

**Groene Groei,
naar de maatschappij van 2040**



Groene Groei, naar de maatschappij van 2040

Alle Bruggink
Diederik van der Hoeven
Paul Reinshagen

Met een voorwoord van Louise O. Fresco

Biobased Press
Amsterdam, 2014

Colofon

ISBN/EAN: 978-90-822760-0-8

Titel: Groene Groei

Subtitel: Naar de maatschappij van 2040

NUR-code: 781

NUR-omschrijving: algemene economie

Auteurs: Alle Bruggink, Diederik van der Hoeven, Paul Reinshagen

Tekeningen en omslagontwerp: Gijs Klunder

Foto's omslag en auteurs: Simon van Boxtel

Overige foto's: BioMCN (p.10), Wageningen UR (p.37), Solliance (p.90), SuikerUnie (p.138), DSM (p.174), ABCKroos (p.200), Photanol (p.205)

Uitgave: Biobased Press, Amsterdam

Druk: Pumbo, Zwaag

Inhoud

Voorwoord	1
Verantwoording	3
Waarom groene groei?	5
De economische crisis	5
De duurzaamheidcrisis	6
Groene industrie	9
Factor 10	11
Landbouw en chemie	12
Belangenconflicten	14
De energierevolutie	15
Het belang van de regio neemt toe	17
De transitie en zijn obstakels	18
Groene groei in het overheidsbeleid	20
En nu verder	22
Deel 1. Groene welvaartsdragers	23
Hoofdstuk 1. Duurzame energie en groene industrie	24
Hoofdstuk 2. Landbouw en voedingsindustrie	32
Hoofdstuk 3. Tuinbouw	38
Hoofdstuk 4. Water, heel wat meer dan H₂O	42
Hoofdstuk 5. Chemie en Materialen	48
5.1 Een wereldwijde business	49
5.2. Chemie in Nederland	51
5.3. Een imagoprobleem opgelost	53
5.4. Onze kennis en kunde	55
5.5. De eerste stappen naar groen	60
5.6. En verder	62
Hoofdstuk 6. Energie	64
6.1 Energie, ‘alleen’ nog maar een duurzaamheidprobleem	65
6.2. Nederland: onze huidige energievoorziening	67
6.3 Duurzame energiebronnen	70
6.4. Verduurzaming, hoe snel?	79
6.5. Duurzame energie, de internationale dimensie	80
6.6. Energie, onze kansen	88
6.7. Denkfouten met CO ₂	92
Hoofdstuk 7. High-tech	94
7.1. Nederland in de eredivisie	95
7.2. De kennis en kunde; nanotechnologie voorop	98

Hoofdstuk 8. Mobiliteit en logistiek	104
8.1. Twee werelden van vervoer	105
8.2. Logistiek	106
8.3. Personenvervoer	108
Hoofdstuk 9. De Creatieve Industrie	118
<i>Deel 2. De weg naar groene groei</i>	123
Hoofdstuk 10. Waarom het niet lukt, of nog niet	124
10.1. Tegenwerking	125
10.2. Wantrouwen en ieder-voor-zich	131
10.3. Hoe de vernieuwers het zelf zien	135
Hoofdstuk 11. Het kantelpunt	142
11.1. Nieuw onderling vertrouwen, van onderen op	143
11.2. Duurzaamheid en decentralisatie	146
11.3. Unieke kansen vanaf het platteland	151
11.4. Factor 10	153
11.5. Doorbraakinnovaties	162
11.6. Sociale media	165
Hoofdstuk 12. Groene groei: Meer met Minder	170
12.1. Voedsel voorop	171
12.2. Groene chemie	181
12.3. Groene bedrijven, producten en processen	191
Hoofdstuk 13. De Groene Economie	210
13.1. Groene regio's	211
13.2. De circulaire economie	215
13.3. Onderwijs voor groene groei	219
Hoofdstuk 14. De Maatschappij van 2040	224
14.1. Voorspellen, onbegonnen werk?	225
14.2. Naar nieuwe relaties	227
14.3. (Geen) angst voor verandering	235
Dankbetuigingen	239
Over de auteurs	241

Voorwoord

Iedere burger heeft wel eens een keer van groene groei gehoord. Maar er zijn maar weinig mensen die weten wat dat inhoudt. Misschien weet iemand wel dat het gaat om iets met andere materialen, met kringlopen en dan ook nog met het verminderen van de uitstoot van CO₂. Ander en afbreekbaar plastic, dat kennen we wel van de supermarkt. Maar dat dit uiteindelijk leidt tot een ingewikkelde overgang naar een echt andere economie, dat ziet bijna niemand, ook de politiek niet. Het is daarom goed dat er nu een boek ligt dat in redelijk eenvoudige taal een aantal onderwerpen behandelt waarmee iedereen de komende jaren geconfronteerd zal worden. Groene Groei gaat over onze gezamenlijke toekomst. Een onderdeel daarvan is de biobased economy, de economie op basis van groene grondstoffen.

Ook Wageningen UR ligt dit onderwerp na aan het hart. Om de biobased economy van de grond te krijgen is veel interdisciplinair en internationaal onderzoek nodig, vooral in verbinding met de rest van de hoofdthema's van Wageningen UR – gezonde voeding en leefomgeving. Wij werken samen met vele partners om nieuwe technieken en toepassingen te ontwikkelen en zo een antwoord te vinden op tenminste een deel van de maatschappelijke uitdagingen die de komende jaren op ons afkomen. Een belangrijke uitdaging is de vraag hoe we de groeiende wereldbevolking de komende tientallen jaren gaan voeden, maar ook is het de vraag hoe we in de andere behoeftes van de wereld gaan voorzien. Dan gaat het over de productie van materialen om ons te kleden en te huisvesten, om alle dagelijkse dingen die we gebruiken te maken, en om uit groene grondstoffen ook nog energie op te wekken.

Toch is het begrip biobased economy tamelijk onbekend bij het grotere publiek. Uit een onderzoek dat wij een aantal jaar geleden hebben laten uitvoeren onder middelbare scholieren bleek dat verreweg de meesten een heel goed gevoel hadden bij het begrip biobased economy. Dat is positief. Maar tegelijkertijd bleken ze er eigenlijk geen idee van te hebben wat deze economie inhoudt. Dat is niet alleen jammer maar ook zorgelijk. Voor onze toekomst is groene groei en daarmee de ontwikkeling van de biobased economy van groot belang. De keuzes die hierbij worden gemaakt gaan niet alleen onderzoekers en bedrijven aan – ze zijn voor de hele maatschappij van belang. Die keuzes betreffen vooral de vraag waarvoor we biomassa wel en vooral ook waarvoor we die niet gaan gebruiken. En de vraag hoe we dat gaan organiseren en hoe we dat inpassen, in ons land en in de maatschappij.

We moeten uitzoeken wat de slimme opties zijn en daarover moeten we nadenken: zijn er methoden om bij voorkeur meerdere problemen tegelijk aan te pakken? En wat moeten we wel en wat moeten we vooral juist niet doen? Het is belangrijk dat meer mensen meedenken en meebeslissen over de keuzes die we als maatschappij maken, maar daarvoor is een betere kennis van de mogelijkheden en onmogelijkheden van de biobased economy noodzakelijk. Die kennis strekt zich uit over een breed gebied, van de keuze voor een bioplastisch koffiebekertje geproduceerd uit duurzame biomassa, tot de meer algemene vraag of we eetbare biomassa mogen blijven gebruiken voor het maken van materialen, zoals we al eeuwen doen. Het is mijn volle overtuiging dat mensen beter gefundeerde keuzes kunnen maken bij zulke vraagstukken, als ze meer begrip en achtergrondkennis hebben.

Ik ben daarom zeer verheugd dat de schrijvers van dit boek er in geslaagd zijn om het relatief ingewikkelde en technische domein van de biobased economy op een heldere en toegankelijke manier uit te leggen. De passie en bezieling die de schrijvers voor het onderwerp tentoonspreiden zijn aanstekelijk en leiden er hopelijk toe dat u dit boek met plezier zult lezen.

Louise O. Fresco

Voorzitter Raad van Bestuur Wageningen UR

Verantwoording

De grondslag van dit boek ligt in ons werk in de periode 2000-2013 voor twee commissies van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Visserij, later Economische Zaken. Eerst het 'Platform Groene Grondstoffen' (PGG), later de 'Wetenschappelijke en Technologische Commissie voor de biobased economy' (WTC). Als lid en tekstschrijver hebben we hier alle stadia meegemaakt, van ongerichte discussies tot de formulering van heldere visies. Deze samenwerking heeft geleid tot drie boeken die goed gelezen zijn onder beleidsmakers; maar ze lagen niet in de boekhandel en zijn dus ook niet doorgedrongen tot een groot publiek. Eerst het 'Groenboek Energietransitie' (2007), daarna 'Naar groene chemie en groene materialen' (2011) en tenslotte 'Strategie voor een groene samenleving' (2013). We hebben ook van dichtbij de vorming van de door de overheid benoemde 'topsectoren' meegemaakt.

Deze boeken waren uitdagend, vernieuwend, leesbaar geschreven en tegelijkertijd wetenschappelijk verantwoord. Want de commissies waren uitstekend samengesteld; met gezaghebbende mensen op hun vakgebied die bovendien over de grenzen heen wilden kijken. En verder hebben we voor deze boeken nog vele interviews gehouden met onderzoekers en mensen uit het bedrijfsleven. Robbert Dijkgraaf (toen nog voorzitter van de KNAW, de Koninklijke Nederlandse Academie van Wetenschappen) was heel lovend over ons eerste boek 'Naar groene chemie en groene materialen'. Hij was één van de mensen aan wie het werd gepresenteerd. In zijn reactie zwaaide hij ons de hoogst denkbare lof toe. 'De enige kritiek die ik op dit boek heb,' zei hij, 'is dat wij het niet zelf hebben uitgegeven.'

Maatschappelijke vernieuwingen vinden volgens ons echter niet alleen plaats doordat beleidsmakers en andere belanghebbenden op andere gedachten worden gebracht. Maatschappelijke discussie is minstens zo belangrijk. Daarom informeren we graag mensen met maatschappelijke belangstelling over de visie van onze commissies. We hebben de drie genoemde boeken bewerkt tot een leesbare nieuwe tekst, en uitgebreid met onze eigen ideeën en nieuwe inzichten. Wie zoekt naar verder bewijs van onze stellingen zou daarom eerst kunnen zoeken in deze boeken. Deze zijn in pdf te downloaden van onze site www.biobasedpress.eu. Op deze site staat ook veel aanvullend materiaal. Soms zullen we verwijzen naar een bedrijf of universiteit, of naar een hoogleraar. Alle feiten die we vermelden zijn gecontroleerd. Met deze werkwijze voorkómen we dat we voetnoten moeten gebruiken om onze stellingen te onderbouwen.

Wij hopen met dit boek bij te dragen aan een maatschappelijk debat over een economie die welvaart en werkgelegenheid schept en tegelijkertijd duurzaam is.

Waarom groene groei?

Hoe gaat Nederland zijn geld verdienen over twintig jaar, en dat ook nog op een duurzame manier? Steeds meer mensen realiseren zich dat dit een ernstige vraag is. Want het antwoord erop is niet gemakkelijk. Veel seinen staan op oranje, met de mogelijkheid om naar rood te gaan. De bedreigingen liggen op zeer uiteenlopende terreinen: van concurrentie met lagelonenlanden en een diepe economische crisis, tot ernstige klimaatverstoringen. Het wordt tijd dat wij, midden in deze tijd die zo vol is van de korte termijn, weer het vizier gaan richten op de lange termijn. Wat zijn onze vooruitzichten? Waar ligt onze kracht? Wat moeten we vooral gaan vermijden? Op deze vragen gaan wij proberen antwoorden te vinden.

De economische crisis

We beginnen dan eerst maar met de bedreigingen, voordat we naar de kansen gaan. Ja, dat moet toch, de situatie is ernstig en dat moeten we onder ogen zien. We krijgen in de eerste plaats te maken met de uitputting van de nationale aardgasvoorraden. Aardgas heeft de Nederlandse schatkist de laatste jaren elk jaar rond de € 14 miljard opgeleverd. Zonder aardgas zou de overheid dat bedrag op een andere manier, door belastingen, uit de economie hebben moeten halen. We zouden per persoon elk jaar € 800 minder hebben kunnen uitgeven, een gemiddeld gezin met kinderen ca. € 3.000 minder. En de aardgasinkomsten gaan daadwerkelijk teruglopen. Nu het protest in Groningen de kop heeft opgestoken, zal het aardgas minder snel worden gewonnen. De overheid zal òf meer miljarden moeten gaan bezuinigen, òf de belastingen moeten verhogen. Allebei niet goed voor een economie die van crisis naar crisis sukkelt.

De Nederlandse economie zat toch al in een forse dip. De bankencrisis en de daarop volgende Eurocrisis hebben er flink ingehakt. Veel economen vinden dat Nederland bij de bankencrisis teveel de zachte heelmeeester heeft gespeeld, zij denken dat de gevolgen ervan daarom lang zullen blijven doorwerken. Zij wijzen erop dat de VS wel hard in de bankensector heeft ingegrepen; daar zijn de meeste banken alweer gezond zodat zij weer kredieten kunnen verlenen aan bedrijven. Terwijl Nederlandse banken nog met rotte leningen zitten en moeilijk doen over kredieten. Bij de Eurocrisis was Nederland juist weer te hard. Veel economen vinden dat de Grieken, Spanjaarden en Portugezen zich niet meer 'uit de crisis kunnen bezuinigen'. Wat ook de oorzaken van de crisis in die landen is geweest, er blijft daar na alle maatregelen van IMF, Wereldbank en EU nog maar heel weinig

economie over. De gewone man is hard getroffen en van een kale kip kun je geen veren plukken. Zelf hebben wij, toen we na de Tweede Wereldoorlog volkomen arm geworden waren, in de jaren '40 en '50 van de 20^e eeuw geprofiteerd van de Marshallhulp. Niet dat de gulle gevers, de Amerikanen, vooral werden gedreven door mensenliefde: het herboren Europa werd een zeer goede handelspartner. Op dezelfde manier zou wat meer gulheid ons bij de Eurocrisis ook goed hebben gedaan. Want een economische opleving in Zuid-Europa zou ook goed zijn voor ons. In elk geval: bankencrisis en Eurocrisis zijn allebei nog niet voorbij, en de economische verwachtingen voor de komende jaren zijn gewoon mager.

Dan hebben we aan de economische min-kant nog de concurrentie van lagelonenlanden. Het gaat niet alleen om landen waar mensen voor weinig geld en in gevaarlijke fabrieken onze kleding maken. De concurrentie gaat ook komen in de banen van de middenklasse. India en China hebben haast onbeperkte voorraden goed opgeleide jonge mensen, die veel werk in onze diensteneconomie zouden kunnen overnemen. Samen met Brazilië, Rusland en Zuid-Afrika vormen zij de BRICS-landen, die sterk in opkomst zijn. En ook binnen Europa gaat het zwaartepunt verschuiven. Duitsland doet het economisch nu goed, en Nederland profiteert een beetje mee. Maar over twintig jaar zijn de economische tijgers van Europa: Polen en Turkije – en waar blijft handelsland Nederland dan? Rotterdam, de poort van Europa, wordt dan economisch gezien een stuk minder waard. Wordt ons land een levend museum, dat een belangrijk deel van zijn geld moet verdienen aan Chinese, Russische en misschien wel Braziliaanse toeristen? Wie naar de economie op de langere termijn kijkt, ziet dat de bordjes in Nederland verhangen moeten worden. Maar welke bordjes? En waar moeten ze naartoe?

De duurzaamheidcrisis

Ook op het gebied van duurzaamheid is er crisis. We moeten in snel tempo duurzamer worden: uit respect voor de natuur, en omdat onduurzaamheid veel onaangename verrassingen brengt, zoals droogte, overstromingen, misoogsten en misschien grote groepen mensen die een beter bestaan elders gaan zoeken. In economenland wordt veel te veel gekeken naar herstel van de 'oude' economie: pomp meer aardgas op; vergroot de staalproductie; verkoop meer auto's; vang nog meer vis uit de oceanen. Af en toe breekt het inzicht door dat we daar een keer mee moeten gaan ophouden; maar juist in tijden van crisis is de verleiding groot om de oude recepten toe te passen. Alsof economen (en politici) zeggen: ja, we weten wel dat we ééns de productie niet meer kunnen laten groeien – maar kom me nu even niet aan met die verhalen, de situatie is al moeilijk genoeg. Wij denken echter precies het omgekeerde: als je in een crisis de bordjes al niet kunt verhangen, dan lukt het nooit.

Ook op het terrein van duurzaamheid zijn er reële bedreigingen. Weliswaar zijn sinds de jaren '70 de gemakkelijke duurzaamheidsproblemen opgelost; maar de moeilijke zijn overgebleven. Opgelost zijn: water-, lucht- en bodemvervuiling, tenminste in Nederland; ongevallen met gevaarlijke chemicaliën; zure regen en het gat in de ozonlaag. Hoewel, als we beter kijken zien we dat al deze problemen nog altijd spelen maar dat ze op sudderstand zijn gebracht. Nog steeds is er wel eens brand in een chemische fabriek waarbij burens de 'ramen en deuren moeten sluiten', ook in ons land. Dumpen van afval van drugsproductie is een nieuwe vorm van bodemvervuiling. De regen blijft zuur (en dat blijft effect hebben op de natuur), alleen minder erg dan in de jaren '80. Maar dit alles wordt overschaduwd door het grote duurzaamheidsprobleem van deze tijd: klimaatverandering. En vergeet niet dat er nog nieuwe problemen aan zitten te komen, zoals resistentie van ziekteverwekkers tegen onze medicijnen en gebrek aan schoon water.

Klimaatverandering is zo'n groot probleem omdat een goede aanpak bijna direct ingrijpt in onze op groei gerichte economie. De uitstoot van CO₂ hangt direct af van het gebruik van fossiele brandstoffen; en dat is weer bijna één op één verbonden met economische groei. Wie de economische problemen van deze tijd wil verhelpen met groei naar oud model, moet daarom 'even' voorbij gaan aan klimaatverandering. Dat is een nogal onverantwoorde stap. De oplossing ligt in 'groene groei': economische groei waarbij inkomen en werkgelegenheid behouden blijven; maar zonder aantasting van duurzaamheid en vooral met vermindering van de CO₂-uitstoot. Groene groei, de gedachte is goed maar de uitvoering buitengewoon moeilijk. Zó moeilijk dat we dit hele boek gaan wijden aan die groene groei.

Klimaatverandering wordt zwaar bediscussieerd. De belangrijkste oorzaak, het broeikaseffect, wordt al te gemakkelijk terzijde geschoven. Omdat de gevolgen zo ernstig zijn, is ontkenning een aantrekkelijke strategie. Kijk eens, zo zegt men dan, de laatste twaalf jaar is de gemiddelde aardtemperatuur niet gestegen, terwijl de concentratie van CO₂ in de lucht nog steeds toeneemt! Ja maar, dames en heren, weerkundigen kijken voor hun oordeel over klimaatverandering altijd naar de laatste dertig jaar – want het weer is wisselvallig, nietwaar? Het kan vriezen en het kan dooien! En over die laatste dertig jaar zien we juist een grote temperatuurstijging. Het wordt soms heel snel warmer, en dan weer een tijdje niet. Alleen kijken naar die laatste twaalf jaar is daarom niet overtuigend.

Bij een andere strategie van ontkenning wijzen mensen erop dat de zeespiegel toch niet sterk stijgt, in elk geval veel minder dan de modellen voorspellen. Ja, Tuvalu en een paar andere atollen in de Stille Oceaan worden langzamerhand overspoeld. Bangladesh krijgt te maken met meer overstromingen. Maar achter onze dijken merken we er weinig van. En dat het weer van slag lijkt,

met grote droogtes en extreem natte herfstten – het is toch altijd veranderlijk geweest?

Intussen vinden er in de natuur wel degelijk geleidelijke, ernstige en moeilijk omkeerbare veranderingen plaats. Het weer verandert, en niet ten goede. Plotselinge hoosbuien komen steeds meer voor, met veel wateroverlast, gevolgd door lange droge periodes, overal ter wereld. Mogelijk zeer ernstig voor ons laaggelegen land zijn de veranderingen in de ijskap van Groenland. Vroeger was dit één massief blok ijs, nu komen daar steeds meer gaten en scheuren in en dat proces gaat ook nog eens steeds sneller. De gletsjers produceren steeds meer water en hun uiteinden zijn heel wat korter geworden. Als Groenland's ijskap ooit in zee zou storten (en dat vinden geologen niet meer onmogelijk), dan zou het water voor onze kusten decimeters hoger komen te staan – niet best voor ons lage landje. Om nog maar niet te spreken van de dreigingen uit het Zuidpoolgebied. Sommige zeer deskundige geologen denken dat de ijskap daar instabiel is geworden en dat een flink deel ervan onherroepelijk in zee gaat zakken. Bovendien blijkt er onder de Zuidpoolkap een enorme bel methaan te liggen, die kan vrij komen. Tel dan nog maar een metertje op bij de zeespiegelstijging, of nog meer.

In tropische gebieden merken ze de veranderingen ook. Zeewater neemt veel CO₂ op – gelukkig maar, anders zou er nog meer CO₂ overblijven in de lucht en zou klimaatverandering nog sneller gaan. Maar CO₂ maakt het water zuurder en daardoor wordt kalk beter oplosbaar. Dat bemoeilijkt sterk de groei van koralen, die hun skelet vormen uit kalk. Overal ter wereld wordt gemeld dat de groeisnelheid van koraalriffen daalt en dat hun soortenrijkdom verarmt. En de lijst met schadelijke gevolgen van klimaatverandering is nog veel langer. In Siberië en Alaska ontdekt de permafrost – niet alleen een probleem voor huizen en wegen die verzakken, maar ook een mogelijk gevaar. Want onder de permafrost zitten grote hoeveelheden moerasgas (methaan) die vrij kunnen komen – en methaan is een sterk broeikasgas, ongeveer dertig keer sterker dan kooldioxide. Als dat in de lucht gaat komen, zou de klimaatverandering ineens veel sneller kunnen gaan.

En toch – in vergelijking met de sombere voorspellingen lijken de gevolgen van klimaatverandering nu even mee te vallen, waarschijnlijk doordat de oceanen veel warmte opslaan. We krijgen zelfs te maken met positieve gevolgen. Door de hogere temperaturen hebben we in Nederland de ene recordoogst na de andere. De Nederlandse suikerbietenenteelt heeft nu hetzelfde gunstige klimaat als de teelt in Noord-Frankrijk – maar zonder hun waterproblemen. En nu het klimaat in Zuid-Nederland steeds meer gaat lijken op dat van de Bourgogne, komen uit ons land ook steeds betere wijnen. De positieve gevolgen vallen op, omdat de negatieve even lijken mee te vallen.

Inderdaad: het lijkt net of de natuur even de adem inhoudt. Alweer zeggen sommigen: joh, zie je wel, het valt wel mee, allemaal bangmakerij, we hoeven ons

echt niet druk te maken. Wij trekken echter de tegenovergestelde conclusie. De adempauze die de natuur ons biedt, zouden we moeten gebruiken om nú het economisch systeem drastisch te hervormen. Stel dat de oceanen ineens veel sneller gaan stijgen – dan hebben we niet meer het geld of de tijd om èn de dijken te verhogen, èn een nieuw systeem van productie en consumptie op gang te helpen. Of: we zouden dat wel kunnen (en moeten) doen, maar de offers zouden veel groter zijn dan wanneer we nu beginnen.

Groene industrie

De uitdaging voor de toekomst is om bedrijvigheid te ontwikkelen die welvaart en werkgelegenheid schept èn duurzaam is. Een omkering van de verhoudingen in het verleden, waarin welvaart en werkgelegenheid vaak ten koste zijn gegaan van duurzaamheid. Waarbij economie en ecologie tegengesteld waren aan elkaar. Als we de wereld bewoonbaar willen houden, moeten we hoe dan ook een economie ontwikkelen waarin die twee op elkaar aansluiten. Een enorm karwei, als je kijkt naar onze traditie. En toch denken we dat zo'n nieuwe economie mogelijk is.

Wij hebben geen blauwdruk voor zo'n systeem. We weten wel in welke richting we het moeten zoeken, speciaal voor Nederland. We hebben voorbeelden, uit binnen- en buitenland. Veel nieuwe ideeën en initiatieven hebben kansen in het kader van een nieuwe koers van Europa. We gaan het dus ook over Europa hebben, en over de plaats van Europa in de wereld, en over de wereldeconomie. Al komen we ook uit op het inzicht dat de nieuwe economie meer gericht zal zijn op de eigen regio. Wel met internationale concurrentie maar ook met eigen zwaartepunten voor elke regio, ook binnen Europa, ook binnen Nederland.

Veel mensen die een duurzame economie voor ogen proberen te krijgen, denken direct aan duurzame energie. Dat komt doordat energie nu zo in de belangstelling staat, vooral vanwege de klimaatverandering. Een duurzame energievoorziening is absoluut noodzakelijk. Wij proberen daarnaast een stap verder te gaan, naar de vraag hoe een duurzame industrie eruit zal zien. Want stel je voor: als wij de bestaande economie zouden handhaven, met zijn grote chemische fabrieken in de Rijnmond, de staalproductie in IJmuiden, de auto's die gemiddeld 1 op 14 rijden, de goedkope vluchten naar zonnige vakantieoordens – maar alle energie zou duurzaam zijn, dan is die economie nog niet duurzaam. Nederland zou veel te veel energie gebruiken, en duurzame energie is niet gratis; ook niet qua duurzaamheid. De onduurzaamheid zou hem vooral zitten in grote oppervlakken land, nodig voor de winning van zonne- en windstroom en biomassa. Bij een duurzame energievoorziening hoort daarom een duurzame of groene industrie; vooral een groene chemische industrie, die de materialen maakt voor

ons dagelijks leven, van plastics en verven tot huidverzorgingsproducten. Een industrie die zuinig is met grondstoffen en de aarde niet plundert; die met weinig energie zijn producten maakt, en deze zó ontwerpt dat ze hergebruikt kunnen worden in een circulaire economie. Naar die industrie gaan wij op zoek. Welke producten gaat deze maken, voor welke markten, met welke technologie en grondstoffen?



Een van de grootste groene chemische industrieën van Nederland is BioMCN in Delfzijl. Zij maken alcohol (methanol) uit aardgas en groen gas. BioMCN heeft eind 2012, samen met een aantal Nederlandse partners, € 200 miljoen subsidie gekregen om een tweede fabriek ('Woodspirit') te bouwen die gaat werken op basis van hout. De biomassa wordt vergast tot synthesesgas en omgezet in methanol, een biobrandstof. Het hele project, dat zeker vier jaar zal duren, vergt een investering van € 500 miljoen en is zeer belangrijk voor de (biobased) economie van Noord Nederland.

Door te gaan zoeken naar de groene chemische industrie van de toekomst, blijven we trouw aan de vraag die we direct aan het begin van dit hoofdstuk stelden: hoe gaat Nederland zijn geld verdienen over twintig jaar, en ook nog op een duurzame manier? Die vraag gaat weliswaar over veel méér dan industrie – maar op sommige onderwerpen zoals diensten en toerisme zullen we nauwelijks ingaan. Wij leven in een diensteneconomie, zo zegt men, en we zouden dus ook naar diensten kunnen kijken. Maar ook onder economen is het inzicht gegroeid dat de mens niet kan leven van diensten alléén. Bovendien, in die sector werken veel mensen waarvan de laatste jaren werk is overgenomen door computers en dat

proces is nog niet ten einde: er zullen nog veel ontslagen gaan vallen. Amsterdam heeft geprobeerd een wereldcentrum te worden in de financiële sector en dat is niet gelukt. Wel succesvol is momenteel de creatieve sector, ook geconcentreerd rond Amsterdam. Nederlandse TV-producenten verkopen hun formats over de hele wereld, en Amsterdamse makers van computergames horen tot de wereldtop. Nederlandse mode en design zijn in opmars. Toerisme naar Nederland neemt nog steeds toe. Allemaal verheugend en de moeite waard om te stimuleren – maar uiteindelijk niet voldoende om een economie te laten draaien. De industrie, inclusief onze land- en tuinbouw, speelt een beslissende rol: mensen eten en drinken, en gebruiken spullen – auto's, zonnepanelen, afwaskwasten, boterhamzakjes. Die spullen moeten uiteindelijk ook gemaakt worden. Waar worden die gemaakt? Van welke chemicaliën en materialen? En in eigen land of in het buitenland? Dus waar draagt hun fabricage bij aan welvaart en werkgelegenheid? En bij internationale specialisatie, wat zijn of worden de sterke punten van de Nederlandse groene industrie?

Factor 10

We kunnen op het gebied van duurzaamheid haast niet ambitieus genoeg zijn bij het ontwikkelen van zo'n groene industrie. Want ga maar na. De wereldbevolking gaat nog anderhalf tot twee maal zo groot worden; tegelijkertijd willen we vier tot vijf maal zoveel mensen laten genieten van een welvaartsniveau in de buurt van het onze. Dan zullen we de schade aan natuur en milieu toch met een factor 10 moeten verminderen per eenheid productie; want we zullen toch ook iets willen herstellen van de schade die we als mensheid hebben aangericht aan de planeet. Wij denken niet dat Nederlanders op grote schaal zullen (willen) gaan 'inleveren'. Ook de Amerikanen zullen dat niet gaan doen. Echte duurzaamheid zullen we dus moeten bereiken door een duurzamere productie. We zullen met minder grondstoffen, minder energie, minder arbeid en minder ruimtebeslag betere producten moeten maken. Producten die langer meegaan en eenvoudig voor hergebruik of recycling in aanmerking komen. Meer doen met minder. Willen we zowel meer welvaart voor veel mensen, als herstel van schade aan de planeet, dan is het duidelijk dat we in de toekomst minstens tien maal zo efficiënt met onze middelen moeten gaan omspringen.

De voorbeelden zijn er. Denk aan het gebruik van koper in onze elektronica. Als we voor onze huidige elektronica dezelfde technieken zouden toepassen als in de jaren zeventig van de vorige eeuw, dan zou morgen al het koper op zijn. Maar gelukkig kwam er glasvezel, die koper verving. De hoeveelheid metalen in een radio is in veertig jaar tijd ongeveer honderd keer zo klein

geworden. Het rapport 'Grenzen aan de groei' van de Club van Rome waarschuwde vooral voor het opraken van grondstoffen, in de eerste plaats metalen als zink, chroom, koper en nikkel. De eerste grondstof die zou opraken was kwik. In dertien jaar tijd zouden we door de wereldvoorraad heen zijn, zo dachten ze in 1972. Het rapport noemde enkele 'essentiële toepassingen' van kwik, met de toevoeging dat er geen vervangers voor in zicht waren – waaronder de thermometer, vullingen van kiezen (amalgam) en schimmelwering in latexverven. Maar al kort daarna waren al deze toepassingen verdwenen of daalde het kwikgebruik erin drastisch; tegenwoordig weten alleen opa en oma nog te vertellen dat vroeger 'het kwik' de temperatuur aangaf. De geschatte wereldvoorraad kwik is nog even groot als in 1972, maar doordat het gebruik is gedaald met 80% is deze hoeveelheid nu nog goed voor 70 jaar gebruik. Kortom, de uitputting heeft niet echt plaats gevonden, doordat de mensheid op alle fronten nieuwe technieken heeft ontwikkeld, al dan niet in combinatie met meer en betere recycling.

Denk ook aan de Nederlandse tomaat. De oude 'Wasserbombe' (zoals Duitse consumenten vroeger de tamelijk smakeloze kastomaten noemden) had 22 liter water per kilo nodig in een ouderwetse kas. De tomaat van vandaag is niet alleen kwalitatief stukken beter, maar verbruikt in een moderne kas niet meer dan 4 liter water per kilo tomaten om van 'grond tot mond' te komen. In Spanje staat de teller op bijna 40 liter en in Israël, toch zeer bekend om zijn efficiënte waterbeheer, heeft men zelfs 60 liter nodig. Aan de hand van vele voorbeelden zullen we in dit boek het factor 10 denken uitleggen en laten zien dat dit een basis kan zijn onder de groene maatschappij van de toekomst.

Landbouw en chemie

Wij zien toekomst voor een industrie die toegroeit naar de landbouw – en omgekeerd, voor een landbouw die toegroeit naar de industrie. Overal ter wereld, om te beginnen in Nederland. De industrie zal haar grondstoffen voor een belangrijk deel moeten gaan vinden in agrarische producten. En daarmee afscheid gaan nemen van het fossiele tijdperk, gebaseerd op fossiele grondstoffen. Er is in feite geen alternatief: als fossiele brandstoffen niet meer beschikbaar zijn als grondstof voor de industrie (door uitputting, prijs, vervuiling of wat dan ook), vormen agrarische producten het enige alternatief voor onze chemicaliën en materialen. Op dit moment is aardolie de belangrijkste grondstof voor chemicaliën en materialen (voor zover ze niet van metaal zijn): van autostoelen en –bumpers tot verf, handcrème en medicijnen. Maar wij zien een toekomst voor een industrie die zijn grondstoffen (weer) gaat halen uit de landbouw. En dat zonder de voedselvoorziening in gevaar te brengen.

Eigenlijk is dat niets nieuws. Want de mensheid heeft eeuwen lang zijn materialen van het land gehaald. Pas vanaf ongeveer 1900 zijn mensen aardolie gaan gebruiken voor het maken van materialen. Hoewel, de industrie gebruikt nog steeds volop producten van het land, die we groene grondstoffen zullen noemen. Timmerhout voor gebouwen en meubelen, katoen en vlas voor kleren en textiel, sisal voor touw, rozen en lavendel voor geurstoffen, natuurrubber voor autobanden en chirurgische handschoenen – ze zijn eigenlijk nooit weggeweest. De wereld gebruikt miljoenen tonnen papier en karton – allemaal uit land- en bosbouwproducten. Ook de industrie van plastic en kunststoffen is ontstaan vanuit groene grondstoffen. De oudste plastic is celluloid, ontwikkeld in 1866 en gemaakt uit (plantaardige) cellulose; celluloid is nog wel bekend als het materiaal waar films van werden gemaakt. Ook cellofaan, ontwikkeld in 1908, wordt gemaakt van cellulose. De rayonvezel is dezelfde stof, maar dan in de vorm van een gare. En ondanks de opkomst van plastics en vezels uit fossiele grondstoffen, die cellofaan en rayon vele malen hebben overvleugeld, zijn deze twee nooit helemaal verdwenen. Zelfs celluloid is nog altijd in gebruik, ondanks zijn grote brandbaarheid. Men maakt er juwelen en siervoorwerpen van, en tafeltennisballen.

Sinds kort is er een nieuwe generatie bioplastics op de markt, met namen als PLA en PHB; wat staat voor PolyLactic Acid en PolyHydroxyButyraat. De meeste worden gemaakt uit suikers. Ook plantaardige oliën worden steeds vaker gebruikt in de industrie, bijvoorbeeld als grondstof voor verven en PUR-schuim. Groene grondstoffen en hun producten geven nieuwe mogelijkheden: nieuwe eigenschappen, nieuwe toepassingen. Zoals bioplastics die worden gebruikt in chirurgische materialen, en die na gebruik in het lichaam worden afgebroken. Bijvoorbeeld chirurgisch hechtdraad; of zelfs protheses die in de plaats komen van een titanium staaf bij een gecompliceerde botbreuk en die geheel in het lichaam worden opgenomen (zodat de patiënt niet na een succesvolle genezing toch nog een operatie moet ondergaan om het titanium uit het lichaam te halen). Deze nieuwe generatie bioplastics zullen we ‘nieuwe biomaterialen’ noemen. Ze vormen nu nog maar 1% van alle plastics, maar deskundigen verwachten een sterke groei. Lang niet alle bioplastics zijn trouwens biologisch afbreekbaar.

Nieuwe toepassingen betekenen nieuwe industriële kansen. Potentiële welvaart en werkgelegenheid. Maar dan is het toch wel heel belangrijk dat deze nieuwe industrie veel duurzamer is dan de traditionele petrochemische industrie. Factor 10 kan en moet hier werkelijkheid worden. Daardoor is deze industrie van de toekomst in twee betekenissen groen: hij gebruikt groene grondstoffen en hij is veel duurzamer dan de oude industrie.

De rol van de landbouw (agro) in de combinatie van ‘agro&chemie’ is essentieel. We leggen er nog maar eens de nadruk op, want in vrijwel geen enkel

lijstje met glanzende toekomstplannen voor Nederland komen we nog de agrosector tegen. Vroeger werd er wel smalend (en met enige jaloezie) gesproken over het 'groene front', dat de belangen van boeren en agrarische industrie zo goed wist te behartigen. Maar het groene front is onmachtig geworden, het ministerie van Landbouw is opgegaan in Economische Zaken, het aantal boeren neemt steeds verder af. Maar het gaat hier wel om een van de meest innovatieve sectoren van de Nederlandse economie; Nederland is qua export van landbouwproducten de tweede in de wereld, niet slecht voor een land met slechts 2 promille van de wereldbevolking en 0,2 promille van het landoppervlak.

Maar tegelijkertijd kunnen we er duidelijk over zijn dat de Nederlandse agrosector (landbouw, veeteelt, tuinbouw en de voedingsmiddelenindustrie) veel duurzamer moet worden om de glansrol te kunnen spelen die we voor ogen hebben. Het moet afgelopen zijn met het op grote schaal importeren van grondstoffen voor veevoer in onze bio-industrie, zoals sojaschroot; een import die 'aan het eind van de pijp' weer zorgt voor ons mestoverschot. Over de hele wereld moet de agrarische productie omhoog, ook in Nederland; maar wel met veel minder gebruik van energie, water, bestrijdingsmiddelen, ruimte, lage lonen en andere maatschappelijke bezwaren.

En ook van de chemische industrie moet de duurzaamheid sterk omhoog. Dat kan ook, door de opkomst van de 'groene chemie'. Want door nieuwe chemische methoden en technieken kunnen industrieën hun grondstof- en energieverbruik drastisch verlagen, net als de uitstoot van giftige stoffen en broeikasgassen, en de productie van afval. De 'groene' chemische industrie gebruikt meestal groene en geen fossiele grondstoffen. We zullen de groene chemie nog vele malen tegenkomen, omdat deze een zeer belangrijke rol speelt in het verwezenlijken van ons factor 10-denken en van onze toekomstplannen voor Nederland.

Belangenconflicten

Zijn er op dit gebied dan helemaal geen belangenconflicten? Als de chemische industrie groene grondstoffen gaat gebruiken, gaat dat dan niet ten koste van de voedselvoorziening? De food/fuel-discussie ('geen voedsel in je tank'), die ging over biobrandstoffen, staat ons nog helder voor de geest. Organisaties als Oxfam Novib protesteerden tegen het gebruik van voedsel voor de productie van biobrandstoffen; en terecht, want de wereld gebruikt heel veel benzine en dieselolie, in tonnen zelfs méér dan voedsel. Als je benzine en diesel wilt gaan vervangen door biobrandstoffen, liggen belangenconflicten dan ook erg voor de hand. En de food/fuel-discussie is nog niet uitgewoed. Is er wel zoveel verschil

tussen biobrandstoffen en biochemicalïën? Zouden we met andere woorden niet in net zo'n conflict terecht komen, als we de productie van nieuwe biomaterialen gaan promoten?

Wij denken dat het niet zo ver zal komen. In de eerste plaats is het wereldgebruik van materialen veel kleiner dan dat van brandstoffen. De wereld produceert vijfmaal zoveel voedsel als materialen, gemeten in tonnen. En in de tweede plaats produceert de wereld tienmaal zoveel landbouwafval (wat wij altijd netjes 'reststromen' noemen, zoals tarwestro en bietenloof) als materialen. Voordat nieuwe biomaterialen een bedreiging gaan vormen voor de voedselproductie, zijn we nog wel even verder. Bovendien ontwikkelt de industrie steeds meer technologieën waarin de 'reststromen', eerder dan de voedingsproducten, als grondstof worden gebruikt.

Maar dat neemt niet weg dat er lokaal wel conflicten kunnen ontstaan tussen voedselproductie en de behoefte aan materialen. Die situaties zullen we in de gaten moeten houden en signaleren. Voor ons, de schrijvers van dit boek, geldt: de voedselvoorziening staat voorop. En we zijn ervan overtuigd dat de landbouw nog veel meer opbrengst kan hebben; zodat er geen conflicten met voeding zullen optreden als een klein deel van de voedselproductie wordt gebruikt voor chemicaliën en materialen. Integendeel, als het goed gaat houdt de boer iets extra's over aan de verkoop van zijn 'reststromen' aan de groene chemische industrie. Zodat hij weer kan investeren in de productiviteit van zijn grond. Zodat voedsel- en materialenproductie elkaar gaan versterken, in plaats van verzwakken. In de toekomst verkopen boeren en tuinders niet meer één product: graan, suikerbieten, of tomaten. Reststromen worden steeds belangrijker: stro, bietenloof, tomatenstengels. Misschien gaat men wel gewassen telen die speciaal ontworpen zijn voor gebruik van hoofdproduct en reststroom. De landbouw wordt 'multifunctioneel'.

De energierevolutie

Intussen komt er ook een energierevolutie aan. Terwijl er nog steeds kolencentrales worden gebouwd (die we gaan stoken op kolen die de VS dumpen op de wereldmarkt en een scheut biomassa voor het duurzame effect), is nu al duidelijk dat deze hopeloos verouderd zijn en dat wij over twintig jaar alle kaarten zullen zetten op zonne- en windenergie. Dat komt vooral door de spectaculaire daling van de prijs van zonnecellen. Die prijsdalingen gaan zorgen voor een transformatie, revolutie zullen sommigen zeggen, in de energievoorziening. Zelfs al zou de overheid zonnecellen op geen enkele manier meer stimuleren (door geldtekort, tegenwerking van andere industrieën etc.), dan zullen deze toch gaan

winnen. Gewoon door de kracht van technologische ontwikkeling, en via de markt. Alleen in een wat trager tempo dan wanneer de overheid er vaart achter zet. Over twintig jaar zal het overgrote deel van de energie-investeringen, overal ter wereld, naar zonne-energie gaan.

Zonne-energie gaat de energievoorziening op zijn kop zetten; omdat zonne-energie elektriciteit levert op kleine schaal, dicht bij de gebruiker, terwijl de opwekking van elektriciteit tot nu gebeurt in grote centrales, ver weg. Het hele elektriciteitsnet en de complete organisatie van de elektriciteitsvoorziening zijn ingericht op die centrale levering. Veel elektriciteitsbedrijven zijn mega-organisaties geworden, genoteerd aan de beurs. Hun producten hebben een imago meegekregen van marketingadviseurs, terwijl ze in werkelijkheid zo uitwisselbaar zijn als merken cola. In naam werken de meeste grote bedrijven mee met projecten voor duurzame energie, maar wanneer deze ten koste gaan van hun investeringen in steenkool- en kerncentrales, staan ze op de rem. Vernieuwing van de energiesector komt van onderop, van coöperaties van gebruikers die willen investeren in zonne- en windenergie. Die vaak genoeg tegenwerking krijgen als ze te succesvol worden, vooral vanwege verouderde regels.

Een elektriciteitsnet dat is ingericht op zonne-energie ziet er heel anders uit dan het bestaande. Het verschil heet intelligentie. Die begint al in huis. Elk huis dat zijn eigen elektriciteit opwekt (met een HRe-ketel of met zonnecellen) krijgt een slim apparaat dat vraag en aanbod van elektriciteit op elkaar afstemt. Het liefst stuurt het slimme apparaat de zelf opgewekte stroom direct naar de lamp of stofzuiger; het kan ook stroom uit het net binnen halen, en teveel opgewekte elektriciteit aan het net leveren. Als netstroom erg duur is (dat kan het apparaat 'voelen'), kunnen toestellen als een boiler, de wasmachine of de koelkast tijdelijk door het apparaat worden uitgeschakeld. Zulke slimme apparaten zijn al ontwikkeld, bij TNO heten ze PowerMatcher. Het apparaat minimaliseert de kosten door steeds de goedkoopste mogelijkheid te kiezen, te beginnen met de zelf opgewekte stroom. Energieopslag, bijvoorbeeld in de batterij van de elektrische auto, speelt een centrale rol in deze afstemming van vraag en aanbod. Als de zon overvloedig schijnt, wordt de auto flink opgeladen. Die stroom kan daarna voor een deel ook aan het net worden geleverd als de autobezitter daar een goede prijs voor krijgt.

PowerMatcher is essentieel voor een elektriciteitsnet waarin lokale opwekking (zoals met zonnecellen) de hoofdrol speelt. Ook op wijkniveau staat een PowerMatcher. Deze probeert in de wijk vraag en aanbod op elkaar af te stemmen, met zoveel mogelijk gebruik van stroom uit eigen opwekking in de wijk. Op dit niveau zou een windmolen die de wijkbewoners samen hebben gekocht, een rol kunnen spelen. Als inkoop van stroom buiten de wijk te duur is, mag de PowerMatcher van de wijk ingrijpen door tijdelijk stroom af te schakelen,

bijvoorbeeld bij koelinstallaties van een kleine industrie. Een PowerMatcher op het niveau van de stad gaat weer boven die van de wijk uit, enzovoort. Op deze manier ontstaat een elektriciteitsnet met minimale belasting, gebaseerd op lokale opwekking. Het heet in vaktermen een slim elektriciteitsnet of 'smart grid'.

Het belang van de regio neemt toe

Op het gebied van de energievoorziening, met elektriciteit voorop, wordt de regio dus belangrijker. Vanaf 2030 of 2040 vormt de eigen regio de basis van de energievoorziening. Totaal anders dan nu, waarbij energie altijd vanuit verre streken wordt geleverd. In streken die veel eigen (fossiele) energie hebben, zoals de provincie Groningen, weten de oliemaatschappijen niet hoe snel ze de energie naar elders moeten brengen, omdat er in de eigen regio onvoldoende vraag is. Bij elektriciteit zien we net zo'n patroon: grote centrales, ver weg van de gebruikers, met lange leidingen tussen die twee. In de toekomst wordt dat omgedraaid: energie winnen we in de eerste plaats dicht bij huis, en wat van ver weg komt is eerder een aanvulling. En er is nog een essentieel verschil: energie gaan we altijd opwekken in kleine beetjes, niet in grote hoeveelheden ineens.

Diezelfde verschuiving naar de regio zullen we ook gaan zien bij de industrie. Met als belangrijkste reden: de leveranciers van grondstoffen, de boeren, zitten verspreid in de regio. Nu kan de chemische industrie in de Rijnmond nog de aardgaskraan open draaien voor grote hoeveelheden grondstof; of er komt een supertanker in de haven met honderdduizenden tonnen ruwe olie ineens. Maar als de industrie gebruik gaat maken van groene grondstoffen, zijn deze verspreid over duizenden vierkante kilometers. Groene grondstoffen bevatten vaak veel water, vooral producten van de zogenoemde natte akkerbouw als bieten en aardappels; maar ook maïs, gras en stro. Daarom is er een maximum aan de afstand waarover ze nog zinvol kunnen worden vervoerd. Vaak houdt men een grens aan van 50 à 100 km. Maar daardoor wordt de fabriek in het midden van dat gebied vanzelf in omvang beperkt.

