, in het bijzonder Monsanto, dat de genetisch veranderde soja introduceerde. Dit bedrijf staat bekend om zijn agressieve manier van opereren, mogelijk gemaakt door Amerikaanse wetgeving, onlangs nog verruimd. Rechtszaken ter bescherming van patenten (ook wanneer hun GM-organismen zich door pollen of zaden hebben verspreid) behoren tot hun standaarduitrusting. Europa is door deze aanpak kopschuw geworden. Sinds kort proberen Amerikaanse GM-bedrijven ook patenten te verkrijgen op planten en dieren, wat in strijd is met het Europese kwekersrecht (omdat het anderen het recht ontnemt om verder te kweken met het genetisch materiaal). Op termijn zou dit de voedselzekerheid en biodiversiteit in gevaar kunnen brengen.

Onder dit geweld zijn in Europa de nuttige toepassingen van groene biotechnologie ondergesneeuwd. Zoals daar zijn: planten met hogere opbrengst, planten met ingebouwde resistentie tegen ziekten of vraat, planten met de eigenschap van vlinderbloemigen die stikstof kunnen binden uit de lucht. Maar misschien heeft het verbod op GM-technologie toch nuttige consequenties gehad. Europese onderzoekers gebruiken GM-technologie als hulpmiddel om te ontdekken welke genen gemuteerd moeten worden om een gewenste eigenschap te verkrijgen; en daarna telen ze met traditionele methoden de nieuwe variant. Veel sneller dan met alleen de traditionele methoden van zaadveredeling, maar langzamer dan wanneer zij met GM hadden mogen werken.



## CO<sub>2</sub>-economie, materialen zonder agro

**Kooldioxide is het eindproduct uit de koolstofcyclus. Het ontsnapt naar de atmosfeer, wordt opgenomen in de oceanen of begint via fotosynthese aan een nieuwe cyclus. Het wordt vooral gebruikt in frisdranken en brandblussers, maar je kunt er ook nieuwe, afbreekbare kunststoffen van maken. Door het zuurstofmolecuul in de koolstofskelet in te brengen. CO<sub>2</sub> is de enige grondstof die overvloedig en kosteloos beschikbaar is.**

Kooldioxide is een inert gas dat zich niet gemakkelijk verbindt met andere stoffen. Daarvoor is zeer veel energie nodig. In de chemische industrie werd het tot nu toe vooral gebruikt voor het maken van soda, de grootste CO<sub>2</sub>-gebruiker in de industrie, voor ureum en methanol, en voor een beetje aspirine. Kooldioxide (en koolmonoxide) komen in ruime mate voor in afvalgassen uit de industrie, en zijn uitstekend bruikbaar om er chemische producten of brandstoffen van te maken, via omzetting met genetisch gemodificeerde bacteriën. Al is de opbrengst van die processen nog wel erg laag.

Sinds kort kunnen we CO<sub>2</sub> gebruiken voor het vervaardigen van methanol uit kooldioxide en waterstof via kunstmatige fotosynthese (ook geschikt voor solar fuels) en voor het maken van nieuwe kunststoffen uit CO<sub>2</sub>. Ook nog in kleine hoeveelheden. De meeste processen bevinden zich nog in de laboratoriumfase. Er zijn echter al gebruiksvorwerpen uit polypropeen-carbonaat (PPC) op de markt. Met 43% CO<sub>2</sub> lijkt deze nieuwe kunststof het eerste belangrijke product in deze reeks te zijn. Polypropeencarbonaat wordt nu nog gemaakt uit propeenoxide door deze stof te polymeriseren met kooldioxide. En propeenoxide wordt gemaakt uit aardolie, maar kan later, via methanol, ook uit kooldioxide worden vervaardigd. Als we zover zijn, is deze nieuwe kunststof dus vrijwel helemaal gemaakt uit CO<sub>2</sub>, en 100% biobased. Voor zover we de kooldioxidechemie 'biobased' kunnen

noemen. PPC is een kunststof met hoge temperatuurstabiliteit, hoge elasticiteit, transparant, bio-afbreekbaar, zeer goed zuurstofdoorlatend, niet toxisch en met een geheugen. Het product is schuimbaar, je kunt er films van maken, en PPC is goed mengbaar met andere nieuwe kunststoffen als polymelkzuur (PLA) en daarom ook goed te gebruiken voor de verpakking van voedingsmiddelen. De combinatie met PLA is nog steeds biologisch afbreekbaar en tegelijkertijd minder bros. Volgens sommigen in de business is polypropeencarbonaat het antwoord op de al lang bestaande 'grote' kunststof polypropeen. Dezelfde eigenschappen gelden min of meer voor polyetheencarbonaat (PEC) dat een nog hoger percentage CO<sub>2</sub> bevat en dat wordt gemaakt via polymerisatie van etheenoxide met kooldioxide. Ook polyurethanen uit CO<sub>2</sub> zijn in ontwikkeling. Proefproducties zijn al gestart in Duitsland, en de eerste commerciële fabriek is voorzien voor 2015. Andere CO<sub>2</sub>-kunststoffen als polyhydroxybutyraat (PHB) en polycyclohexaancarbonaat (PCHC) staan op doorbreken, evenals de productie van mierenzuur uit kooldioxide.

In de kooldioxidechemie is het, net als bij biopolymeren, de bedoeling om kunststoffen te maken die beter zijn dan de 'oude' plastics en net zo gemakkelijk te verwerken op bestaande machines van de kunststofverwerkende bedrijven. De chemische wereld zoemt van enthousiasme en is vol in actie om deze nieuwe kunststoffen in de markt te gaan zetten. Zowel de biobased plastics als de kooldioxidekunststoffen kunnen nog (lang) niet aan de vraag naar nieuwe, verbeterde, bioafbreekbare materialen voldoen. En het gehalte aan CO<sub>2</sub> in de atmosfeer wordt er – zelfs bij een grote hoeveelheid product – niet merkbaar door naar beneden gebracht.

<http://www.co2-chemistry.eu/>

<http://www.biobased-society.eu/nl/2012/10/de-kooldioxide-economie-de-volgende-revolutie-in-de-chemie/>

## Biobased producten, drop-in of niche

**De nieuwe groene chemie maakt chemische bouwstoffen uit planten(resten). Hebben ze dezelfde moleculaire structuur als de oude, 'fossiele' producten dan noemen we ze drop-ins. Maar de industrie ontwikkelt ook nieuwe groene producten met andere eigenschappen.**

De grootste drop-in is bio-ethanol, dat overal ter wereld wordt gemaakt uit suikers (ook uit voedselgranen en plantenresten) door fermentatie. Bio-ethanol wordt voor het grootste deel gebruikt als transportbrandstof, maar in Brazilië is zoveel rietsuiker dat ze hun alcohol, afhankelijk van de suiker- en olieprijs, ook gebruiken als grondstof voor de chemie. Dan maken ze er etheen van voor verdere verwerking tot de grootste kunststof polyetheen (PE). In dit geval bioPE.

Verwerking in de biobased chemie en tot biobased materialen is een uitstekende toepassing voor suikers. Het maken van chemicaliën en materialen uit suikers heeft het grote voordeel (ten opzichte van de route uit aardolie) dat de meestal benodigde zuurstofatomen, en soms andere moleculen als stikstof, fosfor of zwavel, al in de grondstof zitten. Bij groene grondstoffen is in principe nog een veel grotere variëteit aan producten mogelijk vanwege de in de plant aanwezige complexiteit. Bij het maken van biobrandstoffen verdwijnt deze complexiteit volledig. De chemische industrie richt zich nu op het maken van meer complexe biochemicaliën. Als eerste komt biobarnsteenzuur (butaandicarbonzuur) op de markt. Het is een drop-in product, want tot nu toe kan het petrochemisch worden gemaakt via oxidatie van butaan. Een omslachtige en te dure route. Dus eigenlijk is het geen drop-in, want barnsteenzuur werd weinig gemaakt. De chemische wereld heeft veel belangstelling voor biobarnsteenzuur, vooral omdat het een grondstof vormt voor vele andere chemische verbindingen.

Er zijn zeer veel toepassingen voor barnsteenzuur en dus ook voor biobarnsteenzuur. Bijvoorbeeld voor de productie van polyurethanen via polyolen. Tot nu toe gebruikte men vooral petrochemisch geproduceerd adipinezuur. Met barnsteenzuur ontstaat een ander type polyurethaan met andere eigenschappen. Hoe anders? Dat weten we nog niet, maar het is zeker interessant voor de materialenwereld omdat het hier om een nieuw type polymeer gaat dat voorlopig als nicheproduct op de markt zal worden gebracht. Zo'n nieuw nicheproduct kan groot worden zoals bijvoorbeeld met polymelkzuur (PLA) is gebeurd.

Behalve aan biobarnsteenzuur en bio-etheen werkt de chemie nog aan tal van andere groene chemische bouwstenen, met de bedoeling deze om te zetten in ingewikkelder groene chemische eindproducten en biomaterialen, die straks overal de petrochemische producten moeten gaan vervangen. De drop-ins zullen moeten concurreren op prijs. Ze hebben geen aanwijsbaar voordeel boven de petrochemische producten, alleen hun groene imago, maar dat telt (nog) niet op deze markten. Maar de nieuwe groene nicheproducten kunnen dank zij hun eigenschappen wel nieuwe markten veroveren. En dan telt het groene aspect wel mee.

*Zie: Chemie met plantenresten, Resource Efficiency, 3 juni 2013*



## Biopolymeren breken door

**Biomaterialen zijn de belangrijkste producten in de biobased economy, en de enige vervangingsmogelijkheid van fossiele materialen als de olie opdraakt. Het goede nieuws is dat de productiecapaciteit van deze materialen, zowel drop-ins als nieuw ontwikkelde biomaterialen, groeit als kool.**

Het slechte nieuws is dat die nieuwe productiecapaciteit nauwelijks in Europa zal worden neergezet. Diverse producenten van nieuwe biopolymeren hebben al aangekondigd dat ze buiten Europa zullen gaan bouwen. Avantium, dat polyethyleenfuranaat (PEF), een nieuwe biokunststof voor colaflessen, maakt en daarvoor een proeffabriek op het Chemelot terrein in Limburg heeft gebouwd, heeft op dit punt nog geen besluit genomen. En AkzoNobel voor de productie van coatings. BioAmber gaat haar biobarnsteenzuurfabriek in Canada bouwen. Europa doet weliswaar veel onderzoek, maar het industriebeleid is weinig consequent en schiet tekort. Producenten vinden Europa te duur (arbeid, energie en grondstoffen), hoewel toch veel nieuwe ontwikkelingen hier vandaan komen. Het Europese aandeel in de productiecapaciteit van nieuwe biokunststoffen zal de komende jaren gaan zakken van 20 naar 14%. Plannen genoeg, maar geen geld voor het bouwen van pilots en fabrieken. Misschien dat we deze pilots wel gezamenlijk met andere landen binnen Europa zouden kunnen opzetten. Maar daar is een nieuwe Europese politiek voor nodig.

Wereldwijd is de groei van biomaterialen opmerkelijk. De grootste groei wordt verwacht bij de drop-in biokunststoffen. Zoals drop-in biobased PET (polyetheentereftalaat) in de VS, en bioPE (polyetheen) en bioPP (polypropeen) uit suiker in Brazilië. Bij de nieuwe biobased kunststoffen zal de grootste groei plaats gaan vinden bij PLA (polymelkzuur) en PHA (polyhydroxyalkanoaten). Hoewel de totale hoeveelheid van de biokunst-

stoffen, inclusief de drop-ins, nu nog maar 1,5% van de totale hoeveelheid plastics in de wereld bedraagt (op een totaal van 400 miljoen ton per jaar), verwacht men dat de biokunststoffencapaciteit tegen 2020 zal zijn verdubbeld. Dat betekent dat deze materialen sneller zullen groeien dan de kunststoffenmarkt als geheel.

Rond 2020 zal een aantal nu nog ‘fossiele’ kunststoffen ook gemaakt kunnen worden uit groene grondstoffen, omdat de chemische bouwstenen waaruit ze worden gemaakt – zoals barnsteenzuur, adipinezuur, butaandiol en tereftaalzuur – dan ook bio zijn. Of in ieder geval bio kunnen worden vervaardigd. Het zal afhangen van de prijs en van de ‘performance’ van deze biobouwstenen, of ze de strijd tussen petro en bio zullen winnen. Men verwacht wel dat biobased rond 2020 bij deze bouwstenen en de daaruit gemaakte producten de overhand zal hebben gekregen. Voor de grote kunststoffen als polyetheen en polypropeen zal dat echter nog lang niet het geval zijn omdat de industrie de bestaande petrochemische installaties – hoewel afgeschreven – dan nog steeds volop kan gebruiken.

De strijd om de materialen barst los. Hoe biobased willen we de wereld hebben? In werkelijkheid zal alles afhangen van de prijs, de verwerkbaarheid en de eigenschappen van de oude en de nieuwe biokunststoffen. En of Europa wil participeren in deze race.

[www.bio-based.eu/market\\_study/pressrelease](http://www.bio-based.eu/market_study/pressrelease)

## Vlasvezel in plaats van glasvezel

**Het gebruik van natuurlijke vezels is nooit geheel verdrongen door glasvezels en synthetische vezels. Sterker, er komt steeds meer belangstelling voor toepassing van natuurlijke vezels in composietmaterialen – al of niet biobased en al of niet biologisch afbreekbaar – en ook als isolatiemateriaal in de bouw. Ze zijn eenderde lichter dan glasvezel en hebben daarnaast nog andere voordelen.**

Er zijn vele verschillende natuurlijke vezels. Er zijn minerale vezels (asbest), maar daarin zijn we hier niet primair geïnteresseerd. Veel vezels zijn van plantaardige oorsprong zoals katoen, hennep, vlas, jute, kokos, abaca en sisal. Ze worden al van oudsher gebruikt in kleding en, sinds er kunststoffen op de markt zijn, ook voor versterking van composieten. Dan is er het bouw materiaal hout, dat tegenwoordig ook meer en meer wordt gebruikt als versterking bij composietmaterialen. Cellulosevezels worden van oudsher gebruikt voor het maken van papier, zo ongeveer de oudste biobased activiteit. Dierlijke vezelmaterialen als spinrag, zijde, wol, catgut, alpaca, kameelhaar, angora, kasjmier en mohair worden vooral gebruikt voor alle soorten kleding.

De vraag is waarom glasvezels ooit dreigden de natuurlijke vezels te verdringen in de materialenwereld en in de bouw. Ja ze waren goedkoper, maar beter? Natuurlijke vezels zijn altijd een rol blijven spelen: sisal in touw, en katoen, vlas en wol in kleding en ander textiel. Hout is nog steeds het belangrijkste bouw materiaal. De grote fossiele kunststoffen hebben echter de rol van de plantaardige en dierlijke vezels in touw, kleding en andere producten voor een belangrijk deel overgenomen, zoals glas de natuurlijke vezels heeft verdrongen in de versterking van constructiematerialen.

Maar op dit moment beleven de natuurlijke vezels een forse heropstanding, geleid door groen denkende ontwerpers en architecten. Het blijkt dat de natuurlijke vezels het prima doen als materiaalversterking. Volgens sommige bronnen zijn ze zelfs bezig de glasvezel weer te verdringen. Omdat ze lichter zijn, zodat ook de constructie-elementen (zoals autoportieren) lichter worden. Wel tot 30% lichter. Dat zijn belangrijke eigenschappen in de transportsector vanwege energiebesparing. Het mooiste is als ze worden gebruikt samen met biologisch afbreekbare kunststoffen, zoals bijvoorbeeld in Wood Biopolymer Composites. Als beide samenstellende materialen biologisch afbreekbaar zijn, kan men ze composteren na gebruik. Bij alle overige versterkte (petrochemische) composieten vormen recycling en hergebruik een probleem vanwege de onderlinge hechting. Kunststoffen versterkt met glasvezel zijn zelfs niet geschikt voor energieretrieving, omdat glasvezel en kunststof niet te scheiden zijn en het glas de verbrandingsoven verstopt door de smelt. En er is nog meer goed nieuws: de milieubelasting van de combinatie van natuurlijke vezels en bioharsen ligt veel en veel lager (wel tot 80%) dan die van tot nu toe gebruikte combinaties van glasvezels en fossiele polymeren, en de kostprijzen blijken nu al concurrerend te zijn.

Er zijn nog maar weinig bedrijven die op deze manier werken. Een bedrijf in Nederland heeft een natuurlijke vezelversterkte catamaran gebouwd, die al jaren meevaart in de Ronde van Texel, en maakt nieuwe 'paddestoelen' voor fietsbewegwijzering. Het bedrijf inspireert (jonge) ontwerpers om met deze materialen nieuwe gebruiksvoorwerpen te maken en architecten om gebouwen te ontwerpen met gevelbeplating gemaakt met natuurlijke vezels. Vooral van de combinatie biologisch afbreekbare kunststoffen met natuurlijke vezels verwacht men erg veel in de groene bouw- en constructiewereld.





## Hoogwaardige chemische producten

Planten bevatten vele waardevolle producten, ook in die delen van de plant die traditioneel worden weggegooid na de oogst. Afval van de paprikateelt bijvoorbeeld (vruchtuitval, loof en bindmateriaal) bevat veel koolhydraten, suikers en waardevolle micronutriënten als kleurstoffen, vitamines en antioxidanten. De Nederlandse tuinbouwsector (met als centrum het Kenniscentrum Plantenstoffen) is begonnen aan een inventarisatie van stoffen die we zouden kunnen winnen uit dit 'afval'.

Onderzoek naar de sierteelt levert bijvoorbeeld onverwachte resultaten op. Gerbera's en chrysanten, bloemen waarop veel gewasbeschermingsmiddelen worden gespoten, bieden een bron voor insecticiden. Stoffen in de anjer werken bacterieremmend en kunnen in medicijnen gebruikt worden. Narcissenbollen bevatten 1 tot 2 promille galantamine (een medicijn tegen de ziekte van Alzheimer). Tulpenbollen bevatten tuliposide, dat wordt gebruikt als biopesticide of als toevoeging aan bioplastics. Verder bevatten tulp en narcis nog stoffen die goed zijn voor de gezondheid als flavonoiden en polyfenolen.

Het is een hele uitdaging om deze stoffen af te scheiden uit de afvalstromen van land- en tuinbouw. In de sierteelt gaan bijvoorbeeld alle niet-verkochte partijen bij de veiling op één hoop, wat afscheiding van bijzondere stoffen bemoeilijkt. Inzameling van reststromen van één teelt is daarom handiger. In de paprikasector is men bijvoorbeeld al bijna zover dat de reststroom geschikt gemaakt wordt voor veevoer. Op dit moment denkt men vooral aan toepassing in brijvoeder voor varkens. De economische waarde is in principe aanzienlijk. De Nederlandse paprikasector heeft een reststroom van ongeveer 10.000 ton, die nu alleen maar geld kost (om deze af te laten voeren), maar die wel € 1 miljoen kan opbrengen in de vorm van veevoer.

De tomatenteelt zou een ander goed voorbeeld kunnen worden. Jaarlijks levert deze teelt alleen al 80.000 ton aan stengelmateriaal. Ongeveer 10 procent daarvan is droge stof. Telers onderzoeken nu de productie van verpakkingsmateriaal (bakjes) uit deze vezels. De eerste proeven zijn succesvol verlopen, de proefbakjes hebben de goede eigenschappen. Bovendien leveren planten precies voldoende vezels voor het verpakken van hun eigen opbrengst aan tomaten, de cirkel wordt gesloten. Ook hier gaat het om reststromen die de tuinder tot nu toe alleen maar geld kosten. Men zoekt nu nog uit hoe de productie het beste kan worden georganiseerd: kleinschalig bij de tuinder zelf, of in een grootschaliger 'valorisatiepark'. En hier blijft het natuurlijk niet bij. Het perssap van de stengel bevat bioactieve stoffen, en grondstoffen voor het maken van bioplastics. In de tuinbouwwereld gaat de grap rond dat ooit de plant meer zal gaan opbrengen dan de tomaat.

Het thema biedt schier eindeloze mogelijkheden. De markt opent zich steeds meer voor innovatieve toepassingen met plantenstoffen. De grote reststromen van de bolbloemen- en bollenteelt zijn een interessante bron voor fijnchemicaliën, bijvoorbeeld gewasbeschermingsmiddelen. Een Belgisch cosmetisch bedrijf zoekt partners in de tuinbouwsector voor het winnen van oliën uit tomatenzaden als grondstof voor cosmetische middelen als gezichtscrèmes en andere huidverzorgende producten. Een Nederlands bedrijf wil vezels en bioactieve stoffen winnen uit restpartijen en die gebruiken voor een groentepasta. Een ander bedrijf gaat vingerhoedskruid (*digitalis*) telen onder glas voor het winnen van digoxine, een stof tegen hartfalen die niet kunstmatig kan worden gemaakt. De papiersector heeft weer belangstelling gekregen voor plantaardige, biologisch afbreekbare kleurstoffen.

[www.plantenstoffen.nl](http://www.plantenstoffen.nl)

## Bio-aromaten, drop-in, nieuw of uit aardolie

**Aromaten, in de petrochemie kortweg BTX genoemd, werden tot nu toe eigenlijk alleen maar verkregen uit aardolie. In (schalie)gas, dat voornamelijk uit ethaan bestaat, zitten geen aromaten. Wel in biomassa, in lignine, maar daaruit zijn ze moeilijk te isoleren. Het kan wel. Enzymatisch en ook katalytisch.**

BTX staat voor benzeen, toluen, xyleen. Het zijn ringvormige verbindingen die op heel veel plaatsen in de bestaande petrochemie worden gebruikt, vooral in de polymeerchemie. Het zijn belangrijke grondstoffen (vooral para-xyleen) in de chemische en in de kunststoffenwereld. Net als etheen en alcohol waar de langere koolstofketens van worden gemaakt. De vraag is of de groene chemie zich moet bewegen in de richting van drop-in aromaten uit lignine of via pyrolyse, of dat we nieuwe bio-aromaten met andere eigenschappen als bijvoorbeeld de furaandicarbonzuren moeten gaan maken. Andere uitgangproducten met andere, unieke eigenschappen die in een nichemarkt kunnen gaan concurreren en uiteindelijk de markt van de fossiele kunststoffen over kunnen nemen. Het nieuwe polyetheenfuranoaat (PEF) tegen het ouden polyetheentereftalaat (PET) bijvoorbeeld, zoals bij de ontwikkelingen van de ‘plant bottle’, de nieuwe ‘groene’ Coca-Colafles. Het is ook mogelijk om in één keer naar een hoger niveau van complexiteit gaan en direct geheel nieuwe, nu nog ongebruikte verbindingen, uit de plant te halen. De moeilijkheid echter bij de introductie van een dergelijke nieuwe, hoogwaardige kunststof als PEF is dat er een geheel nieuwe recyclingketen voor moet worden ontwikkeld; een argument voor bioPET en tegen bioPEF.

Voorlopig kijken de meeste onderzoekers nog gewoon naar dezelfde aromatische chemische bouwstenen uit plantenresten als die uit de aardolie werden geïsoleerd. BTX maakt, tot een hoog percentage, deel uit van het lignine-skelet van de plant, de moleculen die de plant zijn stevige structuur geven. Er wordt op veel plaatsen onderzoek gedaan naar bio-BTX en dan meestal naar drop-in BTX. Maar ook naar andere aromaten, zoals fenol. Dat gaat met behulp van fermentatie, maar ook via chemische katalyse. En dat lukt hier en daar al vrij aardig.

De vraag is echter of je, als je een goed proces voor deze bio-BTX hebt ontwikkeld, het product ook op de markt is te brengen? Dat hangt af van de kostprijs waarvoor je deze bio-BTX straks zal kunnen maken. Makers van monomeren gaan deze producten echt niet kopen – zeker niet als ze duurder zijn – alleen maar omdat ze een groen label hebben. De fossiele wereld levert voorlopig nog genoeg BTX. Een groen label kan bij consumentenproducten voordelen bieden. Of bij producten die een nichemarkt kunnen bedienen.

Vast staat dat er, ook in Nederland, heel veel onderzoek naar bio-aromaten wordt gedaan en ook staat vast dat ze nog niet op de markt zijn. Diverse Nederlandse universiteiten, en bedrijven als BioBTX, zijn er mee bezig en op de Green Chemistry Campus in Bergen op Zoom werken TNO en het Vlaamse VITO aan bio-aromaten uit lignine. Het is echter duidelijk veel lastiger om bio-aromaten te maken dan bio-alifatische koolwaterstoffen die je via bio-ethanol uit suikers kunt verkrijgen. Vooral omdat de lignine in de plant veel moeilijker is te ontsluiten dan de C5-suikers. En zeker dan de C6-suikers die meestal heel gemakkelijk rechtstreeks uit biet of riet, zijn te verkrijgen.



## Papier, een (bijna) gesloten keten

**Het papier dat wij in Nederland produceren, wordt voor het grootste deel uit gerecycled papier gemaakt. Zeker 80 tot 90% van ons papier en karton is al eens gerecycled, en zo langzamerhand kunnen we van alle vezels papier maken. Als het maar milieutechnisch en energetisch verantwoord is.**

Wij zijn met 90% kampioen oud-papier inzamelen. Europa haalt 70%, en de rest van de wereld 50%. We exporteren of hergebruiken niet alleen ons eigen papier, we zijn ook een groot doorvoerland voor papier (naar China bijvoorbeeld). Het Nederlandse papierhergebruik is heel hoog, als we met andere materialen ook een dergelijk percentage zouden halen dan zou de circulaire economie een stuk verder gevorderd zijn. Maar papier maken is al een heel oud biobased proces en papier was altijd een duur product, dus werd er zorgvuldig mee omgegaan.

Hoewel de meeste mensen bij papier niet gelijk denken aan biobased, maakt de industrie deel uit van biobased organisaties die zich bezighouden met het ontwikkelen van innovatieve technologie, recycling en bioraffinage. Dat zijn bijvoorbeeld het platform Agro-Papier-Chemie (APC), dat met de overheid een Green Deal heeft gesloten. Het APC platform is een samenwerking tussen VNCI en Dutch Biorefinery Cluster, waarvan de papierindustrie deel uitmaakt. Een van de ambities is om papier en karton uit meer agrarische grondstoffen te kunnen maken zoals: gras (we hebben meer gras dan de koeien op kunnen eten), bietenloof, stengels van tomatenplanten en van maïs, kortom alle plantenvezels die cellulose bevatten. Vroeger gebruikten we stro (van de graanvelden) om karton te maken, maar dat is nu te duur omdat we het moeten importeren. Te weinig graan in Nederland. Riet zou ook kunnen, maar dat is nog

te omslachtig (en dus te duur) om voor dat doel te winnen. Katoenvezels zijn zeer goed, maar alleen betaalbaar voor de duurdere papersoorten, zoals voor bankbiljetten of voor gebruik door kunstenaars. Dit geldt ook voor hennep en vlasvezels. Er zijn vele soorten vezels die hun eigen speciale eigenschappen aan papier of karton geven (zo worden sigarettenvloeitjes uit sisalvezels geproduceerd).

Of, en welke, vezels de industrie kan gebruiken hangt af van betaalbaarheid en beschikbaarheid van de grondstoffen; en van milieukwaliteit, zuiverheid, technologie en energiekosten van de processen. De Nederlandse papierfabrieken maken vrijwel uitsluitend papier uit oud papier. Er is een fabriek voor krantenpapier die helemaal draait op gerecycled papier.

Er komt nu ook een grote recycling op gang van toiletpapier. Die van tissues bestaat al. In Nederland staan twee recycle-tissuefabrieken. De Unie van Waterschappen en de waterzuiveringsinstallaties houden zich tegenwoordig bezig met de terugwinning van toiletpapier. De papierindustrie gebruikt dat product niet, maar de teruggewonnen vezels kunnen worden toegepast in diverse andere biobased chemicaliën en materialen en ze zijn nuttig voor gebruik in asfalt waar ze voorkomen dat het mengsel uitzakt. Zo blijkt maar: elk product is opnieuw te gebruiken. Over de volle breedte beschouwd is de Nederlandse papierindustrie waarschijnlijk als bedrijfstak het verst gevorderd in het sluiten van haar keten.

<http://www.kcpk.nl/>

<http://www.vnp.nl/>

## Tweede generatie alcohol komt in de VS van de grond

**Nieuwe ontwikkelingen? Amerikanen beginnen gewoon en voeren uit. Daarom staan er in het midden van de VS tientallen, zwaar gesubsidieerde bio-ethanolfabrieken werkeloos. Europeanen praten en doen onderzoek, maar bouwen niet. En zo komt de ontwikkeling van tweede generatie ethanolproductie in de VS wel van de grond: de technologie komt uit Europa maar in de VS bouwt men de fabrieken.**

De industriële productie van tweede-generatie alcohol (door de Amerikanen cellulosic alcohol genoemd), waarbij niet alleen de maïs of de suiker (met 6 koolstofatomen) worden vergist, maar vooral de restproducten als stengels en kolven (met de moeilijker vergistbare C-5 suikers), staat overall in de wereld nog in de kinderschoenen. In Brazilië rijden de auto's al dertig jaar op eerste-generatie alcohol, uit suikerriet. Vrijwel CO<sub>2</sub>-neutraal, want de benodigde procesenergie halen de Brazilianen uit het verbranden van de rietstengels. Nu gaan ze die stengels ook gebruiken voor tweede-generatie productie. Hun areaal is zo groot dat ze naar believen, al naar gelang de vraag en de prijs op de wereldmarkt, de ene keer suiker en de andere keer alcohol maken.

De Amerikanen maken nog steeds corn alcohol (eerste generatie) uit maïs en blijven dat doen tot een beperkte hoeveelheid, maar de technologische ontwikkeling van dat proces loopt op zijn einde. Wel zien ze die eerste generatie als een leerproces voor wat nu gaat komen. De plannen voor tweede generatie alcohol komen nu tot uitvoering. De daarvoor ontwikkelde processen werken met resten van de maïsproductie (met technologie van DSM), of met gras of hout. Het zijn complexe processen en men denkt in de VS ongeveer 200 van dergelijke cellulosealcoholfabrieken te

gaan bouwen. Naast een flink aantal eerste-generatie fabrieken die in productie blijft. In Europa wordt er voorlopig maar één (in Noord Italië) gebouwd. Ook in Amerika is alcohol uit biomassa een lokale aangelegenheid. Dat betekent ook dat de fabrieken nooit een veel grotere capaciteit kunnen hebben dan 100-150 miljoen liter alcohol. Voor de maïsboeren er omheen betekent het extra activiteiten en dus extra inkomsten.

De Amerikanen denken niet dat de ontwikkeling van schaliegas in de VS een rem zal betekenen op deze alcoholactiviteiten. Ze verwachten wel een stevig gevecht om de markt met de oliemaatschappijen die de bijmenging zo klein mogelijk willen houden. Ook vinden ze de food/fuel discussie een non-item: ze brengen de CO<sub>2</sub>-uitstoot namelijk omlaag en gebruiken maar een deel van het restproduct, maken extra eiwitten voor veevoeder uit de stengels, brengen mineralen terug op het land (ook handig dat het niet om grote afstanden gaat) en zorgen voor meer boereninkomen.

De Amerikanen kijken wat meewarig naar de voortdurende – door NGO's opgeworpen – discussies in Europa die de ontwikkeling van tweede-generatie alcohol behoorlijk afremmen, en naar het zwalkende beleid van Europese en nationale overheden. In de VS bestaan duidelijke richtlijnen voor bijmenging in percentages en in de tijd waarin dat moet gaan gebeuren. In Europa is niets van dat alles te bespeuren, vaak tot wanhoop van de Europese (eerste-generatie) alcoholproducenten, die ook niet weten of ze in tweede-generatiefabrieken kunnen gaan investeren. Aan de andere kant kun je je afvragen of de Amerikanen geen roofofbouw plegen op goede landbouwgrond en dat ze ook maar weinig bijdragen aan de vermindering van Green House Gases (CHG).

<http://www.biobased-society.eu/nl/2013/04/steve-hartig-poet-dsm-de-kennis-komt-uit-europa-de-fabrieken-words-gebouwd-in-de-vs/>



## Is de tweede generatie nog wel nodig?

**Toen de food/fuel discussie dreigde de ontwikkeling van de biobased economy op scherp te zetten, kwamen bedrijven met de tweede generatie technologie waarmee dit probleem voor een belangrijk deel (maar niet helemaal) werd omzeild. Nu blijkt dat, met betere afspraken, eerste generatie technologie eveneens zinvol kan zijn.**

Het idee was dat tweede generatie (oneetbare) gewassen niet in conflict zouden komen met de voedselvoorziening. Maar om deze gewassen om te zetten in bio-ethanol en andere stoffen waren er wel nieuwe (tweede-generatie) technologieën nodig. Het onwezenlijke van het debat in Europa is dat wij in ons werelddeel wel de technologie ontwikkeld hebben, maar deze nog niet gebruiken. We praten er alleen over. Zo zijn er, hoewel er hier nog helemaal geen tweede generatie alcohol op de markt is, wel al normen en percentages vastgesteld voor bijmenging in brandstoffen.

In de VS praten ze er ook veel over, maar daar zijn grote concerns wel bezig tweede generatie fabrieken, vooral voor de productie van bio-ethanol op te starten. Daar blijft eerste generatie bio-ethanol gewoon bestaan naast tweede generatie. Door de Amerikaanse overheid is echter wel een maximum is gesteld aan de producten uit eerste generatie fabrieken. En in Brazilië is er, naast tweede generatie alcoholfabrieken, ook al een aanzet tot tweede generatie bio-ethanol en tweede generatie bioPE. De Amerikanen zijn hier overigens heel praktisch in. Ze zoeken de beste technologie en beginnen gewoon, daarbij gesteund door de overheid die uit strategische overwegingen de technologie promoot. Net zoals ze dat bij de eerste generatiefabrieken heeft gedaan. De Amerikanen hebben overigens altijd gesteld dat hun eerste generatie fabrieken maar een deel van de maïsproductie omzetten in bio-alcohol en dat er meer dan genoeg over bleef voor de beesten.

In feite voert Europa nu dezelfde discussie, maar op een ander niveau. Eerste generatie alcohol wordt er genoeg gemaakt, tweede generatie nog helemaal niet, maar waarschijnlijk komt dat er bij ons ook niet meer van. De productie van chemische basisgrondstoffen is echter een ander verhaal. Er staan nu in Europa twee fabrieken voor biobarnsteenzuur. Iedereen in de chemische industrie verwacht er veel van. Maar het zijn wel eerste generatie fabrieken: het biobarnsteenzuur – en de grondstoffen uit nog enkele andere chemische fabrieken die in de aanloop verkeren – maken we uit suiker. En er is meer dan genoeg suiker in Noordwest Europa om een hele reeks fabrieken voor chemische grondstoffen op te zetten.

De vraag is dan of we in Europa toch tweede generatie technologie voor chemische basisgrondstoffen verder moeten ontwikkelen. Suiker is wel een voedingsmiddel (eerste generatie) maar er is ruim voldoende van voor chemische productie. Hetzelfde geldt voor andere voedingsgewassen in Europa. Er is ruim voldoende graan om een deel ervan te gebruiken voor chemische productie. Het begint er nu op te lijken dat tweede generatie een technologie is die niet uit de verf zal komen omdat we ons hebben laten leiden door de food/fuel discussie. Europa is niet de voedselschuur voor de wereld en zal dat ook niet worden, maar Europa kan wel, met haar overproductie aan voedingsgewassen, de chemische basisproducent worden voor de biobased economie. En al die resten van de landbouwproductie dan? Als de prijs van de uitgangsstoffen en de producten gunstig is, kan die tweede generatie altijd nog van de grond worden getild. De technologie is bekend.

## Schaliegas

**De winning van schaliegas geeft het fossiele tijdperk nog enige speelruimte, maar wij moeten nu wel versneld stoppen met het gebruik van steenkool. Europa krijgt door de aandacht voor schaliegas elders, de kans voluit te mikken op de voordelen van de biobased economy.**

Schaliegas is aardgas, ontstaan door ontleding van organisch sediment, net als ‘conventioneel’ aardgas. Het is echter opgesloten in weinig permeabele schalie of kleisteen, en is daardoor moeilijk winbaar. Door de grote hoeveelheden schaliegas die nu op de Amerikaanse markt komen is de energieprijzen daar sterk gedaald, wat een bedreiging vormt voor de positie van de Europese (chemische) industrie. En er is een pervers effect: Amerikaanse steenkolen, waarnaar in eigen land geen vraag meer is, overspoelen nu de Europese markt. Waardoor Europa zijn klimaatdoelen niet haalt.

Europa zint op tegenmaatregelen, en natuurlijk wordt daarbij in de eerste plaats gedacht aan het zelf winnen van schaliegas. Maar het is niet waarschijnlijk dat dit leidt tot het gewenste herstel van de oude concurrentieverhoudingen. Ten eerste zal winning in Europa duurder zijn dan in de VS. Bij de eerste schaliegasputten heeft men het in de VS vaak niet zo nauw genomen met de milieuregels (men stelde deels zelfs de wet buiten werking), maar dat zal in Europa anders zijn. Europa is verder dichtbevolkt, terwijl proefboringen naar schaliegas veel ruimte vragen. We kunnen daarom meer weerstand verwachten bij de bevolking, ook al doordat – anders dan in de VS – de grondbezitter geen belang heeft bij gaswinning. Vervolgens: de ondergrond is anders, in elk geval in Nederland zijn er meer geologische breuklijnen. En tenslotte: als wij al goedkoop schaliegas kunnen winnen, dan zal dat toch pas over tien jaar in

voldoende hoeveelheden op de markt komen. Het Europese antwoord op de uitdaging van schaliegas zal moeten berusten op andere maatregelen.

Het Europese antwoord zal deels moeten bestaan uit prijsmaatregelen, en kan verder het beste liggen in de ontwikkeling van een geheel nieuwe industriële strategie. Met de snelle ontwikkeling van biobased technologieën, meer in het algemeen van ‘cleantech’, is daarvoor nu een ‘window of opportunity’. De VS en Brazilië zijn bij hun biomassa vooral gericht op de energiemarkt, Europa kan zich richten op de chemische industrie. Duitsland en Denemarken lopen in Europa voorop bij het ontwikkelen van deze koers. Wereldwijd groeit de cleantech industrie, met zonneceltechnologie en biomassagebruik als ruggengraat, jaarlijks met 30%.

In tegenstelling tot aardgas bevat schaliegas vaak tamelijk veel ethaan (tot 15%) en soms ook wat propaan, aantrekkelijke grondstoffen voor de chemische industrie. De industrie in de VS schakelt over van aardolie (nafta) als grondstof voor deze verbindingen, naar schaliegas. Naftakrakers komen stil te liggen en daardoor stijgt de prijs van hogere alkanen en van aromaten. Productie van deze stoffen uit biomassa is daardoor een zinvol onderdeel van de industriële strategie. En verder van chemicaliën die moeilijk te maken zijn uit aardolie. Barnsteenzuur is daarvan een goed voorbeeld.