Er zijn nog meer redenen waarom de groene industrie van de toekomst kleiner zal zijn dan de huidige. De eerste is dat deze installaties minder schaalvoordelen ('economies of scale') hebben dan de bestaande chemische fabrieken. Ze werken bijvoorbeeld minder met giftige stoffen, waarvoor altijd uitgebreide veiligheidsmaatregelen moeten worden genomen. De kosten hiervan zijn ongeveer even groot voor kleine als voor grote fabrieken, maar voor een grote fabriek wegen ze natuurlijk minder zwaar: vandaar schaalvoordelen als je met gevaarlijke stoffen werkt. Maar een fabriek zonder gevaarlijke stoffen kan kleiner blijven. Een tweede reden is dat de groene chemie veel minder werkt met hoge

temperaturen en drukken, en met reacties die veel warmte leveren of juist vragen. Vanwege die hoge temperaturen zitten op petrochemische industrieterreinen veel installaties vlak naast elkaar, zodat de warmte van het éne proces kan worden gebruikt in het andere proces. In de groene chemische industrie is er veel minder noodzaak voor samenklontering van installaties op mega-industrieterreinen; in de toekomst daarom geen Rijnmond meer. De bestaande grote complexen zullen in de loop van de tijd verouderen en worden ontmanteld.

Zowel de energievoorziening als de industrie zullen daarom in de toekomst worden geschoeid op regionale leest. Energiewinning en de productie van industriële grondstoffen en halffabricaten zullen in de eerste plaats gaan gebeuren op regionale schaal. Het regionale niveau wordt daarom weer belangrijker, ook over nationale grenzen heen: in economie, in besluitvorming, in zelfbewustzijn. Mensen zullen zich weer meer Groninger of Brabander dan Nederlander gaan voelen. Met de miljarden aan vergoeding voor bodemdaling kan Groningen een eerste provincie zijn die dat laat zien. Europa wordt niet zozeer een Europa van staten als wel een Europa van regio's. Maar dit betekent wel een omkering van veel bestaande trends. Nog maar kort geleden heeft de rijksoverheid een grote hoeveelheid taken overgeheveld naar gemeenten – mooie decentralisatie, zou je kunnen denken. Maar nee: de uitvoering van deze taken moet wel blijven gebeuren volgens centrale richtlijnen. De budgetten van gemeenten nemen toe, maar hun zeggenschap over dit geld neemt af. In de toekomst zal het regionale niveau ook in politieke besluitvorming belangrijker worden.

De transitie en zijn obstakels

Grote veranderingen als deze hebben altijd een lange tijd nodig om door te zetten, en ze roepen vaak grote weerstanden op. De veranderingen in de energievoorziening geven een goede illustratie van wat er kan gebeuren. Want decentralisatie van de energievoorziening betekent niet alleen dat de energie uit andere bronnen komt, zoals zonnecellen; hij houdt ook andere veiligheidsvoorschriften in, andere taken, en vooral een omkering van wat belangrijk is en wat niet. Als alle elektriciteit centraal wordt opgewekt en vandaar met grote kabels naar de klanten gaat, geeft dat direct een orde van belangrijkheid aan: het bouwen en in bedrijf houden van grote centrales is de belangrijkste taak in het bedrijf; dikke kabels (vanaf de centrale) zijn belangrijker dan dunne kabels (in de regio) etc. Dit bepaalt de bevelslijn, de beloningsstructuur etc. Regionalisering van de energievoorziening zet dit allemaal op zijn kop. Dat kost tijd. En dat gaat moeilijk, er zijn veel weerstanden. Ja, het elektriciteitsnet moet geheel anders gaan

functioneren en dus als het ware opnieuw worden opgebouwd. Maar dat is slechts de technische kant. De echte problemen liggen in de stroperigheid van organisaties, en zitten uiteindelijk in de hoofden van mensen.

Grote veranderingen noemt men tegenwoordig transities. Er heeft zich een heuse transitiewetenschap ontwikkeld, die bestudeert hoe zulke veranderingen in hun werk gaan. Onderzoekers hebben bijvoorbeeld gekeken naar de vervanging van het zeilschip door het stoomschip: hoe is dat gegaan? Welke fasen kende het proces? Wat heeft de doorslag gegeven, en in welke fase? Eigenlijk heeft deze verandering behoorlijk lang geduurd, bijna een halve eeuw. De scheepvaartwereld was totaal niet gecharmeerd van de eerste generatie stoommachines, met hun onbetrouwbaarheid en explosiegevaar. In houten schepen trilden de machines de klinknagels uit hun spanten. De doorbraak kon pas komen dank zij het ijzeren schip. En toen duurde de transitie nog tientallen jaren, onder meer doordat het zeilschip ineens sterk verbeterd bleek te kunnen worden: de clippers die men toen ging bouwen waren snel en groot, en hielden de concurrentie een hele tijd vol.

Transities, zo zeggen de onderzoekers, beginnen moeizaam en met veel conflicten. Ze worden gedragen door een kleine groep enthousiastelingen (de 'early adopters'), die de vernieuwing (de innovatie) steunen door dik en dun. Ook al is het nieuwe (de elektrische auto, de mobiele telefoon, het zonnepaneel) in het begin onaantrekkelijk, duur, moeilijk te verkrijgen of onbetrouwbaar, de fans slepen de vernieuwing door deze fase heen. Zij lobbyen ook om bestaande wetten en regels (altijd ten gunste van het oude) bij te stellen. En ze verdedigen de innovatie tegen misvattingen van zakelijke tegenstanders. In deze fase zijn er veel verschillende technieken en modellen, de standaard moet nog al doende worden ontwikkeld.

Als de vernieuwing deze fase met succes doorstaat, volgt een periode van snelle groei, een grote sprong voorwaarts. Bijvoorbeeld doordat de prijs geweldig daalt. Of doordat de nieuwe artikelen enorm populair worden. Of, in een zeldzaam geval, doordat de overheid alle kaarten zet op de nieuwe technologie. In deze fase wordt het nieuwe dominant, en trekt veel investeringen aan. De voorlopers worden overspoeld door bedrijven die zich nu ook storten op de nieuwe technologie. Bedrijven die te lang hebben vastgehouden aan het oude worden overvleugeld door nieuwkomers.

Uiteindelijk wordt de nieuwe technologie de standaard. Wetten en regels worden erop ingericht; de organisatie van bedrijven wordt aangepast aan de nieuwe mogelijkheden. Innovatie loopt terug, dit is de fase van de standaardisatie. Bedrijven concurreren nu met elkaar op prijs en niet op kwaliteit. Het nieuwe wordt het oude, en de wereld wordt daarmee klaar voor een nieuwe doorbraak.

De transitie naar groene groei zit nu nog vooral in de fase van experimenteren. Er circuleren veel verschillende gedachten over de vraag waar de

groene groei vandaan moet komen. Duurzame energie? Circulaire economie? Bioplastics? Groene producten zijn vaak nog duur, en vanuit bestaande belangen worden ze vaak weggezet als hobbyisme. Veel wetten en regels werpen hindernissen op voor groene producten. Momenteel is dat bijvoorbeeld het geval met afvalwetten. Deze proberen de volksgezondheid te beschermen. Maar met nieuwe technologie kunnen we tegenwoordig volkomen verantwoord vele nieuwe industriële producten maken uit afval, zoals 'nevenstromen' uit de landbouw. Bedrijven die deze koers willen varen, moeten voldoen aan veel hygiënische voorwaarden en administratie, en daarom zien ze daar nog vaak van af. Een andere hindernis is dat midden- en kleinbedrijven (het MKB) het moeilijk hebben, zeker als ze willen vernieuwen. Ze komen vaak moeilijk aan steun voor hun projecten en moeten zich meer inspannen om te profiteren van subsidies. En toch vinden de innovaties waarvan wij het moeten hebben, vaak plaats in het MKB. De groene transitie is nog ver verwijderd van de take-off fase.

Groene groei in het overheidsbeleid

Groene groei is een officieel doel van het Nederlandse overheidsbeleid vanaf 28 maart 2013. Op die datum publiceerde het kabinet Rutte-II een brief aan de Tweede Kamer over dit onderwerp. Met als motto: 'Wij kunnen de economie van ons land alleen blijvend versterken als de innovatiekracht van het bedrijfsleven, de kennisinstellingen en de overheid optimaal wordt benut om onze economie meer duurzaam te maken. Zodat 'groen' en 'groei' hand in hand gaan.' Het ministerie van Economische Zaken heeft er een apart programma voor opgetuigd. En het onderwerp wordt breed gedragen in de politiek: onder de partijen die zich er positief over hebben uitgelaten noteren we niet alleen traditioneel 'groene' partijen als GroenLinks, D66 en Partij voor de Dieren, maar ook VVD, CDA, Partij van de Arbeid en Christen Unie. Alle hens aan dek, zou je zeggen.

Maar eigenlijk is ons land behoorlijk laat geweest met de omarming van het onderwerp. Vanaf 2008 staat het al volop in de belangstelling in wetenschappelijke publicaties. De OESO, de club van industrielanden, publiceert al vanaf 2010 over 'green growth'; UNEP, de milieu-arm van de VN, publiceerde in 2011 een rapport over de 'green economy'. En in de publicaties van de Wereldbank vinden we 'green growth' vanaf 2012. Nederland behoort hier niet tot de voorlopers.

En binnen Nederland is ook niet iedereen enthousiast. Het Centraal Planbureau (CPB) kwam in 2011 met een zeer sceptisch, bijna cynisch rapport, waarvan de boodschap is dat de voordelen van groene groei nog maar moeten blijken. Die boodschap is wel geheel in overeenstemming met de trend bij veel

Haagse beleidsmakers om toch vooral te laten zien dat je afstand neemt van ‘idealistische’ verhalen (zoals dat van ons, bijvoorbeeld). Een ander adviesorgaan van de regering, de Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid (WRR) was eind 2013 positiever; maar dit orgaan is altijd zeer voorzichtig en eigenlijk kunnen we het WRR-rapport ‘neutraal’ noemen. Groene groei is een goed idee, zegt de WRR, maar alleen als voldoende partijen zich erachter stellen: burgers die van onderop initiatieven nemen, bijvoorbeeld voor de eigen energievoorziening; bedrijven die er brood in zien; en een overheid die zijn verantwoordelijkheid neemt. Dat zijn nogal wat voorwaarden. En daarmee houdt de WRR zijn kruut droog.

Volgens ons is de grote tekortkoming van vrijwel alle rapporten over groene groei tot nu toe, dat ze zijn geschreven door economen. Terwijl de zwaarste argumenten voor groene groei liggen op het terrein van de technologie. En traditioneel weten veel economen niets van technologie. Ze leren er niet over op de universiteit; en in hun modellen komt ‘technologische ontwikkeling’ wel voor, maar alleen als constante (onbekende) factor in hun formules op grond van ontwikkelingen in het verleden, niet op basis van kennis van het heden. Zelden komen we in economische rapporten een verkenning van technologische potenties tegen. Dus als wij ‘factor 10’ roepen zoals wij hebben gedaan, dan zijn economen geneigd om te denken: ‘jaja, mooie verhalen’. Maar wij zijn technologen en we weten er wél iets van. Ons hele boek zal in feite gaan over ‘factor 10’. Wij zullen steeds met voorbeelden komen van technologische ontwikkelingen die veel verder gaan dan mensen doorgaans in het vizier hebben. Maar tegelijkertijd moeten we waarschuwen: we kunnen niet ‘bewijzen’ dat factor 10 de wereld op zijn kop gaat zetten. Wat dat betreft moeten we de WRR gelijk geven: groene groei komt pas echt van de grond wanneer een aantal gunstige factoren bij elkaar komt. Zoals burgers die in beweging komen, bedrijven die er brood in zien, en overheden die hun verantwoordelijkheden nemen. In dat opzicht heeft de WRR groot gelijk. Maar in tegenstelling tot hen zijn wij geen neutrale waarnemers maar voorvechters. Omdat wij vinden dat onze maatschappij geen andere keus heeft, wil zij welvarend blijven en duurzaam worden.

En nu terug naar de brief van het kabinet aan de Tweede Kamer. Het kabinet ziet acht ‘domeinen’ waarin de groene groei concreet gestalte moet krijgen:

1. Energie: naar een duurzame, betaalbare en betrouwbare energievoorziening
2. Biobased economy: naar substitutie van fossiele door groene grondstoffen (biomassa)
3. Klimaat: naar een ambitieus (inter)nationaal klimaatbeleid
4. Afval: van afval naar grondstof
5. Bouw: naar een energiezuinige gebouwde omgeving

6. Voedsel: naar een duurzame landbouw en voedselvoorziening
7. Mobiliteit: naar duurzame wijzen van vervoer en transport
8. Water: duurzaam werken met water

Op elk van deze terreinen wil het kabinet actie ondernemen om zo 'groen' en 'groeit' bij elkaar te brengen. Bijvoorbeeld door te investeren in innovatie en duurzaamheid in voedselketens (punt 6), door het afvalbeleid te richten op minder grondstofgebruik (punt 4) en door watergebruik op alle mogelijke manieren terug te dringen (punt 8).

Wij zullen ons concentreren op de aanjagers van groene groei. Dat zijn voor ons vooral de eerste twee onderwerpen: energie en biobased economy; met klimaat en voedsel als sectoren die daar onverbrekkelijk bij horen. Voedselvoorziening is bijvoorbeeld uiterst belangrijk, omdat wij van mening zijn dat groene grondstoffen alleen goed gebruikt kunnen worden wanneer mensen geen honger lijden. En we zullen zeker kijken naar andere sectoren, bijvoorbeeld naar mobiliteit, omdat die sector nu een kwart van het totale energieverbruik voor zijn rekening neemt. En naar water, omdat dit een groot mondiaal probleem kan gaan worden.

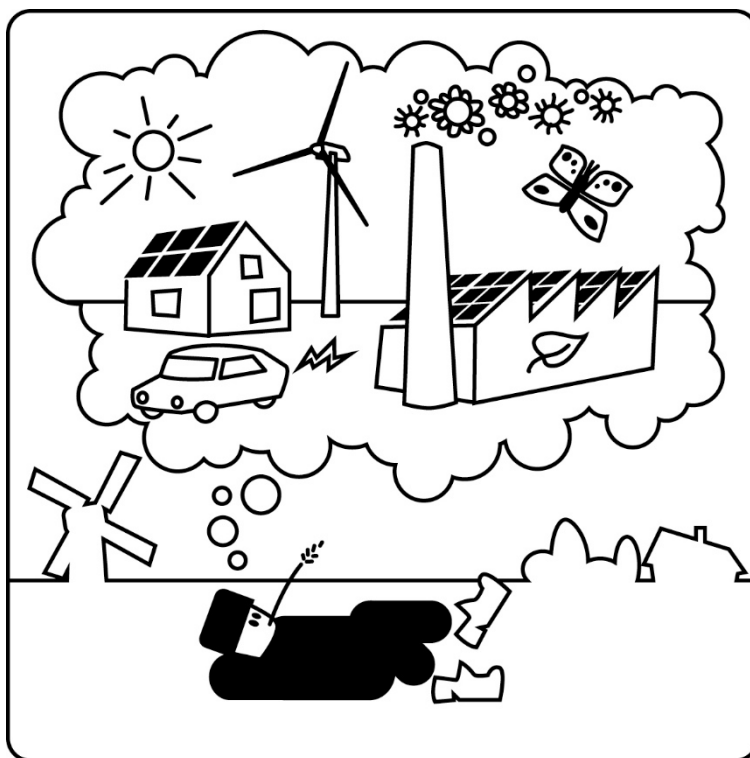
En nu verder

In deel 1 van dit boek bespreken we in hoofdstuk 1 waarom de industrie van de toekomst belangrijker is dan de energie van de toekomst – tenminste voor Nederland. Dan bespreken we in de hoofdstukken 2 t/m 9 onze 'groene welvaartsdragers'. Dat zijn de gebieden waarop Nederland sterke bedrijven heeft en ook goed ontwikkelde technische en wetenschappelijke kennis. We bespreken de keuzes voor wetenschappelijk onderzoek die de bedrijven in deze sectoren hebben gemaakt. Die keuzes geven direct aan in welke richting ze zich willen gaan ontwikkelen. En wat blijkt: vrijwel alle plannen wijzen naar duurzaamheid.

Deel 2 van dit boek is gewijd aan de weg naar groene groei. Eerst bespreken we in hoofdstuk 10 de obstakels, de redenen waarom het nog niet zo snel gaat. Daarna in hoofdstuk 11 het 'kantelpunt', de redenen die wij zien voor beweging in de goede richting. In hoofdstuk 12 worden we concreet en beschrijven we de producten en processen die de groene groei gaan dragen. Dan bespreken we in hoofdstuk 13 de groene economie die daaruit kan voortkomen. En in het slothoofdstuk geven we een vooruitblik naar de maatschappij van de toekomst.

Deel 1. Groene welvaartsdragers

Hoofdstuk 1. Duurzame energie en groene industrie



De vraag wordt vaak gesteld: hoe snel kan Nederland 100% duurzaam zijn? Daarmee bedoelt de vragensteller bijna altijd: hoe snel kan Nederland overschakelen op 100% duurzame energie? Op die vraag bestaan drie antwoorden: een antwoord in termen van oorlogvoering, een antwoord op basis van stug doorgaan en een antwoord dat energie maar de halve oplossing is en dat we nog eens goed moeten kijken naar het hele probleem.

Oorlogvoering. Als we het echt willen, en de klimaatveranderingen als zeer bedreigend zien, dan kunnen we misschien wel in vijf tot tien jaar overschakelen op duurzame energie. De VS schakelden na de aanval van de Japanners op Pearl Harbor op 7 december 1941, in een paar maanden over op een complete oorlogseconomie. Iedereen werkte mee, de weinigen die niet wilden meewerken werden er door de wet toe gedwongen. Maar wij denken dat de kansen op een klimaatoorlog niet groot zijn. Er moet ten eerste een duidelijke dreiging van buiten zijn. En ten tweede moet er een algemene wil zijn om deze te keren. Aan beide voorwaarden voldoet de klimaatcrisis niet. De dreigingen zijn te ver weg om nú de mensen in beweging te krijgen. En er is nog veel discussie (ook door een krachtige tegencampagne van de Amerikaanse industrie). Veel mensen betwijfelen of de klimaatdreigingen echt ernstig zijn. Zo'n oorlogseconomie komt er pas na een aantal rampen. Dan zal er ineens heel veel mogelijk blijken te zijn. Maar het is onvoorspelbaar wanneer en hoe zo'n omslag er kan komen. Een boek daarover kunnen we pas achteraf schrijven.

Stug doorwerken. Dit antwoord geldt bij een 'normaal' functionerende economie die zo snel mogelijk omschakelt van fossiele energie naar duurzame energie, zonder verdere grote omwentelingen of dwang. Hoe snel zal het dan kunnen gaan? Wij zullen dat in hoofdstuk 6 verder bekijken. Maar het antwoord is niet verbazingwekkend: dat gaat enkele tientallen jaren duren, omdat het hele systeem van de energievoorziening op zijn kop wordt gezet. Dat roept dan direct een vervolgvraag op. Kunnen we ons dat veroorloven? Klotst het water dan niet intussen over de dijken en krijgt Zuid-Europa een woestijnklimaat? Het antwoord is: misschien, maar er is veel meer te doen. Denk aan het grote aantal mensen op deze wereld dat gaat deelnemen aan de welvaart, en aan wat de wereld moet doen om dat mogelijk te maken.

Er is meer dan energie. Eigenlijk is energie maar het halve verhaal. Goed beschouwd is energie een hulpmiddel om de economie draaiende te houden. Wel een essentieel hulpmiddel. Wat voor energie we gebruiken hangt ervan af, wat voor economie we hebben. Gaan we aan de energieknoppen draaien, dan draaien we meteen aan iets veel groters, ons productiesysteem. Een duidelijk voorbeeld is

de productie van materialen. Niet de metalen en stenen bouwmaterialen, maar de spullen die we dagelijks gebruiken: afwasmiddelen, CD's, verpakkingsmateriaal, TV-schermen, shampoos, matrassen, medicijnen, en bouwmaterialen die niet van steen of metaal zijn: kunststof kozijnen, board, spouwmuurvulling. Nu maken we die voor meer dan 80% uit fossiele grondstoffen: olie, kolen, gas. Gaan we morrelen aan het gebruik van die fossiele grondstoffen, dan zullen we ook andere grondstoffen moeten vinden voor onze materialen. Die grondstoffen zijn er, ze komen uit onze land- en tuinbouw en uit alles wat de levende natuur ons biedt. Overschakeling op duurzame energie betekent daarom tegelijkertijd vergroening van de industrie, het hele productiesysteem. En omgekeerd: als we de industrie vergroenen moeten we ook onze energie duurzaam maken. Dit is geen bedreiging maar een kans. In vakkringen heet dit de biobased economy, de economie op basis van groene grondstoffen.

Het Energieakkoord uit 2013 is een mooi succes voor iedereen in Nederland die duurzaamheid ter harte gaat. Het akkoord is breed gesteund, vooral ook door de betrokken maatschappelijke organisaties. Het gaat iets doen aan de Nederlandse uitstoot van CO₂, en dat is van groot belang voor onze toekomst. We krijgen veel duurzame stroom (en dat is waardevol), maar op de korte termijn verdienen we er niet aan. Het akkoord kost integendeel geld, in de vorm van subsidies. Op kritische sites kun je zelfs vinden dat het hele akkoord ons tientallen miljarden zal gaan kosten (ter vergelijking de Betuwelijn: € 5 miljard). Voorlopig investeren we vooral in duurzame energie om de uitstoot van CO₂ terug te dringen, het economisch nut lijkt tamelijk ver weg. Maar de groene industrie gaat ons juist wel wat opleveren: we gaan er onze boterham mee verdienen. Duurzame havens aanleggen, duurzame tomaten kweken, duurzame plastics maken. Er zijn tientallen activiteiten waarin Nederlanders goed zijn, en wat nog meer zegt: meestal staan kennis en kunde op hoog peil, zodat we er ook in de toekomst geld mee kunnen verdienen. Er is echter één sector die typisch aan dit lijstje ontbreekt: de duurzame energie. Onze kennis en kunde op dit gebied zijn prima in orde, we horen zelfs op onderdelen bij de wereldtop. Maar we hebben geen echt belangrijke zonne- en windindustrieën. Er zijn wel zeer goede kleine innovatieve bedrijven, die veel beloven voor de toekomst. Als we nu kijken naar sectoren waarmee we kunnen vergroenen en duurzamer worden, terwijl we er tegelijkertijd geld mee verdienen, dan hoort energie daar nog niet bij. Eigenlijk ook niet zo erg verwonderlijk, andere landen zoals Amerika, Japan en China hebben een veel grotere noodzaak het energieprobleem op te lossen. Hun inspanningen zijn vele malen groter dan de onze en misschien ook niet direct winstgevend, maar zullen altijd concurrerend met de onze zijn.

Duurzaamheid. Ook uit het oogpunt van duurzaamheid is er veel méér te doen dan overschakelen op duurzame energie. Wij doen veel méér onduurzame dingen dan alleen het gebruiken van fossiele energie. Wij eten vlees van koeien gevoerd met geïmporteerde soja, misschien ten koste van tropisch regenwoud. Of we drinken koffie uit onduurzame teelten, die de bodem uitputten in Midden-Amerika of Brazilië. We eten eieren van kippen die leven onder erbarmelijke omstandigheden, overeind gehouden met antibiotica. Of vissoorten die in hun bestaan bedreigd worden. We gebruiken plastic zakken hoewel de recycling niet op orde is, zodat we bijdragen aan de plastic soep in de oceanen. Biobrandstoffen, tien jaar geleden nog binnengehaald als de oplossing voor klimaatproblemen, kunnen bij massaal gebruik leiden tot ecologische en sociale problemen in landen rond de evenaar. Zonnecellen beïnvloeden de markt van zeldzame aardmetalen, en straks gaan misschien de leveranciers van lithium (vooral in Zuid-Amerika) mooi weer spelen van alle lithium die wij nodig hebben voor de accu's van onze elektrische auto's. Het klimaatprobleem is kortom niet het enige duurzaamheidvraagstuk.

Het aanpakken van al deze 'onduurzaamheden' is des te meer van belang omdat er steeds meer mensen komen met een redelijke welvaart. De middenklasse waar elke maatschappij op drijft, is hard op weg te groeien van 1,5 miljard mensen naar meer dan 4 miljard. Het is eenvoudig onmogelijk zoveel mensen op de oude manier te voeden en te bedienen met goederen en diensten. We zullen alles slimmer en efficiënter moeten doen; met minder energie, minder grondstoffen, minder ruimtebeslag en zonder afval of aantasting van milieu of klimaat. Daarbij zal het voor de mensen een plezier moeten zijn om te leven, te werken en te wonen. We zullen laten zien dat we aan de voorwaarden voor zo'n samenleving kunnen voldoen. De kennis en de kunde is er. De voorbeelden zijn aan te wijzen. De kansen voor Nederland en de Europese Unie zijn daarbij ronduit gunstig.

Onze boterham. Nederland zal zijn boterham goed kunnen verdienen in zo'n duurzame wereld met meer dan vier miljard middenklassers. Innovatie is het antwoord. Vernieuwing, en vooral vergroening, van product, technologie en organisatie. Alle deskundigen zijn het daar over eens. Een jaar geleden hebben Nederlandse industrieën en 'kennisinstellingen' als TNO en ECN samen opgeschreven welke technologieën zij daartoe verder willen ontwikkelen. Hoe ze dat willen gaan doen en op welke terreinen zij hun aandacht willen gaan richten. De overheid heeft daarvoor negen 'topsectoren' aangewezen. Het lezen van de plannen van de topsectoren is fascinerend, want daar staat precies in op welke terreinen wij in de toekomst ons geld gaan verdienen. Zonder dat zij er veel ophef over maken, blijken vrijwel alle plannen van de industrieën en kennisinstellingen 'groen' te zijn. Ter verbetering van duurzaamheid. Wij hebben de tegenstelling

tussen economie en ecologie dus al overwonnen, tenminste in onze toekomstplannen. Het NOS-journaal en RTL Nieuws weten het nog niet, maar Nederland heeft gekozen voor duurzaamheid. Behalve, zoals we zullen zien, juist bij de sector die voortdurend in het nieuws is en waaraan iedereen de 'stand van de duurzaamheid' lijkt af te meten: energie.

Wij kunnen met een gerust hart kiezen voor duurzaamheid in sectoren waarin wij als Nederland al sterk zijn. We moeten bedenken dat een uitgekiende strategie van levensbelang is in een wereld met steeds meer concurrenten. Wie tegenwoordig een achterstand oploopt, kan die niet meer inhalen. Ook kunnen landen hun zwakke gebieden niet meer versterken door extra aandacht. Daarom moeten we voortbouwen op bestaande sterke punten; of de eerste en de beste zijn bij nieuwe ontwikkelingen. Wij hebben nogal wat sterke punten. Wij bouwen gewoon verder op de kennis en kunde die we in de afgelopen tijd hebben ontwikkeld, en ontwikkelen die verder in duurzame of groene richting. Nederland is zeer sterk in sectoren als land- en tuinbouw, chemie, water en transport. Als Nederlanders nemen wij die nationale sterke posities maar al te vaak als vanzelfsprekend aan. Veel mensen zijn zich er niet van bewust hoeveel werk en slimheid daar dagelijks in wordt gestoken. En als mensen trots zijn op onze grote ondernemingen als Shell, Unilever, Philips, DSM, Friesland Campina of AKZO-Nobel? Dan doen anderen daar weer meewarig over. De industrie zien we dan wel als noodzakelijk voor onze welvaart, maar we willen er zo weinig mogelijk van zien en al helemaal niets van horen of ruiken. Soms denken we zelfs dat onze hele economie kan draaien op dienstverlening.

Diensten maken inderdaad bijna driekwart van ons nationaal inkomen uit, waarvan ongeveer de helft verdiend wordt in de handel met het buitenland. Zonder buitenland geen Nederland zou je kunnen zeggen. Deze grote afhankelijkheid van internationale markten, met hun onzekerheden en schommelingen, kunnen we alleen maar opvangen met een aantal sterke industriële pijlers in eigen land. En gelukkig hebben we die. Het resterende kwart van ons nationale inkomen bestaat uit landbouw, tuinbouw, visserij, voedingsindustrie, energiewinning, chemie en materialen. Binnen deze bedrijfstakken hebben we drie echt internationaal erkende sterktes, terreinen waarop we als Nederland de toon zetten. Dat is in de allereerste plaats onze landbouw, samen met tuinbouw en de bijbehorende voedingsindustrie. In de tweede plaats komt de chemie, samen met de olie- en gasverwerkende industrie. Samen maken deze twee meer dan de helft van de Nederlandse industrie uit. De derde plaats wordt ingenomen door de uitgebreide sector 'elektro': van eenvoudige huishoudelijke producten tot high-tech onderdelen voor energiewinning (zon, wind), gezondheidszorg, land- en tuinbouw, transport enz. Maar ook in de dienstverlening heeft Nederland sterke posities: in vervoer,

logistiek en alles wat met water van doen heeft. Misschien minder bekend, wij zijn ook heel sterk in de gezondheidsindustrie en de creatieve sector. Denk bij het laatste aan design, media en entertainment, mode, gaming en architectuur.

De topsectoren. De overheid heeft zoals gezegd negen gebieden benoemd tot 'topsector'. Dit zijn sectoren, zowel in de industrie als in de dienstverlening, waarvan zij veel verwacht. Naast de negen topsectoren zijn er nog drie 'doorsnijdende thema's' benoemd die van groot belang zijn voor meerdere topsectoren.

Topsector

1. Landbouw en voeding (Agro-Food)
2. Tuinbouw en uitgangsmaterialen (denk aan zaden)
3. Chemie
4. Energie
5. Hoogwaardige technologie (High-Tech)
6. Levenswetenschappen en gezondheid
7. Water
8. Logistiek en vervoer
9. Creatieve industrie

Doorsnijdende thema's

ICT

Nanotechnologie

Biobased Economy

(In de volgende hoofdstukken behandelen we niet de topsector levenswetenschappen en gezondheid, deze overlapt sterk met High-tech en Chemie).

Het idee achter de topsectoren is dat ze alleen kunnen bloeien door innovatie. Vooral door technologische innovatie, waarvoor wetenschappelijk onderzoek moet worden gedaan. Vandaar het belang van de 'kennisinstellingen', zoals TNO, ECN en de universiteiten en HBO's. De bedoeling van de topsectoren is dat de kennisinstellingen precies die kennis gaan voortbrengen die Nederland nodig heeft voor een bloeiende economische toekomst. In elke topsector gaan bedrijven, kennisinstellingen en overheid dus met elkaar rond de tafel zitten om te bepalen welk onderzoek moet worden gedaan. De behoeften van bedrijven aan kennis zijn

bepalend voor de keuze. Het geld wordt opgebracht door overheid en bedrijfsleven samen.

De topsectoren zijn gebieden waarin Nederland al heel sterk is. Soms al sinds jaar en dag, zoals in de land- en tuinbouw en water. Op andere gebieden, die nog maar net in ontwikkeling komen, gaan we proberen de eerste en de beste zijn. Wij hebben daarbij vaak wel het nadeel dat Nederland zo klein is. Het komt te veel voor dat we een prima start maken in onderzoek en ontwikkeling, en dan snelheid verliezen wanneer het aankomt op proeffabrieken en grootschalige investeringen. Zodat we door anderen worden ingehaald. Voorbeelden zijn geneesmiddelen en windenergie. Je zou zeggen: werk dan eerder samen met andere landen, maar de nationale overheid houdt dit vaak tegen. Hier ligt op zijn minst een taak voor de Europese Unie.

In de komende hoofdstukken gaan we sprokkelen in de toekomstplannen van de topsectoren. Daarmee krijgen we zicht op de sterke punten van de duurzame Nederlandse economie van de toekomst. Wij zullen pareltjes vinden en ook teleurstellingen. Met als algemene conclusie: als wij blijven doen waar we goed in zijn, en ons op die punten steeds weten te verbeteren, dan kan Nederland het hoofd heel goed boven water houden. Terwijl wij zelf duurzamer worden en de wereld daarmee ook nog een flink eind op weg helpen. Op naar de duurzame toekomst met een groene industrie!



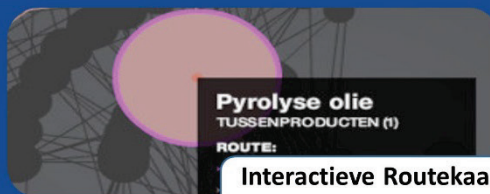
www.biobasedeconomy.nl

Kennisnet Biobased Economy

Kennisnet toont alle wetenschappelijke biobased kennis

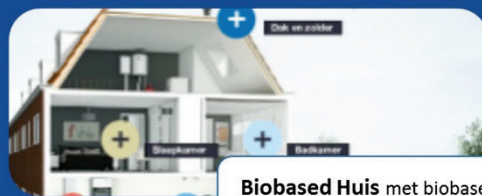


Groot netwerk van bedrijven, kennisinstellingen en overheden



Pyrolyse olie
TUSSENPRODUCTEN (1)
ROUTE:

Interactieve Routekaart
van grondstof via methode naar eindproduct

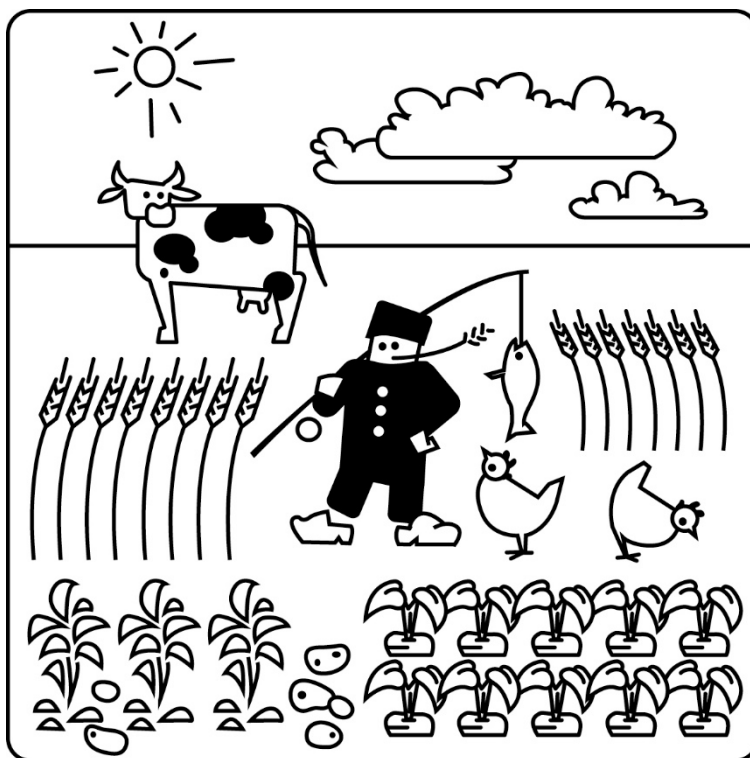


Biobased Huis met biobased consumentenproducten

LinkedIn

Grote LinkedIn Community
van biobased geïnteresseerden

Hoofdstuk 2. Landbouw en voedingsindustrie



Traditioneel is onze landbouw- en voedselsector de grootste en sterkste speler in het Nederlandse industriële landschap. Al betekent ‘traditioneel’ hier allerm minst ‘ouderwets’. De landbouwsector is de motor van de Nederlandse economie en de lijstaanvoerder van de hele wereld. De landbouw- en voedselsector neemt ca. 15% van de export voor zijn rekening, waarvan 1/5 uit de tuinbouw. Van de totale productie wordt ongeveer driekwart uitgevoerd. De sector noemt zichzelf de Nederlandse groeidiamant. Ze zorgt voor zo’n 10% van de Nederlandse werkgelegenheid en maakt ook 10% van onze totale economie uit. Ze verdient bijna € 50 miljard voor onze economie (toegevoegde waarde). Hoe dichter bij de consument, des te groter de toegevoegde waarde. Voedselzekerheid, voedselkwaliteit en voedselveiligheid zijn het beste in Nederlandse handen. De sector richt zich op gezond oud worden en op het treffen van voorbereidingen voor een wereldbevolking van 9 miljard mensen.

Sector van de voedingsindustrie	Omzet in miljard €	Percentage van het geheel
Basisproducten	6,3	13%
Verwerking	9,4	20%
Hulpmiddelen, machines en apparaten	13,4	27%
Retail (distributie, horeca, winkels)	19,7	40%

Toegevoegde waarde van de Nederlandse landbouw en voedingsindustrie

De Nederlandse landbouwsector kent zes grote onderdelen. Elk onderdeel maakt basisproducten, en in elk deel hebben wij spelers van wereldformaat: melkveehouderij en zuivel (Friesland Campina), vleeskalveren (Van Drie), varkenshouderij (Vion), pluimveehouderij (Plukon), akkerbouw (Avebe, Cosun, Aviko) en visserij (Iglo, Unilever). Helemaal aan de basis staan tienduizenden boeren: ca. 70.000, waarvan ruim 2% bio-boeren. De volgende stap in de keten naar de consument is de voedingsindustrie met bekende namen als Unilever, Sara Lee en Danone. Interessant aan deze industrietak is dat de grootte van de ondernemingen enorm uiteen loopt. Aan de ene kant zitten 8 van de 25 grootste ondernemingen in Nederland in de levensmiddelensector; aan de andere kant zijn er tientallen middelgrote, en enkele duizenden kleine bedrijven. De kleine ondernemingen verzorgen de helft van de omzet bij de verwerking. De laatste stap naar de consument (distributie, horeca, (super)markten en detailhandel) is uiteraard bijzonder groot en telt duizenden spelers. Zo’n 40% van de toegevoegde waarde in de keten van ‘grond tot mond’ wordt hier verdiend. En dan zijn er nog de duizenden toeleveranciers. Zij leveren de hulpmiddelen, verpakkingen,

apparatuur en machines die de boer, de verwerker, de groothandelaar en de winkelier nodig hebben om het voedsel veilig en voldoende houdbaar bij de consument te krijgen. Deze zeer verschillende ondernemingen nemen samen bijna 30% van de toegevoegde waarde voor hun rekening.

De uitdagingen en kansen voor de sector zijn enorm. Veel deskundigen, vooral ook uit Aziatische landen, vinden het voedselvraagstuk van groter belang voor de toekomst dan de energie- en klimaatproblematiek. En terwijl Nederland geen sterke positie heeft bij internationale oplossingen voor het energieprobleem, liggen de kaarten volstrekt anders als het over voeding gaat. Hier heeft Nederland al het voortouw. En we hebben alles in huis om deze positie verder uit te bouwen:

- we zijn na de VS de grootste exporteur van landbouw- en voedselproducten
- Wageningen UR vormt samen met één instituut in Frankrijk (Nationaal Instituut voor Agrarisch Onderzoek) en twee in de VS (Cornell en Davis) de wereldtop in het wetenschappelijk onderzoek
- de hele keten 'van grond tot mond' in Nederland is sterk innovatief, en dit wordt nog eens versterkt door de unieke Nederlandse manier van samenwerking tussen bedrijfsleven, overheden en kennisinstellingen (zie ook hoofdstuk 5)
- het rendement, gemeten in toegevoegde waarde per hectare, is vijfmaal zo hoog als het Europese gemiddelde en laat de overige werelddelen ver achter zich.

Met name het laatste punt biedt boeiende perspectieven. Eenvoudig gesteld: als de landbouw in de rest van de wereld net zo efficiënt zou worden als bij ons, dan is het voedselprobleem de wereld uit. Dat is een optimistische stelling, die door vele studies tot in detail is uitgewerkt en bevestigd. Voor het uitbannen van honger heeft de wereld geen nieuwe kennis nodig, en ook geen nieuwe landbouwgrond. Het is genoeg om onze huidige kennis toe te passen. Helaas zit de werkelijke wereld niet zo eenvoudig in elkaar. Deze oplossing kost generaties van opleiding, politieke stabiliteit en welwillendheid van alle partijen om dit voor elkaar te krijgen. Kortom, dit vraagt een maakbaarheid van de wereld die haast onhaalbaar is. Wat blijft staan: om de bevolking van de toekomst te voeden hebben we zowel nieuwe kennis nodig, als betere benutting van bestaande kennis. In de bestaande kennis behoort Nederland al tot de top. En ook bij de nieuwe kennis staat Nederland zijn mannetje. Kort gezegd: de Nederlandse landbouw kan met nieuwe kennis nog bijna tien maal zo efficiënt worden. Zie de plannen die de landbouw- en voedingssector nu ontwikkelt.

Meer resultaat met minder middelen. De sector wil 30% minder fossiele energie gaan gebruiken, voor een deel te vervangen door duurzame eigen bronnen. De uitstoot van broeikasgassen door de sector moet terug met 30% ten opzichte van 1990. Hergebruik van water en mineralen staan hoog op de agenda.

Geïmporteerde grondstoffen, denk aan soja, moeten waar mogelijk worden vervangen door duurzame producten van eigen bodem. Of in geval van import moeten deze grondstoffen voor meer dan 90% duurzaam zijn over de hele keten: vanaf productie in het land van herkomst, via internationaal transport tot gebruik. Boeren zullen niet meer preventief antibiotica geven aan hun dieren. Antibiotica die essentieel zijn voor de gezondheid van mensen zullen totaal worden uitgebannen. De sector zal landbouwafval ('reststromen') steeds meer gaan hergebruiken of omzetten in non-food producten. Denk aan papier uit grasvezels of kleding uit brandnetels. De sector denkt wel 10% extra toegevoegde waarde voor de Nederlandse economie te kunnen verdienen, vooral door samenvoegen van functies. Denk aan energiewinning op de boerderij, koppeling van de productie van voedingsmiddelen met verwerking van reststromen, en hergebruik van water en mineralen (kunstmest). Hergebruik van mineralen scheelt veel energie, want er is veel energie nodig voor het maken van kunstmest. Het uiteindelijke streven is te komen tot gesloten kringlopen. Het liefste ook energieneutraal of beter. Wellicht niet op de individuele boerderij, maar wel in een lokale of regionale samenwerking. En dan wil de sector daarnaast ook nog de klassieke activiteiten harder laten groeien: niet met 2 maar met 3% per jaar.

Onze internationale positie wordt hierdoor alleen maar sterker. Concreet verwacht de sector dat het aantal internationaal opererende Nederlandse ondernemingen met 50% zal toenemen van 10% nu naar 15% in 2025. Al onze huidige en nieuwe sterktes in landbouw en voeding kunnen onze exportpositie en onze economie versterken:

- verhoging van de opbrengsten per hectare bij gelijkblijvende of lagere kosten
- verbeteringen in voedselzekerheid en vooral in zekerstelling van de voedselkwaliteit
- duurzame landbouw en voedselketens op basis van een vernieuwd bedrijfsmodel met gesloten ketens voor energie, grondstoffen, water en mineralen.

Spagaat. Helaas kent de landbouwsector naast sterktes en hoge ambities ook zwakheden en problemen. Het grootste probleem is het gebrek aan maatschappelijke erkenning en draagvlak. Veel consumenten wantrouwen de landbouwsector. Dit heeft ook gevolgen voor de sector zelf. Er is een steeds groter tekort aan vakmensen, basiskennis verdwijnt. Het zit meestal wel goed met de

technische kennis, maar praktijkkennis zoals nodig op de akker en bij de koe is onvoldoende. Ook de meeste opleidingen voorzien daar onvoldoende in.

Deze groeiende kloof in vertrouwen tussen landbouw en de rest van de maatschappij verdient extra aandacht. Dat heeft alles te maken met de voedselvoorziening van de wereld. Veel mensen zien de sterk toenemende behoefte aan meer en beter voedsel (meer eiwitten bijvoorbeeld) in Azië, Afrika en Zuid-Amerika als een bedreiging. Wij willen genoeg voedsel van topkwaliteit voor onszelf blijven houden en ook op een gezonde manier oud worden. En we zien dat alles in gevaar komen 'als ook de Chinezen steeds meer rundvlees willen eten'. Maar eigenlijk ligt hier een grote groeimogelijkheid voor onze landbouw. Er is totaal geen sprake van een tegenstelling! De Chinese miljoenensteden kunnen onze klanten worden, en vormen dan juist geen bedreiging maar een kans.

Bij het energievraagstuk leeft duidelijk het besef dat wij als mensheid een gezamenlijk probleem hebben. Dat besef zou zich ook moeten ontwikkelen bij het voedselvraagstuk. Dat is vooral in het belang van Nederland, met zijn grote sterkte in de landbouw. Om deze sector geen onnodige risico's te laten lopen zullen alle betrokkenen aan de slag moeten. Overheid en politiek zullen het onderwerp hoog op de agenda moeten zetten. De landbouw- en voedingssector zal zich meer en beter moeten presenteren als onmisbaar voor Nederland, Europa en de rest van de wereld. Nederland kan heel goed (en steeds beter) zijn eigen voedsel produceren; en tegelijkertijd de opkomende markten helpen hun mensenmassa's ook (en beter) te voeden. Die overtuiging mogen en kunnen we allemaal hebben en uitdragen. Wij kunnen nieuwe landbouwmethoden hier toepassen en ook exporteren. Denk aan precisielandbouw en gesloten kringlopen; en ook aan stadslandbouw en teelten in (leegstaande) gebouwen op substraat en met led-verlichting (zie ook bij tuinbouw). Met China als grote klant. Maar dan moet er wel het een en ander veranderen. De EU heeft de afgelopen twintig jaar miljoenen hectaren landbouwgrond braak gelegd om overproductie te voorkomen. In plaats daarvan zou de EU, met Nederland voorop, zich moeten ontwikkelen tot voedselproducent nummer één van de wereld. Daarvoor zijn volop kansen, zolang andere grootmachten andere onderwerpen bovenaan hun prioriteitenlijst hebben staan: energieonafhankelijkheid voor de VS, energiezekerheid in Japan en het voortbestaan van Rusland door het opmaken van basisgrondstoffen.

Het innovatieve karakter van de Nederlandse landbouw en de hoge productiviteit trekken ook buitenlandse bedrijven. Zowel China als Nieuw-Zeeland bouwen nieuwe zuivelfabrieken in Friesland. In de eerste plaats voor de Chinese markt, waar de consumenten bang zijn geworden voor Chinese melkpoeder (denk aan het schandaal in 2008, toen melkpoeder in China bleek te zijn aangelengd met melamine, een vlamvertrager). Het loslaten van de melkquota in de EU biedt

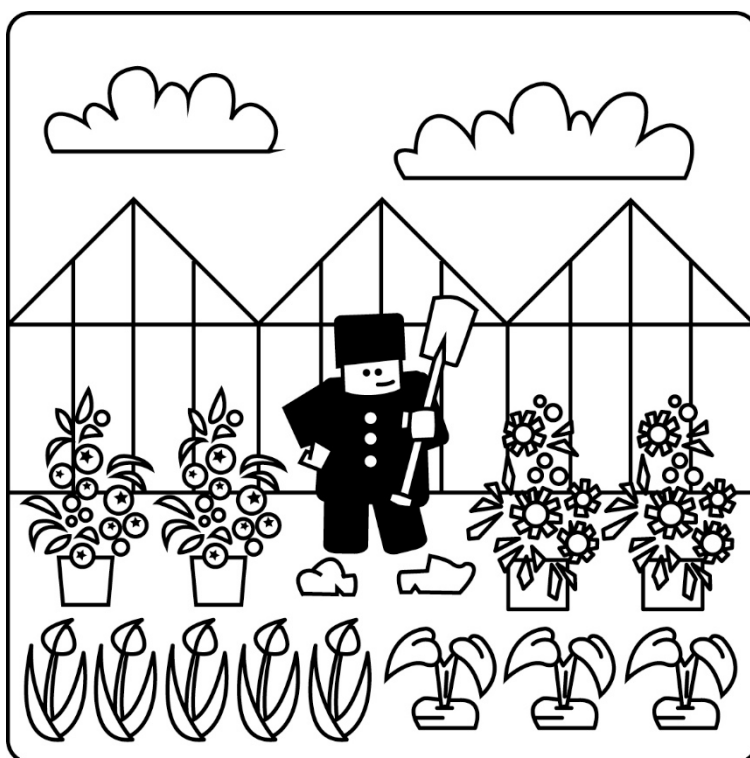
kansen aan onze nationale melkcoöperatie Friesland Campina, maar leidt ook tot nieuwe concurrentie!