Maar zelfs op dit gebied heeft Europa zich op achterstand laten zetten. Biobarnsteenzuur wordt straks meer gemaakt in de VS dan in Europa. Het wordt tijd dat Europa besluiten gaat nemen die meer inhouden dan het kopiëren van het beleid van anderen.

<http://www.biobased-society.eu/nl/2013/06/denken-voorbij-schaliegas/>



## De toekomst van de energievoorziening

**De oplossing van het energievraagstuk ligt niet in het gebruik van biomassa. We kunnen ons beter richten op zonne- en windenergie, met in het begin nog een forse bijdrage van (schalie)gas. Het nieuwe energieakkoord geeft daartoe een aanzet.**

Tot voor kort leek het energievraagstuk een onontwarbare knoop. Aardolie raakt geleidelijk op. Steenkool, waarvan de voorraden groot zijn, produceert te veel CO<sub>2</sub>. Gas geeft een te grote afhankelijkheid van het buitenland. Kernenergie vraagt zulke grote investeringen dat deze in crisistijd geen optie meer is (nog afgezien van vele andere bezwaren). Om de CO<sub>2</sub>-uitstoot snel terug te brengen besloot de EU tien jaar geleden om biobrandstoffen krachtig te ontwikkelen, maar deze kwamen daarna in een kwaad daglicht te staan: niet duurzaam genoeg, mogelijk strijdig met de voedselvoorziening.

Twee belangrijke ontwikkelingen laten nu een oplossingsrichting voor de energietransitie zien: het beschikbaar komen van schaliegas, en de snelle prijsdaling van zonnecellen (PV). Die prijsdaling zal doorgaan: er zijn nog grote wetenschappelijke en technologische verbeteringen in de pijplijn. Over twintig jaar zullen energie-investeringen grotendeels naar zonne-energie gaan, misschien al over tien jaar. Dan duurt het nog tien à twintig jaar voordat zonne-energie de ruggengraat van de energievoorziening is. Alle andere maatregelen die we nemen zijn overgangsmaatregelen, in afwachting van voldoende groei van zonne-energie. Dat hoeft overigens niet alleen PV te zijn. Kunstmatige fotosynthese (BioSolar Cells) ligt twintig jaar achter bij PV, maar zal te zijner tijd ook een aanzienlijke bijdrage gaan leveren. Windenergie heeft een kleiner potentieel, maar is ook belangrijk.

De belangrijkste tussenoplossing heet dus (schalie)gas. Als gas steenkool verdringt, kan de CO<sub>2</sub>-uitstoot snel dalen. Enkele nieuw gebouwde centrales in Nederland zullen we dan in de mottenballen moeten doen. De autobranche wordt (sterker: is reeds) het strijdtoneel van concurrerende opties: biobrandstoffen, aard-, schalie- of biogas, elektrisch transport en waterstofauto's, of gewoon doorgaan met diesel en benzine uit aardolie... het is allemaal mogelijk.

Biobrandstoffen kunnen in dit palet een bijdrage leveren. Het grote voordeel van biobrandstoffen is dat ze passen binnen de bestaande (olie-)infrastructuur. Daarom zullen ze nog wel even bij ons blijven. Maar niet als ruggengraat van de energievoorziening. De vraag naar energie is naar verhouding zó groot dat de grootschalige productie van biobrandstoffen steeds ergens op problemen kan stuiten: met voedselvoorziening, of natuurbehoud, of duurzaamheidseisen, of allemaal. En een energievoorziening die steeds het toneel is van maatschappelijke strijd – neen, dat is geen goed idee meer.

En vergeet energiebesparing niet, beter: doelmatig energiegebruik. Al sinds de eerste oliecrisis (1973) de 'goedkoopste energiebron'. Per beste Euro de grootste CO<sub>2</sub>-reductie. En het energiegebruik van veel industriële en huishoudelijke processen daalt. Als er verrassingen zitten in de ontwikkeling van de energievraag, dan zijn die eerder naar beneden dan naar boven. Dat maakt het dekken van de energievraag gemakkelijker.

## Groot biobased cluster van Leiden tot Reims

**Bij alle kleinschaligheid waar de biobased economy mee gepaard gaat, is er ook ruimte voor grotere samenwerkingsverbanden. Een goed voorbeeld kan de Biobased Delta worden. Nu nog slechts een stukje Zuidwest Nederland en Vlaanderen. Straks mogelijk een gebied met allerlei BB-activiteiten dat zich uitstrekt van Zuid Holland tot in Noord Frankrijk. Ook in andere gebieden in Nederland en Europa vindt dit soort clustervorming plaats.**

‘Grensoetkennende samenwerking’ noemen ze het in de regio die allerlei activiteiten op het gebied van onderzoek, onderwijs en productie binnen de biobased economy zal verenigen. Hier begon het als een samenwerking tussen het biobased onderzoek van de universiteit van Gent en de Kanaalzone, met haar grote agrarische en chemische bedrijvigheid via BioBase Europe met Ghent Energy Vally en Biopark Terneuzen aan respectievelijk Vlaamse en Nederlandse kant. Daar zijn allemaal bedrijven gevestigd die in meer of mindere mate geïnteresseerd zijn in de BBE. Bekende bedrijven als Dow Chemical, Cargill, het Noorse Yara met Arkema en Zeeland Refineries (Total/Lukoil) in Sloe. Yara en Arkema gaan met algen/wieren aan de slag op demo-schaal. De Kanaalzone koppelt reststromen als CO<sub>2</sub> en warmte aan de behoeften van de glastuinbouw in het gebied. In Gent doet men onderzoek aan biomassa en bouwde daar een ‘polyvalente’ (multi purpose) proeffabriek voor diverse unit operaties, zowel bio-chemisch als chemisch. Antwerpen ontwikkelt het havengebied ‘Blue Gate’ aan de Schelde voor biomassa. Tot zover de Belgen. In Noord Frankrijk hebben we het biobased gebied Les Sohettes van IAR (Industries et Agro-Ressources) dat heel goed zou kunnen aansluiten bij het Biobased Delta Cluster.

In Bergen op Zoom is Sabic geïnteresseerd in onderzoek naar bio-aromaten. Ze stichtte de Green Chemistry Campus, stelde haar lab open voor bedrijven en gaf ondersteuning. Dat is een unieke actie in de chemie. Het betekent nogal wat voor een bedrijf om anderen in haar laboratoria toe te laten. Het gebeurde en inmiddels is de ontwikkeling goed op gang. Er hebben zich al 10 bedrijven gevestigd op het terrein.

TNO en het Vlaamse VITO werken er samen aan onderzoek aan lignine en bio-aromaten, en aan C<sub>5</sub> (en hogere) suikers. De eerste ontwikkelingslijn, die zeer dicht tegen de petrochemie aan zit is om uit biomassa ‘groene nafta’ te maken. De volgende stappen zijn bio-aromaten en hogere alifatische verbindingen, allebei typen verbindingen die weinig vanuit schaliegas en schalie-olie gemaakt kunnen worden en waarnaar (dus) marktvaart zal ontstaan.

Naar het noorden ligt Rotterdam waar plannen bestaan voor de bouw van een isobutanolfabriek uit biomassa. Er zijn delen van de provincie Zuid Holland waar de tuinders in het Westland met hun inhoudsstoffen en kennisinstituut mee kunnen doen en er is de Biotech Campus Delft met de TU Delft, de Bioprocess Pilot Facility (BPF), de voor iedereen open proeffabriek van DSM, TUD en Purac, en het Be-Basic programma. Daarboven ligt het bloembollengebied dat zou kunnen aansluiten. Het MKB kan aanhaken via de Hogeschool Avans in Breda voor opleidingen en onderzoek.

Zo kan binnen de Biobased Delta een regiogebonden relatie ontstaan tussen BBE-bedrijven en instellingen uit Oost en West Vlaanderen, de provincie Antwerpen, de Nederlandse provincies Zeeland, Brabant en Zuid Holland, en Noord Frankrijk die gezamenlijk zouden kunnen optrekken naar Brussel. De contacten zijn ondertussen gelegd. Elders zou ook zo iets tot stand kunnen komen, zoals in de regio Noord Nederland- Nedersachsen.





## Het Dutch Biorefinery Cluster

**Wil de biobased economy van de grond komen in Nederland, willen we kringlopen zoveel mogelijk sluiten, dan is het zaak om alle soorten biomassa, waaronder reststromen uit de bosbouw, landbouw, veeteelt, industrie, afvalwaterzuivering en de restproducten van de consumenten-sector zoveel mogelijk om te zetten in bruikbare grondstoffen en materialen. Het eerste deel van die activiteit, het maken van nieuwe grondstoffen gebeurt via bioraffinage door cascadering van de biomassa.**

Al in een vroeg stadium zagen een aantal bedrijfstakken dat in dat ze deze bioraffinage beter gezamenlijk konden ontwikkelen en uitvoeren. Zo kwam in 2006 een aantal partijen uit de agro-food industrie en de papier- en kartonindustrie bij elkaar om hun biomassa beter te benutten op weg naar een duurzamer economie. Na enkele jaren samenwerken werd in 2010 besloten om het Dutch Biorefinery Cluster (DBC) officieel als stichting op te richten, te communiceren over de resultaten, en de samenwerking met andere sectoren aan te gaan. Dit heeft in 2011 geleid tot een verbond met de chemische bedrijfstak (de VNCI) in de Alliantie Agro-Papier-Chemie (APC).

De samenwerking tussen de sectoren is gericht op het verkrijgen van een aantal (grond)stoffen en bouwstenen als plantaardige eiwitten, lignocellulose, nutriënten, plantaardige papieradditieven, natuurlijke kleurstoffen, biobased coatings, biobased chemische basisproducten, biobased verpakkingen en composieten (vezelversterkte kunststoffen) met natuurlijke vezels. De samenwerking is ook gericht op watervalorisatie door biobased stoffen, zoals bepaalde vetzuren en fosforverbindingen die in het proceswater voorkomen en momenteel via het rioolwater worden afgevoerd, terug te winnen en te hergebruiken voor nieuwe processen en producten.

Bedrijven en organisaties binnen het DBC en het APC doen dat door het benutten van elkaars kennis en expertise van de eigen industriële grondstoffen, intermediaire stromen en producten en het ontwikkelen en inzetten van gezamenlijke technologieën. Met vaak interessante resultaten. Zo slaagde de papier- en kartonsector er bijvoorbeeld in om kartonnen verpakkingen te maken uit grasvezels en uit de resten van de tomatenplant.

Het DBC ontwikkelt zich vooral door zoveel mogelijk partijen bij zijn initiatief te betrekken en contacten naar buiten te leggen. Zo sloot het een Green Deal (zie elders) met het Ministerie van Economische Zaken, samen met de VNCI, gericht op ontwikkeling en verwezenlijking van zes nieuwe businesscases binnen bedrijven in de drie sectoren.

Ondertussen is het DBC ook internationaal gegaan door in 2013, naast vele andere Nederlandse en buitenlandse organisaties en bedrijven, lid te worden van het net opgerichte Biobased Industries Consortium (de ppp die is voortgekomen uit BII (Biobased Industries Initiative)). Hierin werken 50 bedrijven en evenzoveel kennisinstellingen samen ter besteding van de € 3,8 miljard die de Europese Commissie en de Europese industrie gezamenlijk binnen het Europese programma Biobased Industries Initiative (zie elders) ter beschikking hebben gesteld voor het vraaggestuurd onderzoek in de Europese biobased industrie. Voor de ontwikkeling van een Europese biobased economy.

## De Bioprocess Pilot Facility in Delft

**Ontwikkelingen in de industriële biotechnologie (processen, nieuwe producten) die in het laboratorium zijn ontwikkeld, moeten worden uitgetest op een relevante schaal voordat ze commercieel in productie kunnen worden genomen.**

Een proeffabriek die het productieproces op een semi-technische schaal imiteert is een kostbare, maar noodzakelijke aangelegenheid om de procescondities in de vingers te krijgen voor een optimale procesuitvoering. Voor sommige producten en processen is het zelfs nodig eerst nog een demonstratiefabriek te bouwen voordat de stap naar de full-scale fabriek gemaakt kan worden. Heel grote bedrijven kunnen zich deze investeringen permitteren, kleinere niet. Echter, het blijft absoluut noodzakelijk de procescondities en grondstoffen eerst te onderzoeken alvorens de stap naar de fabriek te maken, gegeven de complexiteit, de hoge kosten en de risico's bij opschaling van deze nieuwe processen of producten.

De BPF (Bioprocess Pilot Facility) is gestart met de bestaande proeffabrieken van DSM, ingericht voor onderzoek aan haar fermentatie- en opwerkingsfabrieken. Deze pilot plants zijn door DSM ingebracht in een joint venture, met Corbion-Purac en de TU Delft als partners. Om de transitie naar lignocellulosehoudende grondstoffen mogelijk te maken wordt de pilot plant gereed gemaakt voor procesonderzoek aan omzetting van diverse soorten biomassa (stro, maïsstengels, houtsnippers, etc.) in fermenteerbare suikers. Voor deze uitbreiding wordt de BPF financieel ondersteund door de EU, het Ministerie van EZ, de provincie Zuid-Holland en de gemeenten Delft, Rotterdam en Den Haag.

De BPF is een open faciliteit, wat betekent dat iedereen er gebruik van kan

maken. Uiteraard is geheimhouding van eigen kennis van de gebruikers verzekerd. Kleine ondernemers die hun technologie willen testen, biotech ondernemingen die andere grondstoffen voor hun lopende processen willen onderzoeken, ontwerpers van apparatuur die hun ontwerpen in de praktijk willen testen en wetenschappelijke onderzoekers die schaafeffecten van hun uitvinding willen bekijken. Door de modulaire opbouw en het brede scala aan beschikbare unit operations van de pilot plant is heel veel mogelijk.

De BPF is een zeer flexibele proeffabriek. Naast suiker als grondstof voor het fermentatieproces kunnen ook reststromen uit de land- en bosbouw als grondstof worden gebruikt. Deze grondstoffen worden voorbewerkt door ze (meestal) te verkleinen en daarna bij hoge temperatuur (en druk) te behandelen waardoor de binding tussen de samenstellende delen van de plant worden verbroken. Na eventuele andere bewerking, als hydrolyse, waarin de suikers gevormd worden, volgt het fermentatieproces.

De BPF heeft de beschikking over fermentoren van verschillende procesafmetingen tot een volume van 8 m<sup>3</sup>, waarbij diverse micro-organismen, zoals bacteriën, gisten en schimmels kunnen worden ingezet. De fermentatieprocessen kunnen worden uitgevoerd als batch-, fed-batch- of continu proces, en onder aerobe en anaerobe condities. Voor de opwerking van het product kan, dank zij de modulaire opbouw van de proeffabriek, worden geschakeld tussen verwijdering van het product uit de cel waarin het is gevormd of afscheiding uit het fermentatiemedium. De BPF beschikt over een staf van ervaren processtechnologen en procesoperators.

Met deze Delftse faciliteit beschikken de Nederlandse (en buitenlandse) industriële biotechnologische bedrijven over een proeffabriek voor onderzoek naar en opschaling van hun processen die aanzienlijk meer mogelijkheden biedt dan wat meestal elders aanwezig is.



## De transitie naar de biobased economy

**De transitie naar de biobased economy staat nog maar aan het begin. Hij heeft radicale innovaties nodig. Van belang is dat de beweging niet wordt geïnstitutionaliseerd.**

Transities hebben een eigen dynamiek, die diverse onderzoeksgroepen in Nederland en het buitenland in kaart proberen te brengen. Zij baseren zich op ervaringen in een groot aantal onderzochte transities, zoals de verdringing van het zeilschip door de stoomboot, en die van het paard door de tram en daarna door de automobiel. Nog maar een decennium geleden probeerde de Nederlandse overheid vanuit die verzamelde kennis de energietransitie vorm te geven. Door evaluatie van dat project (wat er is bereikt en wat er niet is bereikt) proberen onderzoekers nu weer richtlijnen te ontwikkelen voor een slimme aanpak van de transitie naar de biobased economy.

Ten opzichte van de energietransitie vinden er grote verschuivingen plaats. Energie wordt minder maatgevend. Zo denken transitie-onderzoekers bijvoorbeeld dat de chemie bij de komende transitie zijn energievoorziening zelf ter hand gaat nemen. Ook de transportsector en de bouw zouden hun eigen energievoorziening kunnen gaan organiseren. Hoe sneller de energietransitie gaat verlopen (naar echte schone energie), des te sneller zal ook de biobased transitie kunnen gaan.

De overgang naar de biobased economy maakt in deze visie deel uit van een brede transitie naar een geheel nieuwe economie. Onze maatschappij zit in een belangrijke overgangsfase, vergelijkbaar met het begin van de modernisering aan het eind van de 19<sup>e</sup> eeuw. Dit wordt een heel lange kantelperiode. Het duurde toen ook vijftig tot zestig jaar voordat de

modernisering doorzette, stellen onderzoekers. De huidige crisis is een teken van die kantelperiode, die misschien nog wel vijftien tot twintig jaar kan duren.

Die transitie naar een biobased economy staat eigenlijk ook nog helemaal aan het begin. Zo'n beginfase wordt gekenmerkt door veel experimenteren en het uitproberen van veel verschillende technologieën. Het is van belang dat in die fase voldoende 'radicale' projecten in het palet zitten, met betekenis op strategisch niveau. Want in deze fase geven incrementele veranderingen, hoe nuttig ook, onvoldoende materiaal voor de noodzakelijke vernieuwing van de technologische infrastructuur. Waar mogelijk zou het beleid juist die radicale projecten moeten stimuleren. In de praktijk blijkt dat vaak een probleem, doordat de bestaande maatschappelijke organisatie, gedragen als deze wordt door gevestigde technologieën en de daarmee verbonden belangen, zulke projecten juist bemoeilijkt.

De transitie naar de biobased economy heeft nog alle kansen, zo concluderen onderzoekers. Uit de energietransitie halen zij de les dat institutionalisering van de biobased economy moet worden voorkomen. Stimulering van de biobased economy vanuit de regio's, zoals nu vaak gebeurt, is daarom een goede ontwikkeling. Elke transitie maakt een periode door van worsteling en strijd, maar uiteindelijk breken de vernieuwende krachten door. Na elke systeemcrisis komt er immers een periode van grote innovatie en bezieling. De biobased economy zou precies die impuls kunnen geven.

## Duurzaamheid, een lastig onderwerp

**Duurzaamheid is essentieel voor de biobased economy. Echter, het maken van praktische afspraken over duurzaamheid, de uitvoering daarvan en de controle daarop, blijken steeds weer problematisch. Maar duurzaamheid biedt ook veel kansen.**

Duurzaamheid heeft vele gezichten. Er is het klassieke milieuprobleem: voor een duurzame toekomst moeten wij lucht, water en bodem niet vervuilen. We moeten verder steeds minder grondstoffen gaan gebruiken, waaronder de zeldzame aardmetalen die we zo nodig hebben voor onze mobiele telefoons, het gas en de olie waarop tot nu toe onze economie drijft, en het fosfaat dat essentieel is voor onze landbouw. We moeten stoppen met het lozen van CO<sub>2</sub> in de atmosfeer, omdat de klimaateffecten anders misschien desastreus zullen zijn. We moeten de biodiversiteit beschermen, omdat in de genenpool van de aarde onze overlevingskansen liggen opgeslagen. We moeten ophouden met het leegvissen van de zeeën. We moeten criteria ontwikkelen die aangeven in hoeverre betrokken partijen slagen bij de uitvoering van deze taken. En we moeten mechanismen in het leven roepen om te controleren in hoeverre mensen zich aan gemaakte afspraken houden.

Het lijkt bijna een onmogelijke opgave, alles bij elkaar. Maar hier is het goede nieuws: voor zover de uitvoering van deze taken afhankelijk is van de technologie, ziet het er naar uit dat de mensheid (misschien net op tijd) de technologieën ontwikkelt die daarvoor nodig zijn. En het slechte nieuws: het is ons tot dusverre niet gelukt om deze (schone, groene) technologieën snel genoeg toe te passen. Het drama van de klimaatonderhandelingen mag als voorbeeld dienen. Na het maken van forse en haalbare (hoewel misschien zelfs nog ontoereikende) afspraken is het steeds niet gelukt, deze op tijd uit te voeren.

Er zitten belangrijke internationale aspecten aan het duurzaamheidsvraagstuk en daardoor raakt dit direct aan het ontwikkelingsvraagstuk. Platter gezegd: in internationaal verband gaan de onderhandelingen steeds om geld. Vernieuwing van het Kyoto-protocol is vooral afhankelijk van de vraag welke landen daarvoor gaan betalen en hoeveel, en welke landen gaan ontvangen. Het afgelopen decennium hebben onderhandelingen tussen overheden überhaupt geen overtuigende bijdrage geleverd aan duurzame ontwikkeling.

De Ronde Tafelconferenties over duurzame grondstoffen, gehouden met private deelnemers (bedrijven en NGO's) zijn succesvoller. Ook al komen bij NGO's steeds weer twijfels naar boven over inhoud en effectiviteit van de daar gemaakte afspraken – er zit tenminste voortgang in. Consumenten haken aan. Duurzaamheid van een breed scala van producten en diensten (zoals koffie, tonijn, meubelen, transport) spreekt veel mensen aan. Er zijn beginnende tekenen dat consumenten ook voor duurzaamheid willen betalen. Des te meer reden om sluitende controlemechanismen te ontwikkelen en 'greenwashing' uit te sluiten.

In de strijd om concrete maatregelen ziet men wel eens over het hoofd dat er achter duurzaamheid een groot politiek-filosofisch vraagstuk schuil gaat, waarmee wij ons evenzeer moeten bezig houden. Niemand wil alleen 'planet' of 'people', er moet ook ruimte zijn voor 'profit'. Maar niemand weet waar de 'balans' tussen people, planet en profit ligt. Daardoor kunnen belanghebbenden het discours gemakkelijk in hun richting bijbuigen: het duurzaamheidsdebat staat vol met retoriek en parti-pris. De enige manier om daar uit te komen is door ervaring, reflectie en debat. Als onderdeel van het streven naar duurzaamheid.



## CO<sub>2</sub>-heffing of -rechten

**We zijn inmiddels over de 400 ppm CO<sub>2</sub> in de buitenlucht heen gegaan en daarmee zal het niet ophouden. In 1960 passeerden we het 300 ppm niveau. Wat te doen om de CO<sub>2</sub> omlaag te krijgen? Belasting heffen op fossiele producten en met de inkomsten daaruit de aanschaf van bioproducten stimuleren? Of de markt van CO<sub>2</sub>-uitstootrechten beter laten functioneren? Een aansluiting op het Nationale Energie Plan is er nog niet.**

Hoe krijg je een nieuwe, CO<sub>2</sub>-arme bedrijfstak van de grond? De CO<sub>2</sub>-uitstoot gaat niet snel omlaag door het verstoken van houtpellets; het duurt honderd jaar voor het weer in bomen is opgeslagen. Eén mogelijk sneller antwoord is een selectief systeem van heffingen en subsidies – hier iets verhogen en daar wat verlagen. In Nederland ging dat goed met zuinige auto's, en in Duitsland met zelfgeproduceerde stroom uit zonnepanelen. Te goed zelfs. Consumenten willen wel, zeker als zij eigen voordeel zien en de overheid een handje helpt door kleine ingrepen in de belastingen.

Maar we kunnen het ook aanpakken op de Chinese manier. Verbied eenvoudig alle niet-elektrische scooters in de stad. Handig zo'n autoritaire staat! Maar bij hun industriële uitstoot zijn de resultaten al heel wat minder zichtbaar. En in Europa gaat het toch anders. Wij laten liever de markt zijn werk doen: door een heffing op CO<sub>2</sub>-uitstoot in te stellen, of een goed werkende markt voor handel in CO<sub>2</sub>-uitstootrechten te organiseren. Maar in de praktijk doen we geen van beide. Europese regeringen hebben veel te veel CO<sub>2</sub>-uitstootrechten verstrekt, zodat de markt geen enkel effect heeft. En heffingen stellen we ook niet in. Toch kunnen we daar heel wat mee bereiken, zoals uit dit voorbeeld over biopolymeren blijkt.

Er zijn al flink wat biopolymeren op de markt, maar de verpakkingindustrie pikt dat nog niet echt op. Vooral de prijs houdt de markt doorbraak tegen (fossiele polymeren kosten rond € 1,50 tot € 2,- per kilo, biopolymeren zijn € 0,50 tot € 0,80 duurder). Dan zijn er nog enkele onduidelijkheden over beschikbaarheid, onzekerheid over shelf life, labeling en compostering. Wel zeker is de drievoudige beperking van de CO<sub>2</sub>-uitstoot tijdens de productie van de biopolymeren ten opzichte van fossiele kunststoffen: 800 kg CO<sub>2</sub> voor een ton PLA en 2.725 kg gemiddeld per ton fossiele polymeren. Ondanks die positieve verschillen is er nog steeds geen sprake van een level playing field. Mogelijk wil de 'brandowner' (zoals Coca-Cola) wel een tijdlang extra betalen voor de verpakking, voor zijn groene imago.

In de materialenwereld gaat het momenteel uitsluitend om de prijs. Een groen randje of een lage CO<sub>2</sub>-uitstoot tellen niet mee. De consument is zeker niet bereid om voor groen meer te betalen. Daarom worden de biokunststoffen in Nederland nog steeds in veel te kleine hoeveelheden gemaakt.

Om te voorkomen dat biopolymeren straks, ondanks hun goede kli-maateigenschappen, toch niet echt van de grond komen, zouden we één eurocent per kilo fossiel polymeer extra verpakkingsbelasting kunnen heffen, en daarnaast voor biopolymeren de verpakkingsbelasting met € 0,50 tot € 0,80 (dus net het prijsverschil tussen bio en petro) kunnen verminderen. Dat is budgetneutraal. Vervolgens brengen we die verlaging langzaam terug naarmate de omvang van de hoeveelheid geproduceerde biopolymeren toeneemt. Na de CO<sub>2</sub>-heffing op fossiele polymeren volgt logischerwijs een CO<sub>2</sub>-belasting op de fossiele brandstoffen zelf. Dat lijkt de enige manier om, via de markt, de uitstoot van CO<sub>2</sub> omlaag te brengen, nu regeringen niet ingrijpen in de Europese markt van CO<sub>2</sub>-uitstootrechten.

## Economische effecten en modellen

**Er is een groot verschil tussen de manier waarop bedrijven een innovatieve koers als de biobased economy beschouwen en de weerklink daarvan in economische modellen. Die modellen zijn namelijk gebaseerd op ervaringen uit het verleden en niet goed toepasbaar op een radicale wending van de economie.**

Duurzaamheid komt in de kern van de strategische visie van steeds meer bedrijven. In de eerste plaats omdat hun klanten dat willen. Maar ook omdat die bedrijven van oordeel zijn dat de nog-niet-duurzame klanten steeds meer naar duurzaamheid zullen opschuiven. Duurzaamheid wordt daarmee een soort toekomstverzekering. En tenslotte geven bedrijven daarmee aan dat zij de duurzaamheidsvraagstukken serieus nemen. Zoals klimaat, overbevissing, en achteruitgang van biodiversiteit.

Duurzaamheid is volgens ons geen modegril die over een paar jaar weer is verdwenen, maar een onderstroom die nu naar boven komt. Wel een onderstroom met grote economische consequenties, want een aantal ijkpunten in de economie zal moeten worden herzien. Zo zal soms niet de uitputting, maar het behoud van grondstoffen economisch beloofd moeten gaan worden.

Ook in de biobased economy, als onderdeel van een duurzame economie, zal een aantal economische relaties veranderen. Reststoffen krijgen een economische waarde. De sectoren agro en chemie, tot nu toe geheel gescheiden onderdelen van de economie, gaan elkaar beïnvloeden. De biobased economy rust voor zijn ontplooiing voor een belangrijk deel op wetenschappelijk onderzoek en technologische ontwikkeling, die daarmee een economische waarde krijgen (terwijl ze in de CPB-modellen nog

een kostenpost zijn). Wanneer een groot deel van de grondstoffen in de regio wordt geteeld, krijgt de logistiek een andere betekenis.

Bestaande economische modellen kunnen zulke toekomstperspectieven niet goed weergeven, want ze zijn gebaseerd op bestaande structuren en maken gebruik van bestaande technische coëfficiënten. In deze modellen is de chemische industrie sterk georiënteerd op de petrochemie met de daarbij behorende afhankelijkheden. De aardolieprijs is een belangrijke parameter. In de toekomst zal de suikerprijs misschien die rol gaan overnemen. Maar in een tijd waarin relaties gaan schuiven, gaan we onvermijdelijk door een periode heen waarin onzekerheid bestaat over de structuur van economische modellen en de waarde van belangrijke parameters.

Terwijl veel bedrijven op duurzaamheid koersen, is op bescheiden schaal de strijd van de economische modellen losgebarsten. Het LEI (Landbouw Economische Instituut) heeft andere ideeën dan het CPB (Centraal Plan Bureau) en meent dat veel modellen een ‘blinde vlek’ hebben voor de effecten van biobased technologieën – zodat deze modellen ook niet goed de gevolgen van overheidsbeleid, schaarsteverhoudingen en technologische ontwikkelingen kunnen kwantificeren. Het LEI heeft al eens geprobeerd de economische effecten van de biobased economy in kaart te brengen. Die kwam er, vooral in een hoog-technologische variant, zeer goed uit. Inmiddels is het LEI begonnen aan een update die meer detail moet geven.

In bredere kring bestaat ook behoefte aan economische modellen die verder gaan dan vier jaar – de regeerperiode van een kabinet. Want een andere koers van de economie, en daar gaat het om, werpt zijn vruchten natuurlijk niet precies af in die periode. Voorlopig is op de vraag ‘wat zullen de economische effecten zijn van de biobased economy’ nog geen definitief antwoord te geven.



## Financiering

**Financiering van innovatieve technologische projecten is een probleem in Europa, en zeker ook in Nederland. Het probleem speelt bovendien al tientallen jaren. Europa is sterk gericht op onderzoek en veel minder op ontwikkeling en demonstratie van technologieën. Innovatieve financieringsmechanismen zijn gewenst, zeker in een tijd van krapte.**

Europa is een mekka voor onderzoekers, altijd al geweest, met verhoudingsgewijs grote onderzoeksbudgetten. Daardoor heeft Europa ook een ijzersterke kennispositie. In de biobased economy excelleert Nederland bijvoorbeeld in de groene chemie (fermentatie, homogene en heterogene katalyse), land- en tuinbouwtechnologie en zaadveredeling. Maar het is een bekende klacht van ondernemers die hun technologie willen opschalen, dat het in Nederland moeilijk is om daarvoor kapitaal aan te trekken. Daardoor komt het geregeld voor dat technologieën die met Nederlands overheidsgeld in de onderzoeksfase zijn gefinancierd, uiteindelijk toch in het buitenland worden toegepast.

Recent is de concurrentieverhouding met de Verenigde Staten verslechterd door de lage energieprijzen aldaar. De concurrentie met Azië wordt bemoeilijkt door hun lage lonen. Bovendien zijn de investeringsvoorwaarden vaak beter in andere werelddelen. De VS werkt voornamelijk met leninggaranties, Zuidoost Azië met belastingvoordelen. En als klap op de vuurpijl zijn Europese banken en institutionele beleggers erg voorzichtig geworden – door recente schandalen, en door nieuwe regels over hun solvabiliteit – bij het verstrekken van risicodragend kapitaal. Er is daarom een extra Europese inspanning vereist om de traditionele afkeer van risicodragende investeringen in start-ups te compenseren.

Het Topsectorenbeleid was een aanzet voor zo'n extra inspanning. In vergelijking met het eerdere innovatiebeleid heeft dit meer aandacht voor vraaggestuurd onderzoek en voor doorontwikkeling van de technologie: door een vorm van investeringsaftrek, en doordat de industrie grotere zeggenschap heeft gekregen over de besteding van overheidsmiddelen. Maar toch dreigt de lijn onderzoek – pilotfabriek – demonstratiefabriek – commerciële fabriek ergens rond de demonstratiefase te breken. Mede als gevolg van de kortingen op R&D-gelden die tegelijkertijd met het Topsectorenbeleid van kracht werden. Het geval Avantium is een pijnlijk voorbeeld. De ontwikkeling van de PEF-technologie heeft plaats gevonden door een Nederlands bedrijf gesteund door Nederlandse R&D-gelden; de pilotfabriek is met steun van de Nederlandse overheid gebouwd in Geleen; en toch denkt Avantium er sterk over om voor de bouw van een demonstratiefabriek naar de VS te gaan – in dit geval vooral vanwege de lage energieprijzen, maar toch ook door de financiële steun (of garantstelling) van de Amerikaanse overheid bij de bouw van zo'n installatie.

De extra inspanningen zouden voor een deel kunnen bestaan uit het vinden van nieuwe samenwerkingsverbanden. Nederland, als klein land met veel mooie nieuwe technologieën in ontwikkeling, zou bijvoorbeeld samenwerking kunnen zoeken met de Oost-Europese landen van de EU. Daar zijn veel goed opgeleide mensen (de vraag is of er ook biochemische goede operators zijn), daar zoekt men naar nieuwe investeringsmogelijkheden, daar lijken de omstandigheden voor pilots en demo's beter. Zo'n samenwerking zou voordeel kunnen bieden aan beide partijen.

De overheid kan overigens ook zonder er veel geld in te steken het nodige betekenen voor de doorbraak van de Biobased economy door nieuwe regelingen op te stellen, op te treden als 'launching customer, het organiseren van een 'level play field' en het maken van kwaliteitsprotocollen.

## Biobased Industries Initiative: vraaggestuurd Europees onderzoek

**Wat in Nederland niet lukt, lukt misschien in Europa wel: het smeden van een vruchtbare samenwerking tussen overheden en bedrijven in public-private-partnerships (PPP) voor de kennisontwikkeling in een biobased economy. De samenwerking tussen de Europese Commissie en het, daartoe gevormde Biobased Industries Consortium (BIC) past binnen het Horizon2020 programma en heet BII: Biobased Industries Initiative. Het is een zeer belangrijk initiatief waarbinnen de industrie de leiding heeft.**

Dit BII-initiatief (oorspronkelijk gelanceerd onder de naam BRIDGE is geen kleinigheid. De Europese Unie draagt € 1 miljard bij aan het research- en innovatieprogramma, en de Europese industrieën hebben € 2,8 miljard toegezegd. Een reusachtig public-private partnership dat de Europese biobased economy van de grond moet tillen. Een echte uitdaging, met veel betrokken partijen, en daardoor veel belangen, en veel trekken en duwen. BII past geheel in de nieuwe Europese Horizon 2020-strategie om research te koppelen aan innovatie, en focus aan te brengen op sociale uitdagingen.

Anders dan veel researchprogramma's, zoals rond ICT of de vliegtuig-industrie, is het biobased programma geheel nieuw. En er is geen dominante bedrijfstak en geen dominante speler (type Airbus) in de Europese biobased economy. Integendeel, sectoren die in het verleden geen enkel contact hadden gaan nu samenwerken, zoals agro en chemie, en tel daar nog maar papier, afvalverwerking, energie, logistiek en nog een paar bij. Dat is politiek risicovol, en BII kan dus alleen slagen als het ambitieus wordt opgezet. En ambitieus is het: BII wil volledige productieketens

wil ontwikkelen, en dus uitdrukkelijk over de grenzen van de bestaande sectoren heen reiken.

Het BII-programma wordt vanaf 2014 aangegaan voor een periode van zeven jaar, met een jaarlijks voortschrijdende programmering. In eerste instantie worden programma's geformuleerd rond vijf waardeketens die het hele scala dekken. Binnen elk programma wordt uiteindelijk minstens één 'flagship project' gerealiseerd dat wordt geoptimaliseerd voor industriële toepassing. Clustering en netwerken vormen belangrijke instrumenten voor de voortgang. MKB's worden zo veel mogelijk bij het proces betrokken. De programmering van BII wordt geheel bepaald door de industriële partners.

De Europese biobased Industrie heeft de bedoeling van het programma goed begrepen en gelijk een consortium, Biobased Industries Consortium (BIC) gevormd van zeker 50 bedrijven en 50 kennisinstellingen voor de uitvoering van BII. Voor eind 2013 moet het programma van de Europese Commissie door het Europese Parlement zijn aangenomen, waarna het gelijk van start zal gaan. Ook het consortium komt dan gelijk uit de startblokken. Het is de bedoeling binnen het programma ruimte te maken voor het MKB.

Oude waarden zijn aan het schuiven. Misschien gaat de tuinbouwsector, ook betrokken bij BII op een dag meer waarde halen uit de plant dan uit de tomaat, zoals daar wordt gezegd. Met als voorbeeld de ontwikkeling van tomatenbakjes uit (jawel) vezels van de tomatenplant. En ook isolering van bijzondere stoffen, met toepassing als geurstof of medicijn, of in cosmetica. De papierindustrie heeft soortgelijke perspectieven voor zijn grondstoffen.





BII is niet zomaar een programma. Veel biobased processen in Europa zitten tegen commercialisering aan. Veel kans op valleys of death. De commercialisatie van tweede generatie ethanol is bijvoorbeeld naar de VS gegaan, waar de voorwaarden beter waren. BII moet de biobased initiatieven weer terughalen naar Europa. Zodat Europa zijn doelstellingen kan gaan realiseren: 25% biobrandstoffen (zitten we niet op te wachten) en 30% biochemicalïën (is goed) in 2030. Waardoor een revitalisering van het platteland kan gaan plaats vinden. Met 1 miljoen extra banen in 2030. Dank zij een groot commitment van de Europese Commissie en de biobased industrie.

<http://horizon2020.eu>

<http://ec.europa.eu>

## Nieuwe CAP: waar is de biobased economy

**In Brussel is het gemeenschappelijke landbouwbeleid (Common Agricultural Policy, CAP) voor de komende 7 jaar aangenomen. Eén van de pijlers zou moeten zijn dat wij de landbouwsector niet alleen ‘food’ en ‘feed’ laten produceren, maar ook ‘functionals’. Maar dat staat nog niet in de nieuwe CAP. Misschien over zeven jaar.**

Het uitgangspunt van de eerste CAP (1962) was dat Europa zelfvoorzienend moest worden en blijven in haar voedselvoorziening. Daarnaast was het verdrijven van armoede op het platteland een groot doel. De resultaten zijn verbluffend geweest en worden nu ook duidelijk zichtbaar in de nieuwe lidstaten in Midden Europa. In de loop der jaren zijn vele maatregelen getroffen om de wereldlandbouw en -handel te harmoniseren. Zo werd in 1992 de Europese eiwitmarkt opengesteld, terwijl de graanmarkt beschermd bleef. Daarmee kwam de import van dierlijke voedingsmiddelen vrij. Gevolg? De EU importeert nu 30 miljoen ton sojameel per jaar.