Aziatische deskundigen zeggen dat degenen die aan de voedselknoppen draaien, een leidende rol gaan spelen in de wereld; Europa kan die rol naar zich toe trekken. Zoals gezegd, aan gebrek aan ambities van onze landbouw- en voedingsindustrie zal het niet liggen. De sector wil internationaal leidend blijven, wezenlijk bijdragen aan groei van onze economie en werkgelegenheid, duurzaam zijn in de gehele keten, door de samenleving gewaardeerd worden, nog innovatiever worden, eraan bijdragen dat mensen gezond blijven en instaan voor voedselzekerheid. Inderdaad, hoge ambities.



Zoals met de meeste zaken op het gebied van de Groene Economie, loopt Wageningen UR ook voorop in het algenonderzoek en het rendabel maken van de teelt. Daarvoor heeft de universiteit een site AlgaePARC (Algae Production And Research Centre) in de Flevopolder bij Lelystad waar onderzoek wordt gedaan naar de verschillende vormen van productie en verwerking van algen als grondstof voor voedsel, veevoer, biobrandstoffen en chemische producten. Algen bevatten eiwitten en oliën en zetten stikstof en fosfaten uit mest en afval efficiënter om dan gewassen op het veld. De algenteelt op het parc geschiedt op verschillende manieren (horizontaal, verticaal, in open vijvers en op vlakke platen) in zout en in zoet water. Resultaten worden binnen 10 tot 15 jaar verwacht.

Hoofdstuk 3. Tuinbouw



Als de Nederlandse landbouw zich presenteert als de groeidiamant van onze economie, zouden we de tuinbouw de volgroeide diamant kunnen noemen. Een diamant waar we nog heel lang mee kunnen pronken als we alert zijn op goed onderhoud en verdere scherpstelling. Net als de landbouw is ook de tuinbouw leidend op vele wereldmarkten. Bijvoorbeeld op die van zaden en pootplanten ('uitgangsmaterialen', zoals ze dat zelf noemen). Nederland is leider in uitgangsmateriaal voor suikerbieten, aardappelen (pootaardappelen), tomaten en vele andere gewassen. We hebben de beste bedrijven in huis voor het beschermen en verbeteren van zaden, voor klimaatbeheersing in kassen, voor bescherming van gewassen en voor natuurlijke methodes voor bestuiving. We zijn de beste in sierteelten en bloembollen. Het aantal ondernemingen, vooral middelgrote en kleine is bijzonder groot. Ondernemerschap, de wil tot verbetering en verandering en internationale oriëntatie zijn zeer sterk. Alle wereldspelers hebben een vestiging in ons land. We zijn na Amerika en Frankrijk de grootste exporteurs van groente en fruit. De tuinbouwsector draagt het meeste bij aan het overschot op de Nederlandse betalingsbalans. We zijn de grootste in het aanvragen en verkrijgen van kwekersrechten, en behoren tot de top in het aanvragen van octrooien en in bestedingen aan onderzoek en ontwikkeling. Bedrijven in veredeling van planten en zaden geven meer geld uit aan onderzoek en ontwikkeling dan de farmaceutische industrie aan het vinden van nieuwe medicijnen. In land- en tuinbouwwetenschappen scoort Wageningen UR zeer hoog op een tweede plaats na de Universiteit van Californië.

Geen spagaat. Anders dan de landbouw heeft de tuinbouw niet te kampen met publiek wantrouwen; of met problemen bij het vinden van voldoende hooggeschoold personeel. De sector wordt gezien als uitdagend, vernieuwend en high-tech. De sector heeft sterke relaties met andere topsectoren van onze maatschappij. Ze is een voorbeeld van duurzame energieontwikkeling en voorziet zo'n 15% van onze huishoudens van elektriciteit. Eén op de zes vrachtvliegtuigen vertrekt van Schiphol met tuinbouwproducten aan boord. Eén op de drie vrachtwagens op de weg vervoert producten uit de tuinbouw- of landbouwsector. De doorvoer aan tuinbouwproducten in de haven van Rotterdam is meer dan € 5 miljard per jaar. Automatisering, sensortechnologie en zelfs robotisering staan op een hoog peil.

Meer resultaat met minder middelen is al praktijk. Op gebied van energiebesparing heeft de glastuinbouw al heel grote stappen gezet. De sector was één van de eerste die duidelijk minder energie gebruikte. En de tuinbouwers zijn doorgegaan: naar de energieneutrale kas, tot en met de energieleverende kas. Voor de gehele tuinbouw is het aardgasverbruik in 20 jaar met een derde teruggebracht.

In vijf jaar tijd is het gebruik van bestrijdingsmiddelen met ruim 20% verminderd. Bijvoorbeeld door slimme biologische bestrijding van bladluizen met sluipwespen. Het meest spectaculair is echter het terugdringen van het verbruik van water: 60% vermindering in 5 jaar! Door hergebruik, gebruik van sensoren, betere watertechnieken en dichtere kassen is dit gelukt. Een voorbeeld: van 22 liter per kg tomaat in een traditionele kas, tot slechts 4 liter per kg in een gesloten kas waarin een deel van het verdampte water wordt teruggewonnen. Ter vergelijking: Spanje gebruikt tussen de 27 en 40 liter per kg tomaat en Israël 60 liter. En dat alles bij een continue groei van enkele procenten per jaar in de opbrengst per vierkante meter en bij een nagenoeg gelijkblijvend beslag aan ruimte. De tuinbouwsector gebruikt met ongeveer 200.000 hectare circa een tiende van het oppervlak voor landbouw.

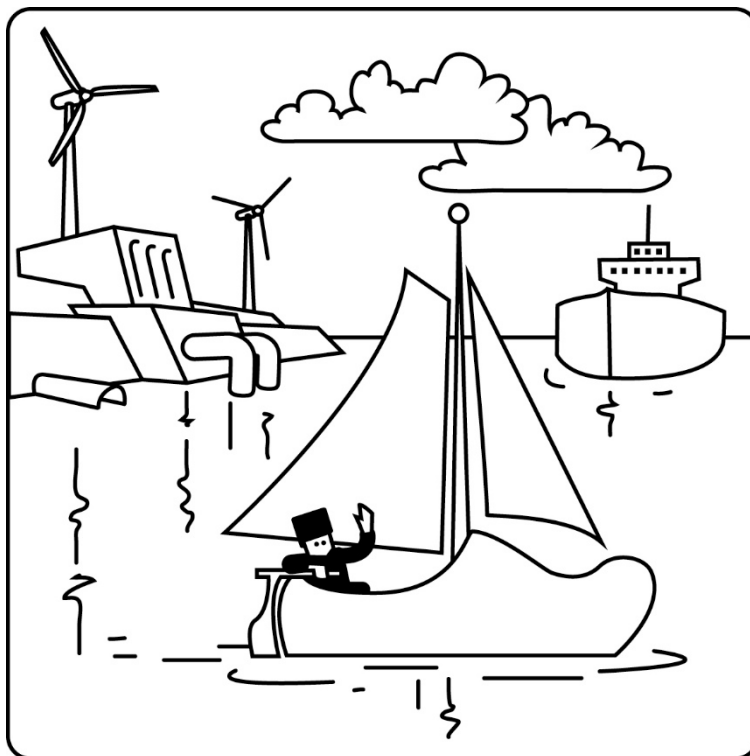
Ons antwoord op mondiale problemen. Nu al hebben meer dan één miljard mensen niet genoeg te eten. Om in 2050 negen miljard mensen te voeden moet de wereldwijde landbouwproductie met ten minste 70% omhoog. Hoewel de welvaart overal ter wereld toeneemt, neemt de kloof tussen arm en rijk ook nog steeds toe. We gaan van arme landen naar steeds meer (rijke) landen met een onaanvaardbaar groot verschil tussen arm en rijk binnen die landen. Alle grote ontwikkelingen – bevolkingsgroei en vergrijzing, verstedelijking, toenemende economische en sociale ongelijkheid en klimaatverandering – hebben één ding gemeen: de noodzaak om meer resultaat te bereiken met minder middelen. De wereld vraagt meer voeding, meer gezondheid en meer kansen. Maar ruimte, zoet water, energie en mineralen zijn eindig en schaars. De beschikbare hoeveelheid landbouwgrond neemt alleen maar af, met miljoenen voetbalvelden per jaar. Er is steeds minder drinkwater per hoofd van de bevolking, maar het huishoudelijk gebruik neemt nog altijd toe. De wereldwijde energievraag stijgt nog steeds. De voorraad mineralen raakt uitgeput. Dit is vooral nijpend bij fosfaat, een onmisbare voedingsstof in de land- en tuinbouw.

De wereld heeft dringend innovatieve oplossingen nodig om met minder ruimte, water, energie en mineralen te voorzien in de behoefte van 7,7 miljard mensen aan voeding, gezondheid en ontwikkelingskansen. Wereldwijd worden nog maar 150 gewassen op grote schaal geteeld. Twaalf daarvan leveren driekwart van de wereldvoedselproductie. Drie daarvan, rijst, tarwe en maïs, zorgen voor de helft van ons plantaardig voedsel. Die sterke afhankelijkheid van slechts een paar gewassen brengt risico's met zich mee. Niet alleen door minder variatie in ons voedsel, maar vooral door grotere kwetsbaarheid voor ziekten en plagen, en meer risico op epidemieën. Wereldwijd zijn bijvoorbeeld de banaan en de latexboom (*Hevea Brasiliensis*) wegens gebrek aan natuurlijke variatie erg kwetsbaar geworden voor een epidemie. Als alle bomen in één keer ziek worden zou dat een

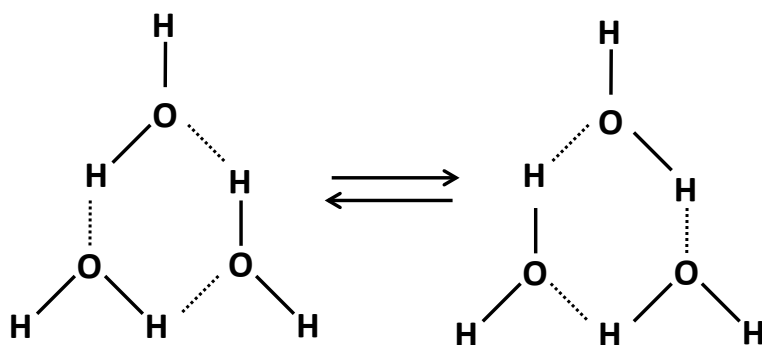
ramp kunnen betekenen voor dorpen in Indonesië, maar de wereldvoedselvoorziening zou daar niet sterk onder te lijden hebben. Heel anders is dat natuurlijk als zoiets zou gebeuren met tarwe of rijst.

Er is dus nog enorm veel te doen. De Nederlandse land- en tuinbouw laten zien dat ze de antwoorden in huis hebben. Met de efficiency van onze aanpak zijn de wereldproblemen oplosbaar. De technologie, de kennis en kunde, is er. Hoe vinden we manieren om deze wereldwijd toe te passen? Hoe vinden we het juiste evenwicht tussen enerzijds verspreiding en export van onze producten, onze systemen, onze werkwijzen en ervaringen, en anderzijds doorgaande ontwikkeling en verbeteringen voor de thuismarkt en onze eigen economie? De gemiddelde Nederlander veroorzaakt een verbruik van ongeveer 50.000 kcal om te voorzien in zijn dagelijkse behoefte van 2.500 kcal. Die 50.000 kcal gaan zitten in alle onderdelen van de keten: bemesting, oogsten, transport, verwerking, koeling, distributie, bereiding thuis. Een belangrijk deel van die 50.000 kcal bestaat uit verrot, bedorven of gewoon weggegooid voedsel. Dit laat zien hoe groot de ruimte voor verbetering nog is, terwijl we al bij de top behoren. Met de wetenschappelijke vooruitzichten van nu is het mogelijk deze 'footprint' op z'n minst te halveren tot 25.000 op 2.500. Nederland zal zowel producent als ontwikkelaar kunnen zijn. In de taal van de sector: 'proefveld en akker kunnen hand in hand gaan'. We zullen bestaande of nieuwe gewassen met hogere opbrengsten nodig hebben. En we kunnen verliezen in de voedselketen ook sterk terugdringen met plantaardige eiwitten als vleesvervanger, als consumenten deze tenminste volledig accepteren.

Hoofdstuk 4. Water, heel wat meer dan H₂O



Water voert met recht de titel van topsector. Elke Nederlander zal dat bevestigen. Iedereen kent zelfs de chemische formule van het watermolecule: H_2O , twee



waterstofatomen en één zuurstofatoom. Wat vrijwel niemand weet dat één watermolecule nu net niet de eigenschappen van water heeft. Water is pas water als er minstens zes moleculen bijeen zijn. Afgaande op de opbouw van water uit twee waterstof en één zuurstof zou je als chemisch onderzoeker verwachten dat water een uitermate vluchtig gas zou zijn met een kookpunt van ongeveer -100°C . Anders dan alle andere moleculen die op water lijken, zoals ammoniak, aardgas of CO_2 , heeft water de unieke eigenschap van een extra aantrekkingskracht tussen de moleculen onderling. Chemici noemen dat de waterstofbrug. Het waterstofatoom in het watermolecule verwisselt voortdurend van plaats tussen het ene en één van de naburige watermoleculen. Zo ontstaat een gigantisch netwerk van zuurstofatomen waar de waterstofatomen als het ware door heen stromen. Dit maakt water uniek – en dat heeft zeer verstrekkende gevolgen. Door deze structuur is water vloeibaar bij kamertemperatuur, en beneden 0°C al vast. Deze structuur is ook een voorwaarde voor alle vormen van leven. De gemakkelijke beweeglijkheid van het waterstofatoom, wellicht beter bekend onder de naam proton, speelt een sleutelrol in alle levensprocessen. Op het eerste gezicht is de formule H_2O zo eenvoudig, maar na tientallen jaren van hoogstaand wetenschappelijk onderzoek moeten we altijd nog veel werk doen om de

eigenschappen van water volledig te doorgronden. Nederland speelt op alle niveaus, van molecule tot oceaan, een toonaangevende rol als het om water gaat. Natuurlijk staan we het best bekend om ons waterbeheer. De eeuwenlange 'strijd tegen de zee' heeft zelfs een belangrijke invloed gehad op de manier waarop Nederlanders met elkaar omgaan; het is de basis van het beroemde 'poldermodel' van de economie. We zijn echter minstens zo belangrijk in waterbouw en waterkwaliteit. Op het water spelen we nog steeds een vooraanstaande rol in de scheepsbouw, vooral in specialistische schepen en installaties voor onder andere olie- en gaswinning op zee. Aan het water zijn we de nummer één in havens en alles wat daarmee verbonden is. Op het land zijn we trendsettend in efficiënt watergebruik in onze land- en tuinbouw.

Waterbeheer en waterkwaliteit. Waterbeheer is zo oud als Nederland zelf. Het heeft ons gekneed en gevormd en is doorgedrongen in onze geest en genen. Onze manier van politiek bedrijven, ons bestuur en ons gevoel voor democratie en medezeggenschap hebben alles te maken met onze verhouding tot het water. Maar hoewel dit alles al eeuwen oud is, heeft dit ons niet lui of zelfvoldaan gemaakt. We blijven voorop lopen in onderzoek en ontwikkeling met instituten zoals de Technische Universiteit Delft, TNO, het Maritiem Research Instituut Nederland (Marin), Wageningen UR en het Technologisch Topinstituut Wetsus in Leeuwarden. De investeringen in onderzoek en ontwikkeling zijn in de watersector wel driemaal zo hoog als het gemiddelde van alle sectoren. De toegevoegde waarde voor de Nederlandse economie is bijna € 10 miljard. De sector geeft werk aan meer dan 75.000 mensen. Ons aandeel op de wereldmarkten voor water is ruim zes procent. Dat is eigenlijk toch nog tamelijk bescheiden. Maar in veel landen beschouwt men waterprojecten als een zaak van nationale veiligheid en nationaal belang, waardoor onze waterbedrijven niet mee kunnen dingen. Juist in de watersector opereren wereldwijd veel overheidsbedrijven. Ook in Nederland.

Op alle fronten zijn de wereldmarkten voor water in beweging en Nederland mist geen enkele van deze ontwikkelingen. Als waar ook ter wereld wateroverlast is, al dan niet verbonden aan klimaatverandering (zoals in New Orleans, New York, Engeland, Bangladesh, China en de Filipijnen), roept men Nederlandse kennis en Nederlandse bedrijven te hulp. Toch liggen hier voor Nederland nog grotere kansen. Ons beheer van dijken, polders en water mag dan wel erg goed zijn, het is ook erg lokaal georganiseerd, soms bijna versnipperd, en meestal een publieke zaak. De kennis die hierin is verzameld komt daardoor niet op de internationale markt. Alle Nederlandse overheden, gemeentes, provincies, waterschappen enz. hebben een hoeveelheid kennis in huis die, met meer bundeling door enkele Nederlandse ondernemingen voor de internationale markten, veel geld in het laatje zou kunnen brengen. Onze kennis en kunde voor

het verhelpen, voorkomen of beheersen van wateroverlast is nog veel groter dan die van onze internationaal georiënteerde ingenieursbureaus. De totale markt voor waterbeheer wordt geschat op bijna € 100 miljard, waarvan € 2 miljard in Nederland. Maar het deel van de wereldmarkt dat bereikbaar is voor particuliere bedrijven, wordt op niet meer dan € 5 miljard geschat.

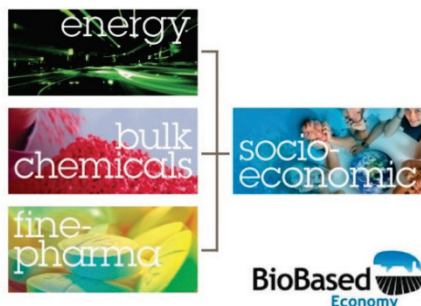
Ook bij drinkwater en water voor landbouw, tuinbouw en industrie, en afvalwater is de wereldmarkt maar voor een klein deel open. Hiervoor is de wereldmarkt zelfs ruim vier maal zo groot als die voor waterbeheer. Maar van deze € 400 miljard is nog geen € 30 miljard toegankelijk voor internationaal opererende ondernemingen. Hierin speelt Nederland echter wel een vooraanstaande rol. Het gaat dan vooral om zo zuinig mogelijk watergebruik in de land- en tuinbouw en de industrie. We zijn vooral goed in het sluiten van waterkringlopen, waterzuivering (zowel voor hergebruik als het geschikt maken van lokaal aanwezig water) en de bijbehorende meet- en regeltechniek. Bij een sterk groeiende wereldbevolking en een nog sterker groeiende vraag naar voedsel liggen hier enorme kansen. De Nederlandse speerpunten zijn 'water voor iedereen' en 'more crop per drop'. Vooral in dat laatste loopt Nederland voorop, in samenhang met onze sterke land- en tuinbouw. Bekende namen zijn dan Paques, Norit, Priva en kennisinstituten zoals Wageningen UR, Wetsus, TNO, Vitens en KIWA. We liggen voor op de concurrentie uit andere landen (vooral uit Israël en de VS). De combinatie van onze sterktes in water en tuinbouw maakt hier heel duidelijk het verschil. Stadslandbouw, groenteteelt in leegstaande kantoren, teelten met brak water, energieproducerende kassen zijn vergezichten die in Nederland worden geschilderd en wereldwijd zullen worden bewonderd en toegepast.

Scheepsbouw en havens. De Randstad is hét internationale voorbeeld van een veilige, dichtbevolkte en economisch welvarende delta. Voor velen is de combinatie van wonen en werken hier optimaal. Grote en bekende projecten in de waterbouw, zoals de Deltawerken, Ruimte voor de Rivier, de Zandmotor voor onze kust, de Tweede Maasvlakte en de Maeslantkering maken dit mogelijk. Nederland heeft met het succes van de haven van Rotterdam een unieke positie op de markten voor havenontwikkeling en maritieme dienstverlening. Onze kennisinstellingen zoals Deltares, Marin en TNO weten er alles van. De betrokken bedrijven, bijvoorbeeld Van Oord, Bos Kalis, Royal Haskoning en Port of Rotterdam, behoren tot de internationale top. En ze hebben de ambitie deze leidende positie te behouden. Het succes van Rotterdam en de Randstad is een uitstekend model voor het verzilveren van exportkansen. De bijbehorende wereldmarkt wordt geschat op € 120 miljard, ruim voldoende dus om de Nederlandse nummer één posities hierin te behouden en te versterken.

Velen denken dat de tijd van succesvolle scheepsbouw in Nederland achter ons ligt. Niets is minder waar. Ja, het eenvoudiger werk hebben we aan de collega's in Japan, Korea en China overgelaten. Als het gaat om moeilijke schepen is Nederland nog altijd het land waar je moet zijn. Met zulke technisch complexe projecten verdienen we nog altijd veel geld. Denk aan baggerschepen, werkschepen, zeer luxe jachten en marineschepen. Denk aan bekende namen als IHC, Damen, Imtech, Wärtsilä, Huisman, Feadship en onze eerder genoemde kenniscentra. We weten niet alleen dit soort moeilijke schepen goed te bouwen, ook de manier waarop we dat doen wordt telkens weer verbeterd. Schoon, duurzaam en energiezuinig zijn ook hier veelgehoorde trefwoorden. Voegen we bedrijven als Fugro en Heerema aan ons rijtje toe, dan hebben we het stapje van moeilijke schepen naar ingewikkelde installaties op zee gemaakt. Winning van grondstoffen, inclusief olie en gas, op zee maakt grote ontwikkelingssprongen. De concurrentie op deze markt is nu nog tamelijk beperkt. Nederlandse bedrijven zijn koploper op het gebied van grootschalige operaties op de bodem van de zee. Op het gebied van duurzame energiewinning op zee heeft Nederland een sterke kennispositie; we hebben een voorsprong in de installatie en levering van deelsystemen. Bij de aanleg en het beheer en onderhoud van windparken op zee heeft Nederland een goede uitgangspositie, en we kunnen de concurrentie uit, onder andere, Denemarken steeds beter aan. Ook de markt van energie uit water komt er aan. Getijdenenergie, energie uit zoet/zout water contact (blue energy), warmte/koude opslag (WKO) in water lijken kansrijke nieuwe markten, en passen goed bij de positie en het imago van Nederland als waterland. We zijn echter (nog) niet toonaangevend in deze ontwikkelingen. Dit heeft ook zeker te maken met onze tamelijk zwakke positie bij de ontwikkeling van duurzame energie (zie hoofdstuk 6).

CatchBio is a public-private partnership in the field of biomass conversion, internationally remarkable for its strong industrial commitment and close industrial-academic interaction. Researchers are working on the development of **smart catalytic technology for sustainable production routes** for fuels, bulk chemicals and pharmaceuticals from renewable feedstocks.

CatchBio will deliver a new generation of experts in renewable catalysis, will create innovative options for using renewable based processes, and CatchBio technology will be implemented by industrial stakeholders based on delivered proof-of-principles.



Facts & figures - CatchBio...

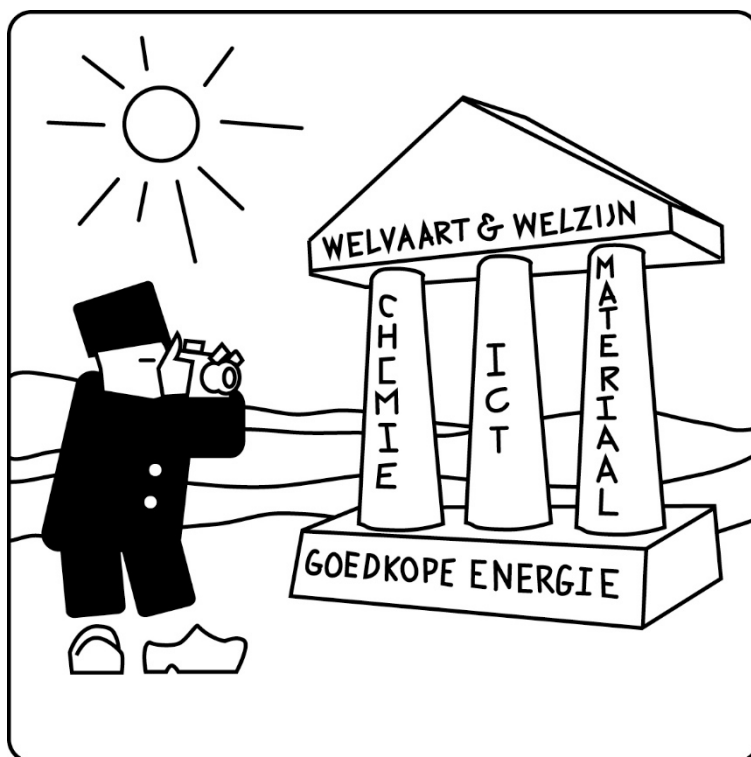
- facilitates 37 PhD students and 80 postdoc years in 65 research projects;
- the projects address almost the full range of biomass fractions;
- focuses the next years on the topics Carbohydrates, Lignin, Catalytic Pyrolysis, Fine Chemicals, Pharmaceuticals and Socio-economic assessments.
- the scientific quality of several projects was reviewed as excellent; the quality of the programme as a whole is on an international level very good;
- researchers are recognized for their outstanding expertise;
- falls entirely within the scope of the top sectors Chemistry and Energy, with a special focus on biobased economy.

Visit the CatchBio website to check out our future ambitions for 2020 or to subscribe to our bi-annual Newsletter: www.catchbio.com.
Or contact the CatchBio office:
T. +31 70 349 44 40 – E. info@catchbio.nl

www.catchbio.com



Hoofdstuk 5. Chemie en Materialen



5.1 Een wereldwijde business

De chemie is één van de meest internationaal gerichte bedrijfstakken. Met enkele tienduizenden verschillende onderdelen (moleculen) in de bedrijfstak, is het niet verbazingwekkend dat een chemisch product, bijvoorbeeld een medicijn, driemaal de wereld rond is geweest in de route van eenvoudige grondstof tot doordrukstrip op het nachtkastje. De chemie is ook één van de bedrijfstakken met de minste wettelijke regels of internationale beperkingen. Chemische producten kunnen tamelijk vrij worden verhandeld – zo lang ze geen grondstof vormen voor chemische wapens. Uiteraard zijn er wel veel voorschriften om chemicaliën veilig te vervoeren, op te slaan en te verwerken. De bedrijfstak chemie is zeer groot en groeit nog steeds. De totale productie van chemicaliën op de wereld gaat in de richting van twee miljard ton per jaar. Kunstmest en de grondstoffen daarvoor, zoals zwavelzuur, salpeterzuur, ammoniak en natronloog, zijn verreweg de grootste producten. De meeste chemicaliën worden gemaakt uit olie en gas; waaronder stoffen die met tientallen miljoenen tonnen per jaar worden geproduceerd zoals de bekende plastics polyethyleen, polypropyleen, allerlei polyesters waaronder PET, nylons en nog veel meer kunststoffen. Ook van stoffen als chloor, toluene, fenol en azijnzuur loopt de productie nog in de miljoenen tonnen per jaar. Aspirine haalt maar 40.000 ton per jaar, maar dat is toch voldoende voor een pil per maand voor elke aardbewoner.

Wereldwijd is de chemische industrie al jarenlang één van de sterke motoren achter de groei van de economie. Zo is in de afgelopen 10 jaar, van 2001 tot 2011, de wereldwijde bedrijvigheid in chemie en materialen verdubbeld tot bijna \$ 3.000 miljard. West-Europa is tientallen jaren de sterkste speler geweest op het wereldtoneel. Engeland en Duitsland zijn dan weliswaar de grootste maar direct daarna komt Nederland, vóór landen als Frankrijk, Italië en Zwitserland. Vooral de rol van Nederland in invoer, uitvoer en doorvoer van chemische producten is sterk. Bekende namen uit de twintigste eeuw zijn ICI in Engeland, Hoechst, Bayer en BASF uit Duitsland, Rhone Poulenc uit Frankrijk en Enichem uit Italië. Daarnaast hebben ook Amerikaanse reuzen als Dow Chemical, Dupont en Exxon vestigingen in Europa. Nederland speelt mee in de top met bekende namen als Shell, AKZO Nobel, DSM en Unilever.

Maar in deze eeuw worden de kaarten anders geschud. De eerste Aziatische namen verschijnen in de top tien lijstjes: Formosa Plastics, Mitsubishi, Sumitomo, Asahi. En we zien ook de eerste Chinese onderneming: Sinopec. Op dit moment is China zelfs de grootste markt ter wereld voor chemicaliën en materialen. Bijna twee maal zo groot als zowel Japan als de VS. In eerste instantie kwam Zuidoost Azië op door zijn toenemende koopkracht. Nu zien we dat Azië ook meer werkgelegenheid biedt, meer investeert en meer geld besteedt aan

onderzoek dan Europa en de VS. Qua omzet staat Europa nu op de tweede plaats met een aandeel van 25%, maar Azië is al over de 50%. Maar ronduit zorgelijk is de steeds sterkere aandacht in Azië voor onderzoek en ontwikkeling (R&D), terwijl Europa hier steeds minder geld voor vrijmaakt. Al sinds 1990 is Japan het grootste land in chemisch onderzoek; het land besteedt 4 tot 5% van de omzet van de chemische industrie aan R&D. Het percentage in de VS is gedaald van 4 naar 2%, maar onder meer dank zij het schaliegas neemt de R&D-activiteit daar weer toe. Europa bungelt onderaan; van 3% van de omzet voor R&D in 1990 naar minder dan 2% op dit moment. Europa teert nog veel op oude glorie, het werkt vooral aan efficiencyverbeteringen van bestaande producten en processen. En toch met indrukwekkende resultaten. In de afgelopen twintig jaar is de productie verdubbeld, en toch is het totale energieverbruik met 20% afgenomen; met andere woorden: per eenheid product is het energieverbruik meer dan gehalveerd. En dat terwijl de chemie de energie (meestal in de vorm van olie of gas) op twee manieren gebruikt: als energiebron en als grondstof. Op beide fronten heeft de industrie zijn productiviteit sterk verbeterd; ze maken nu dus meer product met minder energie en met minder grondstoffen. Dezelfde trend hebben we gezien in de land- en tuinbouw en de voedingsindustrie. Ook de vermindering van de CO₂-uitstoot door de chemische bedrijfstak in Europa is indrukwekkend: in twintig jaar 70% minder uitstoot per kilo eindproduct. Ook al is de industrie meer gaan produceren, de afname met 40% voor de hele bedrijfstak is nog steeds voorbeeldig.

De concurrentiepositie van de chemie in Europa (ook in Nederland) lijkt op dit moment niet rooskleurig. Allereerst is er de doorgaand snelle groei in Azië. Azië is al lang het punt voorbij waarop ze 'meer van hetzelfde' maken; Aziatische bedrijven kunnen steeds beter op eigen kracht nieuwe toepassingen ontwikkelen. Maar de milieuproblemen, die in Azië nog sneller groeien dan de productie, kunnen een rem gaan vormen. Vooral de dichtbevolkte landen China en India zullen op milieugebied nog heel grote stappen moeten zetten. En dat kán ook, dat heeft Japan al bewezen. Voor Europa biedt dit grote kansen. Wij zijn de afgelopen jaren ongelooflijk veel beter geworden in veiligheid en milieu, en met onze nog steeds stijgende productiviteit kunnen we heel snel onze posities versterken. En stel dat de salariskosten in China blijven toenemen, dan kan heel veel bedrijvigheid naar Europa terug komen.

In de VS ligt de situatie weer anders. Met de komst van schaliegas heeft niet alleen de energiesector maar ook de chemische industrie in Amerika een grote opsteker gekregen. Het gas is een zeer concurrerende grondstof voor de grote plastics van deze wereld zoals polyethyleen en polypropyleen. Polyethyleen uit Amerika is nu goedkoper dan uit het Midden-Oosten. Ook maakt schaliegas de productie van ammoniak in de VS weer goedkoper dan in Azië. Gevolg is dat de kunstmestfabrieken weer terug komen uit China. Nog iets breder gezien: goedkoop

schaliegas kan de grondstof leveren voor ongeveer de helft van de chemische industrie. Dus veel nieuwe kansen voor Amerika. Mocht schaliegas een 'bubble' blijken in de energiemarkt, dan kan het nog altijd een grote rol blijven spelen in de chemie. Ook hier zijn er toch ook weer positieve punten voor Europa en Nederland. De wereldprijzen voor gas dalen door het wegvallen van de vraag uit Amerika. Het geeft ons kansen om met gas uit het Midden-Oosten, Rusland, Nigeria of van eigen bodem onze basischemie sterk te houden. De kans dat olieprijsen gaan dalen is groter dan verdere stijging. Chemiebedrijven in ons werelddeel zoeken steeds meer elkaar op en zorgen zo voor ketens van bedrijven. Andere landen zijn nog bij lange na niet zo ver. Het gaat dan om meer dan onderlinge levering van chemische producten of materialen, het gaat ook om energie, overvloedige warmte, CO₂ voor tuinders en groene grondstoffen als alternatief voor fossiele grondstoffen. Dit is de opstap naar de 'Groene Groei'. Europa en Nederland lopen hierin voorop! De Europese chemie is het meest flexibel in zijn basisgrondstoffen. Ze kan draaien op zowel olie als gas en steeds meer ook op groene grondstoffen.

Al met al heeft Europa nog een ijzersterke positie. De regio's Rotterdam, Zuidoost Nederland, Antwerpen en het Roergebied vormen samen het grootste chemiecomplex van Europa en maken deel uit van de top vijf wereldwijd. De onderlinge verwevenheid is indrukwekkend, met pijpleidingen voor bijvoorbeeld ethyleen vanuit Rotterdam naar meer dan honderd fabrieken in Noordwest Europa voor meer dan honderd verschillende producten. Deze infrastructuur is uniek. Maar er staat veel op het spel. De aandacht voor R&D moet omhoog. De aandacht voor nog minder risico en nog meer veiligheid is terecht. Europese wet- en regelgevers zijn hier zeer druk mee. Het levert exportkansen voor de toekomst, met name naar Azië om de groeiende milieuproblemen daar te helpen oplossen. De kip met de gouden eieren moet het echter wel hier weten te overleven.

5.2. Chemie in Nederland

Onze land- en tuinbouw en de sector chemie en materialen samen vormen de helft van de Nederlandse industrie. In ons land komt de chemie zelfs op de tweede plaats, dat is in geen enkel ander industrieland het geval. De chemische industrie neemt in zijn eentje zelfs 20% van onze export voor haar rekening. Ze is één van onze sterke welvaartspijlers en is door de jaren heen meer dan gemiddeld gegroeid. Wereldwijd is het Nederlandse aandeel in de chemie 2%; geen geringe prestatie voor een klein land met 0,2% van de wereldbevolking. Binnen Europa groeit ons marktaandeel voortdurend: van 11% in 2002 naar 14% in 2012. Het blijkt dat de moeilijke jaren van 2008 tot 2011 bij ons de minste schade hebben aangericht, anders gezegd: wij zijn versterkt uit de strijd tevoorschijn te komen. De

sterke samenhang tussen de bedrijven in het gebied tussen Rotterdam, Antwerpen en het Roergebied vormt de sleutel.

Binnen de chemische bedrijfstak is de petrochemie, met Shell ver voorop, in ons land altijd het grootste en sterkste onderdeel geweest; en toch is de sector heel divers. De basischemie, waaronder petrochemie, kunstmest, verf en de grote plastics, vormt in ons land zo'n 80% van de bedrijvigheid. De overige 20% noemen we meestal fijnchemie, waarbij we kunnen denken aan stoffen voor medicijnen, cosmetica, hygiëne, land- en tuinbouw, toevoegingen aan voedsel en vele andere specialiteiten. De regio Rotterdam vormt samen met Brabant en Limburg het geografische zwaartepunt van de sector chemie. Eemshaven en Delfzijl volgen op afstand. Bekende firma's hebben hun hoofdkwartier in Nederland: Shell, Akzo Nobel, DSM en Lyondell Basell. De meeste grote internationale chemische bedrijven hebben een vestiging in ons land: Dow Chemical, Dupont, Exxon Mobile, Sabic, BP, Teijin.

Maar de sector bestaat verder uit vele honderden middelgrote en kleine ondernemingen. Deze zitten in de fijnchemie en vooral in de productie van materialen, zoals kunststoffen en plastics. Met slechts 20% van de omzet is de fijnchemie wel goed voor meer dan de helft van de werkgelegenheid. In de sector als geheel is de werkgelegenheid geleidelijk gedaald, vooral door automatisering: van bijna 100.000 eind vorige eeuw naar 65.000 nu. Maar de chemische industrie doet zeer grote investeringen en is daarmee ook goed voor veel indirecte werkgelegenheid. Als geheel is de sector zeer innovatief. Aan de éne kant zijn er eenvoudige productiebedrijven voor materialen voor de huizenbouw; aan de andere kant high-tech bedrijven die zeer specialistische materialen maken zoals voor zonnepanelen, coatings voor medische instrumenten, kunstgras en high-tech flexibele materialen zoals voor autogordels. Veel ondernemingen komen voort uit kennis van onze universiteiten, en hun aantal neemt nog steeds toe. Elke universiteit heeft wel een bedrijventerrein in haar buurt; chemiebedrijven zijn daarin goed vertegenwoordigd en ontwikkelen de meest slimme producten voor alle moderne markten.

Maar één terrein ontbreekt in Nederland en dat is de industrie van geneesmiddelen. Nederland heeft nooit een sterke farmaceutische industrie gehad. Ook Organon in Oss en Philips Duphar in Weesp waren, toen zij nog volop draaiden, kleine spelers tussen de grote firma's uit Zwitserland, grote namen als Astra Zeneca en Glaxo Smith Kline (GSK) uit Engeland, en reuzen als Pfizer, Merck, Eli Lilly en Abbott uit de VS. Aan de andere kant staat Nederland goed bekend als ontwikkelaar van nieuwe medicijnen. Vooral onze universiteiten doen het goed op dat vlak. We doen dus wel geregeld uitvindingen, maar moeten toezien dat het buitenland de opbrengsten plukt. De overheid doet haar best de kennis te gelde te maken zoals via het topinstituut voor de farma in Oss; en vele midden- en

kleinbedrijven doen hun best mee te doen in de ontwikkeling van het nieuwe medicijn bij de grote buitenlandse broer. DSM ontwikkelt productieprocessen voor de werkzame stoffen in medicijnen.

De Nederlandse chemie heeft nu twee speerpunten voor de toekomst geformuleerd: groene chemie en slimme materialen. We zien die keuze terug in de besteding van R&D-gelden – zuinigjes, moeten we er wel bij zeggen. Het geld voor onderzoek in de basischemie blijft afnemen. Maar er komt meer geld voor R&D in de groene chemie en de ontwikkeling van allerlei nieuwe materialen. De belangrijkste bijdragen op dit gebied komen van nanotechnologie (de chemie van de zeer kleine deeltjes) en biotechnologie (de chemie van de natuur). Zo'n toename zien we ook in aangrenzende sectoren. Groene chemie profiteert van de voedingsindustrie en de land- en tuinbouw (en de R&D op dat gebied). En de slimme materialen zien de groei in de high-tech sector met genoeg hun kant op komen. Ook het aantal bedrijven met een eigen onderzoeksafdeling neemt juist op die gebieden toe. Groene chemie en nieuwe materialen zullen we hierna nog uitvoerig behandelen.

5.3. Een imagoprobleem opgelost

Voor veel mensen zijn 'chemie' en 'chemicaliën' gevaarlijke woorden. Toch worden ze lang niet meer zo vaak als vroeger in negatieve zin genoemd op radio en TV, of in de krant. Maar er zijn altijd rotte appels in de mand, en bij opzienbarende ongelukken komen alle onlustgevoelens weer snel naar boven. Zoals bij de grote brand bij Chempack aan de Moerdijk, op 5 januari 2011. En bij het stilleggen van tankopslagbedrijf Odfjell (vroeger Pakhoed) in Rotterdam in 2012, omdat het jaren lang allerlei ongelukken had verzwegen. De onlustgevoelens zijn terecht, want bij zo'n belangrijke bedrijfstak als de chemie horen zulke zaken niet voor te komen. En toch heeft de chemie zich al voor een belangrijk deel verlost van zijn imagoprobleem, dat al in de jaren '60 ontstond en dat de sector vooral in de jaren '80 en '90 van de vorige eeuw parten speelde.

De chemie zoals wij die nu kennen in Nederland is in de jaren '60 en '70 ontstaan; hij werd al snel een sterke welvaartspijler met 'oplossingen voor alle problemen'. De chemie ontwikkelde betere en nieuwe geneesmiddelen zoals antibiotica en middelen tegen hart- en vaatziekten. Meer en betere vitamines, en verwante producten die ons voedsel kraak en smaak gaven en de kwaliteit verbeterden. Meer en betere kunstmest, en een groot arsenaal aan middelen om onze oogsten te verbeteren en te beschermen tegen ongedierte. Samen de basis van de 'groene revolutie'; nu bijna vergeten, maar wel de grondslag van een sterke toename van de wereldvoedselproductie sinds de Tweede Wereldoorlog. De

chemie zorgde ook voor meer en nieuwe materialen en kunststoffen die ons dagelijks leven in alle opzichten hebben veraangenaamd. Deze lofzang kunnen we eenvoudig voortzetten. De teneur bij veel betrokkenen was: we kunnen het beter dan de natuur en dit is nog maar het begin.

Maar hoogmoed komt voor de val. Geleidelijk verloor de nieuwe welvaart zijn magie, en begonnen mensen de negatieve kanten van deze ontwikkeling te zien. Rachel Carson heeft met haar boek 'Silent Spring' uit 1962 voor velen de ogen geopend voor een zeer onaangename kant van de chemie. Zij liet zien dat natuurvreemde stoffen in het milieu veel schadelijke effecten hebben, zoals opeenhoping in de voedselketen en verstoring van natuurlijke evenwichten. En dat schadelijke organismen geleidelijk immuun worden voor hun bestrijdingsmiddelen (een probleem dat nog steeds speelt). Er kwamen schandalen met chemisch afval, zoals in de Volgermeerpolder, Lekkerkerk en Goudarak. Op het hoogtepunt had de chemie alles fout gedaan en waren alle welvaartseffecten vergeten. In Nederland heeft de sector na enkele vergeefse campagnes besloten om 'de ellende' over zich heen te laten gaan. Men koos er bewust voor om hard door te werken, gemaakte fouten te herstellen en de wereld te voorzien van opnieuw betere en vooral meer milieuvriendelijke producten.

Nu, ruim 20 jaar verder, kunnen we zeggen dat dit stug doorzetten is beloond. De sector heeft zijn doelstellingen ruim gehaald. Ongewenste lozingen naar water, bodem en lucht zijn sterk verminderd. Het milieuconvenant met de overheid is royaal geslaagd. Sneller dan gepland en beter dan gepland. Kijk de statistieken er maar op na. De gedachte dat we alles beter dan de natuur zouden kunnen is verdwenen; sterker nog, de natuur geldt weer als leermeester, en dagelijks verbazen we ons over de slimheid en de complexiteit van alles wat leeft. Dit alles heeft geleid tot de twee nieuwe specialismen die op dit moment sterk het beeld van de chemie bepalen: nanotechnologie en biotechnologie. Beide vakgebieden helpen ons om nieuwe producten en materialen te maken voor alle mogelijke doeleinden: van verpakkingen tot nieuwe medicijnen, van meer productieve planten tot nieuwe bouwmaterialen, gebaseerd op kennis en kunde die we van de natuur hebben geleerd.

Ook nu is er tegenstand. Veel mensen willen geen genetisch verbeterd voedsel, anderen zijn bang dat nanodeeltjes nog erger zijn dan fijnstof. De sector heeft dan wel geleerd van het verleden en weet dat ze eerst moet gaan kijken naar mogelijk schadelijke effecten; maar dat wil niet zeggen dat het nu veel beter zal gaan. Want de mensen die een nieuwe vinding hebben gedaan, zijn vaak heel erg (zeg maar overdreven) enthousiast over de nieuwe mogelijkheden; en dat maakt hen nog steeds blind voor mogelijke negatieve bijwerkingen. Daarbij komt een zekere slordigheid, omdat bedrijven zo snel mogelijk willen profiteren van nieuwe vindingen.

Van beide een voorbeeld. Bij de opkomst van de nanotechnologie in de jaren '90 kwam bij de beroepsgroep de vraag op tafel: wat zijn de mogelijke gevaren? We wilden niet de fouten uit de jaren '70 herhalen. De studie kwam niet van de grond, want we konden weinig of niets bedenken. Uit de biotechnologie het voorbeeld van suiker. Bij de ontwikkeling van nieuwe energiebronnen keek men ook nadrukkelijk naar voedsel. Suiker is goed om te zetten in alcohol en zoals we weten rijdt in Brazilië al de helft van alle auto's hierop. Dat smaakte naar meer. De mogelijkheden werden nog eens veel groter toen men ontdekte dat ook de stengel van het suikerriet kon worden benut voor het stoken van alcohol (de zogenaamde tweede-generatie of cellulosealcohol; overigens identiek aan de alcohol uit suiker). We weten nu dat we tweede-generatie alcohol kunnen winnen uit alle gewassen: stro, hout, gras enz. Maar de industrie wachtte niet totdat zij cellulosealcohol op grote schaal en verantwoord kon produceren; zij begon maar alvast met een forse vergroting van de productie van suiker. Helemaal niet nodig als je ook alle stengels gebruikt om alcohol te winnen. Als gevolg daarvan neemt de hoeveelheid land bestemd voor suikerriet in Brazilië fors toe, waarbij de sojateelt het oerwoud in wordt gedruwd. Soja kan op armere gronden groeien dan suikerriet. Dit proces is al tientallen jaren aan de gang, en de negatieve gevolgen voor onze planeet kennen we ook alweer een tijd. Het was allemaal niet nodig geweest als we even het geduld hadden gehad om de nieuwe vinding van alcohol uit cellulose tot wasdom te laten komen. In de VS draaien nu de eerste grootschalige fabrieken op basis van stro, kaf en maïsstengels.

Kortom: de sector chemie heeft het imagoprobleem overwonnen dat haar veel problemen bezorgde in de jaren '80 en '90 van de vorige eeuw; maar er blijven altijd valkuilen die men moet proberen te vermijden.

5.4. Onze kennis en kunde

Volgens het World Economic Forum staat Nederland in de internationale top tien als het gaat om vernieuwingskracht (innovatie) en de kwaliteit van onze onderzoek- en onderwijsinstellingen. Elf van onze universiteiten behoren tot de top 200, aanzienlijk beter dan de scores van Engeland, Duitsland en Frankrijk, gerekend per miljoen inwoners. De Nederlandse onderzoekers behoren tot de meest productieve ter wereld: 0,7 publicatie per onderzoeker per jaar. Alleen Zwitserland is iets beter. We zijn tweemaal zo productief als de gemiddelde Amerikaanse onderzoeker. Waar zijn we dan zo goed in? Als we denken vanuit de driehoek Rotterdam-Antwerpen-Roergebied, dan lopen we voorop in milieukunde, chemische techniek (bouwen en onderhouden van fabrieken), nanotechnologie, alles wat met materialen van doen heeft en alles wat met voeding is verbonden. Op

enkele gebieden zijn we simpelweg de grote trendsetter. We denken in de eerste plaats aan de katalyse. Nederland levert buitengewoon veel kennis en kunde, zowel in chemische katalyse als in biokatalyse. En in de tweede plaats gaat het om de ontwikkeling van materialen.