In Europa is niet méér voedsel nodig, want de bevolking blijft vrijwel constant, maar ondertussen verbeteren de opbrengsten per hectare voortdurend, zodat we op ons landbouwareaal veel meer kunnen produceren. Maar dat deed Europa lange tijd niet. Door vroegere ervaringen met boterbergen en melkplassen had Europa voor veel gewassen en producten een productieplafond ingesteld. Het oude idee ‘we moeten alle potenties van de landbouw benutten’ raakte op de achtergrond. Daar wordt nu iets aan gedaan: melk komt vrij in 2015, suiker in 2017. Vooral die laatste liberalisatie biedt kansen aan de biobased economy om met eigen Europese suiker de biobased economy op te bouwen.

De Europese landbouwkundige kennis staat nog steeds aan de wereldtop. Met moderne biotechnologie kunnen we uit onze bestaande gewassen meer dan voldoende eiwitten, suikers en vezels winnen om alle importen van diervoeder overbodig te maken en voldoende produceren om een nieuwe industrie van groene chemicaliën en groene materialen van de grond te tillen. Nu de inzet van biomassa voor energietoepassingen steeds meer naar de achtergrond verdwijnt, ontstaat er een unieke kans voor de landbouw om zich te ontwikkelen tot de primaire leverancier van 'food, feed & functionals'. Functionals in de betekenis van grondstoffen voor de chemie, bouwsector, cosmetica, geneesmiddelen, enz. als motor voor een biobased economy. Maar zover gaat de fantasie nog niet bij het DG Agriculture in het nieuwe Europese landbouwbeleid, maar we hebben inmiddels wel BII (Biobased Industries Initiative).

Met de nieuwe technologieën kunnen de boeren en het platteland hun productenpalet van een nieuwe dimensie gaan voorzien. Nieuwe coöperaties zullen wellicht nodig zijn, en het traditionele boerenfamiliebedrijf zal misschien in een iets groter samenwerkingsverband, inclusief het regionale MKB, moeten gaan werken. De benodigde kennis en kunde is ruim aanwezig, het landbouwareaal is er en de nieuwe klanten zijn juist in Europa sterk vertegenwoordigd. Bovendien zijn deze nieuwe klanten, de chemie en de materialenproducenten, gewend betere marges te betalen dan de agro/food fabrikanten. Een verantwoord nieuw EU-landbouwbeleid benut deze Europese sterktes voor een efficiënte wereldvoedselvoorziening en tegelijkertijd voor een omschakeling van de chemie- en materialensector van eindige fossiele bronnen naar hernieuwbare natuurlijke bronnen. Maar hoewel Europa via een ander Directoraat-Generaal sterk inzet op biobased onderzoek, laat dit deel van de biobased economy nog op zich wachten. Toch gebeurt er al veel, maar het lijkt wel een behoorlijk vertragend punt is dat CAP niet goed is aan-

gesloten op het Biobased Industries Initiative (BII); beide onderdelen van het Europese beleid zijn opgesteld door verschillende directoraten. Bij de volgende editie van de Europese Landbouw Politiek, over zeven jaar, moet dit vanzelfsprekend zijn.

<http://ec.europa.eu/agriculture/cap-post-2013/>

<http://ec.europa.eu/research/bioeconomy/>



## Green Deals openen deuren die anders gesloten blijven

**Er zijn veel mogelijkheden om de biobased economy te stimuleren. Zelfs zonder subsidies. Zo heeft de overheid in 2011, naast het topsectorenbeleid, de Green Deals in het leven geroepen, een ‘intentieverklaring tussen overheid en samenleving zonder criteria’. Dit duidt op begrip voor innovatiemechanismen en het effenen van paden.**

Het lijkt een zinvol instrument, zeker in de tijd waarin de overheid zich terugtrekt en meer aan bedrijfsleven en samenleving overlaat. Met Green Deals is geen geld gemoeid, in ieder geval nauwelijks, van de kant van de rijksoverheid. Vooral door overleg probeert die overheid te begrijpen wat de deelnemers bezielt en tracht dat organisatorisch mogelijk te maken.

Ruim 150 verschillende Green Deals zijn inmiddels afgesloten, waarvan meer dan 40% betrekking heeft op biobased ontwikkelingen. De Directie Biobased Economy, binnen het directoraat generaal Bedrijfsleven en Innovatie van EZ, is aanspreekpunt voor 17 verschillende plannen. Zo is er een grote samenwerking tussen Agro, Chemie en Papier voor onderzoek naar de biomassastromen ontstaan en is voor de Green Chemistry Campus, de BBE-broedplaats in Bergen op Zoom, ook een Green Deal gesloten. Ook voor de tuinders, BB Park Westland – om deze sector over de biobased streep te trekken – en wordt onderzoek gedaan met de Nederlandse Rubber- en Kunststoffenindustrie naar groencertificaten voor producten in die bedrijfstak. Een bijzondere Green Deal is die met HaverstaGG, het bedrijf dat zich bezighoudt met de cascadering van zwenkgras, via innovatieve droogvergisting, om daar eiwitten, vloeibaar gemaakt groen gas (LBG) en turf (compost) van te maken. Het opboksen

van een eenzame ondernemer tegen allerlei overheden en tegen allerlei regels, zou een case study op zich kunnen zijn. Zulke doorbijters komen er wel, maar zo’n Green Deal helpt wel degelijk in de worsteling met overheden op alle niveaus.

Green Deals worden nog steeds voorbereid, ook in relatie met andere sectoren. Zo is er een biobased Green Deal in de maak voor Pharmafilter, een zuiveringssysteem dat het afval van het ziekenhuis vermaalt, afvoert via het riool naar een speciale installatie en er biogas van maakt. In de zuiveringsinstallatie wordt organische afval zoals bloed, uitwerpselen en waswater, omgezet in biogas. Daarnaast zuivert de Pharmafilter het afvalwater van medicijnresten. Zoiets willen andere zorginstellingen ook wel, maar ja die gemeentelijke regelingen. In iedere gemeente moet dan weer het wiel worden uitgevonden. Dat kan beter. Kost geen geld, wel veel inzet en overleg.

Niet dat alle Green Deals al even goed lopen. Bij de Noordzeeboerderij (wieren en algen) gebeurt nog te weinig en de Green Deals die problemen met wetgeving voor mest hebben – een moeilijk politiek onderwerp – moeten ook nog met resultaten komen. De eerste ronde loopt drie jaar, daarna volgt evaluatie. Het einde van het project is nog niet vastgesteld. Uiteraard stelt de overheid altijd de vraag wat het heeft opgeleverd. Maar nu al kun je zeggen dat de Green Deals inspireren, ruimte geven en vooral op de ‘cross overs’ tot ontwikkeling komen. Ook in de biobased economy.

[www.ondernemendnederland.nl](http://www.ondernemendnederland.nl)

## Grote kansen voor de biobased economy, maar...

**Al jaren spreken we over de grote mogelijkheden van de biobased economy voor Europa, en vooral voor Nederland: een zeer hoog kennisniveau in land- en tuinbouw en chemische procestechnologie, goed ontwikkelde logistiek en een goede positie op de wereldmarkt. We hebben echt alles om hier een succes van te maken. Er liggen echter ook gevaren op de loer die tot gevolg kunnen hebben dat deze nieuwe industrie hier niet van de grond komt.**

Die gevaren hebben niets te maken met die positie van Nederland in agro en in de chemie, maar meer met randvoorwaarden als mentaliteit en consistent beleid. We hebben het eerder meegemaakt bij de windturbine-technologie en bij zonne-energie. Nederland blies daarin een goede partij mee op het gebied van kennisgeneratie en technologie-ontwikkeling. Toch, nu deze industrietakken hun volwassenheid beginnen te naderen, plukt Nederland daar te weinig de vruchten van.

Hetzelfde zou kunnen gelden voor de biobased economy. De vooruitzichten waren nog nooit zo gunstig voor een goede Nederlandse positie in een geheel nieuwe economische activiteit. Maar net nu alle seinen op groen staan, wordt de ontwikkeling van deze groene economie voor een groot deel aan het bedrijfsleven overgelaten zonder voldoende sturing en stimulerende regelgeving. Dat bedrijfsleven is enthousiast, investeert in onderzoek en innovatie, maar heeft behoefte aan focus en toewijding van de overheid door gemeenschappelijk optrekken van overheid, kennisinstellingen en bedrijfsleven. De wil om Nederland opnieuw op de kaart te zetten en deze nieuwe mogelijkheid te ontwikkelen zijn belangrijk.

Elders in dit boek staat dat de regionale overheden de stimulering van de biobased economy voor een deel kunnen overnemen omdat ze op dit moment over meer geld beschikken; maar regionale overheden kunnen geen overkoepelend wetenschapsbeleid opbouwen. Bovendien zijn gebieden als (afval)wetgeving en het opstellen en handhaven van gelijke regels voor iedereen een zaak voor de rijksoverheid. Ook de politiek spant zich nog niet erg in om de Nederlandse biobased economy tot een succes te maken. De regering ziet de kansen wel voor Nederland, maar zou harder kunnen doordrukken. Sommige landen om ons heen hebben het kennelijk beter begrepen en ook Europa heeft, met Horizon 2020 en de public private partnerships binnen het Biobased Industries Initiative (BII) ingezien dat we stevig moeten inzetten op kennisontwikkeling en innovatie voor de nieuwe, groene economie. Het krachtig ter hand nemen van de uitvoering blijft echter ook in Europa achter bij de rest van de wereld.

Nederland wordt daarnaast gehinderd door een veranderde houding in de samenleving ten opzichte van de wetenschap. Wetenschappelijke kennis is te vaak een mening geworden, niet belangrijker of waardevoller dan andere meningen in het veld; en legt dus ook niet meer gewicht in de schaal. Het inzicht dat wetenschap de motor is van de Nederlandse (en de Europese) economie is tanende, zeker nu de andere werelddelen sterk opkomen met gunstige economische voorwaarden. Er is in Nederland wel veel belangstelling voor groene en duurzame ontwikkeling, maar het besef dat wetenschap en technologie hierin de belangrijkste bijdrage leveren, is verdwenen. Dat blijkt ook uit de al langer bestaande, geringe belangstelling voor technische studies en opleidingen. Deze geringe belangstelling zou een ernstige hindernis kunnen blijken voor een succesvolle overstap van Nederland naar een biobased economy. Gelukkig is er op dit terrein sprake van een verandering. Nog niet van een kentering, maar de belangstelling voor technische opleidingen is groeiende.





FOCUS

Het belang van de focus op biomaterialen voor de biobased economy, zoals in dit boek benadrukt, is nauwelijks te overschatten. Het zal een aanzienlijke inspanning vergen van alle publieke en private partijen in Nederland en in Europa. Wij denken dat een verdubbeling van de huidige inspanningen noodzakelijk zal zijn.

## 3. De kennis- en innovatieagenda

*De vernieuwde agenda*



De kansen voor Europa, en zeker voor Nederland om vanuit de ontwikkeling van nieuwe materialen een leidende rol te vervullen in de biobased economy zijn de komende jaren zeer groot. Europa heeft de technologie – Nederland loopt daarbij voorop – en beschikt bovendien over de agrarische potentie om de vraag naar groene grondstoffen geheel te dekken uit eigen productie. En meer dan dat: Europa kan bijdragen aan grotere wereldvoedselvoorraden, zodat zij de nieuwe groene economie kan ontwikkelen zonder de voedselvoorziening in gevaar te brengen. Europa heeft deze mogelijkheid zolang de focus van de rest van de wereld ligt op energievoorziening (USA) en de vergroting van welvaart (BRIC-landen).

Deze agenda is bedoeld als advies aan de overheid over steun aan kennis en innovatie op het gebied van de groene economie. Als wij onderwerpen niet noemen of niet aanbevelen, wil dat niet zeggen dat wij ze als onbelangrijk beschouwen, maar wel dat ze naar onze mening hun vervolg of afronding moeten vinden binnen bestaand beleid of zonder verdere overheidssteun. We zetten ons voorstel scherp neer, vooral vanwege de beperkte middelen voor echt nieuw beleid. In één zin samengevat: de kennis- en innovatieagenda voor de biobased economy moet het primaat in focus en activiteit nadrukkelijk richten op biomaterialen, met een gegarandeerde en veilige voedselvoorziening als uitgangspunt c.q. fundament. Nederland kan op basis van zijn internationaal erkende en sterke sectoren landbouw en voeding (A&F) en chemie en materialen (C&M) hierin het voortouw nemen. En Nederland kan in Europees verband de opbouw van een nieuwe Europese landbouwpolitiek bevorderen, gebaseerd op het samengaan van deze twee sectoren.

## Focus op Agro&Food, en op Chemie&Materialen

Van tijd tot tijd moet men zijn agenda bijstellen; dat getuigt van flexibiliteit en oog voor veranderingen. Maar zeker als het gaat over kennis en innovatie, onderwerpen die een behoorlijke aanloop- en ontwikkeltijd nodig hebben, moet men daarbij voorzichtig zijn. Drie jaar geleden leek het er nog op dat de mensheid voor het oplossen van de energie- en klimaatvraagstukken veel gebruik van biomassa zou moeten maken; maar deze problemen hebben – verrassend genoeg – snel een andere oplossingsrichting gevonden, op basis van zon (wind en water) en doorgaand fossiel (met name (schalie-)gas). We kunnen daarom met des te meer kracht onze aanbeveling in de vorige agenda herhalen om voor de technologische ontwikkeling van de biobased economy de aandacht geheel te richten op materialen; zonder dat energie en de biobased economy elkaar uit het oog verliezen. Met ‘materialen’ bedoelen wij hier niet alleen chemicaliën, plastics e.d., maar ook economisch waardevolle stoffen als geur- en smaakstoffen en medicijnen; sommige daarvan direct onttrokken aan planten door doelbewuste teelten (de hoogste niveaus van de waardepiramide), sommige daarvan gesynthetiseerd uit groene grondstoffen.

Wij moeten onze agenda ook bijstellen omdat nieuw geld uitermate schaars is geworden. Onder die omstandigheden moet men vooral proberen los te komen van oude structuren. Als wij de bestaande kennis- en innovatieagenda kritisch bezien, valt op dat de huidige nationale ontwikkeling naar de biobased economy toch nog te veel gedomineerd wordt door energie. Naar ons oordeel hebben vele bio-energie- en biobrandstoffenprojecten een beperkt innovatiepotentieel. Maar daar staat tegenover dat materiaalontwikkeling op regionaal niveau heel succesvol is. Dit maakt scherpe keuzes voor het vervolg naar een suc-

cesvolle biobased economy in Nederland onvermijdelijk, zeker doordat financiële beperkingen voorlopig nog wel zullen blijven bestaan. Focus is daarom belangrijker dan een brede ambitie. Onze nieuwe kennis- en innovatieagenda zal daardoor aanzienlijk meer toegespitst zijn dan onze aanbevelingen uit 2011. Veel van de projecten, mede op basis van deze aanbevelingen gestart, zullen wel door blijven gaan; voor een deel binnen lopende overheidsprogramma's; voor een deel doordat de private sector deze projecten verder voortzet. Voor de rol van de nationale overheid bepleiten we nu een scherpe beperking van de scope. Uiteraard kan de WTC, in een vernieuwde samenstelling, te zijner tijd het palet weer willen verbreden, bijvoorbeeld door veranderende internationale omstandigheden en verbetering van de financieel-economische situatie; want de relatie tussen de innovatieagenda en de externe omstandigheden blijft dynamisch.

Er zijn ook meer algemene redenen om nu een veel scherpere focus aan te brengen. Nederland heeft in het verleden vaak de boot gemist bij het tot waarde brengen van nieuwe technologieën. Nu hebben wij voor de biobased economy een ideale uitgangspositie, en die moeten we niet opnieuw verknoeien. Nederland heeft een sterke traditie bij de ontwikkeling van nieuwe technologieën (windenergie, chemie op de chip, zonnepanelen, waterstof), maar als klein land onvoldoende economische ruimte om bijtijds alle vruchten te plukken. Grotere spelers (Japan, Duitsland, China, USA) nemen het heft in handen. Om dit te voorkomen zullen we in de toekomst de technologische ontwikkeling in een veel vroeger stadium samen met anderen moeten doen, of deze in Europees verband moeten aanpakken. Alleen op gebieden waar wij zowel kenniskracht als sterke en ambitieuze bedrijven bezitten, kunnen we met nationale programma's een kans op succes hebben. Voor een biobased economy met energie als onderdeel maar niet als doel, heeft Nederland





# De ontwikkeling gaat sneller dan gedacht

*Minimale toepassing van biomassa voor energie geeft ruimte aan versnelde ontwikkeling van toepassingen met meer toegevoegde waarde*

*De verhuizing van de chemie- en materialensector van de bagagedrager van energie naar het stuurstoeltje van landbouw- en voedingssectoren kan versneld worden*

*Land- en tuinbouw krijgen meer kansen op nieuwe, hoogwaardiger producten, en een doorgroeimogelijkheid naar nonfood toepassingen*

juist alle gewenste sterke elementen in huis. Onze landbouw- en vee- teeltsector (A&F) is door haar technisch kunnen en hoge productiviteit internationaal befaamd en van meer dan kritische omvang (dit is inclusief tuinbouw en uitgangsmaterialen (T&U): als wij in het vervolg van dit hoofdstuk A&F noemen, bedoelen we daarmee ook T&U). Onze chemie- en materialensector (C&M) is eveneens heel sterk in onder andere petrochemie, fijnchemie, alle vormen van katalyse, scheidingstechnologie en materialen. Vooral de sterke verwevenheid en synergie tussen ‘chemo’ en ‘bio’ wordt internationaal bewonderd. Die A&F- en C&M-posities vormen de ideale opmaat voor een nationale biobased agenda. Bedenk daarbij dat deze twee sectoren samen ruim 50% van de Nederlandse industriële activiteit vertegenwoordigen.

## *De eerste van de drie stappen is gezet*

In ons vorige rapport (WTC BBE, maart 2011) hebben we voor de ontwikkeling van de biobased economy drie fasen onderscheiden:

- Een energietransitie naar onder meer biomassa als duurzame bron en de inzet van biobrandstoffen in de bestaande (petro)chemische infrastructuur,
- De sector Agro&Food bedient op duurzame wijze de voedselvoorziening en levert tevens duurzame grondstoffen aan de sectoren Chemie&Materialen en energie,
- De biosector (Agro&Food plus Chemie&Materialen) neemt de economisch en maatschappelijk leidende positie over van de (fossiele) energiesector.

Wij hebben in hoofdstuk 2 betoogd dat de energietransitie in volle gang is. In ons vorige rapport hanteerden we nog de stelregel ‘Geen oude

schoenen weggoaien' en hielden in dat kader een pleidooi voor schone fossiele energie en behoud van een sterke petrochemie als onderdeel van de nationale kennis- en innovatieagenda; nu zien we in verdere innovatie op deze gebieden vooral een taak voor de ondernemers zelf. Als onze industrieën op dit terrein een onderscheidende positie kunnen verwerven in het internationale, sterk veranderende krachtenveld, zullen ze dat vooral op eigen kracht moeten doen. Wij zien hier geen stimulerende rol meer voor de nationale overheid.

Stimulering van energie uit biomassa kan geen doel op zich meer zijn. Dit is enerzijds een (deels) gepasseerd station, dank zij schaliegas en zonne-energie (PV), en anderzijds zullen nieuwe stimulerende maatregelen te laat effect hebben. Biomassa voor energie: het rendement van biomassaproductie is te laag, het is daardoor te weinig en het komt te laat. Wij pleiten echter niet voor stopzetting van bestaande maatregelen en programma's. Als gebruik van biomassa voor de energievoorziening economisch, ecologisch en maatschappelijk verantwoord mogelijk is, moet dit natuurlijk doorgaan. Maar deze toepassing hoeft wat ons betreft niet verder te worden gestimuleerd met nieuwe subsidies, nieuwe quota of nieuw onderzoek. Verdere ondersteuning van onderzoek aan thermische processen voor de winning van energie uit biomassa (zoals vergassing, pyrolyse en torrefactie) moet zeer kritisch worden bekeken; de kansen van deze technologieën moeten ook worden beoordeeld op basis van scenario's met dalende energieprijzen. Lokale of regionale projecten voor energie uit biomassa zijn verstandig, mits deze een onderdeel vormen van economisch renderende businessketens van hogere toegevoegde waarde. Maar het effect van dit criterium zal wel zijn dat biomassa nog maar een beperkte rol zal spelen in de nationale of Europese energievoorziening.