Katalyse

Katalyse is het verschijnsel dat chemische reacties sterk kunnen worden versneld door speciale stoffen; deze heten katalysatoren. Goede katalysatoren kunnen veel energie besparen omdat zij reacties kunnen laten verlopen bij veel lagere temperatuur en druk. Katalysatoren versnellen chemische omzettingen maar veranderen daarbij zelf niet. Ze kunnen dus steeds opnieuw worden gebruikt; 1 gram katalysator kan soms wel tonnen uitgangsstof omzetten in hoogwaardige producten. Meestal is voor elke chemische reactie weer een andere katalysator nodig. Katalysatoren zijn dus vaak zeer selectief. Vaak zit in hun actieve centrum een metaalatoom. Men onderscheidt chemische katalysatoren en biokatalysatoren of enzymen. Chemische katalysatoren zijn vrij eenvoudig van structuur; enzymen, de katalysatoren van de natuur, hebben vaak een zeer ingewikkelde structuur en zijn moeilijk te produceren. Alle omzettingen in levende organismen vinden plaats met behulp van enzymen. De productiviteit van enzymen is vaak nog veel hoger dan die van de chemische katalysatoren. Enzymen bestaan uit een kluwen van honderden tot duizenden aminozuren met ergens binnenin het echte katalytische centrum, dat dan vaak weer een metaal bevat. Ontwikkeltijden voor nieuwe katalysatoren kunnen oplopen tot een jaar of veel langer. Nederland loopt voorop in katalyse en is nu volop bezig om de chemische katalysatoren en de enzymen bij elkaar te brengen. Dit is de sleutel van de groene groei zoals beschreven in dit boek.

In het buitenland spreekt men van de Dutch School of Catalysis, de Nederlandse katalyseschool. In werkelijkheid bestaat zo'n school niet; onderzoek en ontwikkeling vinden plaats in aparte grote programma's. En toch zit er wel iets in, wat het buitenland zegt. Nederland kent namelijk een zeer uitgebreid netwerk van samenwerking tussen bedrijfsleven, kennisinstellingen en overheid. Vooral in het fundamentele onderzoek en zo lang commercie nog niet de overhand heeft, treedt ons land op als één groot laboratorium. Dit Nederlandse model is uniek in de wereld en wordt nu ook voorzichtig door Europa toegepast. In principe werkt het model met drie basisvragen. In de eerste plaats de 'WAT'-vraag: welk nieuw of verbeterd product zou er moeten komen, welk probleem moet worden opgelost en wat zijn de bijbehorende vragen voor onderzoek en ontwikkeling. Vervolgens de 'HOE'-vraag: hoe gaan we het onderzoek en de ontwikkeling aanpakken, welke kennis en kunde is daarbij nodig. Hebben we die kennis binnen Nederland voorhanden, kunnen we de ontbrekende kennis zelf ontwikkelen of moeten we ook lijntjes leggen naar het buitenland? Tenslotte de 'WAAROM'-vraag: waarom is het product nuttig ('nut en noodzaak'), wat zijn de maatschappelijke effecten en

mogelijke negatieve gevolgen. De drie partijen, industrie, overheid en kennisinstelling, doen alle op gelijkwaardig niveau mee aan de discussie en het formuleren van de plannen voor de research. Bij de WAT-vraag is het bedrijfsleven de belangrijkste partij; zij nemen meestal de voorzittersrol voor hun rekening. Bij de HOE-vraag nemen de kennisinstellingen die rol op zich, en de WAAROM-vraag wordt meestal aangepakt onder leiding van de overheid, soms uitgebreid met een milieugroepering of een maatschappelijke organisatie. Het model kan nog verder worden verbeterd. Tot nu toe worden vragen over milieu- en veiligheidskwesties nog te vaak door de (technologische) onderzoekers ingevuld, terwijl dat toch beter zou kunnen door ter zake kundige maatschappijonderzoekers. Voor economische vragen richten we ons toch meestal ook tot financieel deskundigen. Men zal dus moeten leren een beroep te doen op veiligheidsdeskundigen, milieuperts of sociaalwetenschappelijke onderzoekers.

Vertrouwen is doorslaggevend. *Het Nederlandse samenwerkingsmodel in de chemie is uniek in de wereld. Het is de basis voor de grote rol die Nederland speelt in de chemie, zowel in onderzoek als in de industrie. Vragen we ons af waarom het werkt, dan komen we op een aantal voor de hand liggende voorwaarden voor samenwerking die moeilijk ergens anders gekopieerd kunnen worden. Die voorwaarden zijn: wederzijds respect, gedeelde toekomstvisie, innovatief werk, openheid en korte lijnen. In één woord: vertrouwen.*

Wederzijds respect. *Een industrie die samenwerking zoekt zal moeten begrijpen dat de doelstellingen van een universiteit (kennis vermeerderen) anders zijn dan die van het bedrijfsleven (geld verdienen). De industrie is geneigd tot geheimhouding, maar academisch onderzoek is alleen maar mogelijk door veel contacten met collega-onderzoekers en publicatievrijheid. De oplossing is dat de universiteit alle vrijheid heeft om de onderzoekresultaten te publiceren, maar pas nadat het bedrijf een patentaanvraag heeft kunnen doen. In de praktijk werkt dit prima met een wachttijd van circa 6 maanden. Belangrijk is ook dat partijen die zaken doen waar ze goed in zijn, en dat ze ook alle vrijheid krijgen om zelf te bepalen hoe ze het onderzoek inrichten en uitvoeren. Een bedrijf moet een universiteit bijvoorbeeld niet vragen een productieprobleem in de fabriek voor hen op te lossen. Dat moeten ze zelf doen.*

Gedeelde toekomstvisie. *Alle betrokkenen moeten het onderzoekwerk belangrijk vinden voor de toekomst; economisch, ecologisch en/of maatschappelijk. Ze moeten het eens zijn over de doelstellingen, en er moet voor alle partijen iets uit het onderzoek te halen zijn.*

Innovatief werk. *De samenwerking moet een vernieuwend karakter hebben. Die vernieuwing kan liggen in het gehoopte resultaat, de te ontwikkelen kennis of de manier waarop het onderzoek wordt gedaan. Routinewerk is uit den boze.*

Openheid. *Openheid en onderling vertrouwen zijn de moeilijkste aspecten van de samenwerking tussen bedrijven, universiteiten en overheden. Geheimhouding voor buitenstaanders is natuurlijk aanvaardbaar. Dat regelen de partijen dan ook in een samenwerkingscontract. Maar kennis met elkaar delen binnen het contract – het lijkt*

vanzelfsprekend, maar is het vrijwel nooit. De industrie wil het liefst helemaal niets vertellen aan de onderzoekers van de universiteit. 'Zoeken jullie maar naar de antwoorden op onze vragen, we vertellen niet hoe het werkt in onze praktijk en je hoort wel wanneer je kunt stoppen met het onderzoek.' Zo'n eenrichtingverkeer is natuurlijk onhoudbaar. In een productieve samenwerking zijn alle partijen volledig op de hoogte van elkaars werkwijzen, fouten, resultaten en bedenkingen. In zo'n situatie komen dus ook bedrijfsgeheimen en revolutionaire nieuwe ideeën aan de orde die je liefst in eigen huis zou willen houden. Om de samenwerking tussen bedrijf en universiteit te laten slagen is het ook zeer verstandig dat beide partijen aan hetzelfde onderwerp werken. Elkaar beconcurreren mag ook, mits men open en eerlijk de resultaten met elkaar deelt.

In Nederland werkt dit model redelijk goed. Dat komt door gunstige Nederlandse omstandigheden. Ons land is klein en daardoor zijn veel communicatielijnen kort en productief. We zitten echt bij elkaar aan tafel. De betrokken onderzoekers kunnen direct met elkaar overleggen zonder voortdurende tussenkomst van hun manager of een controlerende instantie. We kennen de functie van buitengewoon hoogleraar, een deskundige die zowel werkt in het bedrijfsleven of bij een maatschappelijke organisatie, als aan een universiteit of hogeschool. Die functie vertegenwoordigt als het ware wederzijds respect en onderling vertrouwen in optima forma. En Nederland kent, in ieder geval binnen de chemie, weinig echt concurrerende ondernemingen. Dat wil zeggen: er zijn in Nederland weinig of geen bedrijven die met dezelfde producten dezelfde klanten bedienen. Dit vergemakkelijkt sterk het onderlinge vertrouwen en de vergaande onderlinge openheid. Want de kans op schade door ongewenst verlies van kennis of informatie valt in het niet bij de voordelen van wederzijdse openheid en de veel grotere kans op snel en bruikbaar resultaat.

De manier waarop wij in Nederland met elkaar omgaan helpt ook bij het goed laten werken van dit model. Wij zijn vrij snel geneigd initiatief te nemen, en niet uitsluitend af te gaan op wat onze baas ervan vindt. Nederlanders gedragen zich met andere woorden tamelijk zelfstandig, wat de snelheid van communicatie bevordert. En toch staan wij naar verhouding open voor samenwerking. 'Op je strepen gaan staan' wordt in Nederland niet zo erg gewaardeerd. Misschien een overblijfsel uit de tijd dat wij bij de bouw van dijken van elkaar afhankelijk waren? Met andere woorden: een samenwerkingsmodel met wederzijds voordeel op basis van onderling vertrouwen en vrijwillige samenwerking lukt binnen Nederland vrij aardig – als men elkaar tenminste kent. Maar vertrouwen moet dan niet worden beschaamd.

Al deze voorwaarden gaan veel minder op bij Europese samenwerking. In Europees verband zien we vaak zeer langdurige onderhandelingen, met uitgebreide bepalingen over de verdeling van de rechten bij uitkomst X, Y of Z. Het frustreert bij voorbaat het onderlinge vertrouwen en gaat veel te veel uit van voorspelbaarheid van de resultaten van het onderzoek. Het leuke van onderzoek is immers dat het nog wel eens totaal onverwachte uitkomsten geeft. In een uitputtend contract voor samenwerking is dan net die uitkomst niet geregeld, waardoor de kans op ruzie over de vraag wie met het resultaat verder mag werken, levensgroot is.

Meestal verdienen universiteiten maar mondjesmaat aan samenwerking met de industrie. Er worden wel indianenverhalen over grote inkomsten verteld, maar de meeste ervan komen uit de VS. Het gaat dan om een klein aantal vooraanstaande universiteiten die inderdaad flink verdienen aan zogeheten royalty's. Maar verreweg de meeste universiteiten slagen hier niet in. Net zo min als instellingen als NWO of STW die samenwerkingsprogramma's opzetten en begeleiden. Dit komt simpelweg doordat het meeste onderzoek niet leidt tot commercieel resultaat. Het bedrijfsleven lost dit op door niet meer dan een paar procent van de totale omzet te reserveren voor R&D. In de chemie is dat ongeveer 5%: ze hebben er 5% van hun verdiensten voor over om de kans te vergroten een bestaand product of proces te verbeteren of een geheel nieuw te vinden. Die 5% betreft dan de gehele ontwikkeling van een succesvol product: van idee, via laboratorium, proeffabriek en investering in de echte fabriek, tot productie en verkoop. Een universitaire uitvinding gaat meestal alleen over het eerste deel van dit pad. Universiteiten krijgen daarom meestal niet meer dan 1% van de omzet. Omdat het doorgaans lang duurt voordat de academische vinding leidt tot een verkoopbaar product, besluiten universiteiten vaak om genoeg te nemen met afkoop van latere royalty's. De afkoopsommen worden meestal bepaald door de onderzoekskosten die de universiteit heeft moeten maken.

Wat verwachten de chemische onderzoekers aan universiteiten en in de industrie dan als resultaat in de komende jaren? Een paar hoogtepunten.

- Nanotechnologie zal zorgen voor nieuwe materialen en nieuwe medicijnen, waarbij meer effect met minder materiaal het belangrijkste kenmerk zal zijn. We kunnen denken aan minirobots, genezing van kanker, 3D-printers. Nieuwe materialen voor energieopslag horen nadrukkelijk in dit rijtje.
- Er komen slimme materialen met heel wat meer functies dan alleen verpakking of bekleding. Denk aan ademende verpakking of coatings die ervoor zorgen dat onze zonnepanelen meer zonlicht vangen. Kunststof botten en veel betere batterijen zijn andere vergezichten. We kunnen ook denken aan auto's zonder uitlaatgas.
- Er komt veel meer rekenkracht rond chemische processen. Zodat onderzoekers allerlei factoren die ze nu alleen in de praktijk kunnen toetsen, dan in hun modellen kunnen vangen. Misschien kunnen we rechtstreeks van het laboratorium naar de fabriek om te beginnen in de farmaceutische industrie, en is de geld- en tijdrovende tussenstap van een proeffabriek niet meer nodig.
- Veel meer sensoren, waarmee we zowel in de fabriek, als in of op het lichaam of de plant, de gang van zaken kunnen bijhouden. In combinatie met de best denkbare elektronische middelen valt dan te denken aan

geneeskunde op afstand of via internet. Precisielandbouw hoort hier ook bij.

- Biotechnologie zal de wereld echt veranderen. Hier vliegen de gedachten wel haast uit de bocht. Hersentransplantatie, organen op voorraad, geheugenverbetering, DNA-computers, kunstmatige bacteriën en zelfs het modelleren van het menselijk gedrag.

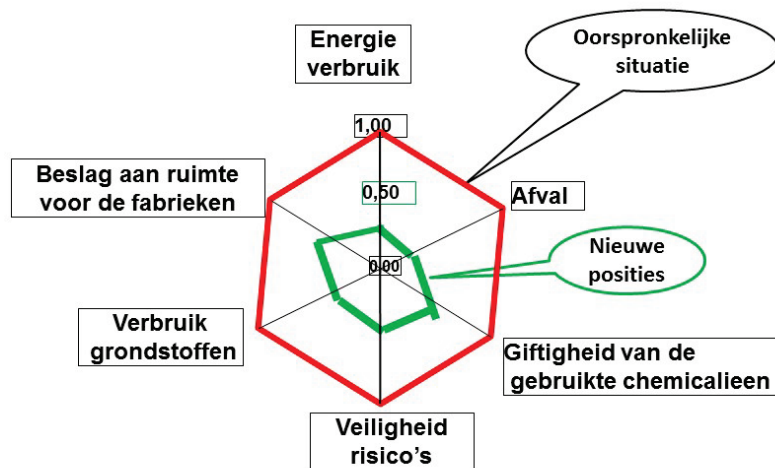
5.5. De eerste stappen naar groen

Samenwerking tussen bedrijfsleven en universiteiten is heel belangrijk geweest bij de vergroening van de chemie. Chemici wisten al tientallen jaren dat chemische reacties efficiënter en schoner moesten. Eerst om de groeiende vraag beter te kunnen bedienen. Later ook om milieuproblemen te voorkomen. In ons land was en is katalyse de meest onderzochte richting voor oplossingen. Na de hoogstandjes van de chemische katalyse in de petrochemie kwam er in de jaren '80 een nieuw wapen bij. Men ontdekte dat enzymen ook buiten hun normale omgeving van plant of micro-organisme uitstekend hun werk kunnen doen. Tot dan toe dachten we dat enzymen buiten hun natuurlijke omgeving veel te kwetsbaar waren. Twee Amerikaanse chemici waren de eersten die met overtuigende resultaten kwamen. De omstandigheden van de petrochemie met temperaturen van honderden graden, hoge drukken en soms extreme zuurgraden, zijn desastreus voor enzymen; maar deze blijken dezelfde reacties uitstekend te kunnen versnellen onder veel mildere omstandigheden. Vergelijkbaar met de condities in een plant of bacterie. Bovendien zijn enzymen ook nog stukken efficiënter en selectiever dan chemische katalysatoren.

Biokatalyse. En zo werd de nieuwe wetenschap van de biokatalyse geboren. Vrijwel alle Nederlandse universiteiten en bijna de voltallige chemische industrie zijn vanaf de jaren '80 met dit nieuwe gereedschap aan de slag gegaan. De praktijk blijkt dan, zoals altijd, toch tamelijk weerbarstig. De eerste resultaten kwamen tevoorschijn in de uithoeken van de chemie. In dit geval vooral bij de productie van medicijnen, waar de volumes klein zijn en de prijzen relatief hoog.

De resultaten van de klassieke chemische katalyse op dit gebied waren niet erg indrukwekkend; zo weinig zelfs dat bij grote en belangrijke medicijnen, zoals penicillines, soms meer dan vijftig kilo afval werd geproduceerd per kilo antibioticum! Penicillines redden levens en de productie is niet van grote omvang, maar dat een industrie zó verkwistend omgaat met zijn grondstoffen is onhoudbaar. De biokatalyse kwam als geroepen. Met als pioniers in Nederland en wereldwijd: Gist Brocades, Andeno en DSM, nu samen één onderneming. In een

groot project kregen deze bedrijven het eind vorige eeuw voor elkaar om een hele familie van penicillines veel efficiënter en goedkoper te produceren dan vroeger – door biokatalyse. Ook vier universiteiten deden volop mee aan deze spectaculaire verbeteringen: Groningen, Nijmegen, Wageningen en Delft. Het meest tot de verbeelding sprekend is wel de vermindering van de hoeveelheid afval: van 50 kg chemisch afval naar slechts enkele kilo's; en dan ook nog in de vorm van ammoniumsulfaat dat als kunstmest kan worden gebruikt. Het 'spindigram' laat de grote verbeteringen zien. De buitenste lijn is het aftelpunt en geeft de situatie aan zonder biokatalyse. De binnenlijn geldt bij volledige biokatalyse. Op de diagonalen staat hoeveel nog over is van het oorspronkelijke effect. Het oppervlak van het binnenste figuurtje is nog maar ruim 15% van dat van de grote figuur – een spectaculair resultaat. Wat voor de commercie heel belangrijk was, al hadden de onderzoekers dat mooie resultaat niet voorzien: de kwaliteit en de houdbaarheid van de medicijnen werd veel beter. Oude penicillines smaakten bitter, en deze smaak was volkomen verdwenen. Oude penicillines gingen vrij snel in kwaliteit achteruit, de nieuwe bijna niet.



Resultaten van penicillineproject

Er is nog een reden waarom biokatalyse vaak beter is dan chemische katalyse. Zeker bij medicijnen is dat het geval. Dat heeft te maken met de asymmetrie van bijna alle biologisch actieve stoffen. Die asymmetrie brengt met zich mee dat de

spiegelbeelden van de moleculen niet met elkaar tot dekking zijn te brengen, net zoals onze twee handen. Het zijn simpelweg verschillende producten en dus ook met verschillende werking, zeker als het gaat om medicijnen. Daarom proberen chemici altijd alléén het bedoelde werkzame molecuul te maken en ervoor te zorgen dat het spiegelbeeld molecuul niet ontstaat. Met enzymen lukt dat uitstekend. In de petrochemie zijn de moleculen meestal zo eenvoudig dat de genoemde asymmetrie niet voorkomt. De chemische katalyse is vooral vanuit de petrochemie ontwikkeld en houdt daardoor geen rekening met het verschijnsel van mogelijke asymmetrie. Indien de petrochemische omzetting toch leidt tot een asymmetrisch product ontstaan 50/50 mengsels van de beide spiegelbeelden. Splitsing hiervan is een specialisme in de chemie op zich. Het leidt vaak tot onzuivere producten en lage opbrengsten. Het meest schrijnende voorbeeld is de Softenon-affaire van vijftig jaar geleden. In de chemische route naar dit medicijn tegen miskramen werd geen rekening gehouden met de asymmetrie in het eindproduct. Het product kwam als 50/50 mengsel op de markt. Het ene spiegelbeeld geeft inderdaad de bedoelde werking. Het andere geeft echter ernstige misvormingen aan het ongeboren kind.

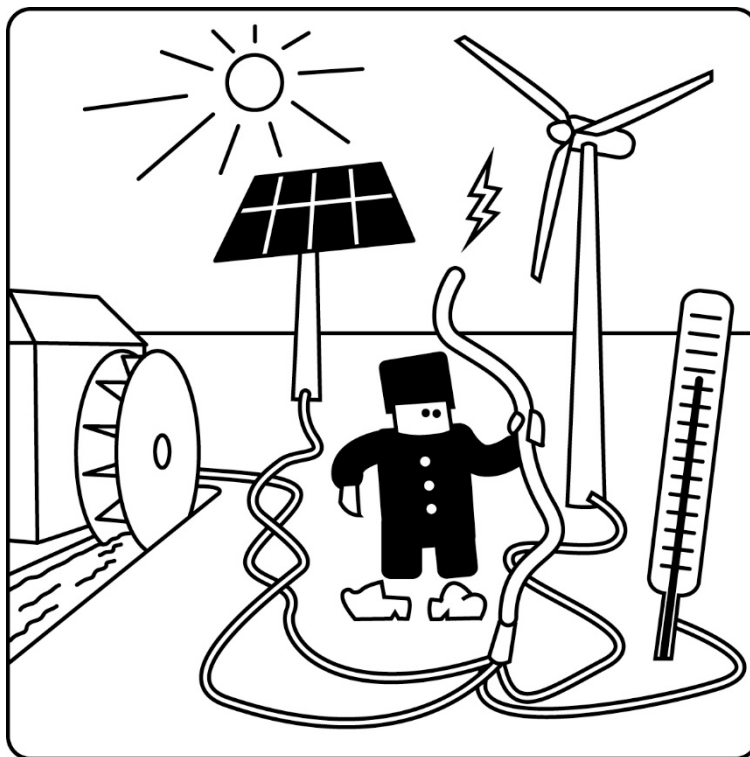
5.6. En verder

Waar hebben deze ontwikkelingen ons gebracht? DSM heeft met zijn fraaie succes in de antibiotica zijn positie als wereldmarktleider nu al meer dan tien jaar weten vast te houden. Wel zijn de fabrieken geleidelijk uit Nederland en Europa verdwenen. De grootste producties vinden nu plaats in India, China en Latijns Amerika, heel vaak in samenwerking met lokale ondernemers. De kennis komt uit ons land. Het zijn overigens niet in de eerste plaats de lagere lonen die deze verschuiving hebben veroorzaakt. Het aantal patiënten in landen als India en China dat deze geneesmiddelen krijgt en kan betalen is simpelweg 3 tot 5 maal zo groot als in Europa of Amerika. Penicillines en de daaraan verwante cefalosporines kunnen nu ook zó veel goedkoper worden geproduceerd, dat ze in principe voor iedereen bereikbaar zijn geworden.

Biokatalyse, het gebruik van enzymen in de chemie, heeft dit succes mogelijk gemaakt. Dat smaakte naar meer. Daarom is een landelijk samenwerkingsprogramma in het leven geroepen om deze kunde zo breed mogelijk toe te passen. En met succes. Vooral in het grote nationale onderzoeksprogramma Catchbio. En in het nog aanzienlijk grotere internationale programma BE-Basic, dat ook gericht is op de ontwikkeling van biobrandstoffen en daarom mede wordt betaald door de topsector Energie. Twintig bedrijven en vrijwel alle Nederlandse universiteiten hebben in de periode tussen 2000 en 2012

laten zien dat biokatalyse overal toepasbaar is in de chemie en bij de productie van materialen. Dus ook in de bulk. Net als bij fijnchemie loopt ook hier Nederland voorop. En de biokatalyse wordt steeds beter. Op dit moment zijn chemische katalyse en biokatalyse volkomen gelijkwaardig; bij elk proces moeten bedrijven tegenwoordig afwegen welke van de twee zij zullen toepassen. Wij hebben de eerste brug tussen chemie en biologie geslagen. In hoofdstuk 12 zullen we de spectaculaire consequenties van deze toenadering laten zien. Hiermee kunnen we nog vele stappen zetten op weg naar een groene industrie, een groene economie en uiteindelijk een groene maatschappij.

Hoofdstuk 6. Energie



6.1 Energie, 'alleen' nog maar een duurzaamheidprobleem

Veertig jaar geleden, dertig jaar geleden nog, was energie één van de kernproblemen van de maatschappij. Om vele redenen tegelijk stond energie in het centrum van de belangstelling. Energieverbruik leidde om te beginnen tot milieuproblemen, zoals zure regen. En er dreigden energietekorten. Op korte termijn door politieke spanningen en boycots; op langere termijn door de voortdurend groeiende vraag naar energie. Industrie en regeringen waren bang dat de motor van de welvaart, de energievoorziening, dreigde stil te vallen. Het was de tijd waarin sommigen maar één uitweg zagen: kerncentrales, alleen al in Nederland drie tegelijk. En dat was meteen voor veel mensen het zoveelste energieprobleem.

Maar het energieprobleem heeft zijn oplossingsrichting gevonden. We hebben ten eerste de enorme verspilling leren aanpakken die ons energiesysteem kenmerkte (energiebesparing). Een proces dat nog steeds doorgaat, de 'energieproductiviteit' van de economie groeit nog steeds met 1% per jaar. En verder zal duurzame energie (wind en vooral zon) over enkele tientallen jaren de ruggengraat gaan vormen van het energiesysteem, overal ter wereld. De prijsdalingen van zonnecellen staan daarvoor garant. Net als de enorme mogelijkheden voor verbetering en kostendaling die nog in de pijplijn zitten. De strijd gaat nu vooral om de manier waarop wij dit programma van energiebesparing en duurzame energie moeten uitvoeren: hoe snel, en in welke vorm. De belangen die ermee gemoeid zijn, zijn groot. De strijd zal hevig zijn. Maar de uitkomst staat bij voorbaat vast: de zon gaat winnen. En voordat het zover is, is er dank zij energiebesparing nog voldoende fossiele energie om de maatschappij draaiende te houden.

Er is daardoor een wezenlijk verschil in de maatschappelijke rol van het energieprobleem, toen en nu. Toen dreigden energietekorten zowel de economie te ondermijnen, als ons te storten in het waanzinnige avontuur van de kernenergie. Nu hoor je niemand meer over energietekorten. Ja, er zijn energietekorten op het platteland van India, maar niet in de centra van de wereldeconomie. Misschien wiegt de wereld zich in slaap, maar op het moment wordt de energiehonger van de Chinese industrieën moeiteloos gestild. Het land dat het meest bang was voor energietekort, de VS, is zelfvoorzienend geworden dank zij de ontwikkeling van schaliegas en schalieolie. Rusland maakt wel handig gebruik van zijn machtspositie als belangrijkste leverancier van aardgas voor Europa, maar dat leidt niet tot angst voor het echt dichtdraaien van de gaskraan. En ook al heeft de wereld 'peak oil' bereikt (de olieproductie neemt niet meer toe), er is nu voldoende gas op de wereld; en dat kan eventuele gaten vullen. Energietekort is momenteel geen probleem.

Intussen heeft de wereld wel een nieuw energieprobleem gekregen: het broeikaseffect. Klimaatverandering vormt een grote bedreiging, niet alleen voor de natuur maar ook voor de economie. Droogte en overstromingen door klimaatveranderingen zouden kunnen leiden tot nog nooit vertoonde hoeveelheden vluchtelingen. Vrijwel alle grote industriegebieden ter wereld liggen aan laaggelegen delta's. Misschien kunnen we wel Rotterdam en zijn haven beschermen tegen stijgend zeewater; maar hoe zit het met Jakarta, Shanghai en Dhaka, elk met pakweg tien keer zo veel inwoners als Rotterdam? Voor de stabiliteit van de wereldeconomie moet de CO₂-uitstoot dringend omlaag. Maar de internationale gemeenschap heeft tot nu toe op dit punt niets bereikt. Er is dus aan de ene kant een enorme urgentie: de trend van de CO₂-uitstoot moet eindelijk worden omgebogen. Maar aan de andere kant is er geen acute noodzaak om iets te doen: er zijn tot nu toe geen grote rampen geweest. Van rampen die wel plaats vonden, zoals met de orkaan Katrina die New Orleans onder water zette, is niet duidelijk of ze samenhangen met klimaatverandering. Al met al zijn de gevolgen van klimaatverandering tot nu toe lang niet zo ernstig als verwacht bij de huidige CO₂-concentraties. En dus gebeurt er bijna niets. De hoeveelheid CO₂ in de atmosfeer groeit stug door, er is zelfs geen afvlakking in de groei te bespeuren. En het Energieakkoord zoals in 2013 in Nederland afgesproken is een mooi resultaat van de poldereconomie en een succes voor de duurzame lobby; maar het is toch nog onvoldoende om de klimaatdreigingen te keren. Dertig jaar geleden waren er nog dringende economische redenen om het energieprobleem aan te pakken; nu niet meer. Nu is 'alleen' de stabiliteit van onze planeet in het geding. Vast met enorme effecten voor de economie, maar niet voelbaar voor bedrijven die denken aan kwartaalcijfers en regeringen die denken aan de volgende verkiezingen. De financiële en economische crisis van dit moment overschaduwde alle zorgen over klimaatverandering.

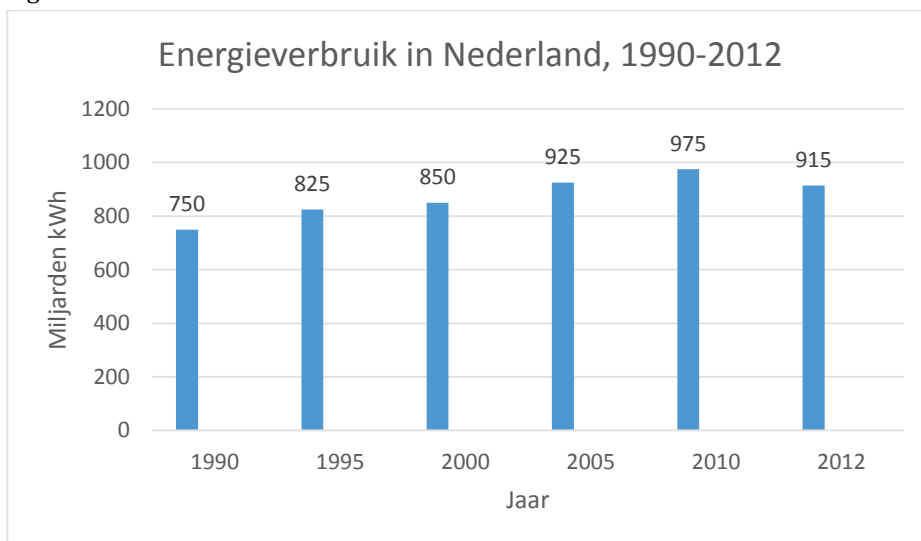
Voor Nederland komt daar nog iets bij. De belangen in de Nederlandse energiesector liggen niet aan de kant van duurzame energie. En de energiesector in Nederland is groot en invloedrijk. In de eerste plaats de oliemaatschappijen, met Shell voorop, die zeer grote investeringen in Nederland hebben gedaan. En op een goede tweede plaats de grote elektriciteitsbedrijven. Beide hebben niet veel belang bij een snelle overgang naar duurzame energie. Shell heeft al vaak gesteld dat alleen een 'ordelijke' (geleidelijke) transitie goed is voor de energievoorziening. De elektriciteitsbedrijven hebben nog meer last van de transitie naar duurzame energie. Want deze speelt zich vooral af op hun handelsterrein, de elektriciteit. De grote elektriciteitsbedrijven hebben het moeilijk, hun 'verdienmodel' wordt ondergraven door de vele particuliere opwekkers van duurzame zonne- en windstroom. Is het een wonder dat de plannen van de topsector energie teleurstellend zijn en niet getuigen van de wens om snel te vernieuwen? Andere

topsectoren worden getrokken door vele bedrijven, groot en klein, die groene en duurzame innovaties omarmen als hun verzekering voor de toekomst. Maar bij energie zeggen de meest invloedrijke spelers: kalm aan.

6.2. Nederland: onze huidige energievoorziening

We keren terug naar de vraag uit hoofdstuk 1: hoe snel kan Nederland 100% duurzame energie gaan gebruiken? Bij een 'normale' economische ontwikkeling waarbij we wel zo snel mogelijk proberen over te schakelen op duurzame energie? We gaan daarvoor eerst kijken naar de huidige energievoorziening van Nederland. Daarna naar de mogelijkheden van duurzame energiebronnen. En tenslotte naar de vraag, hoe snel die bij elkaar kunnen komen.

Op 19 april 1886 ging de eerste Nederlandse elektriciteitscentrale van start; de N.V. Electriche Verlichting Kinderdijk. Dat was slechts vier jaar nadat in Amerika de eerste centrale, van Thomas Edison, opstartte. Elektriciteit drukken we uit in kilowattuur (kWh), de meest bekende eenheid voor energie. Het energieverbruik in Nederland is momenteel ruim 900 miljard kilowattuur (kWh) per jaar, ofwel 150 kWh per persoon per dag. Heel wat meer dan in 1886, toen we nog geen 30 kWh per dag verbruikten, evenveel als in het barre oorlogsjaar 1945. Daarna is ons verbruik met sprongen gestegen: via 80 kWh in 1970 naar 145 in het jaar 2000 en een (voorlopige?) top van iets meer dan 200 kWh per persoon per dag in 2010.

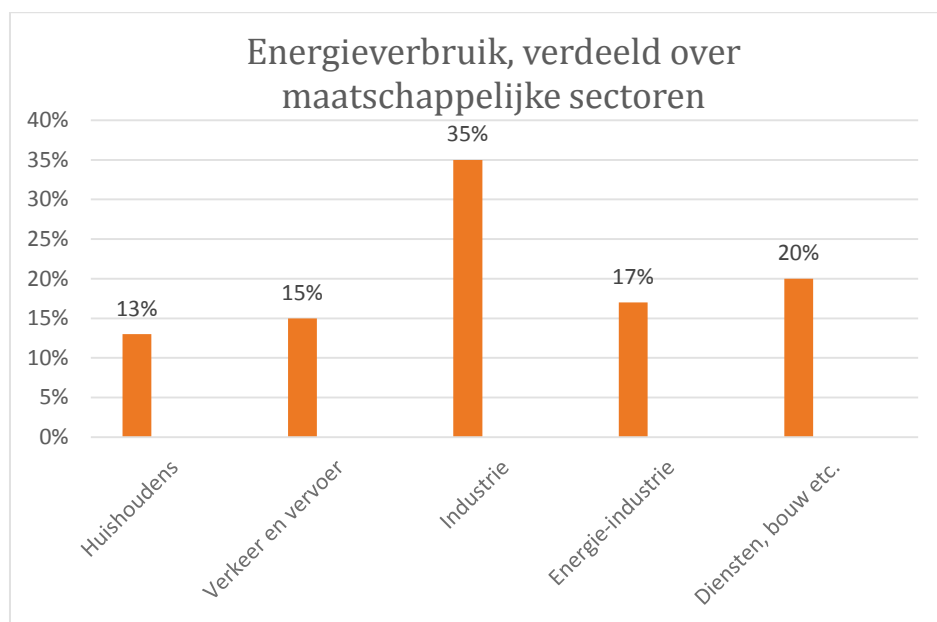


Die 150 kWh per dag is meer dan 54.000 kWh per persoon per jaar. Terwijl de stroommeter maar een paar duizend kWh per jaar aangeeft en ook de paar duizend m³ aardgas niet echt aantikt. Waaraan besteden we die energie dan wel? Een paar grote onderdelen van ons energieverbruik zien er als volgt uit.

Energieverbruik in het huishouden, per persoon per jaar

Huishoudelijk verbruik elektriciteit	2.000 kWh
1.000 m ³ gas voor onze verwarming	9.000 kWh
1 vliegvakantie (meer dan 3.000 km):	10.000 kWh
20.000 km autorijden	16.000 kWh

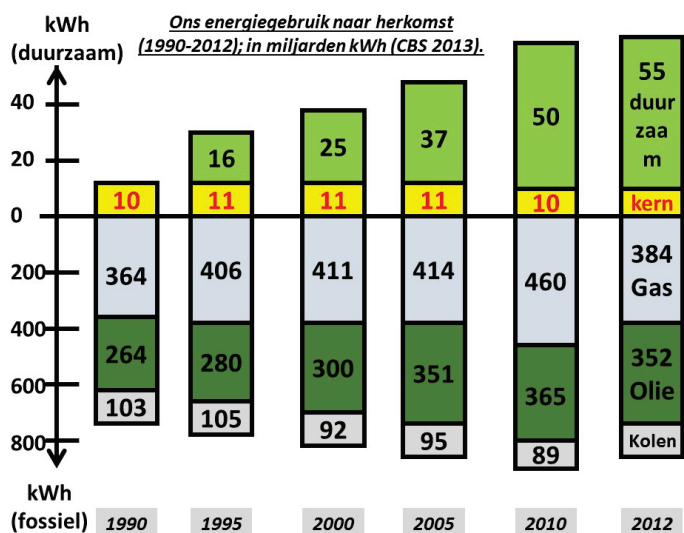
Echt iets besparen doen we dus pas door de fiets te pakken of iets minder vaak of iets minder ver op vakantie te gaan. De oplader van onze telefoon continu aan de stroom laten kost minder energie dan één seconde autorijden! Grofweg is het energieverbruik over de verschillende maatschappelijke sectoren verdeeld:



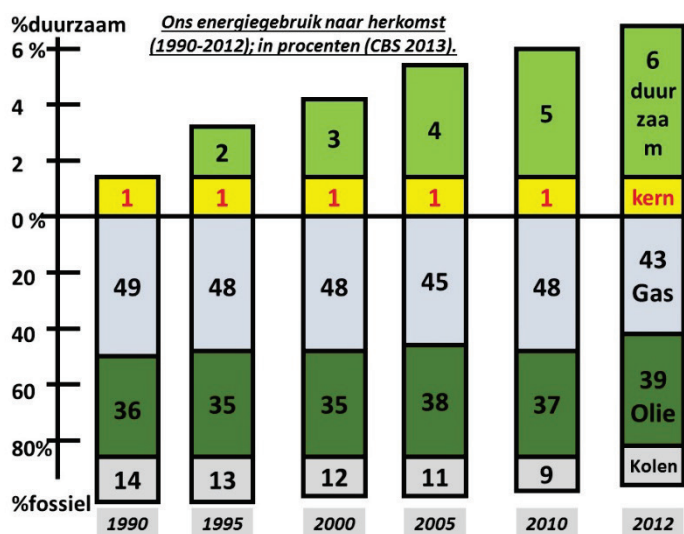
Het aantal statistieken over energie is verwarrend groot, en er zijn voortdurend misverstanden. Elektriciteit en energie haalt men vaak door elkaar, ook in de media. In de praktijk verbruikt Nederland de meeste energie in de vorm van warmte (vooral via aardgas): 40-45% van het totaal; elektriciteit 25-30%; verkeer

(benzine, diesel, lpg) volgt met 15%. De resterende 15% is vooral olie en aardgas als grondstof voor de chemische en aardolie-industrie. Wat wij *direct* in het huishouden verbruiken is maar 13% van het totaal waarvan een kwart elektriciteit en driekwart aardgas. Met autorijden verbruiken we gemiddeld nog eens 10%, samen 23%. Ons indirecte energieverbruik (via de producten en diensten die we kopen) is dus driemaal zo groot als ons directe verbruik!

Onze energiebronnen zijn nog voor verreweg het grootste deel fossiel: kolen, olie en gas. Nederland verbruikt nog elk jaar veel steenkool, deze hoeveelheid is de afgelopen 20 jaar zelfs verrassend stabiel gebleven. Het verbruik van olie groeit juist duidelijk, zowel in volume als in aandeel; vanaf 2005 blijft het ongeveer stabiel. Het jaarlijkse verbruik van aardgas is tamelijk constant, het schommelt tussen 40 en 50 miljard kubieke meters. Het bedraagt nu ca. 45% van het totale energieverbruik.



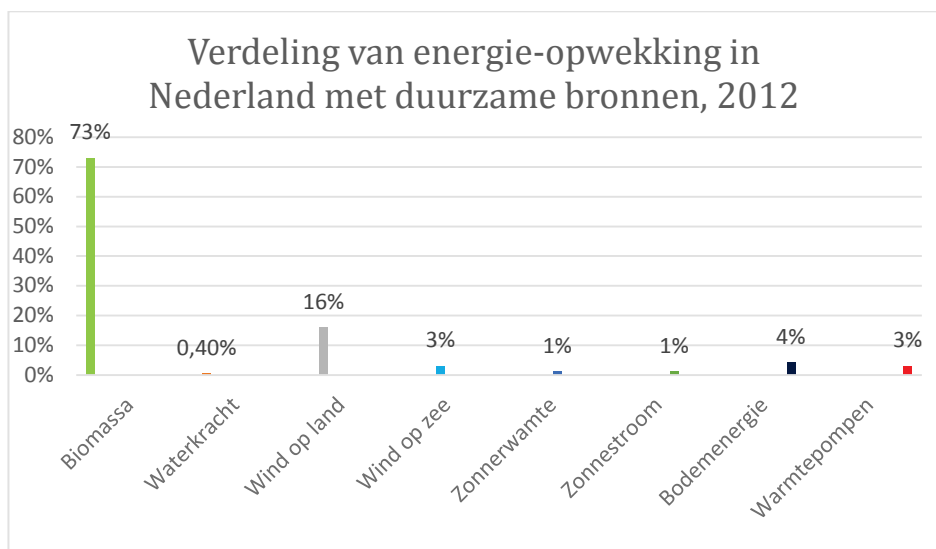
Op het eerste gezicht lijkt het of er weinig is veranderd. Toch groeit het aandeel duurzame energie voortdurend: van iets meer dan 1% begin jaren '90 tot ruim 5% nu. (Kernenergie, ruim 1%, is hierin niet meegenomen.) Maar het is duidelijk dat duurzame energie de groei van ons energieverbruik niet heeft kunnen opvangen. Van de groei in ons energieverbruik vanaf 1990 tot 2012 is bijna 2/3 geleverd door de traditionele brandstoffen, het leeuwendeel door aardolie. Ruim 1/3 is afkomstig van duurzame bronnen. Het mag weinig lijken, maar we zijn er toch maar in geslaagd om 4,5 miljoen ton olie te vervangen door iets duurzaam.

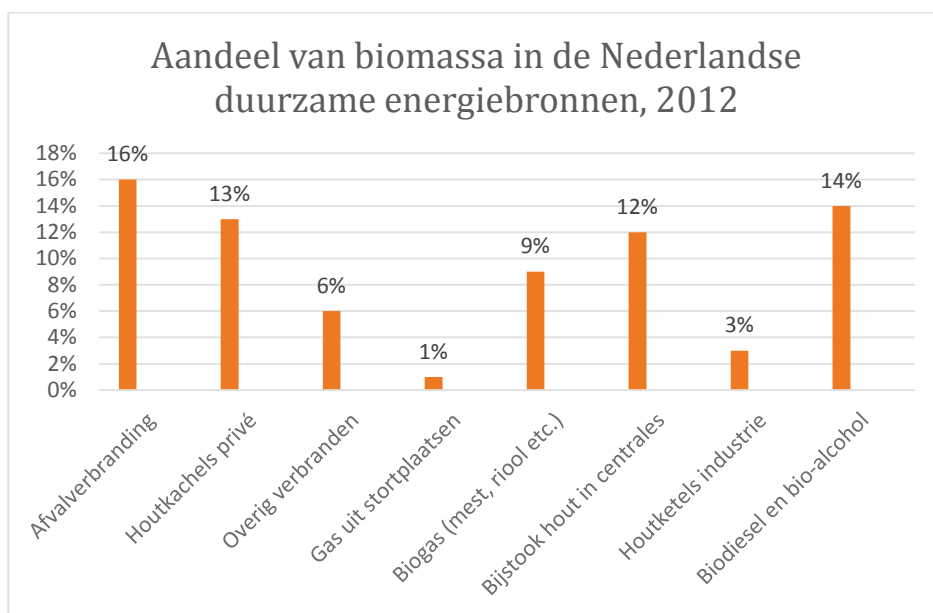


Hieruit kunnen we twee belangrijke conclusies trekken. Ten eerste: de trend naar duurzame energie is daadwerkelijk ingezet. Ten tweede: de enorme volumes in onze energiestromen gaan voortdurend ons voorstellingsvermogen te boven.

6.3 Duurzame energiebronnen

In 2012 hadden duurzame energiebronnen een aandeel van 5% in de nationale energievoorziening. De verdeling daarvan blijkt uit de volgende grafiek.





De kwaliteit van duurzame energie is niet op alle onderdelen geweldig. Bijna driekwart wekken we op door verbranding van biomassa, vooral door vuilverbranding en het opstoken van hout. Vuilverbranding is efficiënt, we combineren twee nuttige zaken: vuilverwijdering en energieopwekking. We worden ook steeds beter in scheiding en hergebruik van waardevolle componenten vooraf. Ook geen probleem is groen gas uit vuilstorten, zuiveringsinstallaties, vergisters en dergelijke; dit vormt nu tien procent van de energie uit biomassa, en het aandeel ervan groeit. Vaak kan dit gas (na bewerking) direct in het bestaande aardgasnet worden gevoerd.

Maar bijstoken van hout in kolencentrales is minder duurzaam dan het klinkt. Het gaat hoofdzakelijk om ongebruikt, geïmporteerd hout. Dat is alleen maar mogelijk met veel subsidie. En bovendien zijn wij van mening dat biomassa éérst gebruikt moet worden in toepassingen met hogere toegevoegde waarde, zoals het maken van bioplastics; vooral om niet in conflict te komen met de voedselvoorziening. Gebruik van binnenlands snoeiafval is een heel ander verhaal; maar de hoeveelheid hiervan is beperkt. Tenslotte wordt veel biomassa verwerkt tot transportbrandstoffen zoals biodiesel uit koolzaad, of alcohol uit suiker of graan. Hieraan zitten veel haken en ogen. Want juist deze laatste sector heeft de voedsel vs. brandstof (food vs. fuel) discussie aangejaagd: het gaat hier in potentie om zeer grote hoeveelheden biomassa die inderdaad de voedselvoorziening in gevaar zouden kunnen brengen.

Biomassa levert momenteel de meeste duurzame energie. Windenergie is met een aandeel van bijna 20% een goede tweede; nu nog hoofdzakelijk van

molens op het land. Andere bronnen zoals warmtepompen, bodemenergie en de veelbelovende zonnepanelen komen de enkele procenten nog nauwelijks te boven. Toepassing van deze duurzame energie is voor bijna de helft (46%) voor elektriciteit, gevolgd door verwarming (40%) en vervoer (14%). Aan de kwaliteit van het huidige aanbod van duurzame energie is dus nog veel te verbeteren. We staan nog maar aan het begin van de overschakeling naar duurzame energie.

Het Energieakkoord uit 2013 streeft naar 16% in 2023. Is dit reëel? Of kan de overschakeling veel sneller? Er zijn veel belemmeringen voor duurzame energie: op technisch, materieel, financieel, juridisch en maatschappelijk terrein. Maar we nemen in dit hoofdstuk aan dat we alle materiële, financiële en juridische belemmeringen kunnen voorkomen of op tijd kunnen oplossen. We nemen ook aan dat de maatschappij duurzame energie met open armen zal ontvangen. Dan liggen de enige belemmeringen nog op technisch en economisch vlak. We kunnen dan een schatting maken van de maximaal mogelijke bijdrage in 2040 van duurzame energie. Dat wil zeggen: van de huidige generatie duurzame energiebronnen. Over bronnen die nog maar net in ontwikkeling zijn kunnen we nog weinig zeggen. Maar dat is niet erg: hun bijdrage in 2040 zal niet hoger zijn dan een paar procent.

Hoogleraar natuurkunde David MacKay van de Universiteit van Cambridge heeft een zeer nuttig staatje gemaakt van de mogelijkheden van duurzame bronnen. Hij drukt zijn resultaten uit als energieopbrengst in Watt per vierkante meter (W/m^2). Voor zonnepanelen met $5 W/m^2$ betekent dit bijvoorbeeld dat zij per m^2 in 1 uur 5 Wh leveren, dus in 1.000 uur 5 kWh (kilo = 1.000). Ook voor windmolens geldt zo'n maximum. We kunnen per vierkante kilometer wel steeds meer windmolens plaatsen, maar op een gegeven ogenblik zitten zij elkaar in de weg en komt er geen hogere opbrengst meer. De alles bepalende vraag voor de energievoorziening is dan, hoeveel vierkante meters we willen vrijmaken voor deze vorm van energie. Het lijstje van MacKay ziet er als volgt uit.

Opbrengst van duurzame energiebronnen, in W/m^2

Bron	Opbrengst	Bron	Opbrengst
Wind op land	2	Waterkracht	11
Wind op zee	3	Aardwarmte	0,02
Zonnepanelen	5-20	Zonnecentrales	0,1
Planten (biomassa)	1-2	Oceaan, thermisch	5
Eb en vloed	3	Zon en woestijn	15
Getijdestromen	6		

Bron: David JC MacKay, www.withouthotair.com

Sommige van deze energievormen zijn voor Nederland niet erg belangrijk, zoals eb en vloed, getijdestromen en waterkracht. We zullen ons beperken tot wind (op land en op zee), zonnepanelen en biomassa.

Windenergie. De kostprijs van elektriciteit uit wind is momenteel nog ruim het dubbele van elektriciteit uit fossiele bronnen; eind 2013 respectievelijk 17 ct/kWh voor wind op zee en 7 ct/kWh uit olie, kolen of gas. Voor een tamelijk jonge technologie is dit prijsverschil niet onoverkomelijk groot. Misschien zullen er nog 5 tot 10 jaar subsidies nodig zijn om het prijsverschil te overbruggen en de ontwikkeling van windenergie te versnellen. Daarnaast mogen we de prijs voor energie uit fossiele bronnen verhogen met de milieukosten die ze veroorzaken. Ook al weten we nog niet precies hoe hoog deze kosten zullen zijn.

De basistechnologie voor windenergie is behoorlijk stevig en daarmee kunnen we ook goed schatten hoe groot de mogelijkheden zijn voor verdere kostprijdsdaling. Deze zal vooral moeten komen uit schaalvergroting, betere en/of goedkopere materialen en slimme combinaties met bijvoorbeeld energieopslag. De producenten moeten hiermee een prijsdaling naar 10 eurocent kunnen halen. Het Energieakkoord gaat daar ook van uit. De overheid heeft deze kostprijs zelfs als opdracht meegegeven aan de ontvangers van subsidie voor de grote windparken. Al zijn er nog wel onopgeloste vragen. Zoals de vraag of de economie wel de grote hoeveelheid materialen kan leveren die nodig zijn voor windparken. Het aantal draaiuren van windmolens op zee (met alle corrosie). De onderhoudskosten. Maar we gaan ervan uit dat technologische ontwikkelingen deze vragen zullen oplossen.

Met de cijfers van David MacKay kunnen we nu eenvoudig een schatting maken van het maximum aan windenergie. Zijn getallen van 2 W/m² voor wind op land en 3 W/m² voor wind op zee gelden voor gemiddelde weersomstandigheden in Noordwest Europa. De laatste kennis en kunde is erin verwerkt. Het landoppervlak van Nederland is 40.000 km². Met 2 W/m² kunnen we dan 700 miljard kWh in een jaar opwekken, ruim 2/3 van ons totale verbruik (voor degenen die het willen narekenen: 2 W/m² maal 40.10⁹ m² maal 365 dagen keer 24 uur = 700.10⁹ kWh). Op een oppervlak op zee net zo groot als Nederland kunnen we zelfs iets meer dan ons huidige totaalverbruik opwekken: 1.050 miljard kWh in een jaar.

De vraag hoe groot het aandeel windenergie kan worden, is in wezen de vraag hoeveel van onze ruimte we over hebben voor windmolens. In het Energieakkoord moest men constateren dat windenergie op land op dit moment verreweg de goedkoopste vorm van duurzame energie is – nu al concurrerend met elektriciteit uit olie en steenkool. Maar wind op land is nu net de energiebron die de meeste weerstand oproept. Met 5% van de ruimte op het land lijken we (gezien

de huidige discussie) aan een maatschappelijk haalbaar maximum te zitten. Dat levert dan 35 miljard kWh op, dat is 16% van de elektriciteitsvraag of 3 à 4% van het totale energieverbruik. Op zee is inderdaad veel meer vrije ruimte. Maar hier vormen de zeer grote subsidies een groot probleem. En de zeer trage vergunningverlening. Twintig velden van elk tien bij tien kilometer is al een heleboel. Dan hebben we 2.000 km² ofwel 50 tot 60 miljard kWh in een jaar; dat is 25% van de elektriciteitsvraag of 6% van ons totale verbruik. Allemaal opgeteld zou wind 10% van onze energiebehoefte kunnen dekken. Maar het duurt misschien wel 20 jaar voor we in de buurt van die 10% komen. Op dit moment staat de teller op ongeveer 1%.

Zonne-energie. We kennen allemaal de succesverhalen van zonnepanelen in Duitsland. Bij ons haalt zonne-energie nog lang geen 1% van het totaal, maar de Duitsers zitten al boven de 4%; op zeer zonnige zomerdagen halen ze zelfs 40%! Er is technisch gesproken geen enkele reden om zoiets in Nederland niet ook te bereiken. Wel zijn de subsidiemaatregelen behoorlijk knullig; boeren bijvoorbeeld hebben grote daken, maar worden totaal niet gestimuleerd om op zonnecellen over te gaan. Maar ook zonder subsidie komen we steeds verder. De terugverdientijd van panelen voor eigen gebruik op het eigen dak is vaak al 10 jaar of minder. Mensen die een groot deel van hun elektriciteit zelf opwekken, genieten al van een mooi rendement van 4% op hun investering van € 5.000 tot 10.000 (gerekend over 10 jaar). En bovendien is het *fun* om je eigen stroom op te wekken en daarmee bijvoorbeeld te rijden in je elektrische of plug-in hybride auto. Ook de (noodzakelijke) energieopslag wordt steeds beter. Er zijn geruchten dat de fabrikant van de hippe elektrische Tesla auto's een accu zo groot als een koelkast in ontwikkeling heeft waarmee we zelfs een voorraad voor het verbruik van een paar weken kunnen opslaan.

Is al dat optimisme terecht? Ja! Technisch gesproken is opwekking van stroom met zonne-energie in Nederland geen enkel probleem. Ook in ons tamelijk bewolkte land valt voldoende zonlicht. Het maatschappelijk draagvlak voor zonne-energie is groot. De problemen komen wanneer er steeds meer zonne-energie wordt opgewekt en het elektriciteitsnet al die stroom moet gaan inpassen; Duitsland is nu in die fase. In Nederland kunnen we voorlopig nog wel doorgroeien. Voor ons land met zijn beperkte oppervlak is het interessant dat onderzoekers hard werken aan zonnecellen met een beter rendement. De huidige cellen hebben een energierendement van 16%, maar in laboratoria staan al panelen met rendementen van 30 of 40%.

Wat zegt MacKay over de potentie van zonne-energie? Hij laat zien dat bij zon de groeimogelijkheden nog enorm zijn. Hij schat een opbrengst van 5 tot 20 W/m². Het hoogste getal natuurlijk op zeer zonnige plaatsen en met cellen met

hoog rendement. Bij 1% van de ruimte kunnen we 18-72 miljard kWh energie opwekken, en bij 5% kan dat al tussen 90 en 360 miljard kWh zijn (op het huidige totaal van 900 miljard). Dan moeten we wel alle daken van huizen en gebouwen, taluds van snelwegen enz. bedekken met zonnepanelen: 8% van ons landoppervlak bestaat uit huizen, gebouwen en infrastructuur. Duidelijk is dat we nog heel veel meer zonnestroom kunnen opwekken dan de 0,4 miljard kWh van dit moment. Duidelijk is ook dat 10% van ons totale energieverbruik uit zonne-energie echt geen utopie is en dat misschien nog wel meer mogelijk is. Maar we moeten wel bedenken dat de cellen met hoog rendement nog op de markt moeten komen en dat het wel een tijd zal duren voordat alle daken zijn bedekt met zonnecellen. De realiteit is weerbarstig, vooral doordat het bij energie om zulke onvoorstelbaar grote getallen gaat. Duitsland is hier ons grote voorbeeld, daar kan het wel. Op den duur zal de zonnemarkt steeds meer het karakter krijgen van de computermarkt tussen 1980 en nu. We gaan mooiere en betere panelen kopen, ver voor de oude versleten zijn. Dit zal alleen maar een grote stimulans zijn voor de zonne-industrie.

Zonne-energie in Nederland, 2012

Opgesteld vermogen voor zonne-energie in 2012	340.000 kW
Als ze 24 uur per dag het hele jaar door zouden leveren op piekniveau geeft dat	3 miljard kWh
In werkelijkheid is geleverd	0,4 miljard kWh
Benodigd voor 10% van ons totale energieverbruik	90 miljard kWh
Bij hetzelfde rendement als tot nu moeten we dus nog bijplaatsen aan zonnepanelen	225 maal het huidige aantal

Bron: Hernieuwbare energie in Nederland 2012

Wat moeten we in Nederland doen om op de gewenste 10% van de energievoorziening uit zonne-energie te komen (ofwel op 25% van de elektriciteitsvraag)? De laatste jaren is het opgestelde vermogen elk jaar verdubbeld: van 80 MegaWatt (80.000 kW) in 2010 naar 145 in 2011 en 340 in 2012 en 651 in 2013. Als we doorgaan met verdubbeling per jaar zitten we in 2020 op de beoogde 10%. Maar dan zouden we in 2019 maar liefst meer dan 40.000 MegaWatt bijplaatsen. Gelijk aan wat er nu al in Duitsland staat. Niet heel waarschijnlijk. Als er cellen met een dubbel zo hoog rendement op de markt gaan komen wordt het gemakkelijker. Toch moeten we niet denken dat de hele Nederlandse elektriciteitsproductie in 10 of 15 jaar kan overschakelen op zon. Al heeft zon wel duidelijk de meeste potentie.

Warmtepompen. Bij de bronnen van duurzame energie hebben we ook warmtepompen genoemd. Wat zijn warmtepompen en waarom rekent men ze tot de duurzame energie? Warmtepompen maken gebruik van de energie van de omgeving. Meestal uit lucht of water. Warmtepompen kunnen we zien als een omgekeerde koelkast of airco. Zij koelen niet, maar verwarmen: ze 'pompen' warmte van laag naar hoog, dus bijvoorbeeld uit de koude buitenlucht naar een warm huis. De warmtepomp haalt dus warmte weg uit de buitenlucht – die uiteindelijk zijn temperatuur ook van de zon heeft gekregen. Daarom worden warmtepompen ook wel bij de duurzame energievoorziening gerekend. Hun pomp werkt meestal op elektriciteit. In Zuid-Europa, waar huizen niet heel sterk verwarmd hoeven te worden, zie je ze steeds vaker. Het rendement van warmtepompen is sterk afhankelijk van de omstandigheden; maar gemiddeld kunnen we zeggen dat een warmtepomp de elektriciteit 3 à 4x zo efficiënt omzet in warmte als een elektrische verwarming. Dat betekent met andere woorden dat 1 kWh elektriciteit nodig is om 3 à 4 kWh warmte in het huis te krijgen. Waarvan dus 2 à 3 kWh 'zonne-energie' is. Ook in Nederland zijn warmtepompen aan een opmars begonnen.

Energieopslag. Energieopslag is een noodzakelijke aanvulling op duurzame energiebronnen. Vaak vergeten, omdat 'opslag' niet voorkomt in de lijstjes van energiebronnen. Maar toch beslist nodig, misschien wel de sleutel tot de duurzame energievoorziening. Want zonne- en windenergie zijn afhankelijk van de weersomstandigheden. En om het wegvallen van die bronnen op te vangen bij somber en/of windstil weer, hebben we energieopslag nodig. Vooral opslag van elektriciteit. In het elektriciteitsnet zullen we op alle niveaus, zowel in huis en in de wijk, als op landelijke schaal, elektriciteit moeten gaan opslaan. Op kleine schaal met batterijen, op grote schaal met stuwmeren, misschien wel ondergronds. Natuurlijk moet de opslag worden geregeld door intelligente netten, die bepalen wanneer apparaten (koelmachines, ovens etc.) en opslagsystemen worden aan- en uitgeschakeld. Beslist noodzakelijk, die opslag, anders komen zonne- en windenergie nooit uit boven de helft van de elektriciteitsvoorziening (dus tien procent van de totale energievoorziening).

Gelukkig is er nu een enorme hoeveelheid energieopslag in ontwikkeling, in batterijen van elektrische auto's. Met deze opslag is 100% elektriciteit uit zon en wind waarschijnlijk heel goed mogelijk. Maar dan moeten wel de meeste auto's elektrisch zijn. En al die auto's zouden aan het net moeten hangen als ze stilstaan. En dan zouden ze zowel opgeladen als ontladen moeten kunnen worden. We zouden dan overschotten en tekorten kunnen opvangen door de batterijen in de auto's, maar alleen als daar een goed systeem omheen zou worden gebouwd. Wij

moeten een totaal nieuw 'energiemanagement' ontwikkelen. Bovendien moet de groei van het aantal elektrische auto's gelijke tred houden met het aanbod van zonne- en windenergie. Elektrisch rijden op kolenstroom is gewoonweg energieverspilling, we moeten het zó gaan regelen dat grofweg alle elektrische auto's gevoed gaan worden door duurzame elektriciteit. De koppeling van deze twee processen (elektrisch rijden en duurzame opwekking van elektriciteit) zal niet eenvoudig zijn, en zal zorgen voor de nodige vertraging. Per slot van rekening moeten we hiervoor wel het hele energiesysteem ombouwen. Alleen al hierom gaat de energietransitie wel tientallen jaren duren. Maar het resultaat mag er dan ook zijn: een werkelijk duurzaam energiesysteem. Met energieopslag als de sleutel tot het geheel.

Biomassa. Biomassa is levende natuur, of kort geleden nog levend, of in een kleine kringloop te verbinden met het leven. Hout is duidelijk biomassa zolang het nog een boom is. Hoe lang blijft het biomassa wanneer het in een meubelstuk is verwerkt? Dat wordt al lastig. Zo lang het nog functioneel is, is het jammer om te verbranden. Daar gaat het om bij gebruik van biomassa voor energie. Bij biomassa voor energie gelden vaak argumenten die op of bij het ethische vlak liggen. Het is zonde om leven te vernietigen door brute verbranding of vergassing. Energie mag niet concurreren met voedsel. Biomassa kunnen we beter (en meestal met hogere opbrengst) gebruiken voor andere zaken dan energie. We kunnen het beste daarom eerst al die andere dingen doen en het restant aan het eind van de rit eventueel gebruiken om warmte of stroom te maken. Hiermee zetten we dus een rem op het rechtstreekse gebruik van biomassa voor energieopwekking. Hier formuleren we als stelregel dat we niet méér biomassa voor energie moeten gebruiken dan voor alle andere toepassingen samen. Biomassa-voor-energie komt dus pas aan het eind van de economische cyclus. Andere toepassingen gaan voor. En die cyclus kan lang duren. Hout kan tientallen jaren meegaan. We slagen er steeds beter in mest of rioolslib te benutten als meststof, of als grondstof voor het maken van vezels of bioplastics – in plaats van deze direct maar te vergisten tot biogas. Met onze stelregel als uitgangspunt kunnen we maximaal 5 tot 10% van onze totale energiebehoefte dekken met biomassa.

Wat zou MacKay daarvan zeggen? Uit biomassa kunnen we 1 tot 2 Watt per vierkante meter aan energie opwekken. De meest efficiënte gewassen voor energie in Nederland zijn de suikerbiet en de snelgroeiende populier. Beide kunnen zo'n 30 ton droge stof per jaar per hectare leveren. Omgerekend is dit 1,5 W/m² ofwel per jaar 130.000 kilowattuur per hectare. Maar het is zonde om biomassa zo snel mogelijk om te zetten in energie. Als we de beide Flevopolders vol zetten met suikerbieten voor energieopwekking, kunnen net heel Amsterdam van elektriciteit voorzien. En als wij op 10% van onze landbouwgrond

energiegewassen gaan telen, dan kunnen wij daarmee 10% van onze elektriciteitsvraag dekken, 2 à 3% van de totale energiebehoefte. Of een zesde van ons wagenpark erop laten rijden. Kortom, biomassa draagt wel aan bij aan de duurzaamheid van ons energieverbruik, maar zijn bijdrage is beperkt en zal misschien nooit boven de 5 tot 10% uit komen.

Energiebesparing. Als energiebesparing al voorkomt in lijstjes van interessante technische mogelijkheden in de energievoorziening, dan altijd als laatste. Ook hier. En dat is volkomen ten onrechte. Energiebesparing is al veertig jaar, sinds de eerste oliecrisis, de goedkoopste manier om fossiele brandstoffen te vervangen. Of, met een moderne bril op, om de uitstoot van CO₂ te beperken. Waarom horen we er dan toch zo weinig over?

Er is een probleem met energiebesparing. Alleen het woord al. Als een bedrijf nieuwe machines aanschafft en daardoor minder grondstoffen hoeft in te kopen voor dezelfde productie, dan spreekt het nooit over 'geldbesparing'. Het juiste woord is 'productiviteitsverhoging'. Dat is hetzelfde en toch iets totaal anders. 'Besparing' gaat achteruit en 'verhoging' gaat vooruit. Maar als wij een spaarlamp of nog beter een LED-lamp indraaien doen we niets anders. En er is nog iets. Verhoging van onze energieproductiviteit is niet sexy. We kopen geen zonnepaneel op ons dak maar isolatie van de spouwmuur of dubbel glas. Je ziet er niets van maar hebt er wel voor betaald. En terwijl mensen die zonnepanelen op hun dak leggen er geen probleem mee hebben dat het tenminste tien jaar duurt voordat ze hun investering hebben terugverdiend, is vijf jaar al wel erg lang voor een uitgave waar je nooit meer iets van merkt – behalve één keer per jaar op de energienota.

In het bedrijfsleven spelen weer andere zaken. Ook daar is verhoging van de energieproductiviteit niet sexy. Bovendien krijgt deze weinig kans omdat bedrijven dit niet tot hun kerntaken rekenen. En daarom moeten ze hun geld extra snel terug verdienen (bijvoorbeeld in twee jaar), waardoor veel goede projecten sneuvelen. Zo zitten we met de situatie dat de samenleving wel miljarden investeert in windmolens op zee, waarvan de terugverdientijd meer dan tien jaar is (sommigen zeggen nog veel langer), terwijl veel nuttige projecten op de plank blijven liggen.

En dan is er nog het zogenoemde reboundeffect, in goed Nederlands terugslageffect. Als wij toch een spaarlamp hebben ingedraaid, denken we: we zijn nu zó zuinig geworden, die lamp mag nog wel een uurtje langer branden. De voorbeelden liggen voor het oprapen. Volgens deskundigen lekt op die manier wel een derde weg van de vooraf berekende resultaten. Ook de groene groei, 'meer resultaten met minder middelen', kan daar nog problemen mee krijgen. En toch kunnen ook wij wat doen aan verhoging van onze energieproductiviteit. Zuinige

auto, openbaar vervoer, zuinige koelkast, dubbel of driedubbel glas, isolatie van het dak en de spouwmuur. Het helpt, zowel in de portemonnee als voor de CO₂-uitstoot.

6.4. Verduurzaming, hoe snel?

Voorlopig is 100% duurzame energie een utopie. Met heel hard werken moeten we in de komende 25 jaar tot 25% van ons energieverbruik kunnen komen. Misschien halen we een derde, als we import van duurzame elektriciteit mee gaan tellen. Ook daarvoor zal nog het nodige moeten gebeuren, zoals de aanleg van nieuwe stroomnetten. Maar dé grote kans van het moment komt voort uit de kleinschaligheid van bijna alle huidige vormen van duurzame energie. Daardoor kunnen mensen individueel of in een kleine groep het verschil maken. Natuurlijk in de eerste plaats met zonne-energie. Maar we kunnen ook gezamenlijk investeren in windmolens. Of warmtepompen aanleggen in een stadswijk, biogas winnen of programma's opzetten voor gezamenlijke energiebesparing. Duurzame bronnen leveren vooral elektriciteit, de energiedrager van de toekomst. Huizen en gebouwen zijn dus de eerste sectoren die volledig duurzaam worden. En steeds meer bewoners en gebruikers worden er blij van. Alle ruimte dus voor particulier initiatief. Bij architecten en stedenbouwers is net zoiets aan de gang, we horen steeds meer over energieneutrale gebouwen of zelfs hele stadswijken.

Het totale huishoudelijke elektriciteitsgebruik is ca. 26 miljard kWh (zie boven), 3% van ons totale energieverbruik. Zonnepanelen leveren momenteel 0,4 miljard kWh, windmolens bijna 8 miljard kWh. Als particuliere consument (en producent) van elektriciteit kunnen we dus zo langzamerhand 100% duurzame stroom eisen van onze grote stroomleveranciers (zelfs zonder houtsnippers in kolencentrales en vuilverbranding). Met het huidige groeitempo zouden we binnen 5 jaar uit eigen zonnepanelen ca. 8 miljard kWh kunnen produceren. Tellen we daar de lopende investeringen bij voor wind, voornamelijk op zee, dan komt er nog eens bijna 20 miljard kWh bij. Ruim voldoende voor 100% duurzame stroom uit zon en wind voor particulier gebruik. Onze eigen zonnepanelen kunnen we als drukmiddel gebruiken tegenover de grote leveranciers, zodat zij ons volledig duurzame stroom gaan leveren. En daarbij houdt het niet op. Wij kunnen als particulieren de druk naar duurzaamheid verder opvoeren. Na 100% duurzame elektriciteit voor huishoudelijk gebruik kunnen we steeds meer elektrisch of hybride gaan autorijden op eigen stroom, of op duurzame stroom van de leveranciers. Naast de grote stroombedrijven gaan dan ook de diesel- en benzineleveranciers de druk voelen om duurzamer te worden.

De strategische gedachte achter deze ontwikkeling is dat duurzame energie groeit in het particulier gebruik (ook met brede steun vanuit de bevolking). Fossiele energie wordt dan steeds meer op centraal niveau verbruikt: door de industrie en grote energiecentrales. Dit grijpt goed in elkaar, want maatregelen ter bescherming van klimaat en milieu komen dan te liggen op de sterkste schouders met de meeste kennis en ervaring in huis. Wetten en regels kunnen hier eenvoudig op inspelen: verplicht en beloon duurzaam huishoudelijk energieverbruik, en stuur het gebruik van fossiele grondstoffen door de industrie naar klimaatneutraal.

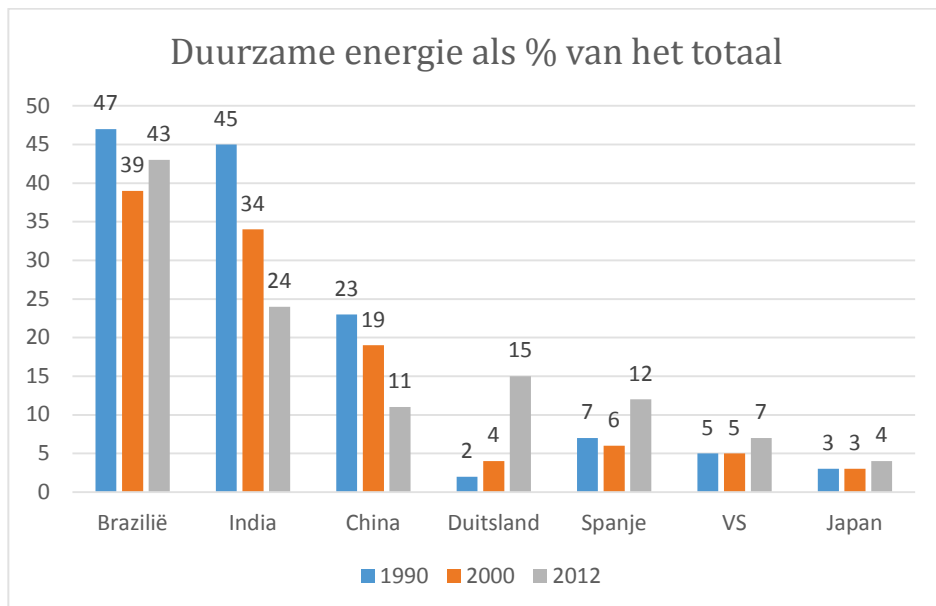
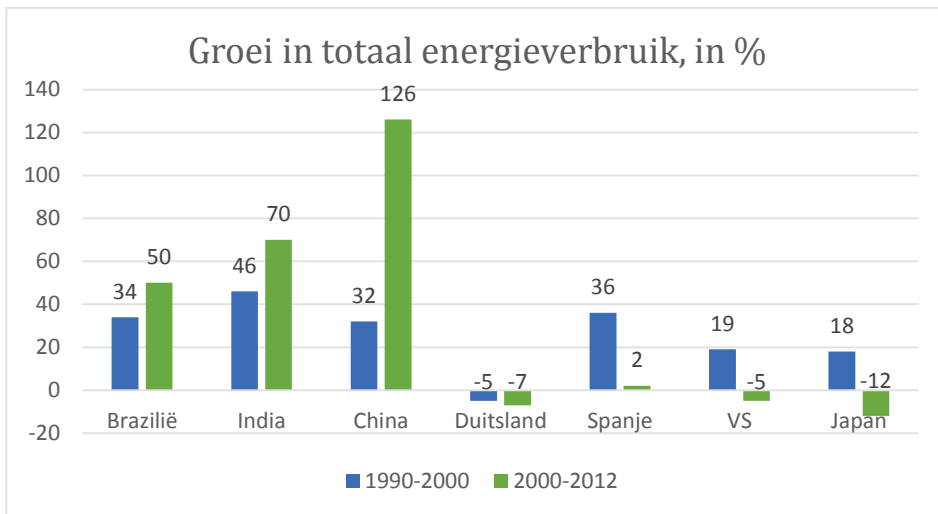
Maar de kracht van deze koers (het enthousiasme van de particuliere opwekker) kan ook een zwakte zijn. Het omschakelen van alle huishoudelijke elektriciteit op duurzame bronnen is al een geweldige klus. Denk aan elektriciteitsnetten, die opnieuw ingericht en verzaamd moeten worden om stroom uit alle hoeken en gaten te kunnen verwerken, en die bovendien elektrische auto's moeten gaan voeden. En al dat werk voor niet meer dan 3% van onze totale energievoorziening. Zal de druk van de enthousiastelingen voldoende zijn om dit voor elkaar te krijgen? Het is duidelijk: we kunnen niet snel genoeg beginnen met het verduurzamen van onze energievoorziening, want grote inspanningen hebben nog maar bescheiden effecten. En voor een volledig duurzaam energiesysteem moeten we nog wel even geduld hebben.

Dat betekent ook dat duurzaam en fossiel nog tientallen jaren naast elkaar zullen blijven bestaan. Een constatering die vooral van belang is in internationaal verband.

6.5. Duurzame energie, de internationale dimensie

Nederland loopt met 5% niet voorop in duurzame energie. Onze uitgangspositie is al niet goed, vergeleken met veel landen; en bovendien hebben andere landen vaak veel meer redenen om snel over te schakelen op duurzame energie dan Nederland (bijvoorbeeld geen eigen gasvelden). Wereldwijd was in 2010 zo'n 20% van het energietotaal duurzaam. Daarvan is ca. 14% traditioneel gebruik van biomassa: stoken op sprokkelhout, stro of gedroogde mest. Vaak is dit verbruik erg inefficiënt en vervuילend, wat men probeert te verhelpen met betere oventjes, en waar mogelijk door gebruik van zonne-energie. De 20% duurzaam in het wereldenergieverbruik bestaat verder uit 5% waterkracht (stuwdammen) en minder dan 1% moderne duurzame bronnen. Sommige landen hebben veel natuurlijke bronnen zoals aardwarmte of waterkracht. IJsland staat bovenaan met 85% duurzaam (65% aardwarmte, 20% waterkracht), Noorwegen had 43% duurzaam in 2012. Na IJsland komt echter Nigeria met 80%, verrassend. Hier gaat

het vrijwel geheel om traditioneel gebruik van biomassa. Hierdoor scoren ook India en Indonesië boven de 20%. IJsland, Nigeria en Noorwegen nemen al sinds jaar en dag deze posities in. De groei in de duurzame voorziening zit volledig in de moderne bronnen. Als we kijken naar de grote verschuivingen en proberen daarvan de redenen te achterhalen, dan zien we het volgende.



Bron: <http://yearbook.enerdata.net/#energy-consumption-data.html>
http://en.wikipedia.org/wiki/Renewable_energy_in_Iceland

In China en India zien we zoals bekend een enorme groei in het totaalverbruik; het aandeel duurzaam neemt daar af. Dat komt door lager gebruik van traditionele duurzame energie, als gevolg van de groeiende welvaart. In China zien we zon en wind vooral na het jaar 2000 op gang komen, waarover hieronder meer. In India groeit nog hoofdzakelijk de fossiele energie. Brazilië is uitzonderlijk omdat ze daar al zo'n dertig jaar veel alcohol uit suikerriet als transportbrandstof gebruiken. In de industrielanden zien we nulgroei of zelfs afname van het energieverbruik. Terwijl duurzame energie flink opkomt, vooral in Europa. Duitsland spant de kroon met 15% duurzaam in 2012. De helft komt uit wind, een kwart uit zon en ook een kwart uit biomassa zoals biodiesel uit koolzaad. Met de huidige plannen en lopende investeringen gaan de Duitsers naar een aandeel van ongeveer 20%. Vrijwel alle berichten over Duitsland scheppen verwarring omdat zij energie en elektriciteit door elkaar halen. Voor elektriciteit is het doel zelfs 60% duurzaam in 2035. Maar elektriciteit is in Duitsland nog geen 20% van het totale energieverbruik. Naast duurzaam geproduceerde stroom gaat het ook om transportbrandstof (biodiesel) en warmte uit biomassa (onder andere biogas). Spanje is sterk gegroeid in duurzaam, vooral in windenergie, en ook zonne-energie is daar in opkomst. Amerika zet volop in op alle mogelijke vormen van duurzaam. In Japan gaat het naast energie uit de omringende oceaan ook om zonne-energie.

In de toekomstverwachting met het grootste aandeel 'duurzaam' ziet Shell een aandeel van bijna 50% voor duurzame energie in 2050. Dat is nog exclusief het traditionele verbruik van biomassa. Besparingen en hogere efficiency zullen grote invloed hebben op het totale verbruik. Het is een zeer uitdagend beeld, het geeft wel aan waar de grote aandacht naar uit gaat. Shell verwacht het volgende van de nieuwe energiebronnen.

Wereldenergieverbruik in 2050 bij ongewijzigd beleid	Het dubbele van 2000
Wereldenergieverbruik in 2050 met extra besparingen en efficiency (energiebesparing)	Anderhalf maal zoveel als in 2000
Energiebronnen in 2050	Olie, kolen, gas, kernenergie en traditionele biomassa: 50% Nieuwe duurzame bronnen: 50% Waarvan: Nieuwe biomassa: 10% Wind: 15% Waterkracht: 7% Zon: 10% Aarde en oceanen: 4% Nieuwe bronnen: 4%

Bron: Shell scenario's

Ook in dit Shell-scenario zal de wereld van 2050 nog steeds 50% van zijn energie halen uit fossiele olie, kolen en gas, met een beetje kernenergie en traditionele biomassa. Al denken we dat Shell het aandeel van de zon in 2050 onderschat. Er is op zich voldoende aan olie, kolen en gas, zie onderstaande tabel. Wij geven de cijfers over voorraden in miljarden tonnen, en daarnaast het aantal jaren tot deze uitgeput zijn bij onveranderd gebruik. 'Winbaar' wil zeggen: voor zover onderzocht en haalbaar met de huidige technieken. Elk jaar komen er door nieuw onderzoek (en door nieuwe winningstechnieken) weer nieuwe 'winbare' hoeveelheden bij. Voor steenkool en olie zijn de cijfers het meest betrouwbaar. Voor gas moet nog veel nader bewezen worden.

Voorraden fossiele energiedragers

Bron	Winbaar (miljard ton)	Aantal jaren	Vermoedelijk aanwezig (miljard ton)
Steenkool	860	130	Groter dan 2.000
Olie	170	40	1.100
Gas	100	50	Veel groter dan 3.000
Totaal	1.100	60	Groter dan 6.000

Uit: diverse bronnen

Er is dus voorlopig geen tekort aan fossiele energiebronnen; als olie al in de problemen komt doordat het zijn plafond heeft bereikt, dan zal dat voorlopig kunnen worden opgevangen door gas. Maar, zoals Shell zelf vaak heeft gezegd: het stenen tijdperk kwam niet tot een einde door een tekort aan stenen. Andere krachten dan een tekort aan fossiele energie zullen het einde van het fossiele tijdperk veroorzaken.

Er zijn ongelooflijk veel studies over de toekomstige energievoorziening. Elke maand komen er nieuwe overzichten, studies en aanbevelingen uit, van de vele nationale en internationale adviesorganen. En niemand zegt dat wij rustig moeten doorgaan op de oude voet. Alles en iedereen beveelt ons een duurzame ontwikkeling aan. Zo beschouwd is het Kyoto protocol heel succesvol. Alle studies geven andere uitkomsten, maar we kunnen er toch wel globaal uit halen hoe groot het aandeel duurzaam over 25 jaar, in 2040, zal zijn. Elektriciteit zal als eerste duurzamer worden. Op wereldschaal misschien voor meer dan de helft; met waterkracht, wind en zon als verreweg de grootste leveranciers. Dat betekent 10%

duurzaam, gerekend over het totale energieverbruik. Nog eens 10% zal komen uit biomassa, waarbij het aandeel traditionele biomassa zal halveren. Een volgende 10% zal kunnen komen uit duurzaam gewonnen warmte: uit zon, aardwarmte, en warmtepompen. Nieuwe ontwikkelingen zorgen wellicht nog voor een extra 5%, en daarmee komt duurzaam opgewekte energie wereldwijd op ongeveer 1/3 van het totaal over 25 jaar. In het begin gaat deze toename nog traag, maar dan volgt een snelle groeifase en aan het eind is er weer een vertraging; dit wordt vaak de **S-curve** genoemd. In veel scenario's groeit kernenergie nog door tot 5 à 10%. In alle scenario's groeit het energieverbruik in de toekomst minder hard. Tussen 2000 en 2015 groeit het nog met 50%; van 2015 tot 2030 slechts met 20%. Enkele goede bronnen zijn Shell (de beste scenariodenkters ter wereld) en de IEA, International Energy Agency (zie bijvoorbeeld: www.iea.org en www.worldenergyoutlook.org).

Om te begrijpen welke kant het op zal gaan met de energievoorziening kunnen we het beste kijken naar de krachten in elk land afzonderlijk. We hebben de belangrijkste wereldspelers op een rij gezet.

Europese Unie. *De EU heeft zeer serieuze en uitgewerkte plannen. De uitvoering van die plannen is vaak wel een probleem. Duurzaamheid en terugdringen van fossiele energie staan bovenaan. Begrijpelijk voor een regio zonder echt grote eigen fossiele energiebronnen. De Europese inspanning loopt van scenario's tot richtlijnen en wettelijke bepalingen. Het meest concreet is de richtlijn dat 20% van het energieverbruik in de EU in 2020 uit duurzame bronnen moet komen. Voor elk land geldt een ander percentage (afhankelijk van uitgangspositie en natuurlijke mogelijkheden); en elk land mag dit doel naar eigen inzicht invullen. Wel geldt voor elke lidstaat dat in 2020 10% van de transportbrandstoffen duurzaam moeten zijn. We hebben het dan over biodiesel, bioalcohol en biogas, en dat kan strijd opleveren met het landbouwbeleid. In hoofdstuk 12 komen we hierop terug.*

VS. *Het belangrijkste doel van de Amerikaanse energiewetgeving is onafhankelijkheid van het buitenland. Begin deze eeuw was de instelling vooral: alles is goed als het maar van of uit eigen bodem is. Energie-onafhankelijkheid was veel belangrijker dan klimaatverandering. Kyoto doelen waren hooguit hinderlijk. Door de snelle opkomst van schaliegas heeft Amerika het doel van onafhankelijkheid nu min of meer bereikt. In- en uitvoer zijn nu in balans, zij het nog niet altijd handig georganiseerd. Maar de Amerikanen willen nog steeds hun eigen bronnen snel blijven ontwikkelen. Naast haastige winning van schaliegas zijn er daarom ook grote plannen voor vrijwel alle vormen van duurzame energie: wind, waterkracht, zon, biomassa en aardwarmte. De VS is zich aan het ontwikkelen als hét land van de biobrandstoffen. Nu gaat al de helft van de maïs naar autobrandstoffen, voldoende voor iets meer dan 2% van de behoefte. In de toekomst zou 30 % van alle transport op biobrandstoffen moeten gaan, het grootste deel niet uit maïs maar uit stengels en wortels. Deze tweede-generatie biobrandstof, die de Amerikanen cellulosealcohol noemen, hoeft dus niet met voedsel te concurreren.*

Ook in de Amerikaanse overheidsplannen zien we 20% duurzaam in 2020. In wind en zon zijn de VS op dit moment één van de grootste ter wereld. Hoewel, Duitsland is koploper en China komt snel langszij. Voor energiebesparing hoeven we van Amerika geen grote dingen te verwachten. Sommige mensen zien de overhaaste winning van schaliegas als een laatste oprisping van het fossiele tijdperk en verwachten dat Amerika een grote crisis te wachten staat; maar voorlopig gaan de ontwikkelingen juist de andere kant op:

- *Dank zij schaliegas en een groeiend aandeel duurzame energie zal Amerika blijvend voldoen aan de Kyoto klimaatdoelstellingen.*
- *De concurrentiekracht van de Amerikaanse chemische industrie neemt sterk toe dank zij schaliegas. Goedkoop methaan betekent goedkope kunstmest. Verder bevat schaliegas enkele procenten ethaan en propaan, ruim voldoende voor de VS om de wereldmarkten voor eenvoudige plastics als polyethyleen en polypropyleen te domineren.*
- *Dank zij vooral zonne-energie gaat Amerika energie weer als goedkoop zien; ook dat zal de Amerikaanse economie flink stimuleren.*
- *Amerika zal zich steeds meer afzijdig gaan houden in internationale conflicten in olie- en gasgebieden, of in conflicten die te maken hebben met energie. Nu al zien we dat de rol van de VS in het Midden-Oosten kleiner wordt. Dit zal ook invloed hebben op hun houding ten opzichte van Oost-Europa en Rusland.*

China. *China is als eerste de internationale crisis in de economie van 2008-2010 te boven gekomen. Aan de manier waarop dit is gebeurd kunnen we zien dat de mentaliteit van de Chinezen ijzersterk is, iets dat niet geldt voor het beleid van de overheid en de regerende communistische partij. Bij het begin van de crisis zijn enkele tientallen miljoenen mensen naar huis gestuurd, hooguit opgevangen door de familie op het platteland. Veel van deze mensen zijn daar met de kennis en ervaring die ze in de stad hadden opgedaan, een eigen zaakje begonnen. In de steden hebben veel ondernemers de economische windstilte gebruikt om hun fabrieken te moderniseren. Bij de eerste signalen van economisch herstel stonden de ondernemers met nieuwe installaties klaar, en mochten de werknemers mondjesmaat terugkeren van het platteland. Ze mochten tegen een lager salaris maar onder betere arbeidsomstandigheden weer aan de slag. Resultaat: spreiding van welvaart en activiteit over het binnenland, en een versterkte en gemoderniseerde exportindustrie. Interessant voorbeeld van vrije marktwerking?*

Aan alle primaire levensbehoeften heeft China nog veel te doen: voedsel, huisvesting, energie, vervoer, gezondheidszorg enz. Voedselvoorziening en voedselveiligheid vinden ze zelf verreweg het belangrijkste. De Nederlandse agro-industrie moet dat met argusogen volgen. De exportkansen zijn enorm; zowel in China als in alle gebieden waar China bezig is om voedselcontracten af te sluiten. Zoals in Afrika en Oekraïne, maar ook Nieuw-Zeeland, Australië, Indonesië en een aantal landen in Latijns-Amerika. Ook in sectoren als huisvesting, energie, vervoer en gezondheidszorg hebben Nederland en de EU vele kansen. Misschien meer in de vorm

van samenwerking zodat we van elkaar kunnen leren, dan van concurrentie. De noodzaak tot efficiënt en energiezuinig bouwen in China is groot. Onze ervaringen kunnen hen zeer goed van dienst zijn. Wij kunnen echter leren van hun materiaalkeuzes. In het verkeer is er grote behoefte aan schoner transport, en aan meer en grotere infrastructuur. Snelle treinen kunnen we wellicht straks goed in China kopen. En misschien kunnen we veel gaan leren van de ontwikkeling van elektrisch vervoer in China. In de gezondheidszorg kunnen we westerse geneeskundige kennis uitwisselen met Chinese tradities, misschien levert dat voor alle partijen extra gezondheid op. De snelheid waarmee de vergrijzing op China afkomt is soms angstaanjagend. Dit biedt echter ook kansen om onze ervaringen te gelde te maken.

Op energiegebied is China op letterlijk alle fronten bezig. Ook hier gaat duurzame elektriciteit aan kop. Nu is 20% van alle stroom duurzaam, vooral dank zij waterkracht. Denk aan de Drieklovendam. In 2035 zou het aandeel duurzaam in het totale energieverbruik boven de 30% moeten zijn met hoofdzakelijk zon en wind als nieuwe bronnen. Dat betekent wel dat China tegen die tijd meer windmolens en zonnepanelen heeft geïnstalleerd dan de EU, de VS en Japan samen. De onbewoonde, kale en winderige Gobi woestijn biedt enorme mogelijkheden. De installatie daar is volop gaande. De wereldprijs voor koper wordt voor een groot deel hoog gehouden door de grote vraag uit China: de hoogspanningslijnen van de Gobi naar de grote industriële centra zijn lang en kostbaar. De energievraag zal over 20 jaar voor verreweg het grootste deel uit Azië komen. In 1990 had Azië een aandeel in het wereldenergieverbruik van 25%; in 2012 was het 40% en in 2035 zal het 60% zijn.

Japan. Japan heeft na de tsunami van 2011 en de bijkomende kernramp van de centrales in Fukushima de bakens fors moeten verzetten. In de overheidsplannen staat 20% duurzame energie in 2020 met zon en water als belangrijkste bronnen. De omschakeling van kernenergie naar duurzame bronnen kost echter enorm veel geld en tijd. Om deze omschakeling voor elkaar te krijgen in combinatie met een economie die al twintig jaar niet meer groeit, zal er nog veel wijsheid worden gevraagd van de overheid en de betreffende industrieën. Als het grote project slaagt, mogen we interessante ontwikkelingen verwachten. De grote lijnen zouden dan kunnen zijn: de basiskennis komt uit de EU en de VS, China zorgt voor goedkope grootschalige productie, en Japan maakt de producten fraaier en slimmer. Met toepassingen wereldwijd.

Brazilië. De Braziliaanse plannen zijn behoorlijk in lijn met de rest van de wereld. Uiteraard maakt het land volop gebruik van zijn natuurlijke mogelijkheden. Waterkracht gaat daarom een steeds grotere rol spelen in de stroomvoorziening, en ethanol uit suikerriet blijft een belangrijke transportbrandstof. Afhankelijk van de resultaten in de VS zal ook Brazilië steeds meer restproducten gaan gebruiken voor de productie van cellulosealcohol, zoals de zeer lange stengels van de suikerrietplant.

India. In dit land liggen de kaarten volkomen anders. India heeft weinig eigen olie en gas en er is een ernstig structureel energietekort. De huidige economische groei is daardoor ernstig in gevaar. Het elektriciteitsnet is hopeloos verouderd, het valt een aantal malen per dag uit, en de verliezen aan stroom zijn in onze ogen onvoorstelbaar groot. De oplossing ligt in de richting van voorzichtige prijsverhogingen en privatisering. Beide zijn politiek gezien lastig. India heeft forse steenkoolvoorraden, en er is ook een besef van de noodzaak van efficiënte winning en van CO₂-afvang bij de verbranding. Andere overheidsplannen voorzien in kernenergie (tot 10% van de stroom) en in wind- en zonne-energie. Deskundigen zien de belangrijkste oplossing in privatisering en decentralisatie van de energiesector.

Rusland. De grote producenten van energie mogen niet ontbreken in dit overzicht. Als duurzame energie snel opkomt, hebben ze een positie te verliezen. Maar in verantwoord doorgaand gebruik van fossiele grondstoffen kunnen ze juist een sleutelrol vervullen. De Russische economie staat bekend als de economie van de verspilling van grondstoffen, dat was al zo in de tijd van de Sovjet-Unie. Helaas kan deze situatie nog jaren lang voortduren. De Russen zien milieuvervuiling nauwelijks als probleem vanwege de geringe bevolkingsdichtheid. Vooral in Noordelijke streken werken de Russen niet zorgvuldig. En meer duurzame winningstechnieken zullen niet in Rusland doorbreken. Als de gasprijs zou dalen (en dat is zeker mogelijk) valt de basis weg onder de huidige stabiliteit van het land. Het winnen van schaliegas in Europa met de modernste methoden zou grote milieuwinst opleveren ten opzichte van voortgaande aardgaswinning in Rusland.

Midden-Oosten. De techniek van de olie- en gaswinning in deze regio staat technisch op hoog peil. Vanuit het oogpunt van milieu en klimaat is deze vrijwel zo goed als mogelijk. Politieke instabiliteit is de grootste bedreiging voor de regio en zijn energiewinning. In een politiek stabiel klimaat zou de wereld gebaat zijn met kolen uit moderne mijnen, olie hoofdzakelijk uit het Midden-Oosten en veilig gewonnen gas uit vele bronnen en regio's. Dit zou een gecontroleerde transitie van fossiele energie naar duurzame energie mogelijk maken. Maar in werkelijkheid zal het ongetwijfeld niet zo gaan.

Veel strategen in het Midden-Oosten denken na over de tijd dat de olie opdraakt of niet meer de rol van vroeger speelt. De omstandigheden voor de regio zijn ideaal voor het oogsten van zonne-energie: veel zonovergoten, hete, kale en onbewoonde woestijnen. De kennis en kunde is grotendeels beschikbaar, en het geld voor de enorme investeringen is ook niet echt een probleem in landen als Saoedi-Arabië en de aangrenzende emiraten. De aanleg en beveiliging van hoogspanningslijnen naar onder meer Europa en India is een interessante uitdaging.

Wij vatten samen. Veel landen hebben veel meer belang bij het ontwikkelen van een duurzame energievoorziening dan Nederland. Vooral in Azië zijn enorme ontwikkelingen aan de gang waarvan wij gebruik kunnen maken. Een betere verbinding van de Nederlandse energiesector met de voedingssector kan daarbij

bijzonder nuttig zijn. Tegenvallende prestaties in eigen land met duurzame energie hoeven ons daarom niet pessimistisch te maken; hoe graag wij misschien ook het klimaatprobleem zouden willen oplossen, te beginnen met Nederland. Onze kansen liggen in het slim inspelen op ontwikkelingen in het buitenland, meer dan in geweldige prestaties in eigen land. En die kansen zijn er, dat laten we in de laatste paragraaf van dit hoofdstuk zien.

6.6. Energie, onze kansen

Het is onbekend voor de meeste mensen, maar in sommige onderdelen van nieuwe energietechnologie is Nederland een wereldspeler. Weliswaar hebben we geen grote industrieën. Daardoor worden de pareltjes van Nederlandse duurzame technologieën toegepast door buitenlandse bedrijven. Ook het failliet van het grote duurzame energiebedrijf Econcern in 2009 heeft ons geen goed gedaan. Toch staat de ontwikkeling van kennis en technologie op hoog peil, vooral op de gebieden die er het meest toe doen: zonne- en windenergie.