## Hoe dan verder met biobrandstoffen...

Ook op het gebied van biobrandstoffen zullen de internationale ontwikkelingen ons de weg wijzen, met landen als Brazilië en de USA voorop. Het stimuleren van energiegewassen is in Europa echter een gepasseerd station. Bestaande maatregelen en lopende (overheid)programma's zullen voldoende moeten zijn om aangegane verplichtingen na te komen. Of anderszins niet. Kennis en kunde vanuit Nederland voor de verdere, internationale ontwikkeling van biobrandstoffen zal in de eerste plaats uit de industrie (bijvoorbeeld DSM en POET) moeten komen; zij zullen zich moeten bewijzen door hun sterkte in de internationale context. Bij bilaterale overeenkomsten kunnen stimulerende overheidsmaatregelen een onderdeel vormen, maar zulke maatregelen hoeven niet in een nationale agenda voor te komen.

*Voor bio-energie zal in Nederland op termijn alleen plaats zijn als bijproduct (denk daarbij ook aan een betere benutting van mest) in een bio-cascade, waarbij producten van hogere toegevoegde waarde leidend zijn. Dit betekent per definitie kleinschalige en lokale toepassing. Dit is geen pleidooi tegen energie uit biomassa. Als ondernemers kansen zien voor rendabel en maatschappelijk verantwoord gebruik van biomassa voor energie zullen er geen belemmeringen mogen zijn. Stimuleren van overheidswege is iets anders.*



# Groene Chemie in een stroomversnelling

*De natuur weer als voorbeeld*

*Enzymtechnologie en fermentatieprocessen in een groeifase*

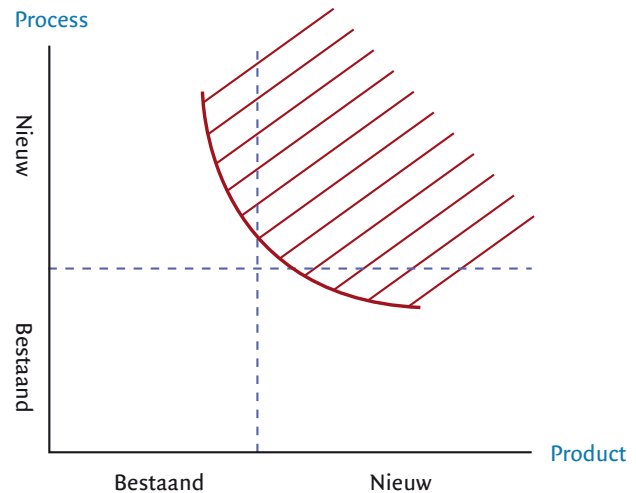
*Dutch School of Catalysis blijft krachtig doorgaan*

*Mildere processen en minder energieverbruik*

*Via biobased naar bio-inspired*

*... en de drop-in chemicaliën?*

Het pad voor de drop-in producten is gebaad. Er zijn groene alternatieven voorhanden voor nagenoeg alle fossiele koolwaterstoffen, hoofdzakelijk in de vorm van of via de betreffende alcoholen. Het verder ontwikkelen van deze route door het veroveren van marktaandeel is een taak voor de industrie, die daarbij wel afhankelijk is van internationale ontwikkelingen. De lopende nationale onderzoekprogramma's zullen voldoende moeten zijn om de verdere ontwikkeling naar meer gefunctionaliseerde producten zoals (di-)carbonzuren succesvol af te ronden.



Overheidsbeleid moet zich op "Nieuw voor Nieuw" richten

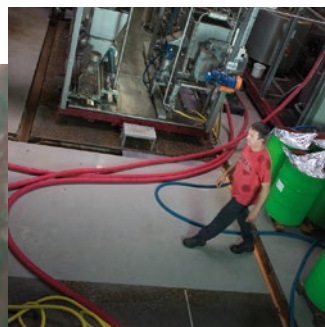
Wij menen wel dat de ontwikkeling van hoger gefunctioneerde moleculen (met meerdere functionele groepen per molecuul) uit biomassa gestimuleerd moet worden, zeker wanneer hierbij de grens wordt overschreden van drop-ins naar de ontwikkeling van nieuwe bioproducten en nieuwe biomaterialen. De enige uitzondering die we zouden willen overwegen is die van de vervanging van bestaande aromaten door groene drop-ins. Maar we moeten altijd blijven kijken naar duurzaamheid. Vaak zal een betere duurzaamheidsscore op den duur ook een betere concurrentiepositie teweeg brengen. In het geval van groene drop-in BTX zal deze worden gebruikt voor het maken van groene PET.

In termen van de bekende Ansoff matrix dient de kennis- en innovatieagenda voor de biobased economy zich vooral te richten op stimulering van het Nieuw voor Nieuw segment (zie figuur 1). Let wel: het gaat hier om de besteding van overheidsgeld voor R&D. Concentratie op het Nieuw voor Nieuw segment is een scherp en ambitieus doel, waarvan de noodzaak is ingegeven door de budgettaire krapte. Met dit criterium kan het Nederlandse R&D beleid af komen van de traditie om alle deuren open te houden (los komen van oude structuren, zoals wij hierboven schreven). Anderen (bedrijven, instituten) moeten de andere segmenten bedienen. Sommige bedrijven hebben deze uitdaging ook al opgepakt, zie bijvoorbeeld de productie van biobarnsteenzuur door DSM, of productie van drop-ins in het algemeen. Bottlenecks in pilot- of opschalffase zouden we moeten opvangen met adequate stimuleringsprogramma's.

## Focus op biomaterialen

Opvallend genoeg was op alle biobased economy-bijeenkomsten van de afgelopen paar jaar het enthousiasme voor groene materialen groot en diepgaand. Toch bleek er voor deze sector vrijwel geen geld beschikbaar. Bij gebrek daaraan heeft deze ontwikkeling voor een groot deel autonoom in het MKB plaats gevonden, met op veel plaatsen ondersteuning door de lokale of regionale overheid. De ontwikkeling van groene materialen past prachtig, bij zowel de huidige stand van de techniek, als bij de vraag vanuit consumenten. Op termijn is het doel van het benutten van biomassa, dat wij volledig gebruik kunnen maken van de daarin aanwezige complexiteit. In die complexiteit heeft de natuur de oplossing voor veel materiaalproblemen als het ware al volledig voorhanden. Bij omzetting van biomassa in energie gaat die complexiteit volledig verloren, wat we in het kader van de biobased economy als een groot verlies moeten zien. Anderzijds is vergaande benutting van die complexiteit erg lastig, hij duurt lang en heeft op dit moment maar weinig economisch perspectief. Het maken van groene materialen is een middenweg waarbij beide problemen worden vermeden.

De sector C&M is één van onze belangrijkste welvaartspijlers, en daarin wordt zo'n 80% van het volume door materialen ingenomen. Materialen, variërend van eenvoudige bouwmaterialen tot zeer hoogwaardige coatings en medische producten. Zowel qua prijs als volume is er een breed spectrum aan producten op de markt met bovendien erg veel lokale of regionale afzetmogelijkheden. Internationale positionering is niet onmiddellijk nodig – maar deze is na een succesvolle start vrijwel altijd mogelijk. Kortom, ideale startposities voor ondernemende MKB-ers die in deze sector sterk vertegenwoordigd zijn.



# Vorbij de food/fuel discussie

*Voedselvoorziening als uitgangspunt voor nieuwe scenario's voor economie, logistiek, maatschappij, platteland enz.*

*Een andere kijk op eerste en tweede generatie biomassa*

*Strategische voorraden bulk-biomassaproducten als buffer voor wereldvoedselvoorziening en levering aan chemie en materialenindustrie*

*Kansen voor een Europese landbouwpolitiek (CAP) op basis van principes van de biobased economy*

Bovendien, een aantal bestaande en erkende Nederlandse sterktes komt hierin bijeen. Kennis op het gebied van fermentatie en biokatalyse, voor het maken van de benodigde uitgangsstoffen uit biomassa, komt tot zijn recht. Het produceren van duurzame bioplastics is een sterk vervolg op de kennis en ervaring, opgedaan bij traditionele vezels als papier, karton en textiel, en bij kunststofbereiding en -verwerking. We komen steeds meer te weten over structuur en werking van velerlei natuurlijke materialen, en we kunnen deze kennis steeds beter gebruiken voor ontwikkeling van nieuwe materialen of verbetering van bestaande.

Biomaterialen kunnen de impuls geven voor een nieuwe benadering van de relatie van materialen (incl. fossiele) tot het milieu. De plastic soep, nu nog een probleem met weinig invloed op het beleid, zou hiervoor de trigger kunnen vormen. Bij nieuw materialenbeleid kunnen we ook alerhande verwarring over groen, afbreekbaar, composteerbaar, herbruikbaar enz. voorkomen.

Een sterke ontwikkeling van biomaterialen kan verder de opstap zijn naar de ontwikkeling van hoogwaardige fijnchemicaliën, additieven, cosmetica, medicijnen en vele andere enkelvoudige moleculen die ieder voor zich een te kleine economische waarde hebben voor zelfstandige ontwikkeling. Biomaterialen nemen de rol over van trekker, een rol die wij eerst nog zagen in de bio-energie; ze zijn daarmee de logische vervolgstap voor de biobased economy, vooral in Nederland. Op basis van een stevig fundament in biomaterialen kunnen we doorontwikkelen naar nog meer hoogwaardige producten; en een goede regionale afzet vormt in deze markt een goede opstap naar internationale markten. De ontwikkeling van teelten met waardevolle inhoudsstoffen, vooral in de tuinbouw, sluit hier naadloos bij aan. Wij zien kansen voor een nieuwe nationale maakindustrie in de biomaterialen. Hier moet dan ook de kern van stimuleringsbeleid voor kennis en innovatie komen te liggen.

### Bio-based en bio-inspired

Vrijwel al onze universiteiten, en enkele instituten als DPI, beschikken over hoogwaardige uitgangspunten in materialenkennis. Programma's als BPM (Bio Performance Materials) en BMM (Bio Medical Materials) hebben hun bestaansrecht bewezen en vooral aangetoond dat er nog zeer veel te halen is. Deze programma's zijn al volop bezig om de stap naar nieuwe materialen te zetten. Zij hebben een uitstekende aansluiting op andere bekende biotechnologische programma's als BE Basic en Catchbio, evenals het Dutch Biorefinery Cluster (80% van A&F is hierin vertegenwoordigd), CCC en meerdere regionale programma's. Zij hebben daarnaast een brede aansluiting bij het bedrijfsleven, met meer dan honderd ondernemingen, waaronder tientallen midden- en kleinbedrijven. Binnen het lopende topsectorenprogramma zijn er lijnen naar het TKI Smart Polymeric Materials en de sectoren Agro & Food, Tuinbouw & Uitgangsmaterialen, Energie, HTSM en Water.

De stap van bio-based naar bio-inspired kan daar nog een extra dimensie aan toevoegen. Zo ook de verdere ontwikkeling in het gebruik van chemische bouwstenen gefunctionaliseerd met O en/of N en S. Wetenschap en industrie kunnen met succes het domein van chirale (geheel of gedeeltelijk optisch zuivere) materialen aanpakken. Zij kunnen nog grote stappen zetten in het ontwerp van nieuwe materialen, op basis van de snel toenemende kennis in structuur en werking van natuurlijke materialen. De vele nieuwe coatings in medische toepassingen, de auto-industrie en de energiesector (zonnepanelen) die we zeer regelmatig op de internationale markt zien verschijnen zijn slechts een voorbode van wat ons nog te wachten staat. Daarbij zien we niet alleen dat natuurlijke grondstoffen worden gebruikt (biobased), maar ook dat steeds meer de processen in de levende natuur worden geïmiteerd (bio-inspired). De natuur leert ons bijna dagelijks nieuwe inzichten in de werking van haar materialen en de

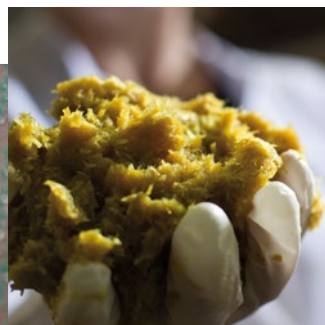
redenen waarom. Nieuwe structuur/activiteit relaties komen steeds vaker in beeld, waarbij we ook de inbreng van nanotechnologie moeten noemen. Een nieuwe periode van materiaalontwerp kan aanbreken.

## Voedselvoorziening als uitgangspunt

Hiermee staan we met beide benen in de tweede fase van de transitie naar de biobased economy. Wij staan nog steeds achter de formulering die we toen hebben gekozen, maar we kunnen deze nu aanscherpen: de sector A&F (inclusief aanpalende sectoren zoals T&U en Water) is het fundament en bepaalt de spelregels, en de rol van energie is beperkter.

- Een energietransitie naar onder meer biomassa als duurzame bron en de inzet van biobrandstoffen in de bestaande (petro)chemische infrastructuur,
- De sector Agro&Food bedient op duurzame wijze de voedselvoorziening en levert tevens duurzame grondstoffen aan de sectoren Chemie&Materialen en energie,
- De biosector (Agro&Food plus Chemie&Materialen) neemt de economisch en maatschappelijk leidende positie over van de (fossiele) energiesector.

De sector A&F is en blijft in de eerste plaats bezig met de verduurzaming en garantie van de voedselvoorziening. Alle lopende programma's zoals in de topsectoren Agro/Food, Tuinbouw en Water kunnen met kracht worden voortgezet en waar nodig vernieuwd. Vooral de beschikbaarheid van geschikt water verdient extra aandacht.



## Fossiele energiebronnen

Biomassabronnen, ca  $200 \cdot 10^9$  ton/jr

Jaarlijkse aanmaak van biomassa: waarvan  $3 \cdot 10^9$  ton voor voedsel met  $6 \cdot 10^9$  ton/jr aan biomassa afvalstromen

CA. 1100 miljard ton winbaar meer dan  $400 \cdot 10^9$  aanwezig

$9 \cdot 10^9$  ton/jr

$25 \cdot 10^9$  ton/jr

$15 \cdot 10^6$

Ca. 80% fossiel en ca. 20% hernieuwbaar

Toepassing voor voer en voedsel

Energie toepassingen

Voedsel bronnen

Energie dragers

$60 \cdot 10^6$  ton/jr

$525 \cdot 10^6$  ton/jr

Chemie & Materialen  $600 \cdot 10^6$  ton/jr

Aan biomassa geen tekorten

De volumerelaties tussen de sectoren Energie, Agro & food en Chemie&Materialen

Zoals gezegd, de sector A&F bepaalt de spelregels, dus ook voor C&M (zoals vroeger de energiesector de spelregels voor C&M bepaalde, iets dat nu deels opnieuw ontstaat met de sterke opkomst van schaliegas). A&F bepaalt hoe en in welke mate de sector C&M participeert en haar basisgrondstoffen betreft. Qua volume is daar geen enkel probleem nu de rol van energie uit biomassa ondergeschikt is gemaakt (zie figuur): de wereldvoedselproductie is vijf keer zo groot als de vraag naar chemicaliën en materialen, en de productie van restproducten van de landbouw is tien keer zo groot. De sector C&M kan haar bulkgrondstoffen voor fermentaties (suiker, zetmeel) en (bio)katalytische processen (glycerol, ethanol, butanol) afnemen van de sector A&F zonder veel invloed op deze markt. Daarom kan het gebruik van biomassa voor de productie van bestaande of nieuwe chemische producten ongehinderd en voluit doorgaan. Langzamerhand concentreert en beperkt het gebruik van biomassa voor energie zich tot drie regio's: Brazilië met rietsuiker, de USA met maïs, en Zuidoost Azië met palmolie. En zelfs deze drie zien de noodzaak te gaan werken aan hoogwaardiger groen-chemische toepassingen, naast de ontwikkeling van (tweede generatie) cellulosealcohol.

De invloed van C&M op de landbouwsector is nu nog erg beperkt. Alhoewel C&M zowel nationaal als wereldwijd nog steeds tot de snelle groeiers behoort, is en blijft de omvang ten opzichte van A&F bescheiden (zie figuur). Nu komt nog slechts 10% van de grondstoffen voor C&M uit de sector A&F, maar de groei ervan ligt boven 10% per jaar. De Vereniging van de Nederlandse Chemische industrie (VNCDI) heeft voor Nederland het doel bepaald op 25% in 2030. Er moeten dus nog grote stappen worden gezet voordat C&M voor zijn grondstoffen een groter beroep doet op A&F dan op de energiesector! Enerzijds het bewijs dat we onze welvaartspijler C&M in stand kunnen houden zonder voedselvoorziening en voedselveiligheid in gevaar te brengen (een heikel onderwerp bij het

gebruik van biomassa voor energie), anderzijds een aanwijzing dat nog zeer veel ontwikkelingsruimte aanwezig is tussen A&F en C&M. In een volgende fase, onderweg naar de derde stap van de transitie naar de biobased economy, kunnen A&F-strategie en -beleid worden geïntegreerd met die voor C&M. Daarbij zou de verdere verwaarding van reststromen van de landbouw een belangrijke rol moeten spelen. Bovendien kunnen we dan een start maken met synergetische ontwikkelingen tussen voedselproductie en toepassingen voor chemie en materialen (strategisch ontwikkelen van gewassen die beide markten kunnen bedienen, met afspraken over benutting van de oogst in verschillende markten).

## Naar een nieuwe organisatie van de biobased economy

Geheel in lijn met de tweede stap naar de biobased economy zullen, strategie, beleid en uitvoering in nieuwe samenwerkingsverbanden tussen de sectoren A&F en C&M tot stand moeten komen. In het ideale geval komen de sectoren zelf met de nodige voorstellen. We kunnen denken aan een 'Open Innovation Community' waarbij veel van de huidige sectorale organisaties kunnen aansluiten. Deze community zet de grote lijnen uit en staat open voor alle vragen, plannen en ideeën voor de verwezenlijking van een biobased economy binnen een A&F context. Veel van de verdere organisatie, inclusief het grootste deel van de financiering en uitvoering, vindt bij voorkeur decentraal plaats. Dit sluit aan op de huidige praktijk waarbij veel regionale organisaties het voortouw hebben.

Er kan nog een belangrijke opdracht bijkomen voor zo'n open innovation community, of hoe we deze ook willen noemen. De besluitvorming over biobased projecten verschuift, zoals gezegd, naar de regio's. Die beschikken vaak over meer geld dan Den Haag, maar ze zijn minder goed

toegerust om het onderzoeksdeel van projecten te beoordelen op wetenschappelijke kwaliteit en haalbaarheid. En de regio's missen soms kansen in samenwerking tussen meerdere kennisinstellingen en bedrijven, ook van buiten de regio. De vereiste kwaliteitsbewaking en het stimuleren van samenwerking zouden taken kunnen zijn voor een dergelijke organisatie. Die zou deze kwaliteitsbewaking net zo kunnen aanpakken als de Technologische Top Instituten dat hebben gedaan: sectorspecifiek en met veel kennis van zaken. Bovendien past dit perfect bij traditie en organisatie van A&F, waar korte lijnen en zichtbaarheid van de deelnemende partijen een grote rol spelen. Uiteindelijk kunnen wij ons een matrixorganisatie voorstellen waarin regionale activiteiten en nationale acties elkaar versterken.