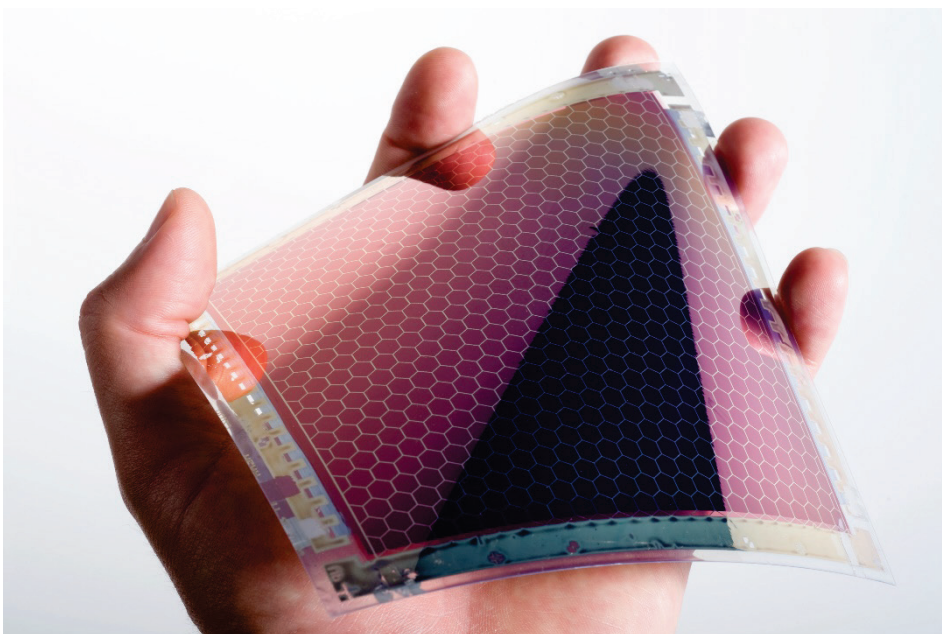
Het is bijna een wonder dat we er in duurzame energietechnologieën zo goed voorstaan, want de historie zit vol met pijnlijke mislukkingen. Sinds de oliecrisis (tweemaal: in 1973 en 1979) heeft Nederland steeds weer geprobeerd, industrieën op dit gebied te ontwikkelen. Onder aanvoering (en met geld) van het ministerie van Economische Zaken, dat zowel energiebeleid als industriebeleid onder zijn hoede had. Het idee was: de aardgasbel raakt ééns op, en wij willen daar sterk uit komen. Dus zo lang wij geld verdienen met aardgas, zetten we een deel daarvan opzij om een sterke energie-industrie op te bouwen met nieuwe technologie. Maar welke technologie? Dat was het probleem. In het begin leken zonne- en windenergie kleine broertjes in de energiefamilie. Dus dacht men aan kolentechnologie (het broeikaseffect leek toen nog niet belangrijk). Of aan efficiënte gasturbines. Of aan grootschalige brandstofcellen. Allemaal doodgelopen sporen. Het was verkeerd bedacht, of de Nederlandse apparatenbouwers waren niet sterk genoeg om de ontwikkeling te dragen. Een eigen windmolenindustrie leek nog het meest dichtbij, begin jaren '90 stonden Nederlandse windturbines op hetzelfde peil als de Deense. Maar de Denen wisten hun thuismarkt goed te ontwikkelen, op basis van boeren en windcollectieven; in Nederland miste EZ het gevoel om die gebruikers te stimuleren. De naweeën van die mislukking hebben de Nederlandse windsector nog lang gefrustreerd.

Maar kijk: juist in windtechnologie ligt nu weer één van de sterke punten van de Nederlandse kennisontwikkeling. Men zegt wel: er zijn drie kenniscentra ter wereld die er echt toe doen bij windenergie; en de combinatie van TU Delft en ECN in Nederland is daar één van. Een van de zwaartepunten is de dienstverlening

aan de industrie. Dus niet zozeer de ontwikkeling van de technologie, maar meer het vinden van de juiste plaatsing van windmolens in een windpark; en methoden om de kosten van onderhoud zo laag mogelijk te houden. Testen van nieuwe apparaten is ook een speerpunt geworden van de Nederlandse windsector; zowel met modellen (in de computer) als in de praktijk. De laatste jaren is de offshore industrie in snel tempo aan boord gekomen. Het plaatsen van grote masten op de zeebodem (en ook nog zó dat ze aan het eind van hun levensduur geen obstakel gaan vormen) is een kunst op zich. Nederlandse bedrijven zijn koploper op het gebied van grote operaties op de bodem van de zee. De grote plannen voor windenergie op zee bieden ons kansen op een internationale koppositie, wij kunnen op dit gebied de concurrentie met de Denen steeds beter aan.

Op het gebied van zonnecellen is onze kennis zo mogelijk nog op hoger peil. Ook dat is zo goed als onbekend. Wie weet er bijvoorbeeld dat het grootste deel van de zonnecellen ter wereld wordt gemaakt met Nederlandse technologie? Op dat gebied zijn wij koploper. Vooral ECN heeft zich op dit gebied sterk onderscheiden. Al hebben wel vooral Duitse en Chinese bedrijven verdiend aan die technologieën. Maar Nederland zit niet stil. ECN werkt nog steeds aan verbetering van de silicium zonnecel, en zijn productiemethoden. En voor de volgende generatie zonnecellen, de dunne-film cellen, is een geheel nieuw lab gebouwd in Eindhoven. Onder de naam Solliance werken daar ECN, TNO, TU Eindhoven en Holst Centre samen met het Vlaamse imec en het Duitse Forschungszentrum Jülich aan de toekomst van de zonne-energie. Gebruik makend van de grote concentratie aan kennis en technologisch kunnen in die regio.

Zonnecellen blijven zich sterk ontwikkelen. De silicium zonnepanelen zijn nog lang niet uitontwikkeld. Met een beter ontwerp kan het rendement van commerciële panelen (nu maximaal 16 tot 22%) in 2020 wel omhoog naar 25%. Dat legt de lat hoog voor de dunne-film cellen. Een volgende stap kan dan zijn dat we geschikte dunne-film cellen gaan stapelen op de beste siliciumcellen, waarmee rendementen haalbaar worden van 30% of meer. Wetenschap en technologie komen voortdurend met nieuwe vindingen die het rendement van zonnecellen verder verhogen, de kosten verlagen en de duurzaamheid verbeteren. Ook de prijs van silicium daalt voortdurend en er is steeds minder van nodig. Er is dus flinke onderlinge concurrentie. Dunne-film cellen zullen waarschijnlijk op den duur gaan winnen, omdat wij er zo weinig materiaal voor nodig hebben; en omdat we ze op de goedkoopste manier kunnen produceren, als het drukken van een krant (roll-to-roll). De organische dunne-film zonnecellen (nu nog met lage opbrengst) hebben misschien wel de beste papieren, omdat daarvoor geen schadelijke of schaarse metalen worden gebruikt. De huidige concurrentie tussen zonneceltypen is alleen maar gunstig voor de toekomst: zo houden ze elkaar scherp.



Het bijzondere van dunne-film zonnecellen (zoals deze organische zonnecel) is dat ze in elke vorm kunnen worden toegepast. Dat maakt weer totaal nieuwe toepassingen mogelijk. Organische zonnecellen kunnen ook sommige kleuren uit het licht filteren en andere doorlaten. In Wageningen staat een plantenkas bedekt met organische zonnepanelen die het groene licht (dat de planten niet nodig hebben) opvangen en dat omzetten in elektriciteit, en andere kleuren doorlaten.

Voor Europa is de snelle opkomst van de Chinese industrie van zonnecellen pijnlijk geweest: zouden we nu ook deze hoogtechnologische industrie al moeten afstaan aan de Chinezen? Terwijl wij dachten dat China zich voorlopig zou houden bij simpele producten, gemaakt met lage lonen? Toch blijkt bij nader inzien dat de lage lonen niet zo belangrijk zijn bij deze snelle opkomst. Andere factoren spelen een veel grotere rol: Chinese bedrijven gebruiken steeds de allerbeste en allerlaatste technologie; hun keten van levering en productie zit slim in elkaar; de productie is grootschalig; bedrijven worden gesteund door de overheid bij de bouw van fabrieken en het aantrekken van kapitaal. Dat kunnen wij in Europa en de VS allemaal ook voor elkaar krijgen, als wij ons tot het uiterste inspannen. Maar dan is het wél belangrijk dat er een wereldwijde overeenkomst wordt gesloten, waarbij de eisen aan kwaliteit en milieu bij zonnecellen overal gelijk zijn.

De land- en tuinbouw heeft nu al veel banden met het terrein van de energie, en zoals we hebben aangegeven, is het de moeite waard om die aan te halen. We denken dan aan het maken van biogas en bioalcohol, en aan energiebeheer in kassen, tot en met het maken van energieleverende kassen. Op dit laatste gebied is Nederland heel sterk. Op de andere terreinen heeft het

buitenland vaak een voorsprong, maar toch zijn er hier vele regionale midden- en kleinbedrijven die werken aan steeds betere methoden om bijvoorbeeld biogas te maken.

Dat regionale niveau wordt steeds belangrijker, we komen daar nog een paar keer op terug. In de energiesector wordt wel veel geklaagd over versnippering van de activiteiten, maar dat is nu eenmaal wat een nadruk op de regio's met zich meebrengt. Die zwakte zou juist een kracht kunnen worden, als de uitwisseling van kennis goed op gang blijft. Dat geeft namelijk een sterke impuls voor voortdurende verbetering, zoals de jarenlange ervaring in de land en tuinbouw heeft bewezen. We zien hier een omkering van de traditionele industriële manier van kijken naar de ontwikkeling van kennis. Industrieën proberen vaak zo lang mogelijk op hun kennis te blijven zitten, door geheimhouding of het verwerven van patenten. Maar bij kleinschalige technologieën met een sterk regionaal karakter kan samenwerking tussen bedrijven juist een ongelooflijk sterke impuls geven voor snelle ontwikkeling en toepassing van kennis. Door openheid over nieuwe verbeteringen binnen een groep gelijkgestemden, zodat de vernieuwers op elkaars schouders kunnen staan. De Nederlandse tuinbouw is ermee groot geworden. Nu kan de kleinschalige energiesector gebruik gaan maken van hetzelfde mechanisme.

De ervaring leert dat samenwerking met universiteiten, hogescholen en het middelbaar beroepsonderwijs hierbij een sleutelrol speelt. In de land- en tuinbouw heeft Wageningen UR, samen met de landbouwhogescholen, hiervoor het voorbeeld gegeven. Daarom is het heel belangrijk en verheugend dat universiteiten en hogescholen zich nu in snel tempo verbinden met het regionale bedrijfsleven. Hogescholen als Avans, Stenden en vele andere ontwikkelen programma's waarbij studenten stage lopen bij regionale bedrijven, en het onderzoek van de hogeschool daarop wordt afgestemd. De Rijksuniversiteit Groningen doet hetzelfde met zijn programma BioBrug, met dwarsverbindingen naar Energy Valley en Energy Academy. Met zelfs een uitloper naar juridische studies, Energy&Law.

Een van de zwaartepunten van deze activiteiten is Zuidwest Nederland, rond de Biobased Delta in combinatie met Avans. Een ander zwaartepunt ligt in Noord-Nederland aansluitend aan Energy Valley, met de RU Groningen en de Noordelijke hogescholen. De regio Rotterdam kan hier met zijn Rotterdam Climate Initiative een grote rol gaan spelen. De grote ervaringen van de Rotterdamse haven bij het verwerken van olie, kolen en gas kunnen goed van pas komen bij de omschakeling naar nog meer gas, biomassa en biobrandstoffen zoals alcohol en biodiesel. Want Rotterdam verwerkt niet alleen fossiele brandstoffen maar ook grote hoeveelheden groene grondstoffen, vooral voor veevoer. Meer aandacht voor

de agro-food sector is dan heel belangrijk. Dat komt dan bovenop de nieuwe kansen voor de offshore industrie door de bouw van windparken.

We zien nieuwe vormen van samenwerking ontstaan tussen de regionale hogescholen, universiteiten en bedrijfsleven. Het zijn niet alleen maar technuten die elkaar opzoeken. We zien ook steeds meer bedrijfskundigen, economen, communicatiestudenten, management-onderzoekers en maatschappijdeskundigen aanschuiven. Het aantal deelnemende disciplines wordt steeds groter. Zeker in de beginfase van zo'n nieuwe ontwikkeling is de regionale schaal heel handig, zodat de partijen elkaar snel kunnen bereiken. En het kan allemaal nog veel beter en professioneler. Door meer en beter georganiseerde aandacht van de kant van de hoogleraren en andere leerkrachten. Door een MKB dat nog beter de mogelijkheden gebruikt om haar beste medewerkers in te zetten; bijvoorbeeld door deze tijdelijk aan de hogeschool of universiteit te laten werken. In de nieuwe vormen van samenwerking gaat geen geld heen en weer, maar hersenen. Juist het regionale niveau zal Nederland weer kansen bieden op het terrein van energie.

6.7. Denkfouten met CO₂

En hoe zit het dan met klimaatverandering? Het is ruim voldoende bewezen dat onze planeet opwarmt. CO₂ is de grootste oorzaak daarvan, dat weten we ook zeker. Dat onze welvaart en energiehonger dit hebben veroorzaakt kunnen we ook al niet meer ontkennen. Maar de vraag of de gevolgen voor de planeet desastreus zullen zijn, kunnen we nog maar nauwelijks beantwoorden. Wij zijn geen klimaatdeskundigen en kunnen niet voorspellen of de ontwikkeling van het energieverbruik zoals wij dat voorzien, ernstige gevolgen zal hebben voor het klimaat of niet. Duidelijk is wel dat CO₂-concentraties bij dit verbruik nog verder zullen stijgen; daarmee zal de wereld volgens het IPCC over de 2°C temperatuurverhoging gaan die zij als grens hebben genomen. We zullen dan ook zeker veranderingen op grote en kleine schaal gaan zien.

Niet alleen het energieprobleem is nauwelijks te bevatten door de enorme hoeveelheden energie die we gebruiken. Dat geldt ook voor de klimaatproblematiek. Het inzicht in de onderliggende cijfers is vaak zo slecht dat mensen met allerlei bijna onzinnige oplossingen komen. Nemen we CO₂ als voorbeeld. De gedachte om CO₂ te zien als de grote boosdoener is terecht. De gedachte om dat gas dan maar even op te vangen, onder de grond te stoppen of om te zetten in allerlei nuttige producten is echter meestal naïef. Dit heeft twee simpele redenen: de zeer lage energie-inhoud van CO₂ en de immense volumes die we zouden moeten bewerken om merkbaar effect te hebben. CO₂ is net als water het eindproduct van energiewinning uit fossiele grondstoffen. Als we CO₂ zouden

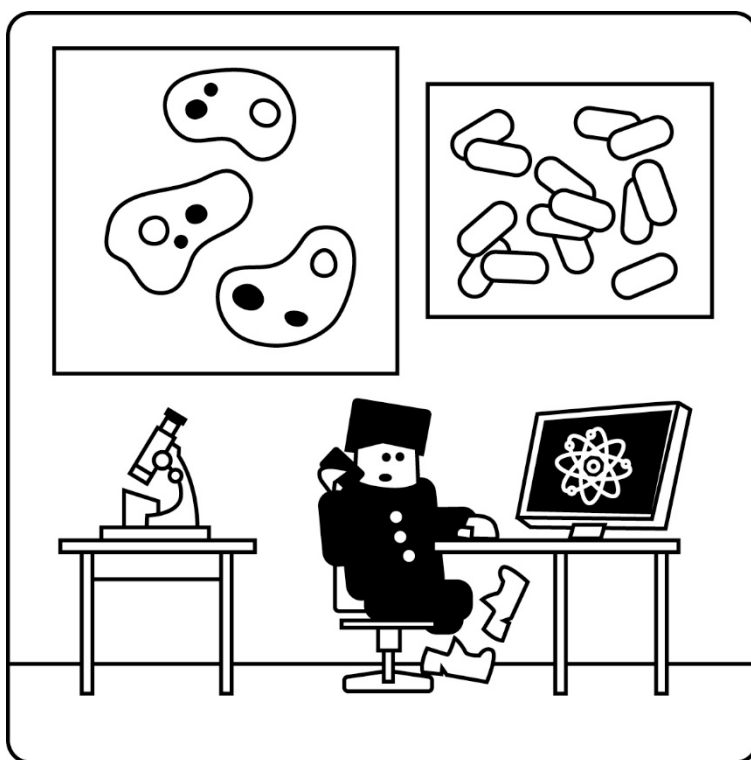
willen hergebruiken, voor welke toepassing dan ook, zullen we er minimaal de hoeveelheid energie weer in moeten stoppen die we eerder hebben gekregen bij verbranding. Hetzelfde geldt voor water.

Hergebruik van zowel CO₂ als water vraagt dus zeer veel energie. Dit hergebruik is alleen een oplossing als die energie wordt geleverd door de zon, op een efficiënte, veilige en duurzame manier. Maar dan kun je voor hetzelfde geld meer zonnepanelen plaatsen. We weten hoe dat moet en we weten dat het werkt. En de natuur heeft het probleem al voor ons opgelost: fotosynthese. Als we de Sahara vol zouden zetten met snelgroeiend bamboe zouden we inderdaad CO₂ uit de lucht trekken. Of dat realistisch zou zijn? Denk alleen al aan de hoeveelheden water die dat vraagt. Deze oplossing tekent echter ook de immense omvang van het CO₂ probleem. Zelfs als we erin zouden slagen om grote hoeveelheden CO₂ met zonlicht om te zetten in heel bruikbare materialen, dan hebben we een groot probleem om al dat materiaal een plek te geven. Immers de totale hoeveelheid aan materialen die de mensheid jaarlijks gebruikt is nog geen 10% van de totale hoeveelheid olie, kolen en gas die we elk jaar weer opstoken. Alleen als we de CO₂ toepassen voor voedselproductie of voor veel meer natuur zijn we verstandig bezig. In beide gevallen gaat het dan weer om fotosynthese. Interessant is dan ook de ontwikkeling van kunstmatige fotosynthese. Hiermee probeert men om de natuurlijke fotosynthese na te bootsen en flink te verbeteren. Ook hierbij gaat het dus weer om het zo efficiënt mogelijk opvangen en toepassen van zonlicht.

Het verhaal van water en de waterstofeconomie is niet veel anders dan dat van CO₂. Water is met behulp van stroom, energie dus, vrij eenvoudig te splitsen in waterstof en zuurstof. Met beide stoffen kunnen we nuttige dingen doen, zoals instandhouding van het leven of aandrijven van auto's. Maar ook hier geldt: alleen als het ons lukt water met zonlicht te splitsen kan waterstof een bijdrage aan een meer duurzame samenleving geven. Onderzoek ernaar is al een halve eeuw gaande.

Er zit niets anders op. Energie veel efficiënter gebruiken en zo snel mogelijk overschakelen op de zon.

Hoofdstuk 7. High-tech



Zonder de computer en de mobiele telefoon zou onze maatschappij niet meer kunnen draaien. Computer en mobiele telefoon op hun beurt hebben ICT (informatie- en communicatietechnologie) nodig, slimme materialen en slimme oplossingen op basis daarvan; in één woord: high-tech. De high-tech sector ontwikkelt zich onstuimig en is de beginfase op de S-curve al lang voorbij. High-tech is essentieel voor groene groei, het bereiken van een beter resultaat met minder middelen. High-tech helpt bij het halen van alle mooie doelstellingen in land- en tuinbouw, chemie en materialen, energie, water en logistiek; om maar te zwijgen over alles wat met communicatie van doen heeft. De trend is dat alles slimmer en efficiënter moet; dat we heel nauwkeurig meten; dat we taken heel precies kunnen uitvoeren en dat producten exact dat doen wat we van hen wensen en dat ook nog heel gebruikersvriendelijk. Bovendien eisen we ook nog eens dat er na gebruik ook hergebruik mogelijk is in een volgende ronde, in welke vorm dan ook. High-tech speelt daarin steeds een hoofdrol. Met alle veranderingen die we voorzien is high-tech een sleutel om de deur open te zetten.

7.1. Nederland in de eredivisie

De Nederlandse high-tech sector behoort tot de wereldtop en speelt een hoofdrol bij de ontwikkeling van nieuwe technologieën en materialen. Voor de communicatiemiddelen van de toekomst. Voor de zuinigste en veiligste vliegtuigen. Voor hybride en elektrische auto's. Voor het grootschalig opwekken en opslaan van zonne-energie. En ook voor zeer slimme medische apparaten waarmee wij ziektes eerder en beter kunnen opsporen en behandelen. De regio Eindhoven is één van de slimste regio's ter wereld en kan zich meten met Silicon Valley. Wij zijn maar al te vaak te bescheiden of te nuchter om dat hardop te zeggen. Nederlanders zijn vooral goed in een open samenwerking tussen bedrijven, overheden en kennisinstellingen, de 'gouden driehoek'. Deze openheid naar elkaar is tamelijk uniek en onze grootste kracht. Deze manier van werken brengt wel veel overleg met zich mee, soms lijkt het alsof wij allerlei adviseurs spekken en veel bureaucratie produceren. Daar mag best iets van waar zijn, maar elders ter wereld overleggen ze helemaal niet; waardoor dezelfde fout vaak wordt herhaald en uiteindelijk veel tijd en energie verloren gaan. Nederland is goed in het maken van een plan, dat vervangen door een beter plan en dat weer door een nog beter plan. Daarmee zijn we dan niet altijd meer de eerste in iets nieuws, maar uiteindelijk vaak wel de beste.



Samenwerken in de 'gouden driehoek'

In omzet (€ 75 à 80 miljard) en exportwaarde (ca. € 35 miljard) is de high-tech sector zo'n anderhalf maal de chemische industrie. In werkgelegenheid is high-tech met bijna 400.000 medewerkers fors groter. Er gaat jaarlijks ruim meer dan € 2 miljard naar onderzoek en ontwikkeling en daarmee is de sector goed voor de helft van al het geld dat de Nederlandse industrie uitgeeft aan innovatie. De export is al heel belangrijk voor deze sector en zal alleen nog maar belangrijker worden, gezien het tempo waarin de middenklasse overal ter wereld groeit. In 2020 denkt de sector twee keer zoveel te exporteren. Onderzoek en ontwikkeling groeien onstuimig mee; van 50% naar circa 60% van alle R&D door bedrijven in 2020. De sector daagt de overheid uit haar onderzoeksgeld ook voor 60% te richten op high-tech.

Veel van de Nederlandse bedrijven zijn spelers van wereldniveau op hun markt. ASML is marktleider op het gebied van belichtingsmachines voor de productie van chips, Philips is marktleider in licht en medische apparaten, FEI in elektronenmicroscopen en TomTom in mobiele navigatiesystemen. NXP in Nijmegen is één van de wereldleiders op het gebied van chips. Océ in Venlo is dé specialist in grootformaat afdrucken binnen het Japanse Canon. Vrachtwagens zijn tegenwoordig ook high-tech systemen en DAF-trucks is de nummer twee in Europa in de markt voor zware trucks. Thales is toonaangevend in radar. Tata Steel IJmuiden is binnen het wereldwijde Tata concern het onderzoekscentrum voor de toepassing van metalen. Fokker is een zeer belangrijke internationale leverancier voor vliegtuigbouw en -onderhoud, net als Vanderlande dat is in logistieke transportsystemen, en Marel met machines voor de voedingsmiddelenindustrie. Deze posities in de wereldtop zijn mede mogelijk door onze open manier van

samenwerken in de gouden driehoek. Er begint zich ook een duidelijk patroon af te tekenen in de samenwerking tussen grote bedrijven en het midden- en kleinbedrijf. Grote spelers als Philips staan vaak aan het begin en aan het eind van de keten. Aan het begin van de keten doen ze het fundamentele onderzoek, vaak in grote landelijke programma's samen met universiteiten en hogescholen. Aan het eind van de keten doen ze verkoop en service aan de eindgebruiker. Maar daar tussenin zit een hele wereld met functies als ontwikkeling, proefproducties, fabricage van onderdelen en assemblage. Dit is steeds meer het domein van het MKB. Op deze manier maken bedrijven in de keten gebruik van elkaars kracht. Er is samenwerking waar nodig en concurrentie waar nodig. Zo houden bedrijven elkaar scherp. De belangrijke rol van het MKB stimuleert regionale ontwikkeling.

In wetenschappelijke prestaties in de bèta- en technische wetenschappen doet Nederland mee in de wereldtop. Samen met de Verenigde Staten en Zwitserland behoort Nederland tot de top drie in nanotechnologie. Meer algemeen geldt dat de bèta-vakgebieden in Nederland al vele jaren op zeer hoog peil staan vergeleken met het wereldgemiddelde. De Rijksuniversiteit Groningen staat in de wereldtop 10 van het materiaalonderzoek. De drie Technische Universiteiten staan in de top 10 van de 300 universiteiten die wereldwijd het best met de industrie samenwerken. De high-tech sector is dus ook niet toevallig geconcentreerd rond Eindhoven, Delft en Twente. De uitstraling naar de regio en naar de grensstreken met Duitsland en België is duidelijk merkbaar.

Met high-tech bouwt Nederland voort op een rijke geschiedenis. Ook op deze manier bezien, vormen onze topposities geen toeval. Pioniers als Antoni van Leeuwenhoek, Heike Kamerlingh Onnes, Gilles Holst, Hendrik Casimir, Anthony Fokker, Huub van Doorne, en Anton en Gerard Philips hebben met hun technische vindingen en hun internationale ondernemingsgeest de basis gelegd voor economische voorspoed. Hun erfenis groeit en bloeit voort in een netwerk van gespecialiseerde bedrijven en hoogwaardige kennisinstellingen in Nederland. De Leidse Instrumentmakerschool, opgericht in 1901 door Kamerlingh Onnes, is nog steeds een toonaangevende MBO-vakschool op het gebied van fijnmechanica en materialen. Gilles Holst was tot 1913 assistent van Kamerlingh Onnes en werd daarna directeur van het eerste industriële onderzoekslaboratorium in Nederland, het Philips NatLab. Philips was één van de eerste Westerse bedrijven die handel dreven met China. De multinationals ASML en NXP, en belangrijke delen van Thales en FEI, zijn spin-offs van Philips.

7.2. De kennis en kunde; nanotechnologie voorop

Zoals het woord high-tech al zegt, zijn kennis en kunde van het allergrootste belang in deze sector. Het aantal vakgebieden dat aan bod komt is groot. Denk aan micro- en nano-elektronica, robotica, fotonica, chemie en materiaalkunde. Drie gebieden zijn het meest van fundamenteel belang: nanotechnologie, materiaalkunde en ICT. We gaan ze niet allemaal behandelen. We hebben een tipje van materiaalontwikkeling in ons hoofdstuk over chemie opgelicht. Hier beperken we ons tot nanotechnologie.

Bij microtechnologie kunnen ons nog net iets tastbaars voorstellen. We kunnen deze structuren zien door een eenvoudige microscoop, en herkennen dan vaak iets uit de wereld om ons heen. Wij zien gelijkenis met onze 'macroscopische' ervaringen. De microtechnologie behandelt structuren van rond een micrometer, dat is een miljoenste meter, of een duizendste millimeter. Maar het domein van de nanotechnologie is nog duizend keer zo klein. Een nanometer (nm) is een miljardste meter, een miljoenste millimeter. Alles tussen 1 en 100 nanometer behoort tot de nanotechnologie. We zitten dan al bijna op de schaal van atomen, die nog net iets kleiner zijn (0,06 tot 0,3 nm) en eenvoudige moleculen. Chemie en nanotechnologie zijn dan ook nagenoeg één wereld. Een klassiek voorbeeld van nanotechnologie is het blootleggen van de structuur van melk en andere zogenoemde colloïden: bolletjes van nanoschaal zwevend in een oplosmiddel. Ook het ontwikkelen van nieuwe katalysatoren kunnen we nanotechnologie noemen. De sterke vergroting van de opslagcapaciteit van computergeheugens is een wapenfeit van de nanotechnologie.

Nederland heeft de afgelopen jaren flink geïnvesteerd in nanotechnologie. Een aantal nationale programma's is met succes afgewerkt. Hierdoor heeft ons land op dit gebied een hoog kennisniveau en een uitstekende positie bereikt. Dit gaat ons van pas komen in de komende tien jaar, waarin de nanotechnologie een nieuwe fase binnen gaat: oogsten. In de afgelopen tijd waren de belangrijkste toepassingen in 'traditionele' sectoren, zoals in de elektronica. In de komende periode komen er veel nieuwe toepassingen op andere terreinen. De belangrijkste liggen op het gebied van mens en milieu en ze gaan een grote bijdrage leveren aan het oplossen van belangrijke maatschappelijke vraagstukken. Wij gaan nanotechnologische oplossingen zien voor schoon water, voeding en gezondheid en voor energievoorziening en energiebesparing. We gaan innovaties zien op het gebied van de geneeskunde. Steeds meer vakgebieden verbinden zich met de nanotechnologie; in de nabije toekomst niet alleen de medische wetenschap en de biologie, maar ook gedrags-, maatschappij-, voedings- en gezondheidswetenschappen. De positie van Nederland in het internationale krachtenveld rond nanotechnologie biedt dus niet alleen kansen voor het

bedrijfsleven, maar ook voor onderzoeksinstituten, de overheid en de samenleving als geheel.

Nanotechnologie heeft door zijn enorme belang terecht een plaats gekregen bij de eerder genoemde negen topsectoren waarmee het ministerie van Economische Zaken onze economie wil stimuleren. Nanotechnologie speelt een grote rol bij de topsectoren Energie, Water, Chemie, Landbouw en Voedingsindustrie, Tuinbouw, Gezondheidsindustrie en zelfs in de Creatieve Industrie. Een korte toelichting per gebied geeft een beeld van wat ons te wachten staat.

Chemie. De chemische industrie is een sterke industriële sector waarin nieuwe nanotechnologische toepassingen hun weg vinden. Het gaat dan bijvoorbeeld om sterkere of juist soepeler materialen, materialen met een hoge elektrische weerstand of materialen met handig gedrag bij afkoeling of verhitting. We kunnen ook levende cellen of andere onderdelen uit de natuur gaan koppelen met de synthetische producten van de nanotechnologie. De mogelijkheden worden dan vrijwel onbeperkt. Zulke ingrepen kunnen micro-organismen opleveren met geheel nieuwe functies zoals lichteffecten, magnetisme of zelfs de productie van nieuwe biomaterialen. Andersom kunnen nanosystemen uit de levende natuur als eiwitten, virussen of DNA worden aangepast voor toepassingen buiten hun natuurlijke omgeving. Nanomaterialen die van eiwitten zijn afgeleid zijn biologisch afbreekbaar en worden vaak geaccepteerd door het lichaam. We kunnen ze gebruiken om medicijnen zo ‘slim’ te verpakken dat de werkzame stof alleen bij het probleemgebied wordt losgelaten.

Gezondheidsindustrie. De meeste ziektes beginnen op nanoschaal, op het niveau van biomoleculen en levende cellen. We willen dus heel graag diagnoses kunnen stellen op deze schaal en ook alle behandelingen op die schaal mogelijk maken, zodat we de problemen aanpakken bij de bron. We kunnen steeds beter op deze schaal kijken en ingrijpen. Er zijn vijf grote lijnen voor onderzoek en ontwikkeling in dit ingewikkelde veld. De eerste drie richten zich vooral op de oorzaak van de ziekte en het vaststellen van medische problemen (diagnose). De laatste twee hebben vooral betrekking op genezing.

De moleculaire oorzaak van ziektes. Het gaat hier vooral om het vaststellen van moleculen die karakteristiek zijn voor het ontstaan van een ziekte of voor de aanleg om ziek te worden, de zogenaamde bio-markers. Die willen we graag kunnen waarnemen en volgen op hun weg van oorzaak naar probleem. Hierbij horen termen zoals nanosensoren, nanonaalden, lichtgevende moleculen en heel kleine regulerende implantaten. De betrokken wetenschappelijke vakgebieden zijn

biofysica, biochemie en biotechnologie. De onderzoekers verwachten binnen tien jaar met resultaten te komen.

Diagnostiek op nano-schaal. Hier gaat het om een miniatuur laboratorium; het 'lab-on-a-chip'. Het is een kleine chemische fabriek, die weliswaar niks maakt, maar vol zit met gevoelige moleculen die ons vertellen hoe het zit met onszelf, ons bloed, ons zweet of onze tranen. Wat die moleculen zeggen, kunnen we ook nog eens heel eenvoudig op een schermje aflezen. En dat allemaal thuis. Een prachtig succes van miniaturisering en een mooi voorbeeld van 'we hebben geen idee hoe het werkt, maar we zijn heel blij met de mogelijkheden'. In de toekomst zullen we allemaal veel van deze labs-on-a-chip in huis hebben. En als de huisdokter of de specialist kan meekijken (via een beveiligde verbinding), kunnen we ook nog eens simpel checken wat er met ons aan de hand is en wat een mogelijke behandeling kan zijn.

Alles kunnen zien. We hebben al heel veel meer middelen dan de ogen en de handen van de dokter om onze kwalen vast te stellen. CT, MRI, Röntgen, Protontherapie. En er komen nog veel meer. We kunnen nu al grote onderdelen van het lichaam zichtbaar maken en ook inzoomen op meerdere organen. In de nabije toekomst gaan we op het niveau van de cel of een stel cellen kijken en precies vaststellen wat er mis is. Met behulp van bio-markers volgen we daarna het ziekteverloop of de manier waarop het medicijn zijn werk doet.

The silver bullet, ofwel het medicijn precies afgeven waar het nodig is. Het is de droom van vele generaties onderzoekers. Het onderzoek vordert zeer langzaam en de relatie met cowboyfilms is volkomen fout. Inderdaad, het toedienen van medicijnen kan veel beter. Pillen slikken betekent twee derde verspilling door afbraak in maag, darmen en lever, veel bijwerkingen en nooit een mooie constante hoeveelheid van het medicijn in de bloedstroom. Tot nu toe hebben we niet echt iets beters. De hoop is dat we de medicijnen steeds beter weten te verpakken of kunnen inbouwen in een implantaatje en precies op de goede plek neerzetten. Dan willen we het ook nog op ons commando vrij laten komen en kunnen zien hoe het zijn werk doet. We zullen vele succesvolle voorbeelden zien komen.

Nieuwe onderdelen. De hartritmeregelaar zo groot als een rijstkorrel, die werkt op de energie van de hartspier zelf, en ons draadloos laat weten hoe het hart klopt, is een prachtig voorbeeld. Het aantal biomaterialen voor herstel en reparatie van 'kapotte organen' zal enorm toenemen. Het succes zal afhangen van nieuwe nanostructuren gemaakt door fysici, chemici, biologen en farmaceuten. Nieuwe producten die de moleculaire werking van de natuur volgen. Of geïnspireerd daarop en net een beetje anders.

Land- en tuinbouw, voeding. Meten is weten. Met nanosensoren kunnen we in principe allerlei zaken meten. Zoals de kwaliteit van zaden, de voortgang van de groei van plant of dier, de kwaliteit van het (verpakte) product of het effect bij

consumptie. Zulke toepassingen zijn nog maar sinds kort mogelijk. Een andere toepassing van nanotechnologie is het coaten van zaden met beschermingsmiddelen of groeimiddelen. Bij bepaalde gewassen is hierdoor het gebruik van bestrijdingsmiddelen tijdens groei en bloei verminderd met 80%. In de moderne kas gebruikt men sensoren en nanotechnologie in bijna elke stap van het productieproces. Het glas bevat nanocoatings die de juiste kleuren van het licht doorlaten. Voedingsstoffen worden door nanoverpakkingen heel precies toegediend. Bij de oogst weten we precies welke producten rijp zijn en hoe we verschillen in kwaliteit kunnen vaststellen. Met de juiste nanodeeltjes in de verpakking blijven de producten langer houdbaar. In de precisielandbouw maken wij dankbaar gebruik van allerlei sensoren op basis van nanotechnologie. Het lab-on-a-chip doet ook in de voedingswereld zijn intrede. Alles wat we met nanotechnologie kunnen doen in de gezondheidsindustrie kunnen we moeiteloos doortrekken naar de voedingsindustrie. Ook hier willen we op moleculair niveau kunnen zien hoe voedsel zich gedraagt van grond tot mond en de stappen daarna. Geur-, reuk- en smaakstoffen kunnen we dank zij nanotechnologie steeds subtieler hun werk laten doen. Producten scheiden of steriliseren kunnen we straks uitvoeren onder zeer milde omstandigheden zodat niets van de natuurlijke kwaliteit verloren gaat. Met slimme inkapseling kunnen we ingrediënten voor geur, kraak en smaak bijeen brengen die vroeger volstrekt onverenigbaar waren. Daarmee gaat er een nieuwe wereld open voor de haute cuisine. Tenslotte, de verpakkingen worden steeds slimmer. Ze worden afgestemd op de eisen van de inhoud met betrekking tot zuurstofgehalte, vocht, zuurgraad, temperatuur en licht. Bovendien zal de verpakking ons steeds meer laten weten over de inhoud, wat erin zit, waar deze vandaan komt en hoe deze kan worden verwerkt. Slimme sensoren in de verpakking kunnen al of niet op afstand laten weten hoe het daarbinnen allemaal toegaat. En misschien ook in de verre toekomst iets corrigeren dat fout dreigt te gaan.

Het is al gezegd: we kunnen de invloed van de nanotechnologie op de samenleving van de toekomst nauwelijks onderschatten. Nu lijkt nanotechnologie vaak nog een technisch hoogstandje dat de kosten van de gezondheidszorg omhoog jaagt. Dat gaat compleet anders worden. Vooral de toepassingen buiten de gezondheidszorg, in land- en tuinbouw, voeding, energie, water en vervoer zorgen ervoor dat nanoprodukten goed en goedkoop worden. Deze zullen zich snel ontwikkelen van specialiteiten naar consumptiegoederen en dan veel goedkoper worden. Nanotechnologie aan huis zou wel eens de omslag kunnen betekenen in de almaar oplopende kosten voor de gezondheidszorg.

Energie. Alle duurzame energievormen maken gebruik van nanotechnologie.

Zonne-energie. Slimme coatings weten het rendement van de huidige zonnepanelen al met een paar procenten te verbeteren. Om zonnecellen fors boven de huidige rendementen uit te tillen, denk aan 40%, zijn nieuwe materialen nodig. Zoals cellen gebaseerd op nanodeeltjes, of organische zonnecellen met kleurstoffen die een groot deel van het licht pakken, zowel zichtbaar als onzichtbaar. Er is nog veel ruimte voor verbetering en er zijn ook vele ideeën voor totaal nieuwe systemen om zonne-energie te vangen. Katalyse speelt daarbij een sleutelrol, zoals bij de ontwikkeling van bio-zonnecellen, die de natuurlijke fotosynthese proberen te verbeteren. Hetzelfde geldt voor het gebruik van de zon om water te splitsen in waterstof en zuurstof. Ook hier is het wachten op de perfecte katalysator die op zonlicht zijn werk doet.

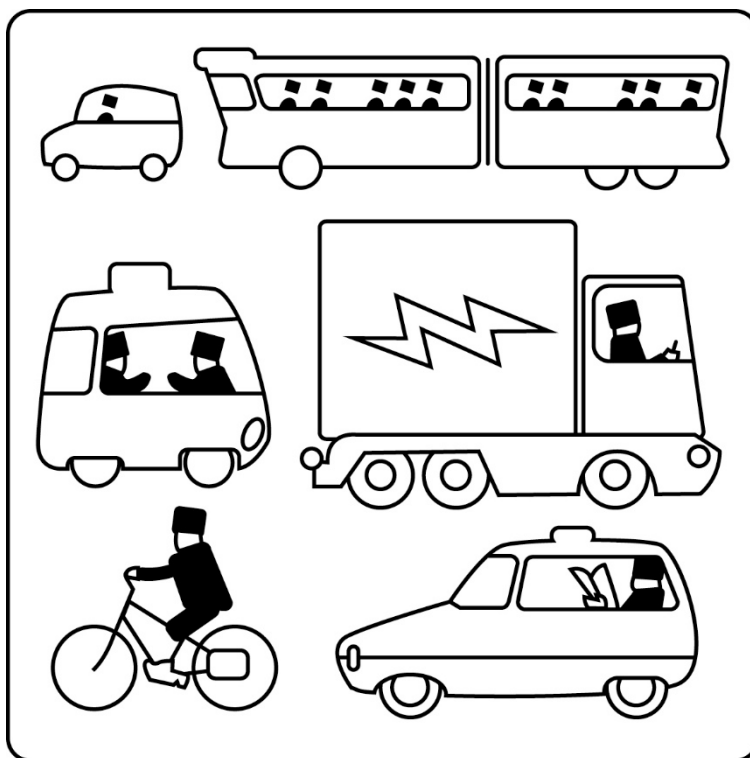
Windenergie. Bij windenergie gaat het om de ontwikkeling van sensoren. Vooral bij molens op zee is het van belang zoveel mogelijk informatie over het functioneren van de molen op afstand te kunnen zien en liefst wil men ze ook kunnen corrigeren. De ontwikkeling van nieuwe zeewaterbestendige materialen voor windmolens is een uitdaging voor nanotechnologen. Materialen die zichzelf kunnen reinigen en repareren zijn mooie vergezichten en helemaal het domein van de nanotechnologie.

Energiebesparing. Nanotechnologie speelt een rol in energiebesparing bij de ontwikkeling en gebruik van sensoren en van slimme meters. De technologie heeft ons al flinke besparingen bezorgd door de ontwikkeling van LED-lampen. Bij chemische processen zal het energieverbruik steeds kleiner worden door steeds betere katalysatoren; nanotechnologie speelt een belangrijke rol in het ontwerpen en produceren van die katalysatoren. In de petrochemie heeft katalyse haar sporen meer dan bewezen. In de groene chemie, op zich al veel energiezuiniger, zal nog het een en ander komen. In energieopslag kan nanotechnologie misschien wel de grootste slag slaan. Het gaat hierbij vooral om de ontwikkeling van nieuwe materialen die veel energie in weinig kilo's kunnen opslaan en dit ook op commando heel snel weer kunnen afgeven.

Water. De relatie tussen water en nanotechnologie betreft in de eerste plaats sensoren. Er zijn altijd veel redenen om de kwaliteit van water te willen meten, of het nu om drinkwater, afvalwater, zwemwater of ander oppervlaktewater gaat. Met sensoren kunnen we snel de hoeveelheid mineralen, bacteriën, resten van geneesmiddelen, bestrijdingsmiddelen, de zuurgraad of wat dan ook vaststellen. We willen het snel weten en zo mogelijk ook op afstand kunnen volgen. Na sensoren zijn membranen een groeiend gebied waar nanotechnologie steeds meer mogelijkheden laat zien. Nanotechnologie maakt het mogelijk voor elk soort molecule, gewenst of ongewenst, van keukenzout tot grote eiwitten of zelfs

virussen en bacteriën een specifiek filter te ontwerpen. Waterzuivering en ontzilting zijn bekende toepassingen. De firma Paques en het watertopinstituut Wetsus maken veelvuldig gebruik van membranen. Energiewinning in of uit water maakt gebruik van membranen op allerlei manieren. Veel onderzoek wordt gedaan naar de zogenaamde blauwe energie, waarbij energie wordt gewonnen uit zoet en zout water gescheiden door een membraan. Ook de efficiënte productie van waterstof door elektrolyse van water maakt gebruik van elektrodes met membranen. Nanodeeltjes worden verder gebruikt om specifieke moleculen uit (zee)water te winnen. Het is zelfs mogelijk op die manier goud uit de zee te halen, hoewel niemand daar rijk van zal worden (de concentratie is veel te laag). Wel mogen we denken aan het winnen van hoogwaardige stoffen uit allerlei afvalstromen. Nu wordt het membraan nog in de eerste plaats gebruikt om ongewenste producten te verwijderen. We kunnen de zaak echter ook omkeren, en doelgericht waardevolle stoffen gaan winnen. De stap is maar klein. We kunnen immers voor elk molecule een specifiek membraan ontwikkelen. Maar er is een algemeen probleem bij membranen, en dat is verstopping door vervuiling. Het gaat er dan niet zozeer om dat het verkeerde product in de poriën komt, maar eerder dat op de buitenkant een vuillaagje gaat zitten of dat daar bacteriën gaan groeien. Dan hebben we weer sensoren nodig om dat te meten en vervolgens kunnen we aan de slag om de vervuiling te verwijderen of te voorkomen. Zo komen we uit bij zelfreinigende membranen, een populair onderwerp van onderzoek.

Hoofdstuk 8. Mobiliteit en logistiek



8.1. Twee werelden van vervoer

De wereld van verkeer en vervoer is gesplitst in tweeën: het goederen- en het personenvervoer. Het zijn werelden die merkwaardig genoeg bijna niets met elkaar te maken hebben. Ze maken gebruik van dezelfde infrastructuur (wegen, spoorlijnen, vliegvelden, tankstations) maar gaan elk volstrekt hun eigen gang. In sommige landen als Zweden en Zwitserland (en vele ontwikkelingslanden) zijn er bussen die zowel passagiers meenemen als vracht (post); maar zulke combinaties zijn er bij ons niet: goederen en personen zijn volstrekt gescheiden.

Onze persoonlijke mobiliteit ligt ons vaak na aan het hart – mensen hebben vaak zeer uitgesproken gewoontes waarvan ze niet willen afwijken. ‘Het verkeer’ is naast ‘het weer’ een van de meest besproken onderwerpen in ons land. Maar, heel opmerkelijk: voor ons thema ‘hoe verdient Nederland zijn geld over twintig jaar’ is personenvervoer niet van bijzonder belang. Wij hebben in Nederland op dit gebied geen grote industrieën. Wij hebben Nedcar in Born, een moderne fabriek die steeds het hoofd boven water weet te houden en waar al vele merken auto’s zijn geproduceerd. Rond Venraij is er een cluster van innovatieve bedrijven die onderdelen leveren aan de autobranche – zeer belangrijk voor de regionale economie, maar niet toonaangevend op nationaal niveau. Hetzelfde geldt voor de fabriek van Scania in Zwolle en de vrachtwagenfabriek DAF in Eindhoven; weliswaar topspelers in high-tech toepassingen, maar verreweg de meeste vrachtwagens komen toch elders vandaan. De automobielsector is dan ook niet een van de landelijke topsectoren.

Personenvervoer is weer wél belangrijk voor de toekomst van de energievoorziening met een zesde van het totale energieverbruik. De vraag ‘motorbrandstoffen of elektrisch’ heeft grote consequenties voor energie en voor alle investeringen die daarmee samenhangen. Raffinaderijen of hoogspanningsleidingen – die vraag maakt heel veel uit voor de metaalsector, de ruimtelijke ordening, de banken enz. Ook wie in de eerste plaats de CO₂-uitstoot wil terugdringen, moet veel aandacht besteden aan het personenvervoer. En aan ons thema ‘meer met minder’ kan het personenvervoer een belangrijke bijdrage leveren (we zullen dat gaan zien in par. 8.3). Maar zoals gezegd, voor onze vraag hoe we ons geld gaan verdienen in de toekomst, moeten we niet in de eerste plaats kijken naar het personenvervoer.

Maar voor deze vraag is het goederenvervoer juist weer buitengewoon belangrijk. Uit de dienstensector komt € 0,75 van elke Euro die we verdienen. Diensten zijn onder meer handel, bankwezen, toerisme en transport. Hierin is het transport (beter gezegd de logistiek) verreweg de belangrijkste speler; daarom is deze sector ook geheel terecht door onze overheid tot topsector benoemd. Voor de toekomst van de Nederlandse economie is het van groot belang of de logistieke

sector zijn plannen goed op orde heeft. Zal de sector zich goed staande kunnen houden in de sterk veranderende wereld? Wij volgen eerst de plannen van deze topsector.

8.2. Logistiek

Ruim 80% van alles wat moet worden vervoerd, wordt overgelaten aan gespecialiseerde bedrijven. Die kunnen variëren van de zzp-er met zijn besteldienst tot de reder met mammoet containerschepen, opslag- en distributiecentra en honderden wagens op de weg. Die alles tussen fabriek en klant uit handen neemt. Door de jaren heen zijn de diensten in de vervoersector geleidelijk verschoven van louter vervoer naar extra's als opslag, reparaties, verpakken, assemblage en distributie. Met de komst van computer en ICT-netwerken is de service uitgebreid met al het denkbare 'papierwerk' en tenslotte ook met financiering, verzekering, controle, risicobeheer, uitzendarbeid en personeelswerving. In managementcursussen wordt vaak de karikatuur geschetst van de ondernemer met een miljardenomzet die alle bedrijfsfuncties heeft uitbesteed en vanaf het zonnige terras bij zijn villa alles volgt. De sector zelf beschrijft het proces als volgt: 'Logistiek is de kennis en kunde die nodig is om de goederen- en informatiestromen en de daarmee verbonden financiële stromen van grondstof tot eindproduct efficiënt, duurzaam en effectief te plannen, te organiseren, uit te voeren en te besturen. Dit is inclusief retourstromen en hergebruik, zowel binnen één bedrijf als tussen bedrijven.' Logistiek omvat dus heel wat meer dan transport. Men heeft het niet voor niets over logistieke *dienstverlening*. Het verbaast ons ook niet dat slechts een kwart van alle vervoerdiensten nog uit het vervoer als zodanig komt.

Rotterdam wordt terecht als de poort van Europa gezien. Vanuit Rotterdam zijn 150 miljoen consumenten binnen enkele uren te bereiken. Toen Europa en de VS nog de topposities in de wereldeconomie innamen, betekende dit voor Rotterdam ook wereldwijd de nummer één plaats. Met de sterke welvaartsgroei in de dichtbevolkte kuststreken van Azië is deze situatie gewijzigd. In containeroverslag moeten we nu een stuk of tien Aziatische havens voor laten gaan. Toch is op allerlei indexen Rotterdam nog steeds onderdeel van de top vijf. Op de meest gehanteerde index voor logistieke dienstverlening (de LPI, Logistics Performance Index, gehanteerd door de Wereldbank) staat Nederland wat betreft 'tijdigheid' op de eerste plaats. Gemeten naar alle aspecten van deze index stonden we in 2012 op de vijfde plaats: Singapore en Hong Kong op de plaatsen één en twee, en Duitsland en Finland nog voor ons. In 2007 was alleen Singapore ons nog voor. De hoogte van onze tarieven is de zwakste schakel. Toch is onze veerkracht

niet gering, want in 2013 stonden we weer op de tweede plaats met Duitsland voor en België direct na ons. Op het onderdeel voorzieningen en infrastructuur moeten we Singapore en Duitsland op dit moment voor laten gaan. Binnen Europa staat ook de haven van Amsterdam hoog, drie plaatsen lager dan Rotterdam, en achter Antwerpen en Hamburg. Onze kleinere havens als Terneuzen en Delfzijl zijn vooral van regionaal belang; ze worstelen nog met de vraag waarin zij hun kracht moeten zoeken, de grote broers zijn allemaal toch wel erg dicht bij. De luchtvracht is uiteraard veel kleiner dan vervoer over water: goederenoverslag in Rotterdam meer dan 430 miljoen ton; op Schiphol nog geen 2 miljoen ton air cargo. Toch is Schiphol daarmee de nummer drie van Europa.

In de toekomst zal er veel gaan veranderen. De grootste goederenstromen van de wereld gaan zich verplaatsen van Noordzee en Atlantische Oceaan naar de Stille Oceaan. Zowel de oostkust van de Stille Oceaan (Californië) als de westkust (Oost- en Zuidoost-Azië) zijn sterk in opkomst. Voor de haven van Rotterdam is het heel belangrijk welke kant het op zal gaan met de energievoorziening. Veel vervoer valt weg als we van kolen en olie gaan overschakelen op gas en elektriciteit. Een grotere rol voor Europa in de wereldvoedselvoorziening kan juist weer nieuwe goederenstromen met zich mee brengen. Maar de grootste uitdagingen hangen samen met de fundamentele trends die we in onze eerdere hoofdstukken hebben besproken. Wat zijn de gevolgen daarvan voor de logistieke sector? Het probleem is dat wij van deze trends nu alleen nog het begin kunnen zien. Wij denken dan in de eerste plaats aan kleinere en meer verspreid staande fabrieken en de opkomst van lokaal transport die daarmee gepaard gaat. Als wij gaan overschakelen van fossiele energie naar duurzame energie betekent dat bijvoorbeeld dat lokaal transport belangrijker gaat worden. Als we meer groene grondstoffen gaan gebruiken in de industrie heeft dat hetzelfde effect. Is de logistieke sector hier klaar voor? Een tweede trend is dat landen die goedkope bulkgrondstoffen winnen, deze zo dicht mogelijk bij de bron willen gaan verwerken tot duurdere producten. Veel deskundigen denken dat met name de 3D-printer deze trend fors zal versterken. Voor transport en logistiek betekent dit minder volume (vooral minder grote bulkstromen) en tegelijkertijd meer waarde (toename van de prijs per eenheid te vervoeren product). Worden hierdoor op den duur de supertankers en bulkcarriers overbodig? Dat valt nog te bezien. Want de producten of halffabricaten die via 3D printen gemaakt worden, nemen meestal meer ruimte in dan vloeibare olie, graan of andere bulkproducten. Bovendien kunnen we ons heel goed voorstellen dat grote 3D-printrobots onderweg op het schip allerlei bulkgrondstoffen alvast omzetten in handige (onderdelen voor) vervolgproducten. Maar daarvoor zijn dan wel weer sterk gespecialiseerde schepen nodig.

Al tientallen jaren dalen in de wereldhandel de kosten per eenheid vervoerd product, terwijl de waarde van het vervoer blijft toenemen.

Internationale vervoerders hebben dit vooral bereikt door jarenlange schaalvergroting: meer olie in steeds grotere tankers, meer containers op steeds grotere carriers. Dat houdt eens op, de carriers kunnen niet veel groter meer worden dan nu. Maar dat wil niet zeggen dat de trend van dalende kosten en toenemende waarde daarmee ophoudt. De ervaring met zulke trendlijnen is dat ze vaak nog een hele tijd doorgaan. Wij verwachten dus ook voor de toekomst nog steeds méér waarde in de wereldhandel en lagere kosten per eenheid product. Maar we verwachten niet dat die dalende kosten zullen voortkomen uit nog verder gaande schaalvergroting. Zoals we zeiden: deze houdt eens op. Maar de trends die we net hebben genoemd maken de waarde van de te vervoeren producten fors groter. Daardoor kunnen toch de vervoerskosten per waarde-eenheid van het vervoerde product nog lager worden.

Maar als wij dit goed zien zal de wereldhandel wel ingrijpend veranderen. Wij denken dat gespecialiseerd vervoer de toekomst heeft. Met een grote rol voor ICT. Gunstig voor Nederland, want ook daarin zijn we goed. Maar als het inderdaad deze kant op gaat, kan Nederland zijn gunstige positie in het internationale transport alleen handhaven wanneer de logistieke sector fors wil omschakelen. Havens, laad- en losplaatsen, binnenlands transport zouden zich allemaal moeten afvragen: wat betekent dat voor ons, zo'n overschakeling van bulkvervoer naar gespecialiseerd vervoer? Zo'n transitie van het vervoeren van olie, kolen en gas naar het transport van biomassa voor voedsel en heel veel andere, nieuwe toepassingen?

8.3. Personenvervoer

Bijna twee eeuwen lang is personenvervoer nu al een grote motor van economische groei. Dat komt doordat mensen er veel geld voor over hebben. In de 19^e eeuw waren de spoorwegen de aanjagers. Er werd buitengewoon veel geld in verdiend, kijk naar de luxe buitenlandse stations uit die tijd, zoals Victoria Station (Londen), Antwerpen, Leipzig en New York Central. Daarna kwam de auto als grote aanjager van de economie. Niet alleen door de productie van auto's zelf, maar ook door de enorme infrastructuur daar omheen: wegen en snelwegen, tankstations, raffinaderijen, oliemaatschappijen. En na de auto kwam nog het vliegtuig, eerst voor de rijken en machtigen, nu steeds meer voor het massatoerisme. Ook met zijn infrastructuur van vliegvelden, bevoorrading, luchtverkeersleiding enzovoort. Straks nog de ruimtevaart? Eerlijk gezegd denken wij niet dat die als toeristische sector erg belangrijk zal worden. De positie van het personenvervoer in de economie is bijzonder groot: veel mensen geven meer uit aan hun auto dan aan hun huis (en daar komen dan alle eventuele vliegreizen nog bij). Die plaats van

mobiliteit in de samenleving komt voort uit de grote betekenis van vrijheid voor de moderne mens: de vrijheid om te gaan en staan waar je wilt en de meester te zijn over je eigen leven en je eigen voertuig.

Blijft het personenvervoer die rol spelen? Hebben wij in de toekomst nog steeds zoveel geld over voor onze mobiliteit, dit gevoel van vrijheid? Misschien wel bij de elektrofiets, maar bij de auto ligt dat anders. De vrijheid van de automobilist wordt steeds meer aan banden gelegd; we weten niet of autorijden straks nog net zo'n formidabele belevenis zal zijn als toen we voor het eerst achter het stuur kropen. De autoreclames staan nog steeds vol met bolides die door eindeloze steppes of langs maagdelijke kusten scheuren. De laatste cowboy die de laatste grens ontdekt. Maar de praktijk wordt steeds meer: in drie rijen dik met 100 kilometer per uur, of minder, voort schuiven over de snelweg; of in de stad van stoplicht naar stoplicht hobbelen. Houdt het gevoel van vrijheid stand tegen deze werkelijkheid? De ontwikkeling gaat bovendien naar volautomatisch rijden. Dat zou een buitengewoon knappe prestatie zijn, vanuit technologisch oogpunt. Maar wat doet dat met het gevoel van vrijheid? Je kunt dan bij wijze van spreken net zo goed de krant gaan lezen achter het stuur, of je mail checken. Prima, maar niet meer spannend. Wat is dan nog het verschil in beleving tussen de auto en het openbaar vervoer? En zouden ze daar bij de ontwikkeling van de Google Car wel één moment bij hebben stil gestaan?

Het kan twee kanten op. Óf Tesla en de Google Car trekken weer grote groepen mensen over de streep, die best een ton of meer willen betalen voor het nieuwste van het nieuwste, en die daarmee een nieuwe trend zetten die nog tientallen jaren zijn vruchten afwerpt in de economie. Wij zullen dat het 'technologische verhaal' noemen. Óf de nieuwe trend van 'delen in plaats van bezitten' krijgt ook vaste voet aan de grond in onze mobiliteit. Dat betekent een grotere rol voor deelauto's zoals Greenwheels en Car2Go, en voor sites gericht op uitlenen van auto's als Snappcar. Het betekent een verkleining van de kloof tussen openbaar en particulier vervoer. Misschien komen er ook providers op die 'ketenvervoer' aanbieden: reizen die door de provider worden georganiseerd van A naar B, gebruik makend van verschillende vervoermiddelen, waarbij de reiziger zoveel mogelijk zorgen uit handen worden genomen. Wij zullen dit het 'sociale verhaal' noemen. De economische gevolgen van het sociale verhaal zijn totaal anders dan die van het technologische verhaal. Bij het sociale verhaal gaan mensen veel minder geld uitgeven aan hun mobiliteit. Het personenvervoer is dan niet meer de motor van de economie. Maar mensen houden wel geld over om andere sectoren te stimuleren. En tenslotte is het natuurlijk ook mogelijk dat beide ontwikkelingen tegelijkertijd gaan plaats vinden. Een deel van het publiek kan kiezen voor 'technologisch', een ander deel voor 'sociaal'. En de keuzes in China en India zouden dan nog weer eens volkomen anders kunnen zijn dan in Nederland.

Intussen dalen de autoverkopen, en de autosector denkt dat het nooit meer zo mooi zal worden als vroeger.

Het technologische verhaal. De manier waarop wij ons in het autoverkeer verplaatsen is een extreem voorbeeld van inefficiëntie en het verknoeien van energie. Erger is dat het soms lijkt alsof we ons erbij hebben neergelegd. In de file staan is een deel van de dag geworden en we proberen die tijd zo veel mogelijk te benutten door telefoongesprekken te voeren, e-mail te checken, te ontbijten, de make-up te verzorgen, of informatie te verwerken. Hier zou wel eens een geheime sleutel voor het toekomstige particuliere vervoer kunnen liggen. We putten hierbij voor een deel uit het boek over 'revolutie in de grondstoffen' van de Amerikanen Stefan Heck en Matt Rogers met prachtige voorbeelden van 'meer met minder'.

Van alle energie die we gebruiken om ons per auto te verplaatsen komt slechts 0,6% bij het echte doel: het verplaatsen van de chauffeur. Ruim 80% van de energie die we erin stoppen bereikt de wielen niet eens door stilstaan en energieverliezen. De doorsnee Amerikaanse auto staat 96% van de tijd stil. Dat zal in Nederland niet veel anders zijn. Spitsuren beslaan niet meer dan 5 tot 10% van de tijd en zelfs dan wordt slechts 10% van het asfalt ingenomen door auto's. Een vierkante meter snelweg is voor 96% van de tijd leeg. En toch blijven we het toenemend aanbod van autoverkeer bedienen met meer asfalt en meer parkeerplaatsen. Deze enorme verspilling van energie en materialen schreeuwt als het ware om 'factor 10' verbeteringen. Van het openbaar vervoer hoeven we dat niet te verwachten. Als slechts 5% van de huidige automobilisten het openbaar vervoer zou nemen, zouden de treinen permanent stil staan rond Utrecht, ook bij een totaal vernieuwd station. De efficiëntie van de Japanse spoorwegen is een stuk beter, maar ook daar zijn de files lang en de spitsuren ondraaglijk. China legt in razend tempo hogesnelheidsspoor en snelwegen aan, maar de files groeien nog sneller. Je zou uit die landen creatieve oplossingen voor het personenvervoer verwachten. Ze zijn er nog niet.

De gedachte dat we zo snel mogelijk van A naar B moeten, hebben we al bijna los gelaten. Meer en meer accepteren we de file en geleidelijk vinden we een nuttige invulling van die wachttijden. Hier ligt de sleutel voor de toekomst. De moderne mens wil al zijn individuele vrijheden behouden zonder anderen tekort te doen. De moderne mens wil op elk moment bereikbaar zijn en overal en altijd over de gewenste informatie en contacten kunnen beschikken. Dat kan ook in de file op voorwaarde dat iemand anders het stuur overneemt. Met de toenemende rol van duurzaam geproduceerde elektriciteit in particulier beheer, is de stap naar elektrisch rijden geen grote sprong meer. De aanleg van elektronische bediening op alle snelwegen is de volgende stap. We stappen 's ochtends in onze elektrische auto. De accu's zijn gevuld met zonne-energie van de eigen panelen. We rijden zelf

de enkele kilometers naar de oprit van de autosnelweg en klikken aan. De elektronische begeleiding plaatst ons in de rij en zorgt ervoor dat we met een snelheid van 150 (?) km/uur naar onze bestemming zoeven. De onderlinge afstand van de auto's is enkele meters. Bij de plaats van bestemming worden we automatisch losgekoppeld en we leggen de laatste kilometers naar ons werk weer met handbesturing af. Tijdens de rit op de snelweg hebben we ontbeten, het nieuws gelezen, alle mail verwerkt en tal van andere nuttige dingen gedaan. Dit scenario is eenvoudig uit te breiden naar container- en pakketvervoer (waarom vrachtwagens op de snelwegen?) in combinatie met klassiek lokaal transport. Het resultaat is dat we met veel minder vierkante meters asfalt toe kunnen; terug van 4, 6 of 8 baansnelwegen naar 2. We behouden onze individuele vrijheden, sterker nog, we krijgen ook op de snelweg de beschikking over onze eigen tijd. De bouw van de auto's kan vele malen goedkoper. De kans op aanrijdingen is immers minimaal geworden. Dus veel lichtere materialen. Zo'n auto kan uit de 3D printer komen. Het aantal verkeersslachtoffers zal nog vele malen kleiner worden, en de lucht rond de snelwegen gaat naar Alpenkwaliteit.

Hoe ver zijn we gevorderd met dit wonderbaarlijke en aanlokkelijke scenario? Elon Musk, de producent van de bekende elektrische Tesla, werkt er hard aan. Hij is het typische voorbeeld van de Amerikaanse succes story en wordt door velen gezien als de Henry Ford van de 21^e eeuw. Geboren in Zuid Afrika (1971), verdiende hij op 12-jarige leeftijd zijn eerste geld met videospellen. Zijn ouders dachten dat zijn talenten elders beter tot ontwikkeling zouden komen en verhuisden naar Canada en later naar de VS. Na vier dagen aan de universiteit van Stanford (toch bepaald geen tweederangs universiteit) vertrok hij naar Silicon Valley in Californië en ging in de ontwikkeling van websites. Dit bedrijf verkocht hij in 1999 aan de computerfirma Compaq voor \$ 340 miljoen. Met een deel van dat geld ontwikkelde hij het elektronisch bankieren, wat we nu kennen als Paypal. Dat deed hij in 2002 van de hand aan Ebay, voor \$ 1,5 miljard, om zich op het lanceren van satellieten te storten. De eerste drie raketten en hun lading gingen jammerlijk de mist in en met zijn laatste geld financierde hij een vierde en succesvolle lancering. Zijn firma, SpaceX, heeft nu voor \$ 4 miljard aan orders voor satellietlanceringen in de boeken staan. Ondertussen is hij in 2009 begonnen aan de ontwikkeling van zonne-energie onder de naam Solar City. Nu al één van de grootste producenten van zonnepanelen. Zijn belangstelling voor elektrische auto's dateert van het jaar 2000. Zijn uitgangspunt is het ontwikkelen van een geheel nieuwe auto (terwijl andere autofabrikanten een accu bouwen in een bestaand model). Tesla gaat uit van (zware) accu's, veiligheid, comfort en minimaal verbruik van materialen. Bewust is de eerste serie duur gemaakt en bedoeld als statussymbool voor de trendgevoelige yups. De prijs is \$ 100.000 en tussen de start in 2010 en 2014 heeft het bedrijf meer dan 10.000 exemplaren verkocht. De

accu's vormen het zwaartepunt van de auto, de elektromotoren kunnen prima draaien op luchtkoeling, de actieradius is 300 tot 400 kilometer en, speciaal voor snobs, je gaat in 5 seconden naar 100 km/uur. De goedkopere modellen, van \$ 60.000 en \$ 35.000 staan klaar. De ontwikkeling van een netwerk van snellaadstations is volop gaande, zo veel mogelijk op basis van zonne-energie. Tesla werkt aan zo'n netwerk waarbij de automobilist voor \$ 0,00 aan benzine of diesel van New York naar Los Angeles kan rijden. Het netwerk is klaar van Boston naar Washington en van San Francisco naar Los Angeles. Tesla-rijders kunnen gratis opladen. Voor andere autobezitters gaat elektrisch rijden terug naar de herinnering aan de tijd dat benzine nog een kwartje per liter kostte (de fiscus zal daar wel iets aan gaan doen). Om het succesverhaal af te ronden: Tesla bouwt nu aan de allergrootste accufabriek ter wereld. De fabriek wordt groter dan alle huidige accufabrieken samen, krijgt een capaciteit van 35 GigaWattuur (35 miljoen kWh) en kan daarmee een half miljoen auto's bedienen. Het hergebruik van alle materialen en de accu's is al georganiseerd.

Jaar	km/kWh	€/kWh
1995	4	2.000
2005	6	1.000
2010	8	600
2015	10	250
2020	12	125

De opslag van energie, elektriciteit in dit geval, krijgt een nieuwe dimensie met deze ontwikkelingen. Op zich is een half miljoen elektrische auto's al een opslag en een energiebuffer van geweldige omvang. Bovendien kan die energie helemaal met zonnepanelen worden opgewekt. Het elektriciteitsnet hebben we alleen nodig om ons door donkere dagen heen te helpen of als we grote afstanden gaan rijden. Dat roept ook de gedachte op om een stel accu's in de garage te zetten. Als reserve voor de auto en als opslag van zonne-energie voor gebruik tijdens de nacht. Ook kunnen we die extra set mooi opladen wanneer het aanbod van elektriciteit overvloedig en goedkoop is, zoals op lange zonnige dagen in Duitsland. Onze grote energieleveranciers moeten niet te lang wachten om op deze trends in te spelen. Maar misschien kunnen we hen ertoe dwingen door in ruime hoeveelheden zelf onze stroom te produceren. De prijsontwikkelingen zijn gunstig; niet alleen zonnepanelen maar ook accu's worden zó goedkoop dat consumenten ze wel willen betalen. De tabel hierboven laat zien hoeveel kilometers we kunnen rijden met onze elektrische auto op één kWh. Met een stel accu's van samen 24 kWh kunnen we in 2015 240 kilometer vooruit. In 1995 zou dat nog geen 100 km zijn

geweest. De prijs van de set accu's is in diezelfde 20 jaar gedaald van ruim € 48.000 naar een betaalbare € 6.000. Plaatsen we zo'n zelfde set (kleiner dan een koelkast) van 24 kWh in onze garage, dan kunnen we een gemiddeld huishouden twee tot drie dagen van elektriciteit voorzien. Dat lijkt niet indrukwekkend, maar een slimmerik zal erin slagen om met zijn of haar zonnepanelen het hele jaar door het huis te bedienen en de auto te laten rijden. In 2020 willen we allemaal zo iets kunnen.

De auto wordt totaal anders. Meer een computer op wielen dan een vervoermiddel. De nieuwe Mercedes S-klasse heeft meer dan 70 computers aan boord en zijn programmering bestaat uit meer dan 200 miljoen lijntjes code. Overigens: Google en Tesla verschillen fundamenteel van mening over de richting waarin de auto zich gaat ontwikkelen. Elon Musk denkt bijvoorbeeld dat automatisch rijden nog heel ver weg is (omdat het foutloos moet zijn), en roept ons op om vooral onze energie te richten op het duurzamer maken van de auto (door elektrisch rijden).

Het sociale verhaal. Ook dit verhaal begint met de constatering dat ons huidige vervoersysteem erg inefficiënt is. Maar de accenten in dit verhaal liggen anders. Natuurlijk, energieverspilling is belangrijk. De benzinemotor heeft een rendement van hooguit 20%; maar de grootste verspilling is dat wij 1.200 kilo auto nodig hebben voor de verplaatsing van 80 kilo mens, bij de fiets ligt die verhouding veel beter. Het sociale verhaal legt de nadruk op sociale verspilling. Auto's worden gemiddeld voor hooguit 5% van de tijd gebruikt; als wij dat nu eens zouden kunnen verbeteren tot een nog altijd magere 20%, dan hebben we vier keer zo weinig auto's nodig. Vier keer zo weinig staal, rubber en hoogwaardig plastic voor dezelfde vervoerprestatie. Meer met minder! Al die stilstaande auto's kosten sociale ruimte: in onze steden en dorpen, rond onze kantoren en fabrieken. Die ruimte kost ook geld. Een eenvoudige parkeerplaats aan de straat kost misschien € 3.500, een plek in een parkeergarage kost eerder € 20.000-30.000, ongeveer de prijs van een nieuwe auto. We zouden heel wat geld kunnen besparen als wij auto's beter zouden weten te benutten, en we zouden de vrijkomende ruimte heel goed kunnen gebruiken als speelplaats of park, of zelfs voor nieuwe woningen.

We moeten het openbaar vervoer ook niet verwaarlozen. Tien mensen in een bus nemen vijf keer zo weinig ruimte in op de weg als tien mensen elk in hun eigen auto (daarvoor kijken we naar de lengte van de voertuigen plus de noodzakelijke remweg). Voor veel mensen is het openbaar vervoer een rustpunt; ze kunnen zich er ontspannen en hebben even geen last van de stress van het verkeer. Er zijn veel mensen die meestal de fiets of het openbaar vervoer nemen, maar soms een auto nodig hebben – de basis van deelauto's als Greenwheels en Car2Go. Aan de andere kant zijn er ook mensen die wel een auto hebben maar deze

lang niet altijd gebruiken – de basis van het autodelen via sites als Snappcar. Onder jongeren, vooral onder de 30, is bezit minder belangrijk aan het worden dan gebruik. Niet alleen in Europa, maar ook in Japan en de VS. Het ‘autodelen’ komt hieruit voort. Vroeger was het bezit van een auto het begin van vrijheid; tegenwoordig is online zijn veel belangrijker. Bij hun verplaatsingen letten deze mensen er in de eerste plaats op hoe ze zo goedkoop en snel mogelijk van A naar B kunnen komen; de eigen auto valt dan snel af (als je alle kosten bij elkaar optelt), vooral binnen de stad of voor woon-werk verkeer. Zulke jongeren hebben een nuchtere kijk op vervoer, er zit voor hen geen romantiek in ‘het blik voor de deur’.

Vroeger was alleen het openbaar vervoer een alternatief. ‘Een vorm van vervoer die je brengt van een plaats waar je niet bent naar een plaats waar je niet naartoe wilt op een tijd die je niet zelf hebt uitgekozen.’ Toch voldoet het openbaar vervoer heel goed voor mensen die deze ongemakken voor lief willen nemen. Maar het is... een beetje ouderwets; met zijn vaste tijdschema’s, scheidslijnen tussen verschillende vervoerders, soms klantenvriendelijke procedures (vooral voor mensen die voor de eerste keer opstappen) en gebrekkige informatievoorziening. Vergelijk daarmee moderne aanbieders van vervoer als Uber en Rideamigos. Deze jonge bedrijven maken gebruik van alle gemakken van internet. De gebruiker ziet hen als een app, intern vinden zij hun kracht in data mining: het analyseren van alle gegevens over verplaatsingen van hun klanten en alles wat ze kunnen halen uit andere bronnen. Daardoor zijn zij veel beter dan alle anderen in het voorspellen van patronen in de mobiliteit, waardoor zij eerder klaar staan en klantvriendelijker kunnen opereren.

Rideamigos (nog niet actief in Nederland) is een mooi voorbeeld van flexibiliteit in verkeer en vervoer. Op je app tik je in waar je bent en waar je naartoe wilt. En op je scherm verschijnen diverse mogelijkheden: lopen, fiets, eigen auto of deelauto, trein/bus, taxi, carpooling of achterop een scooter (met aanbiedingen van mensen die net op dat moment jouw kant op gaan). Met tijd, kosten, CO₂ uitstoot, energieverbruik en verbrande calorieën (voor wie wil afvallen!). Kies maar, alle mogelijkheden liggen voor je open en je hoeft er niet eens een auto voor te hebben. Uber, ook zo’n app. Maar wel hard op weg om de hele taxibranche te veranderen in tientallen steden ter wereld, en ook actief in Nederland (Amsterdam, Rotterdam). Voor de klant is de kracht van Uber zijn klantvriendelijkheid: de chauffeurs krijgen een strikte training in correct gedrag. Maar nog veel belangrijker is de rekenkracht die onder Uber ligt. Alle verplaatsingen van hun klanten (en mogelijk tienduizenden anderen) gaan naar de database en worden daar geanalyseerd. Zodat Uber herkent welke patronen er zitten in de mobiliteit en zijn gedrag daarop afstemt. Als er dus ergens ineens grote vraag ontstaat naar taxivervoer, is de kans groot dat er al veel Uber taxi’s in de buurt zijn, zodat Uber klanten sneller worden bediend dan anderen. Dat valt op, en

Uber verspreidt zich dan ook via mond-tot-mond reclame, de beste die een bedrijf zich kan wensen. Een ander gevolg van dit inzicht in patronen van mobiliteit is dat de 'bezettingsgraad' van Uber taxi's een paar keer groter is dan die van gewone taxi's. Per dag werken zij veel meer ritten af. Terwijl wij gewone taxi's nog vaak kunnen zien stilstaan bij taxistandplaatsen (met pratende of de krant lezende chauffeurs), rijden Uber taxi's vooral betaald rond. Doordat zij per dag meer ritten hebben, kunnen zij lage tarieven hanteren. Uber taxi's zijn of worden goedkoper dan gewone taxi's; en dat terwijl zij luxe vervoer aanbieden. Uber heeft zelfs verklaard dat ze te zijner tijd de concurrentie met het openbaar vervoer aan kunnen. Ook Google gelooft in Uber: in 2013 investeerde het voor \$ 258 miljoen in het bedrijf. Google zet zijn kaarten dus niet alleen op het technologische verhaal!

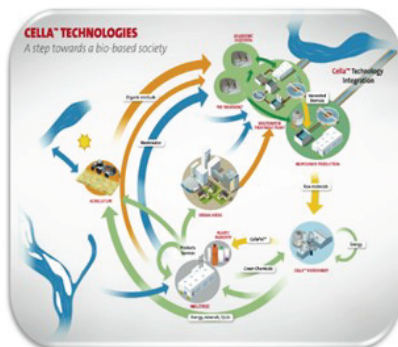
Verwaarloos intussen de mogelijkheden van het openbaar vervoer niet. Het openbaar vervoer is absoluut noodzakelijk om steden draaiende te houden. Een stad kan alleen maar functioneren dank zij een goed werkend collectief vervoersysteem dat grote groepen mensen binnen korte tijd kan brengen op plaatsen waar zij economisch waardevol zijn. Dat geldt voor miljoenensteden als Parijs en Londen, en net zo goed voor Nederland. En er ligt een groot potentieel voor verbetering. In de Braziliaanse stad Curitiba heeft in de jaren negentig van de vorige eeuw een revolutie in het busvervoer plaats gevonden. De bus, met zijn wat slome imago, bleek de ruggengraat te kunnen vormen van een snel en buitengewoon efficiënt stedelijk vervoersysteem. Eenvoudig door vrije busbanen (en dus hoge snelheden), slim ontworpen haltes, eenvoudige tarieven en hoge frequenties. Later is hetzelfde idee, nog verder verbeterd, toegepast in de hoofdstad van Colombia, Bogotá. De combinatie van hoge snelheden en hoge frequenties blijkt de sleutel te zijn tot succes. Dat betekent dat het openbaar vervoer qua tijd kan concurreren met de auto, en zó vaak rijdt dat de klant niet hoeft te kijken op de dienstregeling. Ook bij de spoorwegen is dat heel goed mogelijk. In Nederland wordt de capaciteit van het spoor sterk beperkt door het verouderde veiligheidssysteem, het 'blokkensysteem'. Veertig treinen per uur per spoor zou heel goed mogelijk zijn; in de praktijk haalt NS er met moeite twaalf. Je moet alleen wel willen investeren in een nieuw veiligheidssysteem. Ook allerlei andere zaken zouden moeten veranderen. Op de grote stations, waar treinen nu vaak nog vele minuten stil staan, zou het 'uitladen, inladen en wegwezen' moeten zijn. Stel je voor: spoorwegen die heel vaak en bovendien snel rijden, zouden weer aantrekkelijk kunnen worden. Zeker als het avontuur van het autorijden toch steeds kleiner wordt en steeds meer mensen gaan leven in de economie van het 'delen'. Waarbij ze ook de nuchtere berekening gaan maken hoe ze zo goedkoop en snel mogelijk van A naar B kunnen komen.

Het toppunt van al deze mogelijkheden zou een app zijn die je verbindt met een provider van 'ketenmobiliteit': een reis van A naar B met alle mogelijke

vervoermiddelen, inclusief overstappen. De provider bewaakt de reis en zorgt voor een probleemloze overstap. Je betaalt aan je provider, en die rekent af met de afzonderlijke vervoerders. Schiet een van de vervoerders tekort dan regelt de provider nieuw vervoer. Is de snelweg of het spoor geblokkeerd, dan biedt de provider direct nieuwe routes aan. Met de rekenkracht van de huidige programma's moet zo'n dienst toch mogelijk zijn. Maar hoewel dit idee al zeker twintig jaar rondzingt onder de naam 'reis op maat', is er bij ons weten nog nergens ter wereld zo'n dienst van de grond gekomen.

Al deze mogelijkheden die passen binnen het 'sociale verhaal' (Greenwheels, Car2Go, Snappcar, Rideamigos, Uber, het openbaar vervoer in een nieuw jasje en 'reis op maat'), gaan grote invloed hebben op de vervoerseconomie. De auto verdwijnt weliswaar niet, hij blijft het belangrijkste onderdeel van ons systeem van mobiliteit, maar hij wordt veel efficiënter gebruikt. Meer met minder! Het sociale verhaal zal leiden tot een stevige rationalisering in de vervoersector. Het 'luie vet' zal eruit worden gesneden, efficiëntie zal de boventoon gaan voeren. Meer autodelen betekent minder auto's verkopen. En het wonderlijke is: veel autofabrikanten bereiden zich hier al op voor. Ze verzetten zich niet tegen een wereld waarin bezit minder belangrijk wordt en delen juist belangrijker. Maar dan hopen ze zelf natuurlijk wel bij de winnaars te horen die de grote rationalisering van de vervoersector gaan overleven.

PHA demoplant in Friesland



Kerngebieden KNN:

- PHA: demoplant & handelshuis*
- Techniekontwikkeling productie bioaromaten
- Terugwinning cellulosevezels uit reststromen
- Onderzoek & advies

In Friesland ontwikkelt KNN samen met meerdere partijen een PHA demoplant op basis van de Cella™ technologie van het Zweedse Anoxkalnes, onderdeel van Veolia

Duinkerkenstraat 13, NL-9723 BN Groningen • T 050 3175550 • info@knnadvies.nl

Niche als hefboom

Het stimuleren van het maatschappelijke debat over een toekomstbestendige economie die welvaart en werkgelegenheid koppelt aan duurzaamheid. Zo lees ik de opdracht die de auteurs zich met dit boek hebben gesteld. Aan deze ambitie voeg ik graag een aspect toe: ondernemerschap. Verdere bewustwording helpt zeker mee om de samenleving het principe van biobased economy te laten omarmen. Maar echt draagvlak ontstaat wanneer je successen kunt tonen. *The proof of the pudding is in the eating.*

De markt bepaalt uiteindelijk het tempo van de biobased transitie. De Brabantse Ontwikkelingsmaatschappij gelooft daarbij vooral in de kracht van het klein. Geen grote projecten met een hoog afbreukrisico, maar niche-producten en -toepassingen die consumenten tegen een optimale (kost)prijs goede alternatieven bieden voor de 'fossiele' producten die ze gewend zijn.

Waar die niches liggen is inmiddels bekend; op de raakvlakken tussen agro, food, chemie, farma en hightech. Allemaal sectoren die in Brabant sterk vertegenwoordigd zijn en rond de biobased agenda samenwerkingen aangaan. De uitdaging is nu realistische en schaalbare initiatieven te identificeren en ze vervolgens vertalen naar tastbare producten die in een volwassen markt hun bestaansrecht bewijzen.

De niche werkt daarmee als hefboom. Met het verdiende geld kunnen volgende stappen worden gezet, in een steeds hoger tempo. Zo ontstaat op haast organische wijze een biobased economy, met exportpotentie, die verankerd raakt in markt én samenleving.

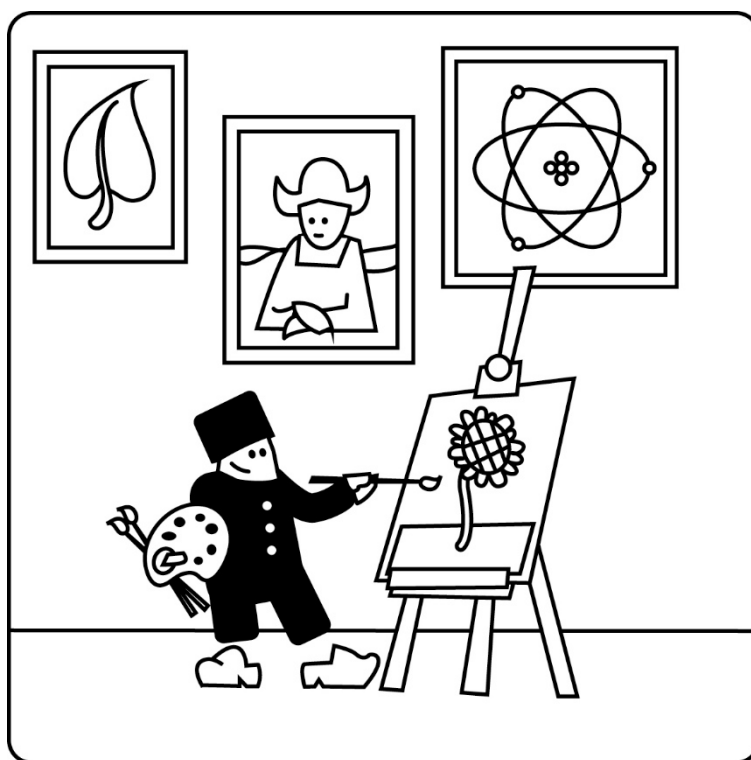


Paul Gosselink
Programmanager
Nieuwe Energie en
Biobased Economy,
BOM - Brabantse
Ontwikkelingsmaatschappij,
afdeling Business Development

Brabantse Ontwikkelings Maatschappij



Hoofdstuk 9. De Creatieve Industrie



De creatieve industrie kwam voor veel mensen als een grote verrassing tevoorschijn als 'topsector'. Zijn we zo creatief? En verdienen we er ook nog behoorlijk wat geld mee? Het antwoord is ja. Ruim 2% van ons nationale inkomen komt uit de creatieve hoek. De sector is maar half zo klein als de topsector water. Hij groeit met 6% per jaar aanzienlijk harder dan de rest van de economie. Het gaat om 43.000 bedrijven met in totaal 172.000 werkzame, creatieve mensen. Dat is 5% van alle bedrijven in Nederland. Het aantal ZZP-ers zal niemand verbazen: twee van elke drie. Slechts 1% van alle bedrijven heeft meer dan 50 mensen in dienst. We zien regionale zwaartepunten rond de stad Groningen, de regio Arnhem-Nijmegen, rond Eindhoven, Rotterdam-Delft en Amsterdam-Het Gooi-Utrecht. Om het iets dichterbij te brengen verdelen we de sector in drie grote brokken. Het meest creatieve stuk is de sector kunsten met 11% van het totaal. We hebben het dan over beeldende kunsten, toneel, muziek, literatuur, musea en erfgoed. De tweede sector is goed voor 26% en wordt gevormd door de media en entertainment: radio, tv, kranten, film, fotografie, gaming, serious games en het toenemend aantal mobiele functies. De creatieve zakelijke dienstverlening is met 63% de grootste tak. Hier vinden we architectuur, industrieel ontwerp, mode, reclame en evenementen. De creatieve industrie kunnen we gerust de meest arbeidsintensieve sector noemen. Zonder goed nadenken zal er niets uit hun handen komen. De voorbereidende werkzaamheden vergen altijd de meeste tijd, waardoor productie en eindresultaat vrijwel altijd onder hoge tijdsdruk tot stand komen.

Model voor innovatie. Het centrale thema in ons boek is groene groei. Wat is de verbinding met creativiteit? Dat is vernieuwing: voor beide onderwerpen is vernieuwing het belangrijkste. Vernieuwing in een wereld met steeds meer deelnemers in een steeds meer complexe wereld. Alles hangt met alles samen. Omgaan met complexiteit kunnen we aan computers overlaten als het om rekenen gaat en misschien ook nog voor het maken van wetenschappelijke modellen. Voor het echte vernieuwen, de toets in de praktijk, hebben we mensen met inzicht en overzicht nodig. Nederland heeft met zijn korte lijnen en zijn traditie om met iedereen te willen samenwerken een sterke troef in handen. Onze minimale hiërarchie helpt geweldig bij vernieuwing in wetenschap en technologie. Onze flexibiliteit en de bereidheid om in overleg op afspraken terug te komen, zijn in onderzoek en ontwikkeling een positieve eigenschap.

Het belangrijkste actiepoint van de topsector creatieve industrie is verbetering van de aansluiting bij de meer traditionele industrie; zoals de gezondheidsindustrie, de voedingswereld en stadsontwikkeling. De creatieve industrie wil daarom in onderwijs en opleidingen meer aandacht geven aan businessplannen, ondernemerschap en financiële en bestuurlijke zaken. Het gaat

er daarbij niet in de eerste plaats om dat creatievelingen die onderwerpen allemaal zelf in de praktijk moeten brengen; maar ze moeten wel goede gesprekspartners kunnen worden. Alle vormen van ICT zullen hierbij kunnen helpen. ICT versnelt de contacten en heeft een grote beeldende kracht en daardoor wordt de kans veel groter op vruchtbaar contact tussen partijen die elkaar tot voor kort nooit zagen en al helemaal niet begrepen. Onderzoekers aan de universiteiten of in de industrie krijgen zelden college over creativiteit. Anderzijds weten jonge mensen uit de creatieve industrie niets van ondernemerschap of van harde bèta-vakken. Moderne ICT kan hen bij elkaar brengen. Dat is precies wat we nodig hebben, ook in ons thema groene groei. Wanneer we van een groene economie willen doorstoten naar een vernieuwde groene maatschappij, dan kunnen wetenschap en de creatieve sector niet zonder elkaar. Technologen en maatschappij- en gedragsonderzoekers zullen in de maatschappij van de toekomst steeds nauwer moeten samenwerken. Dat zien we nu al groeien. Tot nu toe was technologische ontwikkeling alleen een zaak van bèta-onderzoekers en technologen; als ze zo'n beetje klaar waren, was het tijd om de resultaten te presenteren aan de maatschappij. Zodat bijvoorbeeld de sociale onderzoekers konden gaan beoordelen of de maatschappij deze technologie wel zou willen omarmen. Dat model is achterhaald. Sociale en bèta-onderzoekers moeten samenwerken. Maar hoe? Om dat goed vorm te geven hebben we creatieve geesten nodig en die hebben we volop voorhanden in de creatieve industrie. Als we elkaar maar kunnen verstaan! Daar is nog heel wat te doen als we kijken naar de drie hoofdlijnen van de agenda voor kennisontwikkeling in de creatieve sector.

Op de eerste plaats staat: kennis over de creatieve industrie zelf. Wat is onze toegevoegde waarde? Voor welke delen van de maatschappij kan deze van groot belang zijn? Gevolgd door de vraag: welke kennis hebben we zelf als creatieve industrie nu eigenlijk nodig? Welke opleidingen horen daarbij? De derde lijn is voor ons thema 'groene groei' het meest spannend. Hier gaat het om de ambitie van de creatieve sector om een rol te spelen bij technologische ontwikkeling. Met als hoofdvragen: hoe kunnen we wetenschappelijke kennis geschikt maken voor de maatschappij? En omgekeerd: hoe kunnen we de maatschappij zo goed mogelijk voorbereiden op de nieuwe mogelijkheden? Hier zitten we dicht bij de ontwikkeling naar een toekomstige groene maatschappij. Het is uitermate boeiend om te zien hoe de jonge creatieve sector zo ver is gekomen dat deze zichzelf zulke fundamentele vragen stelt. De antwoorden zullen ons verrassen. Zouden de nieuwe ideeën kunnen leiden tot nieuwe manieren om wetenschappelijk onderzoek te doen? Kunnen zij ons verlossen van de huidige, al te strak georganiseerde, researchprogramma's? Programma's waarin onderzoekers zich moeten verantwoorden voor elk uur of zelfs onderdelen daarvan? Kunnen zij de onderzoekers in de industrie hun 'scharreltijd' terug geven

die noodzakelijk is voor elke creativiteit? Maakt moderne ICT het straks mogelijk om niet alleen levenslang te leren, maar ook levenslang uit te vinden? En waar en met wie doen we die uitvindingen? De creatieve sector heeft zichzelf ambitieuze doelen gesteld en zal ons gaan verrassen.



ZELFSTANDIG & ONAFHANKELIJK

UW OLIEHOUDENDE (REST)STROMEN DOORMIDDEL VAN EEN ENZYMATISCH PROCES OMZETTEN IN DUURZAME (HALF)FABRIKATEN VAN HOGE WAARDE, VOOR EIGEN GEBRUIK OF OM TE VERMARKTEN, OM ZODOENDE UW BIJDRAGE TE LEVEREN AAN EEN GROENE WERELD EN UW FINANCIËLE ONAFHANKELIJKHEID.

BIO PRODUCT PROCESSOR

INVOER STROMEN



GESCHIKT VOOR SECTOREN ALS DE LANDBOUW, VISSERIJ, VLEES-VERWERKINGSINDUSTRIE, RESTAURANTS, SUPERMARKTEN EN WATERZUIVERING, GEEFT DE BPP OP EEN BIOLOGISCHE WIJZE EEN MEERWAARDE AAN (REST) STROMEN IN EEN TIJD VAN HOGE ONKOSTEN EN EEN MILEU DAT HEVIG ONDER DRUK STAAT.

- COMPACT SYSTEEM
- MODULAIR SYSTEEM
- EENVOUDIG TRANSPORT
- EIGEN ENERGIE PRODUCEREN
- ZELFVOORZIENEND
- HERGEBRUIK AFVALSTROMEN
- VERLAGING CO₂ FOOTPRINT
- VERMARKTEN (HALF)FABRIKATEN
- FINANCIËEL ONAFHANKELIJK
- LIVE MONITOREN SYSTEEM

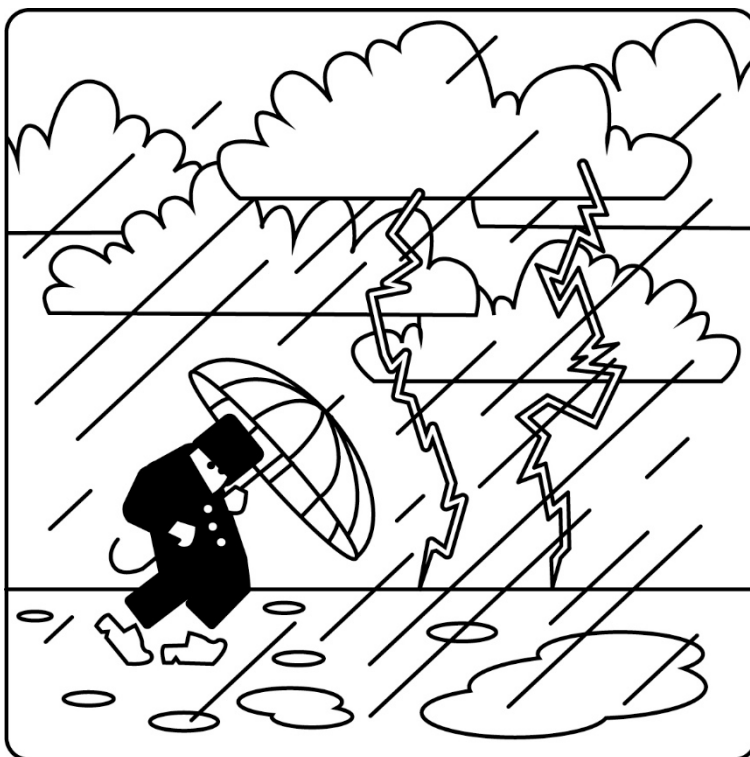
GA VOOR MEER INFO NAAR DE WEBSITE:
BIOPRODUCTPROCESSOR.COM
TCEGOFOUR.COM



UITVOER STROMEN

Deel 2. De weg naar groene groei

Hoofdstuk 10. Waarom het niet lukt, of nog niet



10.1. Tegenwerking

In dit boek dragen wij de overtuiging uit dat de maatschappij moet, en ook zal, veranderen. De maatschappij zal meer opgebouwd worden vanuit de regio: met meer regionale organisaties, meer gemeenschappelijke initiatieven en meer coöperaties. De gevestigde grote structuren gaan veranderen. Organisaties zullen kleiner en platter worden, en de technologie duurzaam en kleinschalig. Fossiele brandstoffen en fossiele industriële processen worden vervangen door hun duurzame tegenhangers, met veel lagere uitstoot van kooldioxide. En dat gaat allemaal gebeuren binnen één, vooruit twee, generaties.