De WTC heeft de gedachte overwogen om hiervoor een nieuw orgaan in het leven te roepen – en heeft deze gedachte weer verworpen. Wij menen dat in het al dicht bezette overlegveld niet nog een nieuw orgaan moet worden geschapen. Dan kunnen deze taken het beste worden ondergebracht bij de TKI Biobased Economy. Met de TKI moet worden overlegd of deze bereid is, deze taken op zich te nemen.

Behalve het opstellen van best practices voor het beoordelen van projecten kan de TKI een rol spelen in het vinden van de beste ontwikkelingen, de pareltjes in het veld. Gecombineerd met een goede monitoring en (internationale) trendanalyse kan de TKI vervolgens concrete voorstellen doen voor doorontwikkeling naar de veelal duurder vervolgfases. Concurrent onderzoek is in deze fase van de biobased economy gewenst, maar we moeten dubbelingen voorkomen bij kostbare doorontwikkeling of demonstratiemodellen. Daar moet dan wel budget voor zijn. En er moeten voldoende middelen zijn om het internationale spel mee te spelen, met andere woorden er moet wel iets aan kwaliteit te bewaken zijn. Er is nu een geweldige discrepantie tussen wat we willen (en kunnen) en wat we doen.





## Niet onderschatten

*De kracht van bestaande belangen, vooral in de sectoren energie en landbouw*

*Het belang van sterke organisaties voor onderwijs, onderzoek en ontwikkeling*

*Het belang van inzet en enthousiasme van jonge mensen*

*De angst voor verandering in een vergrijzende maatschappij*

*De nadelen van compromissen*

## Verdere ontwikkeling van de relatie tussen Agro&Food en Chemie&Materialen

Hoe belangrijk het ook is, de nieuwe relatie tussen A&F en C&M te baseren op voedselvoorziening als uitgangspunt, in een verdere ontwikkeling moeten we ons realiseren dat voedselvoorziening niet het enige doel is van de landbouw. In de Maslow piramide vormt de behoefte aan voedselzekerheid de basis van de piramide. De landbouwsector levert ook producten met toepassingen in de hogere verdiepingen van de Maslow piramide, zoals snijbloemen, geurstoffen en medicijnen. Producten van de landbouwsector moeten worden ontwikkeld voor markten waarin zij het meeste nut hebben voor menselijke behoeftebevrediging. Meestal, maar niet altijd, is de marktprijs daarvoor een goede indicator. Maar om onze keuzes scherp neer te zetten hebben wij hier voedselvoorziening als uitgangspunt genomen; mondiaal gezien is de balans de laatste tijd veel te ver doorgeslagen in de tegenovergestelde richting, waarbij de oplossing van het energievraagstuk centraal stond.

Als de ontwikkeling naar de biobased economy eenmaal is ingezet, zullen meer prioriteiten dan het veilig stellen van de voedselvoorziening een rol gaan spelen. Specifieke gewassen en teelten voor specifieke doeleinden (vaak met hoge economische waarde) zullen meer aandacht vragen. Meervoudig gebruik van gewassen (d.w.z. voor de voedsel- en de materiaalvoorziening) zal aanzienlijk meer gaan voorkomen. De biobased economy zal voortdurend in ontwikkeling zijn.

## De biobased society als einddoel

In de laatste fase van de ontwikkeling groeien de sectoren Agro&Food en Chemie&Materialen steeds verder naar elkaar toe.

- Een energietransitie naar onder meer biomassa als duurzame bron en de inzet van biobrandstoffen in de bestaande (petro)chemische infrastructuur,
- De sector Agro&Food bedient op duurzame wijze de voedselvoorziening en levert tevens duurzame grondstoffen aan de sectoren Chemie&Materialen en energie,
- De biosector (Agro&Food plus Chemie&Materialen) neemt de economisch en maatschappelijk leidende positie over van de (fossiele) energiesector.

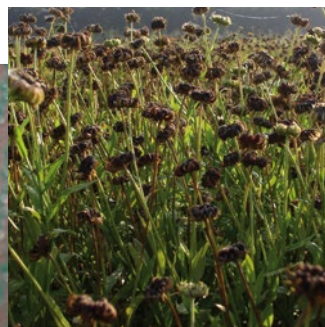
Over de contouren van een groene maatschappij zijn al vele nota's en bespiegelingen gegeven. Ook in onze rapportages. Trefwoorden zijn dan: plattelandsontwikkeling, herstructurering van de primaire sector, kringloopbeheer, circulaire economie, kortere communicatielijnen, hersteld onderling vertrouwen, coöperaties, regionalisatie, kleinschaligheid, nieuwe logistiek enz. enz.

Toch moeten we hier voorzichtig zijn. Veel van deze scenario's kennen nog een belangrijke of dominante rol toe aan energie uit biomassa. We zullen veel van deze scenario's dan ook opnieuw moeten maken met voedselvoorziening als uitgangspunt. Zoals een recente studie van het Duitse nova-Instituut heeft laten zien, heeft dit belangwekkende gevolgen. De sector A&F (inclusief reststromen) kan de sector C&M op haar sloffen bedienen. Discussies over energiegewassen kunnen achterwege blijven. Al het land kan worden gebruikt voor voedselproductie, ook de akkers die nu braak liggen of minder geschikt zijn. De teelt van tweede-generatie gewassen is

niet meer per se nodig, maar een welkome aanvulling; energiebelangen worden ondergeschikt aan voedselbelangen. Tweede generatie technologieën daarentegen moeten met kracht verder worden ontwikkeld, omdat ze van belang zijn bij de verwerking van agrarische reststromen.

Dankzij onze landbouwtechnische kennis kunnen Nederland en Europa al het beschikbare land gebruiken voor voedselproductie, en zich daarmee ontwikkelen tot een leidende en toonaangevende voedselproducent van de wereld. In combinatie daarmee kunnen we het voorbeeld geven door strategische voorraden aan te leggen voor voedsel (zetmeel, suiker, graan, melkpoeder, aardappelen enz.), die dienen om plotselinge tekorten waar dan ook op te vangen, en die tevens gemakkelijk fungeren als leverancier voor de C&M sector. In de energiesector zijn strategische voorraden op dit moment veel groter dan in de voedselsector: soms gelijk aan meer dan een jaar gebruik, terwijl die in de voedselvoorziening doorgaans zijn gekrompen tot enkele maanden. Dit is onduurzaam en maatschappelijk niet verantwoord, welke definitie men ook zou willen geven van deze begrippen. Technisch gezien is er ook geen enkele belemmering voor het aanhouden van grotere voorraden. Bederf hoeft nog niet of nauwelijks een rol te spelen. In een goede samenwerking kunnen de sectoren A&F en C&M hierin elkaar versterken en op die manier de biobased maatschappij vorm geven. Hierbij moeten vanzelfsprekend partijen over de hele keten van teelt, oogst en verwerking met elkaar samenwerken.

Dit is een nieuwe kans voor Europa om een leidende rol te vervullen in de wereld. Europa, met Nederland in de voorhoede, kan zich op deze manier ontwikkelen tot leider in de wereldvoedselvoorziening en tevens de ranglijst aanvoeren in de welvaartspijler van moderne, groene chemie en materialen. Deze 'window of opportunity' staat open zolang de USA met energie geoccupeerd zijn, de BRIC landen vooral mikken op materiële welvaart en basisvoorzieningen.



# Energieagenda niet leidend

*Het energievraagstuk heeft zijn oplossingsrichting gevonden*

*Los komen van oude structuren vraagt moed*

*Ook met weinig geld is innovatie mogelijk*

*Een klein land moet scherp kiezen*

*Alleen in sectoren waar je werkelijk leidend bent kun je wereldwijd excelleren*

*In de biobased economy heeft Nederland maar twee leidende sterktes:*

- › Land- en Tuinbouw & Voeding
- › Chemie & Materialen

Met deze context in gedachten zal op verschillende terreinen het nodige werk moeten worden verzet. Dit gaat wellicht breder dan onze kennis- en innovatieagenda.

## **Regelgeving:**

- Gegarandeerde voedselvoorziening en voedselveiligheid als uitgangspunt.
- Aanpassing afvalwetgeving rond agroreststromen en groene grondstoffen en harmonisatie met die rond petrochemische producten.
- Gelijk speelveld voor groene materialen en groene producten met hun fossiele tegenhangers, of beter bevordering van de groene varianten.
- Stimulering van nieuwe (commerciële) samenwerkingsvormen als coöperaties, crowd-organisaties.
- Bevordering van genetische aanpassing van gewassen voor non-food toepassingen (en niet alleen voor medicinale producten).

## **A&F:**

- Hoe gaan we bioraffinage en voedselproductie en -verwerking combineren? Zijn daarbij nieuwe teelten nodig of andere combinaties?
- Moeten aquaculturen met andere ogen worden gezien nu energie op grotere afstand staat, of bieden ze een onmisbaar element in gesloten kringlopen?
- Zijn dual purpose teelten goed inpasbaar? Zijn andere zaai- en oogst-schema's nodig?
- Wat betekent dit voor mineralenkringlopen, mestverwerking en bodemvruchtbaarheid?
- Hoe kunnen akkerbouw, veeteelt en tuinbouw in de context van de biobased economy efficiënter met elkaar omgaan en nieuwe synergie ontwikkelen?

- Hoe verandert de optimale schaalgrootte en organisatievorm in een samenwerking van A&F met C&M? Worden kleinere kringlopen en regionalisatie de regel of komt er een nieuwe optimale mix van groot en klein?
- Kan de samenwerking met C&M leiden tot betere bodemkennis, efficiënter gebruik, hogere bodemvruchtbaarheid, beter waterbeheer en -gebruik, verbeterde kringlopen voor mineralen en sneller voldoen aan Europese of internationale criteria?
- Hoe en in welk tempo verlagen we de footprint voor onze sector? Is 10% in 2020, 25% in 2035 en 50% in 2050 haalbaar? Hoe dit te combineren met efficiencyverbetering en kwaliteitsverhoging?
- Waar ter wereld kunnen we de resultaten vermarkten? Gaan we de relatie met ontwikkelingsprogramma's wijzigen? Zijn bilaterale overeenkomsten nodig met grote markten als China, India of Brazilië?
- Hoe gaan we het thema energie vorm geven, zonder energiewinning als doel te beschouwen? Nieuwe programma's zullen nodig zijn voor energiebesparing, efficiëntere productie en verwerkingsprocessen. Hoe integreren we energiewinning als sluitstuk van een biocascade in onze businessketens?

Veel van deze onderwerpen krijgen nu al aandacht in de programma's van de betreffende topsectoren. Het is nu dan ook nog niet aan de orde deze plannen te herzien of geheel nieuwe programma's op te tuigen. Wij bevelen aan om dit over enkele jaren te doen, wanneer de lopende programma's effect hebben gehad, en de focus van de biobased economy op biomaterialen zijn beslag heeft gekregen. Gezien de focus op biomaterialen bevelen we wel aan de samenwerking tussen A&F en C&M te vereenvoudigen en te intensiveren. Dit kan bijvoorbeeld door een gerichte benadering van grote A&F concerns met ideeën voor bioraffinage en cascadering, zowel veevoederbedrijven als verwerkende bedrijven. Ook de grote concerns uit de C&M sector kunnen op dezelfde manier worden

benaderd met ideeën voor intelligente waardeketens van biomassa. Ook de beroepsorganisaties LTO, KNCV en VNCI zouden op dit gebied met elkaar moeten optrekken.

### C&M

Naast de focus op biomaterialen als allereerste en belangrijkste aanbeveling is een aantal verwante onderwerpen van belang.

- Hoe en wanneer stappen we door van biomaterialen naar de hoogwaardige enkelvoudige moleculen? Gaat dit hand in hand en is afzonderlijke aandacht niet of nauwelijks nodig, of ontstaat er behoefte aan een nieuw programma? Blijven we die moleculen maken via slimme synthese en katalyse uitgaande van relatief eenvoudige (groene) startmaterialen, of gaan we uit van de reeds aanwezige moleculaire complexiteit in de (levende) biomassa? Hoe leren we die complexiteit benutten, en in hoeverre is het nodig of verantwoord om die complexiteit in plant of organisme naar onze hand te zetten?
- Welke nieuwe scheidingstechnieken zijn nodig? Zeker wanneer we de hoogst mogelijke complexiteit in de biomassa rechtstreeks willen benutten zijn nieuwe scheidingsconcepten nodig. Is microtechnologie dan een optie, of moeten we veel meer inzetten op genetische aanpassingen waarbij de plant of het organisme het gewenste product kant en klaar aflevert (ISPR: In Situ Product Removal, waarbij het organisme, al dan niet met behulp van genetische aanpassingen, het gewenste product uitstoot naar het medium zo mogelijk in kristallijne of anderszins eenvoudig winbare vorm)?
- Hoe en wanneer stappen we over van bioraffinage van bestaande teelten naar nieuwe teelten? En is dat ook echt nodig en voordelig? Kunnen we dat doen enkel en alleen voor C&M of is ook hier de schaalgrootte van A&F en/of Energie nodig? Alle huidige activiteiten met nieuwe teelten en aquaculturen dienen we daarbij nadrukkelijk als preludes te zien.



# Open Innovatie

*Nieuwe vormen van samenwerking tussen landbouw, tuinbouw en chemie en materialenindustrie*

*Nadruk op regionale en decentrale uitvoering*

*Centrale aansturing op kwaliteit en excellentie*

*Het Topinstituut voor Kennis en Innovatie (TKI) als hoogste orgaan voor de biobased economy*

*Kansen voor land- en tuinbouw op producten met hoge toegevoegde waarde naast voedselvoorziening*

- Hoe gaan we om met schaalvergroting en demo-opstellingen? Tot nu toe blijven we steken in meer en betere opstellingen van bestaande technieken. Fundamenteel nieuwe opschalingmethodes worden niet of nauwelijks onderzocht. Wat kunnen we met procesintensificatie in bioprocessen? Daar komt bij dat pilots en demo's naar verhouding in Nederland erg duur zijn. Doelgerichte samenwerking met bijvoorbeeld Oost-Europese landen kan voordelig zijn. Daar zijn veel praktijkmensen voorhanden en de tarieven laag.
- Hoe gaan we de relatie met de energiesector nieuw vorm geven? Programma's als Biosolar Cells zijn een goed vertrekpunt. Gaan we nog beter van de natuur leren hoe we (zonne)energie moeten vangen, opslaan, en rechtstreeks omzetten in producten zonder grote hoeveelheden biomassa te verslepen? Of gaat elders in de wereld het gebruik van biomassa voor energie gewoon door, en moeten we onze strategie en plannen bijstellen?

## **Hoe en waar vinden we de aansluiting van de biobased economy met de nieuwe energieagenda?**

Het binnenkort te verschijnen nationale energieplan zal daartoe het uitgangspunt moeten zijn.

## **Hoe passen we de nieuwe ontwikkelingen in in het onderwijscurriculum?**

In de afgelopen twee jaar is een aantal regionale biobased onderwijsclusters ontstaan die prima als vertrekpunt kunnen dienen. Precompetitief samenwerken van deze clusters en de introductie van nieuwe onderwijsmethoden zoals Open Educational Resources, verdergaande digitalisering en nauwere samenwerking met het bedrijfsleven (vooral MKB) zijn belangrijke opties. De rol van het (regionale) HBO en zijn relatie tot het MKB moet worden versterkt. Binnen de WTC is een vierstappenplan ontwikkeld langs deze lijnen dat nader moet worden uitgewerkt.

### Wat zijn de logistieke gevolgen?

Binnen en buiten de WTC is een aantal studies uitgevoerd met diverse scenario's. Deze hebben nog niet geleid tot duidelijke keuzes of conclusies. Er zijn op het gebied van de biobased economy twee mogelijkheden die elkaar grotendeels uitsluiten. Enerzijds voortzetting van de huidige trends met de nadruk op globaal, grootschalig en bulk; anderzijds een ontwikkeling naar een circulaire economie, met kortere transportlijnen, meer regionaal gericht, en een hogere toegevoegde waarde van de goederen. Deze studies zouden t.z.t. moeten worden geactualiseerd, met een beter onderscheid tussen energiegebonden goederenstromen, en goederenstromen met een relatie tot A&F en C&M. Cases moeten beter worden uitgewerkt; de circulaire economie moet beter worden omschreven en de voordelen van een regionale aanpak moeten beter uit de verf komen.

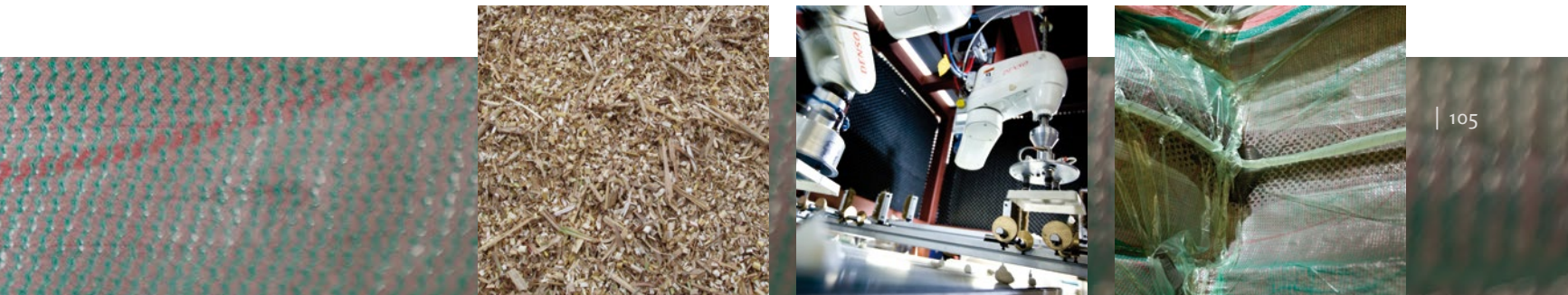
### Economie en Maatschappij

- Veel studies en macro-economische modellen worden nog gedomineerd door energie. Wij bevelen aan om afzonderlijk te kijken naar de toekomstige energiesector en het conglomeraat van A&F en C&M.
- Onderzoek zou in de bestaande economische modellen moeten worden opgenomen als investering.
- Criteria voor duurzaamheid van biomassa zullen opnieuw moeten worden geformuleerd.
- Financieringsmodellen moeten worden toegesneden op A&F (inclusief het boerenbedrijf) en C&M.
- We moeten komen tot een BBE-model voor financiering, organisatie en uitvoering. Monitoring moet worden verbeterd op terreinen als plattelandontwikkeling, MKB-groei, regionalisatie en kringlopen.

- De invloed van de biobased economy op waterschappen, vuilverwerkers en zuiveringsschappen dient beter in beeld te komen. Daar liggen veel aanknopingspunten voor productontwikkeling en voor nieuwe maatschappelijke relaties.
- Wij zullen vele nieuwe uitvoerige LCA's (life cycle analyses) moeten maken van door de biobased economy veranderende businessketens. Denk aan de snel veranderende inzichten over de effecten van tweede-generatie bioproducten.
- Wij bevelen nieuwe pogingen aan om te komen tot B - Γ samenwerking in de context van een biobased economy/society, met de nadruk op het landbouw/voeding/materialen complex.
- Verdere ontwikkeling van de regionale organisatievorm van de biobased economy is van groot belang. Welke rol kan de coöperatieve organisatie hierin spelen?

### Hoe kunnen we creatief omgaan met kansen in tijden van budgetschaarste?

- De 'green deals' zijn een innovatieve manier om duurzame bedrijvigheid te stimuleren. De (rijks)overheid zegt daarbij geen geld toe maar spant zich wel in om in concrete businesscases obstakels weg te halen. Vooral voor midden- en kleinbedrijven is dit vaak een vruchtbare aanpak. Vooral crossovers kunnen hier veel aan hebben.
- Praktijk en wetenschappelijk onderzoek kunnen direct met elkaar in contact worden gebracht met vouchers (innovatiesubsidies) voor midden- en kleinbedrijven. De resultaten van die aanpak zijn vaak goed.
- Ondersteuning hoeft niet van de overheid te komen. Als het idee van de biobased economy post vat in de publieke opinie is crowd funding een goed idee voor opschaling van kansrijke businesscases van biomaterialen (vooral als het initiatief uitgaat van het MKB en het agrobusinessleven).



# Naar een nieuw elan voor onderzoek en ontwikkeling

*Nederland Kennisland staat op de tocht*

*Meer geld is prima, meer aandacht en inspanning is beter*

*Nieuw processen voor kennisoverdracht*

*Duurzaamheid en biobased economy in alle curricula*

*Beta- en gammadisciplines meer laten samengaan*

## De Europese context

Wij hebben al eerder aanbevolen om de Europese weg te volgen bij grootschalige onderwerpen binnen Energie en A&F. De EU-brandstoffenrichtlijn, Horizon 2020, BII (Biobased Industries Initiative), en de te vernieuwen landbouwpolitiek (CAP) bieden uitstekende uitgangspunten. Het zal een uitdaging zijn voor Nederland om zijn C&M strategie in het kader van de biobased economy en de daarbij behorende plannen tot onderdeel te maken van de vernieuwde CAP. De nieuwe Nederlandse sterkte van een gecombineerde A&F en C&M sector, onze biobased economy, zou daar de blauwdruk voor moeten zijn. In een vernieuwde EU CAP zouden de sectoren A&F en C&M ook hand in hand moeten gaan. In andere delen van de wereld zullen landbouw en energie misschien nog vele jaren met elkaar optrekken, maar de EU heeft nu de kans met een nieuwe CAP, met een grote rol voor C&M, een leidende rol te nemen in de wereldvoedselvoorziening en tegelijkertijd het voortouw te nemen in een vergaande vergroening van de welvaarts pijler C&M.

## De vernieuwde K&I Agenda samengevat

- De nieuwe agenda voor de biobased economy neemt afstand van biomassa voor energie.
- De sector Chemie & Materialen trekt samen op met het Agro & Food conglomeraat waarbij voor alle partijen als uitgangspunt geldt een gegarandeerde en veilige voedselproductie.
- De overheidsfocus voor de stimulering van de biobased economy komt in de komende 5 à 10 jaar op biomaterialen te liggen en de incorporatie daarvan in de landbouwsector. Lopende programma's voor katalyse, bioraffinage en plannen binnen de topsectoren chemie, agro/food, tuinbouw/uitngsmaterialen, water en hightech systemen

en materialen (HTSM) zouden hun op (bio)materialen gerichte onderdelen moeten bundelen onder de supervisie van één organisatie voor de biobased economy, bij voorkeur in de vorm van een Open Innovation Community voor de BBE. De overheidsstimulansen richten zich vooral op het MKB, en gaan werken vanuit een nationale/regionale matrixstructuur.

- De opbouw van de biobased economy vindt plaats vanuit de regio. Regionale netwerken en regionale besluitvorming krijgen meer ruimte. Verschillende regio's kunnen een verschillende koers kiezen. Het regionale MKB is de trekker van de nieuwe ontwikkelingen. In de overlegstructuur draagt één orgaan zorg voor aansluiting op de grootschaliger, Europese en globale ontwikkelingen. In onze ogen dient dit de TKI Biobased Economy te zijn.
- De Nederlandse overheid streeft nadrukkelijk naar acceptatie van de Nederlandse strategie en aanpak van de biobased economy als onderdeel van de te vernieuwen EU landbouwpolitiek.
- De huidige plannen voor een landelijke aanpak van het biobased onderwijs kunnen met kracht worden voortgezet, waarbij de veranderende visie op de relatie tussen biomassa en energie ter harte moet worden genomen.
- Nieuwe studies naar de gevolgen van de biobased economy voor logistiek, maatschappij en economie moeten met zorgvuldigheid worden opgepakt. Het is belangrijk om zowel afzonderlijke toekomstscenario's te schetsen voor de dominante sectoren Energie en A&F en daarbinnen de relaties met C&M na te gaan, als scenario's waarin Energie en A&F beiden zijn vertegenwoordigd.

De economische gevolgen voor een focus op biomaterialen in een nationaal biobased economy-programma kunnen zeer interessant zijn. Materialen zijn vertegenwoordigd in alle onderdelen van de waardeketen

en hun belang voor de economie is moeilijk te overschatten. Het nova-Instituut laat zien dat de wereldproductie aan polymere materialen richting 400 miljoen ton gaat. Daarvan is, inclusief natuurlijke vezels, ruim 8% biobased. Exclusief de natuurlijke vezels is het bestanddeel biobased nu ruim 1% met als verwachting een groei tot 5% in de komende 5 jaar. Op EU-schaal is dit een waarde van meer dan € 4 miljard. Van de totale Nederlandse economie zijn tientallen procenten te relateren aan materialen. Binnen C&M wordt 80% van het volume en de waarde door materialen vertegenwoordigd. Groei en innovatietempo is in de materialensector bovengemiddeld. Een succesvolle nationale positie, die veelal vanuit een MKB-start kan worden bereikt, kan gemakkelijk worden uitgebouwd tot export en internationalisering.

Het realiseren van de plannen genoemd in dit hoofdstuk zal aanzienlijke inspanningen vergen van alle betrokken publieke en private partijen, zowel nationaal als internationaal. Gezien de totale waarde van de materialensector en de potentie van biomaterialen daarbinnen zou een verdubbeling van de nationale inspanning voor R&D op dit gebied niet misstaan. Ruim de helft hiervan kan door het bedrijfsleven worden gefinancierd, in cash of in kind afhankelijk van de plaats en het (samenwerking)programma. Ook voor de overheid, nationaal en regionaal tezamen, beveelt de WTC een verdubbeling van het bestaande budget aan.





	Agro/feed	Chemie en materialen	Food/feed
2010-25	<p>Naast grootschalige ook kleinschalige bioraffinage dichtbij/op veld in NL, met gebruik agrosiduen voor vezels en biogas; daardoor kortere kringlopen voedingsstoffen.</p> <p>Toenemend gebruik regionale producten.</p> <p>Ingebruikname braakliggend land; keuze van gewassen op basis van BBE.</p> <p>Samenwerking tussen landbouwsectoren verbeterd.</p> <p>Samenwerking Agro en C&amp;M op hoofdlijnen geaccordeerd.</p>	<p>Biobrandstoffen in petrochemische structuur geconsolideerd.</p> <p>Benutten van katalyse, enzymen, fermentatie voor functionele building blocks.</p> <p>Isolatie van groene chemicaliën uit proces(afval)water van agro/food- en papierindustrie.</p>	<p>Footprint verlagen met 10% door hogere efficiëntie in de voedselketen (inclusief feedketen) en verhoogde veldopbrengst in plaats van braaklegging.</p>
Regelgeving	<p>Opschonen afvalwetgeving, flexibele opstelling tegenover groene grondstoffen voor C&amp;M.</p>	<p>Gelijk speelveld maken met biograndstoffen, biobrandstoffen en energie op basis van netto CO<sub>2</sub>-uitstoot.</p>	<p>EU-marktordering in de landbouw wordt aangepast aan BBE-condities en geeft focus op volume en kosten.</p> <p>EU-stikstofrichtlijn naar verschil bemestingsnorm gericht op laag houden van NO<sub>3</sub> in grondwater en NH<sub>3</sub> naar atmosfeer.</p>
2015-40	<p>Kennis minimumbehoefte van bodem opgebouwd.</p> <p>Ruwvoer- (nationaal en doorvoer), mengvoer- en vochtrijke voerstromen worden geraffineerd tot toegesneden rantsoenen voor dieren, en tot biobased grondstoffen. Daardoor minder mestoverschot.</p> <p>Koolstof- en mineralenkringloop geoptimaliseerd door kleinschalige bioraffinage dichtbij/op het veld ook buiten Nederland.</p> <p>Gewassen aangepast aan biobased toepassingen.</p> <p>Multi- en duale teelten in samenwerking tussen A&amp;F en C&amp;M.</p> <p>Nieuwe gewassen als algenkroos, Azolla en wieren in productie voor biobased toepassingen.</p>	<p>Volledig benutten van katalyse, enzymen, fermentatie voor met name C<sub>4</sub> en hogere biobased basischemicaliën, inclusief aromaten. Aanzetten tot winning van vetten, eiwitten en suikers uit biomassa.</p> <p>Opkomst biokunststoffen.</p>	<p>Footprint verlagen met 25% bij verbeterde kwaliteit (dier)voeding.</p> <p>Nieuw EU-landbouwbeleid gebaseerd op BBE-principes.</p> <p>Synergie A&amp;F met C&amp;M als nationaal speerpunt.</p>
2020-50	<p>Bodemkennis leidt tot efficiënt gebruik van koolstof, N, P en K en verhoogde bodemvruchtbaarheid in/ buiten EU, en voldoet in toenemende mate aan duurzaamheidscriteria.</p> <p>In toenemende mate sluiting van kringlopen.</p> <p>Maritieme biomassa levert substantiële bijdrage aan duurzame kringlopen.</p>	<p>Bioraffinage: benutten van alle aanwezige complexiteit en verder ontwikkelen van de ingeslagen weg.</p> <p>Opkomst van holistische chemie en holistische materiaalontwikkeling (op basis van onder meer nieuwe groene grondstoffen).</p>	<p>Footprint verlagen met 50% bij verbeterde kwaliteit (dier)voeding.</p> <p>A&amp;F en C&amp;M uitgegroeid tot een sterke sector met dominantie in de EU (d.w.z. &gt;50% van de Nederlandse economie).</p>

Tuinbouw	Uitgangsmaterialen	Energie	Logistiek
<p>Warmte-integratie met bodem en wonen en netto gebruikers van CO<sub>2</sub>; reductie primaire energiebehoefte t.o.v. 2010 met 25%.</p> <p>Tuinbouw als afnemer van biobased substraat, potten, meststoffen enz. en bio-energie.</p> <p>Valoriseren van plantaardige restmaterialen; winnen van gewasbeschermingsmiddelen, antioxidanten enz en biogas.</p>	<p>Opbrengstverhoging onder (a)biotische stress.</p>	<p>Biomassagebruik in energiesector consolideren. Uitbouw biogasproductie en –gebruik.</p> <p>Gebruik lokale en overzeese biomassa in kolencentrales mogelijk maken door bioraffinage voor &lt;5€/GJ</p> <p>Ontwikkeling tweede generatie transportbrandstoffen (ook voor luchtvaart) uit mest en reststoffen.</p>	<p>Commodity-grondstoffen voor energie, chemie en materialen geïdentificeerd inclusief certificering upstream productieketen.</p>
<p>Van inputbeperking naar outputmanagement.</p> <p>Wetgeving hanteert bedrijvenconsortium in een kringloop als rekeneenheid (en niet de individuele schakels).</p>	<p>GMO voor nonfood gewassen wordt toegelaten in Europa.</p>	<p>Accijns en belastingheffing CO<sub>2</sub> - afhankelijk maken voor energie en alle chemiegrondstoffen en transportbrandstoffen.</p> <p>Voorkomen van lock-in van elektriciteitsproductie in onrendabele grondstof/technologie-combinaties.</p>	<p>Importheffing voor industriële groene grondstoffen afschaffen.</p>
<p>Geïntegreerde energiehuishouding met groot/kleinschalige akkerbouw en bioraffinage. Reductie primaire energiebehoefte t.o.v. 2010 met 50%.</p> <p>Gebruik van alle groene reststromen uit tuinbouw en akkerbouw in een BBE context.</p> <p>Teelt van gewassen onder gecontroleerde omstandigheden voor hoogwaardige toepassingen in farmacie, voedings-supplementen en cosmetica.</p>	<p>Productie van precursor chemicals in o.a. biet, mais, suikerriet voor binnen &amp; buiten EU.</p> <p>Ontwikkeling van waterplanten/alggen voor hogere waardesegmenten.</p>	<p>Energie uit biomassa niet meer doel op zich.</p> <p>Energieproductie uit biomassa voor zover in samenhang met, en voordelig voor de productie van food/feed en/of chemicaliën en materialen.</p> <p>Daardoor grondstofkosten voor elektriciteit &lt; 3€/GJ.</p>	<p>Commodity-grondstoffen met goede beschikbaarheid en constante prijs voor energie, fuels, chemie en materialen, food en diervoeder.</p> <p>Aanpassingen logistieke systemen en ontkoppelpunten aan regionale en circulaire economie.</p>
<p>Reductie primaire energie behoefte t.o.v. 2010 met 90%.</p>	<p>Stikstofbinding en efficiënt gebruik van P en K in o.a. mais, suikerriet en biet.</p>	<p>Integratie van grootschalige productie van food, feed, fuel, energie en chemicaliën/ materialen uit lokale of geïmporteerde biomassa.</p>	<p>Naast de regionale, circulaire economie met Nederlandse teelt, een optimale integratie van overzeese upstream ketens (inclusief eventuele plaatselijke voorverwerking) met downstream ketens in Nederland voor hoogwaardiger toepassingen.</p>

## Literatuur

## Verder lezen

- The Biobased Economy, Biofuels, Materials and Chemicals in the Post-oil Era, Hans Langeveld, Johan Sanders and MariekeMeeusen. (2012)
- Naar groene chemie en groene materialen, Kennis- en innovatieagenda voor de biobased economy. WTC (2011)
- Naar de kern van de bio-economie: de duurzame beloftes van biomassa in perspectief, Ratheneua Instituut (2011)
- Meer chemie tussen groen en groei, De kansen en dilemma's van een biobased economy, SER (2010)
- Groene bouwstenen voor biobased plastics, Paulien Harmsen en Martijn Hackmann (2012)
- IA Special, biobased economy in Nederland, AgentschapNL (2013)
- Groene groei: van biomassa naar business, Innovatiecontract biobased economy 2012-2016 (2011)
- Wegnemen van belemmeringen in wet- en regelgeving in de biobased economy, Ministerie van EZ (2013)

[www.biobasedeconomy.nl](http://www.biobasedeconomy.nl)

[www.biobased-society.eu](http://www.biobased-society.eu)

[www.groenegrondstoffen.nl](http://www.groenegrondstoffen.nl)

[www.bio-economy.net](http://www.bio-economy.net)

[www.bio-based.eu](http://www.bio-based.eu)

[www.biobasedeconomymagazine.nl](http://www.biobasedeconomymagazine.nl)

[www.agro&chemie.nl](http://www.agro&chemie.nl)

[www.nova-institut.de](http://www.nova-institut.de)

[www.nnfcc.co.uk](http://www.nnfcc.co.uk)

[www.nrel.gov](http://www.nrel.gov)

[www.chimieduvegetal.com](http://www.chimieduvegetal.com)

[www.dutchbiorefinerycluster.nl](http://www.dutchbiorefinerycluster.nl)

[www.ccresearch.nl](http://www.ccresearch.nl)

## Colofon

De commissie bestaat uit de volgende personen:



- *Vinus Zachariasse*, voorzitter, voorheen algemeen directeur Social Sciences Group Wageningen UR en daardoor tevens algemeen directeur van het Landbouw-Economisch Instituut (LEI) en was tevens bijzonder hoogleraar Strategisch Management van Land- Tuinbouw-bedrijven bij Wageningen Universiteit;



- *Alle Bruggink*, voorheen R&D directeur Corporate Research Life Science Products DSM en was tevens hoogleraar Industrial Organic Chemistry bij de Universiteit Nijmegen. Was tevens voorzitter van NWO-onderdeel Advanced Chemistry and Technology for Sustainability;



- *Rietje van Dam-Mieras*, lid van de RvC van Unilever Nederland, de Deltares Afviesraad, de nationale UNESCO Commissie, het College voor Examen en bureau-member van the International Union of Pure and Applied Chemistry. Was verbonden aan de Universiteit Maastricht, de Open Universiteit en de Universiteit Leiden en was visiting professor aan het United Nations University Institute for Advanced Studies.



- *Ton Schoot Uiterkamp*, sinds 2009 honorair hoogleraar Milieukunde Universiteit Groningen. Werkte onder meer aan Yale en Harvard, was hoofd Afdeling Biologie van TNO en voorzitter van het Centrum voor Energie en Milieukunde IVEM van Universiteit Groningen.



- *Herman van Wechem*, was Global manager I&R van Shell Global Solutions. Voorzitter van de Raad van Toezicht van het Dutch Polymer Institute en BE-Basic en lid van de RvT van CATCHBIO.



- *Daan Dijk*, is als managing director sustainable business development nauw betrokken bij innovatieve bedrijven uit de Rabo klantenkring die actief zijn in de biobased economy. Studeerde fysische chemische in Groningen en Tel Aviv.



- *Rudy Rabbinge*, Plv voorzitter van de Commissie voor de Milieueffectrapportage, internationaal beleid; voorzitter wetenschappelijke raad van de Consultative Group on International Research (CGIAR); voorzitter Raad Aard- en Levenswetenschappen KNAW; Universiteitshoogleraar Duurzame Ontwikkeling en Voedselzekerheid Wageningen Universiteit en adviseur van de Raad van Bestuur WUR;



- *Peter Besseling*, secretaris, werkzaam bij de Programmadirectie Biobased Economy van het Ministerie van Economische Zaken.

Contact: [p.a.m.besseling@minez.nl](mailto:p.a.m.besseling@minez.nl)  
[www.biobasedeconomy.nl](http://www.biobasedeconomy.nl)

### Adviseurs van de WTC



- Harriëtte Bos, is fysisch chemicus en polymeertechnoloog. Ze heeft gewerkt bij DSM aan de ontwikkeling van nieuwe kunststoffen. Sinds eind jaren negentig is ze werkzaam op het gebied van de biobased economy, en is momenteel programmamanager Biobased Economy bij Food en Biobased Research van Wageningen UR.



- Ton Runneboom, is scheikundig ingenieur en al zo'n veertig jaar werkzaam in de chemische industrie (onder meer Dow Chemical, AkzoNobel en Teijin). Voorzitter van het Biorenewable Business Platform (BBP) en was eerder voorzitter van het platform Groene Grondstoffen dat opgegaan is in het BBP.

De Wetenschappelijke en Technologische Commissie voor de Biobased Economy is een adviesorgaan van de Programmadirectie Biobased Economy van het Ministerie van Economische Zaken, gestart medio 2009. In maart 2011 is een eerder advies uitgebracht 'Naar een groene chemie en groene materialen'. De missie van de WTC is het voorzien in een wetenschappelijk fundament voor een interdepartementaal programma. De WTC adviseert over:

- strategische onderzoeksprogrammering;
- universitaire samenwerking rond de biomassa-waardeketen;
- biobased excellence in het buitenland.



Dit rapport is geschreven door Diederik van der Hoeven en Paul Reinshagen (informatieverzameling, interviews, tekstproductie) Contact: [www.biobased-society.eu](http://www.biobased-society.eu)

Vormgeving

Optima Forma bv, Voorburg

Drukwerk

Vijfkeerblauw

Foto's

PlaatWerk fotografie

Humphrey Daniëls (portretten)

Nils Schoonhoven

WUR, Robert van Loo

WUR, Ingrid van der Meer

Photanol BV