Herauten van de transitie hebben deze veranderingen al aangekondigd. Maar in de praktijk merken we er nog niet zoveel van. Of anders gezegd, de transitie lijkt niet erg op te schieten. Of is deze transitie eerder een evolutie dan een revolutie? Energiedeskundigen uit de fossiele hoek zeggen dat we nog voor zeker 300 jaar gas hebben en bedoelen daarmee in feite: 'blijf maar lekker op ons vertrouwen, die nieuwe maatschappij duurt nog wel even'. Kunststoffen zijn nog steeds niet afbreekbaar. En hergebruik van materialen staat nog in de kinderschoenen. Zo blijven we in een vicieuze cirkel rondgaan: de consument vraagt niet naar groene producten, dus de industrie maakt ze niet, of te duur zodat de consument aarzelt. De overheid koopt de groene producten niet bij voorrang, in ieder geval niet voldoende. En de wetenschap, die vierde pilaar van de groene samenleving? De wetenschap doet mooi onderzoek dat niet wordt toegepast voor het maken van producten; straks kunnen onderzoekers hun kennis verkopen aan de Chinezen omdat we er in Nederland en Europa niets mee doen. Natuurlijk is er al iets bereikt, maar het is nog erg mager in verhouding tot wat er moet gebeuren.

Uit het verleden weten we dat mensen pas ingrijpen als het water hen tot de lippen staat. Vijftig jaar geleden was het nog mogelijk om in zo'n geval snel stappen te ondernemen en je problemen af te wentelen op anderen. Maar de huidige problemen zijn totaal en wereldwijd geworden. Denk aan opwarming van de aarde, uitstoot van kooldioxide, plastic soep, uitputting van schaarse mineralen, kap van tropisch regenwoud en vermindering van biodiversiteit. Toch staat het water de mensheid nog lang niet tot de lippen. Dus radicaal en doeltreffend ingrijpen is nog niet aan de orde. Hoe moeten we dan toch de mogelijkheden gaan realiseren voor Nederland, Europa en de wereld, die in dit boek zo duidelijk worden beschreven?

De transitie naar een groene economie en een groene samenleving komt er alleen als iedereen meewerkt: overheid, bedrijfsleven, wetenschap en individuele burgers. Of als de vernieuwing zó veel kracht ontwikkelt dat de partijen die op de rem staan, worden weggevaagd. Voorlopig is noch het een, noch het ander het geval. Er zijn sterke tegenwerkende krachten in de samenleving, die voorlopig alles

bij het oude willen laten en op hun oude, vertrouwde manier hun geld willen blijven verdienen. Voorbeelden te over. Er zijn wel steeds meer mensen die vinden dat die € 50 miljard die de Europese boeren jaarlijks krijgen om op dezelfde voet door te gaan, een zinloze uitgave is in een volkomen verstarde situatie. Maar die enorme landbouwsubsidies zijn er nog steeds. Niet dat de Europese boeren geen voedsel meer zouden moeten produceren, maar als we nu eens een flink deel van dat bedrag zouden gebruiken voor vernieuwingen in de agrarische sector, dan zouden de boeren werkelijk méér kunnen gaan verdienen. Niet door meer van hetzelfde te produceren, maar door echt nieuwe activiteiten. Dan zouden meer mensen weer op het platteland willen wonen omdat daar werk is: in de lokale groene economie. Voorlopig komt daar nog niet zoveel van terecht. De lobby om alles bij het oude en vertrouwde te houden is sterk.

Het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid van de EU geeft geen duidelijke stimulans voor innovatie. Tot een aantal jaren geleden kregen Europese boeren ondersteuning voor het verbouwen van bepaalde producten. Nu krijgen ze een bedrag per hectare. De bedoeling daarvan is de marktwerking in de sector te bevorderen. Groene grondstoffen voor de chemie zouden daarvan kunnen profiteren, maar alleen als er marktvraag naar deze grondstoffen is en de boeren een reële prijs voor die producten krijgen. In de Verenigde Staten krijgen de boeren subsidie voor hun maïsstengels voor de productie van alcohol (en trouwens ook voor hun maïskorrels), iets waar Europa nu juist van af was gestapt. Hoe dan ook, Europa bevordert het gebruik van landbouwafval voor de productie van groene chemische grondstoffen dus niet. Het moet uit de markt komen en dat gebeurt nu (nog) niet.

Of neem de elektriciteitsvoorziening. Twintig jaar geleden was liberalisering van de sector de hoogste wijsheid. Als de oude provinciale elektriciteitsbedrijven zouden gaan opereren als bedrijf, zou de elektriciteitssector veel efficiënter worden, wat ten goede zou komen van ons allemaal. Nu, dat hebben we geweten. De bedrijven waren nog niet commercieel geworden of ze wilden allemaal een kolencentrale bouwen. Logisch, die leverde de goedkoopste stroom en die hadden ze nodig in de concurrentiestrijd. En het Kyoto protocol dan, dat Nederland had ondertekend en waarvan het zelfs een voortrekker was geweest? Het internationale verdrag dat landen verplichtte om hun CO₂ uitstoot terug te dringen? Sorry, maar bij de liberalisering van de elektriciteitsbedrijven had het Kyoto protocol geen enkele rol gespeeld. Dus nu zitten we met een door ons zelf in het leven geroepen systeem waarin de bedrijven alleen kunnen overleven door zo goedkoop mogelijk te zijn – terwijl we eigenlijk zo snel mogelijk willen overschakelen op zonne- en windenergie, twee zaken die om te beginnen nog tamelijk duur zijn. De verandering moet dus komen van onderop. Niet van de grote elektriciteitsbedrijven. Met uitzondering van Eneco, een bedrijf dat zich steeds

sterk maakt voor duurzame energie en daarom een grote pluim verdient. Er zijn vertegenwoordigers van de gevestigde orde die op tijd de bakens verzetten.

En dan zijn er de vele regels, die meestal werken ten gunste van bestaande producten. Neem bijvoorbeeld de afvalwetten. Deze zijn gemaakt om de volksgezondheid te beschermen. Voorbeelden van groene grondstoffen met een risico voor de volksgezondheid zijn mest en slachtafval. Daarvoor gelden strenge regels om de uitbraak van ziekten door achteloos omgaan met zulke producten te bestrijden. Op belangrijke punten leiden deze strenge regels tot bizarre beperkingen. Verwerking van een stof die als afval te boek staat, mag alleen plaats vinden door afvalverwerkingsbedrijven met een speciale vergunning. Zo mogen vezels uit suikerbietenloof niet worden verwerkt tot papier omdat ze als afval moeten worden behandeld zodra ze de suikerfabriek verlaten. Uienpellen mogen om dezelfde reden niet worden verwerkt tot kleurstof. Bedrijven die een stof willen verwerken die is geregistreerd als afval, kunnen problemen krijgen met vergunningen en bestemmingsplannen. Voedselbedrijven willen niet worden gezien als afvalverwerkers en zien om deze reden soms af van gebruik van stoffen die geen enkel risico voor de volksgezondheid meebrengen. Er zijn problemen met digestaat, het restproduct van biogasproductie. Dit bestaat uit mineralen, humuszuren en onverteerde organische stoffen. Het is geschikt als bodemverbeteraar in de Nederlandse akker- en tuinbouw. Maar dat wordt door de bestaande regels bemoeilijkt. Dat geldt dan weer niet voor organische mest en compost. Kortom, de bestaande afvalwetten zijn nog niet ingericht op de gedachte dat elk afval een grondstof kan zijn.

Bovendien zijn er de problemen die voortkomen uit wat men een 'ongelijk speelveld' noemt. Daarmee bedoelen we dat bepaalde stoffen of industriële processen ten achter worden gesteld door regels of subsidies. Er is bijvoorbeeld een ongelijk speelveld voor verschillende toepassingen van biomassa. In de praktijk stimuleert Nederland vooral het gebruik in de vorm van energie door de SDE-subsidie, een stimuleringsregeling voor de productie van duurzame energie. En ook door de Europese regels die biobrandstoffen bevorderen. Producenten die iets anders van biomassa willen maken, zoals materialen, chemicaliën, veevoer, zelfs menselijke voeding, hebben hier last van. Want er is voor hen minder biomassa beschikbaar en de prijzen die ze ervoor moeten betalen zijn hoog omdat de markt wordt leeggezogen voor de energieproductie. De Europese houtprijzen zijn bijvoorbeeld sterk gestegen omdat er veel vraag is naar houtsnippers voor energieproductie – een gevolg van de SDE-subsidies.

Heffingen en accijnzen vormen ook een probleem. Op veel voedingsmiddelen zit een heffing bij import in de EU. Dat is onder meer het geval bij bio-ethanol. Wie Braziliaans bio-ethanol wil invoeren, betaalt daarop een heffing. Zelfs als deze ethanol industrieel verwerkt gaat worden. Want het is een

voedingsstof, nietwaar? De producent van bio-ethen uit bio-ethanol is daarom in het nadeel: de concurrenten hoeven op hun grondstof (nafta uit aardolie) geen importheffing te betalen. En er is een ongelijkheid in de accijns voor de wegenbelasting. Deze wordt geheven per liter. Ethanol heeft een groter volume per eenheid verbrandingswaarde dan benzine. Het gevolg is dat de automobilist méér accijns betaalt naarmate zijn benzine meer ethanol bevat.

En tenslotte is er vaak nog achterstelling door onduidelijke of ontbrekende regels. Dit probleem vinden we vaak bij bedrijven die gebruik willen maken van genetisch gemodificeerde organismen (GMO's). In de groene chemie zijn deze niets bijzonders, veel enzymatische processen gebruiken GMO's (bacteriën, gisten, schimmels). Zo lang deze niet in het voedsel terecht komen is er geen probleem. Maar veel overheidsorganen hebben op dit gebied niet genoeg deskundigheid en maken daar problemen over. En bedrijven zijn afhankelijk van deze deskundigheid omdat wetten vaak op verschillende manieren kunnen worden uitgelegd. Sommige producten en processen zijn zó nieuw dat de overheid er geen raad mee weet en daarom het verlenen van de vergunning steeds maar uitstelt. Pyrolyse-olie is een voorbeeld van zo'n nieuw product. Een ondernemer die kan kiezen tussen het maken van biogas of pyrolyse-olie zal vaak voor het eerste kiezen, alleen al omdat dit veel minder problemen met zich meebrengt bij het verlenen van de vergunning.

De overheid zou sneller problemen als deze moeten oplossen. Maar overheden zijn traag en staan van vele kanten onder druk. Ook in de Tweede Kamer is op dit gebied niet veel beweging te bespeuren. Oliemaatschappijen en energiebedrijven praten groen maar doen zwart (fossiel). De petrochemische industrie profiteert nog volop van haar afgeschreven installaties. Zwarte producten worden nog steeds gesubsidieerd en groene worden extra belast. Zwarte bedrijven hebben vaak de grootste belastingvoordelen. Kwaliteitseisen werken meestal in het voordeel van bestaande producten. Allerlei signalen staan verkeerd. Dat komt voor een deel door bedrijven en personen die oude machtsposities verdedigen en die liefst alles bij het oude willen laten. Voor een deel komt het ook door onbegrip bij mensen en bedrijven die medestanders zouden moeten zijn. Want goed inzicht in vernieuwende krachten is moeilijk. We kunnen dat laten zien aan de hand van de 'economische golven' van de econoom Nikolai Kondratieff.

Kondratieff zag dat de economie zich niet ontwikkelt in een rechte lijn maar in golven. Zoals de golf die begon met de uitvinding van de stoommachine en zijn toepassing in fabrieken, spoorlijnen en stoomschepen (de eerste industriële revolutie). Daarna de golf die het gevolg was van elektriciteit, met zijn modernisering van de industrie. De golf die het meeste invloed heeft op onze huidige maatschappij is de ICT-golf, die 50 à 60 jaar geleden begon: de computer, automatisering, datacommunicatie, de smartphone. Onze maatschappij staat aan

het eind van die golf, een nieuwe golf is in voorbereiding. Veel economen zijn zich daar heel goed van bewust en speuren naar de dragers van zo'n nieuwe golf. De meesten denken dan aan nanotechnologie, robots en dat soort zaken; maar zelden aan een groene en circulaire economie op basis van hernieuwbare grondstoffen en afval. Toch zijn daar enorme technologische kansen voor en wijst ook de noodzaak voor overleving van de aarde – én voor een redelijk bestaan voor velen – die kant op.

Helaas zijn bij het begin van een nieuwe golf de betrokkenen blind voor de echte vernieuwingen en de geweldige kansen en veranderingen die zij met zich meebrengen. Aan het begin van de ICT-golf zag men alleen losstaande ontwikkelingen. ICT heette in de jaren '60 en '70 van de vorige eeuw nog 'kantoorautomatisering', en de RAI organiseerde daarvoor elk jaar een 'Efficiencybeurs'. In de jaren '80, toen we zagen dat de ontwikkelingen de wereld op zijn kop gingen zetten, sprak men van 'informatietechnologie' of IT, de verbinding met communicatie was toen nog niet eens gelegd. Pas in de jaren '90, dus pas twintig jaar geleden, werd het ICT. Toen werd pas de kracht duidelijk van datacommunicatie, door de enorme kostendalingen van geheugens, door miniaturisering, door de opmars van internet met de uitvinding van html, door de digitale fotografie. In de jaren '60 en '70 kon niemand zich daar een voorstelling van maken. Achteraf is het gemakkelijk praten en zien we de lijn van de ontwikkeling. 'De uil van Athene (= de wijsheid) vliegt pas in de avond uit.'

Onze wereld staat ten opzichte van de nieuwe golf zoals we in de jaren '60 en '70 stonden ten opzichte van ICT. Men ziet allerlei trends die ook voorbijgaande modes kunnen zijn en ieder heeft zijn eigen gedachten. Daardoor is het niet verwonderlijk dat mensen en bedrijven die medestanders zouden moeten zijn, aarzelen. Wij denken, op basis van alles wat wij in deel I te berde hebben gebracht, dat de groene en circulaire economie de doorbraak gaat betekenen. Maar ook onze fantasie schiet zeker tekort om te bedenken hoe die de wereld op zijn kop gaat zetten.

Toch zien te weinig mensen dat technologische vernieuwingen uit de groene technologie gaan komen. Als onderwijskundigen bijvoorbeeld verkondigen dat meer studenten in Nederland en Europa techniek moeten gaan studeren, dan hebben ze het vrijwel nooit over groene technologie en groene chemie. Terwijl dat juist studies zijn die jonge mensen kunnen aantrekken omdat ze praktisch zijn en interessant, dicht bij de natuur staan en een goede baan kunnen opleveren. Misschien zijn robots spectaculairder en is groene technologie ongrijpbaar, en gaat ze met kleinere, onopvallende stapjes. Maar het blijft opmerkelijk, onbegrijpelijk eigenlijk. Of is het te ingewikkeld? Een groene revolutie kan niet zonder grote maatschappelijke ingrepen. Een student kan dan niet simpel voor een technisch vak kiezen. Hij moet ook een idee van de maatschappij hebben die daarbij hoort.

Zijn al die studenten in communicatie en maatschappijvakken dan straks tóch echt nodig?

Ook de overheid geeft hier geen leiding. Veel mensen verwachten wel van de overheid dat deze nieuwe ontwikkelingen in de samenleving bevordert, maar het is zeer de vraag of de overheid dit kan. De overheid is geen adelaar die boven de samenleving zweeft en van daaruit positieve en negatieve prikkels geeft. De overheid geeft maar zelden richting, want allerlei krachten werken van verschillende kanten op haar in; als de overheid beweegt, is dat dus meestal omdat de samenleving al beweegt. Bovendien is de heersende filosofie die van de 'terugtrekkende overheid', en daarvan kunnen we al helemaal geen leiding verwachten. Integendeel, terugtrekken van de overheid bevordert vaak stagnatie. Maar er is één gebied waarop de overheid een duidelijke taak heeft gekregen van economen: het bevorderen van innovatie. Want innovatie, dus technologische (en ook een beetje sociale) vernieuwing, is het zaad voor toekomstige welvaart.

Maar het is lastig, voor een terugtrekkende overheid, om richting te geven aan het innovatieproces. Want daarvoor moeten keuzes worden gemaakt. In de praktijk vraagt de overheid dan aan een aantal gerespecteerde adviseurs wat zij zouden aanbevelen. Deze komen hierdoor in een spagaat. Zij hebben hun sporen verdiend in de 'oude' wereld, meestal bij grote bedrijven of instellingen en ze moeten nu advies uitbrengen over een 'nieuwe' wereld met nieuwe en nog grotendeels onbekende ontwikkelingen. Die nieuwe wereld bestaat vaak uit kleine bedrijven met jonge onervaren onderzoekers. Meestal gaat dit toch wel goed, vooral onderzoekers kunnen goed omgaan met dit spanningsveld, maar soms leidt deze tegenstelling tot kortsluiting. Zoals wanneer een machtige, maar weinig vernieuwende sector (energie) toch veel innovatiegeld krijgt. De overheid zou hier betere keuzes moeten maken en echt leiding moeten geven. Al weten ook wij niet hoe de wereld zou moeten veranderen om dit voor elkaar te krijgen.

Kortsluitingen zijn er wel meer. Denk aan het wisselende beleid rond de opbrengsten van aardgas. Vroeger werden die voor een deel besteed aan innovatiebevorderend onderzoek, maar plotseling moesten ze naar de schatkist om de staatsschuld af te lossen. Kennelijk was er geen ingenieur die het oorspronkelijke beleid wilde verdedigen tegenover de economen en politici. Of was het al te veel een routine van geld verdelen geworden zonder een onderliggend plan of heldere visie. Er worden wel weer pogingen gedaan om toch een deel van dat geld weer voor innovatie te bestemmen maar de affaire toont pijnlijk aan dat maar heel weinig mensen bij overheid, regering en parlement inzien dat onze nieuwe economie groen zal moeten zijn. Misschien zou een flink aantal groene ingenieurs en technici in het lands- of regiobestuur helpen. Zolang die ingenieurs maar niet uit de olie-industrie, de energiesector of andere 'oude' bedrijfstakken komen. Zoals, nog niet zo lang geleden toen de topman van Shell

werd aangesteld als aanvoerder van de topsector energie. Let wel: met de opdracht om voor duurzame energie te zorgen. Het resultaat kennen we (al is die koppeling uiteraard niet zo direct): Nederland loopt nog steeds zwaar achter op de rest van Europa als het om groene energie gaat. Natuurlijk is er een mooi plan, het Nationale Energieakkoord, maar in het maken van plannen waren we altijd al goed. In de uitvoering wat minder.

Een steeds terugkerend probleem bij de verdeling van innovatiegeld is dat het midden- en kleinbedrijf daar zo weinig van kan profiteren. Dat is ook weer het geval bij het al genoemde topsectorenbeleid, terwijl dat MKB toch algemeen gezien wordt als de motor van de innovatie. Het MKB krijgt in zulke plannen meestal veel lovende woorden, maar weinig geld. Zelfs als het uitdrukkelijk de bedoeling is het MKB nu eens in het zonnetje te zetten. Bij de eerste versie van het topsectorenbeleid had de overheid bijvoorbeeld bedacht dat zij geen subsidies meer zou geven voor innovatie, maar aftrek van de vennootschapsbelasting. Mooi plan, maar de echt kleine en de meeste startende bedrijven betalen helemaal geen vennootschapsbelasting, zodat ze ook niet van de regeling konden profiteren. Typisch een verkeerde zet in het van boven uitgedachte beleid. Een andere voortdurende klacht is dat de papierwinkel veel te groot is voor het MKB. Zodat ze maar niet eens beginnen aan de aanvraag voor ondersteuning. Met de voorganger van de topsectoren, het Innovatieplatform, was het niet anders. Het lijkt wel of overheden alleen beleid kunnen maken met grote bedrijven die daar dan ook het meest van profiteren. Nog een reden om de economie lokaal te ontwikkelen.

Natuurlijk hebben we ook sterke sectoren zoals de waterbouw, maar ook daar worden de plannen gemaakt en beslissingen genomen door technici, of managers met een technische achtergrond. Zolang we maar niet denken dat we met het aantrekken van veel ingenieurs als vanzelf naar een groene samenleving gaan, daar moet de hele maatschappij voor op zijn kop. Trouwens waar zouden we die ingenieurs en technici vandaan moeten komen, we zijn al decennia heel slecht in Nederland in het opleiden van bèta-studenten. Zoals we er ook slecht in slagen om afgestudeerde buitenlandse bèta-promovendi en postdocs een tijdje hier te houden om voor Nederland te werken.

10.2. Wantrouwen en ieder-voor-zich

De omslag naar de groene samenleving wordt niet alleen maar bemoeilijkt door tegenwerkende economische machten en door traagheid bij de overheid. Ook de samenleving zelf is in de greep geraakt van negatieve krachten die de ontwikkeling belemmeren. We zien deze dagelijks om ons heen. We vatten ze samen in twee trefwoorden: wantrouwen en ieder-voor-zich.

Ieder-voor-zich is de mentaliteit waarbij alle mensen gaan voor hun eigen gewin. Niet dat iedereen dat doet, bij lange na niet, maar deze geest heeft wel flink om zich heen gegrepen. De samenleving heeft al een paar jaar geen antwoord kunnen vinden op de problemen waarvoor deze mentaliteit ons stelt. Ieder-voor-zich is de houding 'succes is een keuze, losers hebben het aan zichzelf te wijten'. Met deze smoes kregen wij voor het eerst te maken toen bleek dat bankiers op grote schaal besmette financiële producten hadden verkocht. Ze wisten dat hun verkoopverhalen niet klopten, maar ze streken bij de verkoop wel hun bonus op. En ja, 'dan hadden die sukkel maar beter moeten uitkijken'. Het probleem is misschien nog niet eens dát bankiers dit deden, maar dat deze praktijken niet zijn opgehouden. Ook niet nadat vele regeringen miljarden op tafel hadden gelegd om de hieruit voortkomende problemen op te lossen. Onze samenleving heeft op deze ieder-voor-zich mentaliteit nog geen goed antwoord gevonden.

We kunnen die worsteling van de samenleving ook zien bij de zelfverrijking van leiders van semi-overheidsbedrijven zoals woningcorporaties, ziekenhuizen en hogescholen. Oud-bestuurders van woningcorporaties vertellen zonder enige schaamte over hun financiële avonturen waarvan de samenleving de brokken mocht oprapen. Zij deden toch niets dat verboden was? En daarin hebben ze een beetje gelijk. Bij de privatisering van deze organisaties heeft de overheid niet goed nagedacht over de gevolgen. Hoe de nieuwe directies hun taak zouden zien. In wat voor wereld ze terecht zouden komen. Dat 'goed vertrouwen' dat altijd had gegolden, niet meer voldoende was. De nieuwe leiders riepen 'vrij ondernemerschap' en 'marktwerking', en schiepen daarmee een schijnwereld die niet spoorde met het doel van hun bedrijf, wat geen echt bedrijf was. Ze gaven eigenlijk leiding aan fantasieorganisaties. Met reclameslogans als naam, zoals InHolland, Rochdale, Amarantis, Vestia, Meavita en Estro. Ook hier heeft de samenleving moeite met het nemen van tegenmaatregelen. Zo blijft het wachten op het volgende schandaal.

Wat ook niet helpt bij het opbouwen van de groene economie en samenleving is het wantrouwen dat op dit moment ons economisch leven beheerst. Want de samenleving loopt erdoor vast. Het wantrouwen is een gevolg van doorgeschoten bedrijfsmatig denken. We zien het (opnieuw) vooral bij geprivatiseerde publieke diensten, bedrijven die een publieke functie vervullen maar die dat sinds een paar jaar doen 'als een echt bedrijf'. Zoals het openbaar vervoer en de sociale woningsector, de elektriciteitsvoorziening, het onderwijs, de politie, de ziekenhuizen, de ouderenzorg en PostNL. Bedrijfsmatig werken bevordert de efficiency, zo zegt men dan. Overheidsbedrijven zijn maar log en inefficiënt, weg ermee. We leggen er de zweep over, ze moeten de 'tucht van de markt' gaan ondervinden. Welke markt trouwens, ze hebben toch geen concurrentie? Over de oude, min of meer ambtelijke organisatie heen stelt men een

laag managers aan. Ze gaan 'targets' formuleren, waarop hun afdeling gaat worden 'afgerekend'. Ze hoeven zelf geen verstand te hebben van hun bedrijfstak, hun unieke vaardigheid is immers besturen. Of het nu om een zeepfabriek, een hogeschool of een woningcorporatie gaat. Meestal gepaard gaand met bijpassende hoge salarissen. In een paar spraakmakende gevallen met een hoge vertrekbonus, ook als de betrokken manager er een rommeltje van heeft gemaakt.

Er is eigenlijk maar één sector waarin deze privatisering tot overtuigende resultaten heeft geleid: de telecommunicatie. Niet toevallig de sector die midden in de laatste Kondratieff-golf stond, die met zijn geweldige innovaties de economie nieuwe impulsen gaf. In deze sector hebben we enorme veranderingen gezien. Veertig, vijftig jaar geleden moest je maanden wachten op een nieuwe telefoonaansluiting. Want je aanvraag moest eerst administratief worden verwerkt. Dan moest het werk van de monteurs worden ingepland die de aansluitingen moesten maken in de telefoonkastjes. En dan moest je nieuwe nummer nog worden ingesteld in de centrale. Over elk proces ging een hele tijd heen, de oude PTT (in de volksmond, Putje graven, Tentje bouwen, Tukkie doen) hoefde niet snel te zijn want er was geen concurrentie. Tegenwoordig ga je naar een belwinkel en heb je binnen een half uur een nieuw account. Nog mobiel ook en met oneindig veel meer functies dan de vaste telefoon ooit heeft gehad.

Hebben managers dat voor elkaar gekregen? Nou neen, de ontwikkelingen gebeurden meer ondanks hen. Die managers waren gewoon een nieuwe vorm van werkgelegenheid die nu weer zijn beste tijd heeft gehad. De kern van de zaak is dat de technologie zich razend snel heeft ontwikkeld. Deze haast oneindige vergroting van de technische mogelijkheden van telefonie heeft de ontwikkeling van concurrerende providers mogelijk gemaakt, want ze hoefden niet met zijn allen over één zeer beperkte infrastructuur. En toen ze bij de vaste telefonie nog eens gingen nadenken over de mogelijkheden van de nieuwe technologie voor hún vak, bleek ook dat dunne koperdraadje veel meer data te kunnen doorgeven dan alleen spraak. Laat staan als de koperdraad werd vervangen door een glasvezelkabel. Dit om te tonen hoe zo'n vijftig jaar durende golf de hele samenleving kan activeren.

Stel je voor dat de KPN-managers al deze nieuwe mogelijkheden niet achter de hand hadden gehad. Dan hadden ze zich moeten beperken tot het opjagen van planners en monteurs, het achter de broek zitten van de administratie en hier en daar wat automatisering. Indien nodig compleet met salarisverlaging voor wie het tempo niet meer bij konden houden. Gelukkig is het niet zo gegaan. Maar het is als beeld wel herkenbaar bij vroegere overheidsbedrijven die niet in het midden van een technologische revolutie staan. Waardoor managers tegenover hun personeel en hun experts komen te staan. Waardoor er altijd weer dingen 'mis gaan', onder meer door overbelasting van mensen. Waarna er weer vragen gesteld

worden in de Tweede Kamer en de minister steevast antwoordt dat er 'meer controle' zal komen. En meer controle betekent altijd, meer managers.

Meer controle: het toverwoord van een maatschappij gebaseerd op wantrouwen. Lenin zei het al: 'Vertrouwen is goed, controle is beter' en we weten wat daarvan terecht is gekomen. De baas vertrouwt zijn personeel niet en moet daarom controleren. Het gevolg is natuurlijk dat het personeel ook de baas niet meer vertrouwt. Waardoor deze weer harder moet controleren. De wereld is de afgelopen twintig jaar op deze manier behoorlijk verhard. Met als gevolg dat iedereen voor eigen gewin gaat. Ook de minister (die overigens over de meeste oude overheidsbedrijven niets meer te vertellen heeft) kan alleen maar teruggrijpen op controle. En al die controle is bijna nooit afdoende. In een vijandige omgeving faalt controle altijd: ondanks alle toezicht is nog geen gevangenis ter wereld drugsvrij geworden.

Wantrouwen als organisatieprincipe schiet steeds meer tekort doordat controle zo vaak faalt. Met steeds ernstiger consequenties. Zeker waar de ieder-voor-zich mentaliteit heeft post gevat. Bijvoorbeeld bij het schandaal met de Amerikaanse hypotheken dat de financiële crisis heeft veroorzaakt; of bij de toetreding van Griekenland tot de Euro, waarbij de Amerikaanse bank Goldman Sachs gewoon met de cijfers heeft gerommeld. De controle van de instanties faalde, hoewel de achterliggende, uiterste oorzaak natuurlijk lag in ongebreidelde hebzucht en persoonlijke geldingsdrang. Ook bij de bestrijding van de misdaad denkt men tegenwoordig haast alleen nog in termen van controle. Misdaad voorkomen door strengere controle en als je gepakt wordt streng straffen. In de VS zijn ze daarmee zó ver gegaan dat nu 1% van de volwassenen achter de tralies zit. Waarvan veel meer dan gemiddeld zwart is. Zo leiden wantrouwen en controle tot ontwrichting van gemeenschappen en uiteindelijk van de hele samenleving.

Wantrouwen en controle zijn nog om een andere reden uit de tijd: ze zijn te duur. Als een organisatie steeds maar groter wordt, nemen de organisatiekosten snel toe. Vooral door al die extra managers die de boel in de gaten moeten houden. In grote ziekenhuizen wordt steeds meer gepland; want de dure apparatuur moet zo efficiënt mogelijk worden gebruikt. Maar misschien is die planning wel duurder dan het apparaat, niemand die dat nagaat. Het onderwijs moest in de afgelopen tijd steeds sterker worden 'aangestuurd', bij gebrek aan vertrouwen in de man of vrouw voor de klas. Nederland leidde niet meer op voor goede leraren en andere deskundige professionals, maar voor managers die overal tussen kropen en die zich overal mee gingen bemoeien. Want ook zij moesten zich waarmaken. Met als gevolg grote irritaties bij uitvoerende medewerkers en enorm oplopende organisatiekosten. Gelukkig is er nu een tegenbeweging ontstaan van leraren en leerlingen die meer ruimte eisen.

Dezelfde ontwikkeling heeft plaats gevonden in andere sectoren. Kijk naar de politieorganisatie die uit zijn voegen is gebarsten. Sinds 1994 is het budget gegroeid met 120%, terwijl er maar 44% meer mensen zijn komen te werken en het percentage opgeloste misdrijven nauwelijks is gestegen (van 18 naar 22%). Ook hier zijn er meer en meer managementlagen tussen leiding en uitvoerders geschoven. Bij 'leiding en overhead' en 'ondersteuning' werkt tegenwoordig bijna de helft van het politiekorps. Weg met die beheerskosten, breng de politiemann op straat, laat de leraar weer lesgeven en de verpleegster aan het bed staan. Leid de jeugd weer op als vakman of -vrouw, niet meer als manager, consultant of adviseur. Nederland heeft de hoogste adviesdichtheid ter wereld. Voor onze toekomst hebben we echter niet in de eerste plaats mensen nodig die de situatie aardig kunnen beschrijven en analyseren; maar vakmensen die het uitvoerende werk moeten doen. Europa is een werelddeel van praters geworden, goed in het doen van onderzoek, excellent onderzoek zelfs. Maar uiteindelijk gaat het om het maken van prachtige producten en diensten. Producten en diensten die iedereen in de wereld wil hebben en die wij efficiënt en vol technologie kunnen maken.

Die door wantrouwen en ieder-voor-zich mentaliteit vastgelopen samenleving moeten we weer vlot trekken. De groene chemie, groene technologie en groene economie bieden die kans. Het zou wel eens onze laatste kans kunnen zijn. Een laatste kans op een bloeiende, verantwoordelijke samenleving, voor een groot deel van anderen opgebouwd. Een samenleving waarin Nederland een nuttige rol vervult in de wereld, met haar hoog-technologische producten die voorzien in de behoeften van velen. Maar dan moet er in onze maatschappij nog wel het nodige gebeuren. Niet alleen de organisatie van de productie moet op zijn kop, maar ook de hele samenleving. Dat lijkt nog een heel werk voor 2050 en dat is misschien wel het antwoord op de vraag waarom die transitie zo traag gaat. Omdat de consequenties zo enorm zijn. Groter misschien nog wel, hoewel je dat op het eerste gezicht niet zou zeggen, dan die van de informatie- en telecommunicatiegolf. De nieuwe deeleconomie via internet en de overgang van bezit naar gebruik zullen hele grote maatschappelijke gevolgen met zich meebrengen. Beide ontwikkelingen gaan de wereld op zijn kop zetten.

10.3. Hoe de vernieuwers het zelf zien

Dit boek gaat vooral over de groene economie. De achtergrond van de schrijvers ligt in de groene chemie en de groene materialen. We hebben daarom een aantal deelnemers aan die groene economie/chemie gevraagd naar hun mening over de snelheid van de transitie. Vinden zij ook dat het allemaal zo traag gaat? Zoals je kunt verwachten bij zo'n vraag: ze waren het volstrekt met elkaar oneens. De één

zei: het wordt helemaal niets met de groene economie in Europa en in Nederland; de ander zei: we zijn goed bezig, maar het gaat wel traag. Hier volgt een samenvatting van hun zeer uiteenlopende meningen.

De meeste mensen die wij spraken vinden inderdaad dat het traag gaat; zowel in Nederland als in Europa. Diezelfde mening komen we ook tegen op internet. Maar we moeten niet vergeten dat het hier om een grote maatschappelijke verandering gaat; een systeemtransitie en die kost tijd. Tientallen jaren. De biotechnologie, die veel groene chemie mogelijk maakt, heeft veel tijd nodig gehad om zich te ontwikkelen; en al die jaren dachten veel beleggers en risicokapitalisten dat het niet veel zou worden. Maar gras groeit nu eenmaal niet harder als je eraan trekt. Nu biotechnologie wetenschappelijk van de grond is gekomen en het aankomt op toepassing, is het wel een groot pluspunt dat de maatschappelijke aandacht voor vergroening zo groot is geworden; dat zal uiteindelijk de ontwikkeling van de groene chemie gaan bepalen. Anderen zeggen dan weer: aandacht voor vergroening is prima, maar wat ontbreekt is de 'sense of urgency' in de samenleving, het gevoel dat deze verandering absoluut noodzakelijk is. Ja, het groene innovatieve bedrijfsleven heeft dat gevoel wel; het ziet als eerste de mogelijkheden in deze nieuwe economische golf. Maar het gevoel is nog niet doorgedrongen in het publieke debat en dus ook niet bij de overheid.

Een voorbeeld van die traagheid van de Nederlandse overheid is het tempo waarmee geld ter beschikking komt. Bij de lancering van de topsectoren werd gezegd dat iedereen projecten kon indienen. De sector biobased materialen (uit groene grondstoffen) kwam met 250 projecten. Iedereen wilde graag meedoen. Maar toen het geld werd verdeeld was er nauwelijks iets voor materiaalonderzoek. Met als gevolg veel frustraties. Twee jaar later lopen de eerste projecten op hun eind; en nu is er eindelijk geld, om door te gaan met nieuwe projecten.

Veel mensen die we spraken komen vroeg of laat uit bij de rol van de overheid. Zeker in Europa speelt die een grote rol, in de VS zijn veel meer verschaffers van risicokapitaal en hier moet de overheid daar wat tegenover stellen. Het probleem is niet eens dat de plannen niet goed zijn, het gaat eerder om de trage uitvoering daarvan. Zo zou Europa nu eindelijk eens werk moeten maken van de aanbevelingen van het 'Lead Market Initiative', Europese overheden zouden voorop moeten lopen bij de aankoop van producten gemaakt uit groene grondstoffen. Dit zou een stevige basis, beter gezegd een beginnende markt, geven aan de groene industrie. In de VS bestaat net zoiets: het BiopREFERRED Program. Maar er is één verschil: in de VS draait het, in Europa nog niet. Het zou bijvoorbeeld een enorme stimulans zijn als Europese overheden alleen nog maar verpakkingen van biokunststoffen zouden gebruiken. Maar zoals gezegd: de besluiten zijn er, ze worden alleen nog niet uitgevoerd. Men is nog bezig het

nieuwe inkoopbeleid op te zetten. Bij ons duurt alles altijd (wat) langer. Reden om ons ongerust te maken? Misschien wel, want intussen verschuift de actie naar landen als de Verenigde Staten, Brazilië, India, China en zelfs Canada.

Sommige bedrijven roepen al heel lang dat hun producten uitstekend geholpen zouden worden in de markt, als hun CO₂-voordeel zou worden verrekend. In de vorm van een heffing op de CO₂-uitstoot van de concurrentie. Ze zouden daarmee net het zetje kunnen krijgen waarmee ze goed de prijsconcurrentie aan kunnen gaan met petrochemische producten. Op dit moment zou een heffing van € 0,25 per kilo CO₂-uitstoot veel biomaterialen goedkoper maken dan hun fossiele tegenvoeters. Wanneer de maatregel het gewenste effect heeft en het aandeel van biomaterialen groeit, kan de heffing geleidelijk worden verminderd. Een andere mogelijkheid is het toekennen van een tijdelijk belastingvoordeel aan groene materialen. Dit hoeft de CO₂-heffing niet uit te sluiten, beide maatregelen kunnen tijdelijk naast elkaar bestaan. Een 'green deal' die de hele keten bijeen brengt zou ook kunnen helpen. Zulke green deals zijn overeenkomsten tussen de overheid en bedrijven; ze kosten de overheid geen geld, maar deze verplicht zich wel om alle obstakels (in de vorm van wetten en regels) voor de bedrijfstak op te ruimen – voor zover mogelijk, dat wel. En alle mensen die wij spraken hameren op het verbeteren van de communicatie tussen partners in de keten: producenten, verwerkers en consumenten.

Europa zou niet alleen een markt voor producten uit groene grondstoffen moeten stimuleren, maar ook iets moeten doen aan financiering zodat industrieën willen investeren. En daarvoor moet Europa haar investeringsregelingen op orde krijgen; dus ervoor zorgen dat de regels voor staatssteun op orde zijn, net als de afspraken tussen Europese ontwikkelingsprogramma's. Veelbelovend is het Biobased Industry Initiative, BII. Dit is een public-private partnership (ppp) van bedrijven en overheden samen. BII is een groot Europees innovatieprogramma van 70, meest grote, bedrijven. Bedrijfsleven en overheden zullen samen € 3,7 miljard gaan investeren in dit programma, met een looptijd van minstens 10 jaar. BII is in de zomer van 2014 van start gegaan. Het is hét Europese antwoord op grote buitenlandse programma's. Het is ook een poging om te leren van het verleden waarin Europa prachtig onderzoek ondersteunde – maar waarbij aan het eind niemand in de ontwikkelde kennis wilde investeren. BII voorziet dan ook in het bouwen van de proef- en demonstratiefabrieken die nodig zijn als voorbereiding op echte industriële investeringen. Om de beruchte 'valley of death' te overbruggen.

De grote Europese suikerproducenten maken ook deel uit van dit BII-gezelschap. Zij zien grote kansen voor Europa in de opbouw van een groene industrie, na het opheffen van beperkingen op de suikerproductie in 2017. Met de buitengewoon efficiënte suikerproductie in Noordwest Europa kunnen zij straks

concurreren met Brazilië (rietsuiker) en de VS (maïs). En zelfs met de eigen Europese petrochemische industrie. Dit zou wel eens de grondslag voor de groene basisindustrie in Europa kunnen worden. Maar dan moeten de fabrieken wel in Europa worden gebouwd, en dat is nog lang niet vanzelfsprekend. Europa en de Europese landen willen wel, ze stimuleren onderzoek, maar hebben anno 2014 nog vrijwel geen stappen gezet naar daadwerkelijke productie. Tenminste niet op een schaal die meetelt in de wereld. De enige proeffabriek van formaat in Nederland is die van Avantium voor de vervaardiging van PEF, de groene variant van PET. De bedoeling is om daar straks heel veel duurzame flessen voor Coca-Cola van te gaan maken; maar of Avantium die in Nederland zal gaan produceren, is op zijn best twijfelachtig.



Nederland en Europa kunnen een belangrijke rol gaan vervullen in de groene chemie dank zij de hoge opbrengsten die onze boeren halen bij het telen van suikerbieten. Als in 2017 de suiker wordt vrijgegeven op de Europese markt, kunnen de suikerfabrikanten in Noordwest Europa de groene chemische basisindustrie van grondstoffen gaan voorzien. Zonder problemen voor de voedselvoorziening. Een volgende stap is het verwerken van de resten van de oogst en de suikerproductie tot tweede generatie chemische producten.

Het is nog maar zeer de vraag of de nieuwe bioraffinaderijen en de groene chemische basisindustrie in Europa zullen komen. Wij horen ook radicale geluiden, zoals dat Europa 'too little' en 'too late' zou zijn voor eigen groene chemische industrieën (overigens hoor je die geluiden altijd als er nieuws staat te gebeuren). Degenen die dit zeggen, vinden de druk te groot vanuit de Verenigde Staten

(schaliegas), het Midden Oosten (grondstoffen en energie) en het Verre Oosten (markten). Daar zou de Europese groene chemische industrie niet tegen kunnen concurreren. De grondstof biomassa gaat nu gesubsidieerd naar energie; dat moet absoluut veranderen wil de groene chemie hier ooit van de grond komen. Toch zijn er ook wel optimistische geluiden te horen. Het opheffen van de suikerquota biedt mogelijkheden. Er zijn grote groene chemische complexen aangekondigd in onder meer Italië, Frankrijk, Duitsland en Finland. In Italië bouwen Versalis en Novamont een groot, oud petrochemisch complex in Porto Torres op Sardinië om tot een grote bioraffinaderij, 'Matrica' genoemd. Versalis is de chemische tak van het grote oliebedrijf Eni, Novamont is een biochemisch bedrijf. Matrica wordt zoals zij zeggen 'het meest innoverende groene chemische complex ter wereld'. Ook al in Italië gaat Reverdia, een samengaan van DSM en Roquette Frères, een fabriek voor biobarnsteenzuur bouwen, met suiker als grondstof. BASF en Corbion (een dochter van de Nederlandse suikercoöperatie Cosun) gaan hetzelfde doen in Duitsland. In Finland wil Metsa Fibre een grote bioraffinaderij (€ 1,1 miljard) voor hout bouwen.

Dit zijn allemaal grote fabrieken. Ook al hebben wij argumenten gegeven voor een kleinschalige ontwikkeling, de chemische industrie opereert in een grootschalige wereld en investeert grootschalig. Het zal interessant zijn om te zien of de landbouwsector sterk genoeg is om hier vanuit zijn meer kleinschalige logica (met voorbewerking van de oogst tot halffabricaten op het platteland) tussen te komen. Het overheidsbeleid op het terrein van biomassa is op dit moment nog steeds gericht op grootschalige energieproductie; kleinschalig ondersteunt de overheid alleen de productie van biogas bij de boer, wel goed als het gaat om de verwerking van afvalstoffen aan het eind van de keten, maar niet om de vers geoogste maïs in de vergister te stoppen. Hierdoor komen toepassingen met een hogere toegevoegde waarde niet aan bod. 'De energiejongens hebben nu eenmaal het meeste geld en dus de meeste invloed.' En dank zij het Nationaal Energieakkoord hebben ze ook duidelijke doelstellingen. Dat is beleid waarmee ze uit de voeten kunnen; maar voor groene producten en materialen is zo'n beleid er nog niet.

Zou Europa genoeg groene grondstoffen kunnen telen om een groene chemie en een groene economie op te bouwen? Duidelijk niet wanneer het de bedoeling is, daarvan alleen maar energie te maken. Maar een groene basischemie op basis van suiker (weliswaar een eerste generatie grondstof) lijkt wel een beste kans. Laat de overheid nu juist daarvan de noodzaak niet echt inzien, tenminste niet in Nederland. Landen als Duitsland en Frankrijk werken veel harder aan de groene economie. En als we dan zien dat de Verenigde Staten, China en Brazilië nog sneller bewegen, dan kun je gerust beweren dat het overheidsbeleid in Nederland behoorlijk achterloopt. En dat terwijl de mogelijkheden in ons land zo geweldig

groot zijn. Dank zij onze eersteklas land- en tuinbouw, logistiek, chemie, voedingsmiddelen (loopt ver voorop bij de concurrentie elders) en papier en karton en dank zij het goede onderzoek dat hier aan groene processen en producten wordt gedaan. Maar het gaat moeizaam en langzaam, omdat de concurrentie van bestaande producten groot is. Aan de andere kant zien we wel steeds meer regionale initiatieven ontstaan, waarbij bedrijven uit verschillende sectoren elkaar vinden. Dat is een goede zaak, ook vanwege de kleinschaligheid. En zeiden we niet dat de groene economie in de eerste plaats regionaal en kleinschalig zal zijn?

Maar niet alleen de grote bedrijven zijn er op dit moment nog niet aan toe. Ook het midden- en kleinbedrijf aarzelt; het wantrouwt de grote bedrijven en voelt zich aan de zijlijn gezet door de overheid. Het hele Nederlandse topsectorbeleid, het Europese BII initiatief trouwens ook, is te ver verwijderd van het MKB. Dat ziet haar heil veel meer in regionale 'hotspots'. De toegang tot nieuwe ketens en netwerken is essentieel voor het MKB en dat moet regionaal worden opgebouwd. In Nederland en in andere landen. De kansen voor het MKB liggen vooral in de aansluiting bij de landbouw. De mogelijke rol van het MKB voor de nieuwe, groene economie wordt op dit moment overal onderschat. De groene economie zal in de eerste plaats vanuit het MKB moeten worden opgebouwd. Maar Nederland richt zich daar niet op, net zo min als Europa.

Biotechnologische kennis wordt al meer dan 25 jaar toegepast in de industrie, maar de grote doorbraak moet nog komen. Groene producten zijn in ontwikkeling en beginnen op de markt te komen; maar zij kunnen alleen doorbreken met overheidssteun en stimulering, zowel bij het bouwen van fabrieken als bij het in de markt zetten van producten. Europa en Nederland zijn daarin nog niet heel actief. Het is consumenten over het algemeen (nog) worst of een product groen is, net als bij voedsel, maar wij optimisten zien langzamerhand een kentering komen. Veel zal ervan afhangen of mensen willen gaan investeren in een nieuwe wereld. Als die roep uit de samenleving komt, komt de overheid ook wel over de brug. Het zou eigenlijk andersom moeten zijn, maar de overheid loopt vrijwel nooit voorop. Hoewel: een nieuwe benadering heeft pas recht van bestaan als de samenleving deze omarmt.

Wij vertrouwen er op dat de groene economie er komt, ondanks tegenwerking, het najagen van andere belangen en onduidelijkheid in het overheidsbeleid. Wij zien de groene economie als een noodzakelijke voorwaarde voor het voortbestaan van deze wereld. Niet minder dan dat.

Boeren aan de basis van nieuw leven

Boeren en tuinders zijn ondernemers in hart en nieren. Met hun groene grondstoffen staan ze aan de basis van een nieuwe economie. Een economie waarin afval niet bestaat. Het restproduct van de één, is het basisproduct van de ander. Zo sluit de lokale kringloop en vergroent de economie.

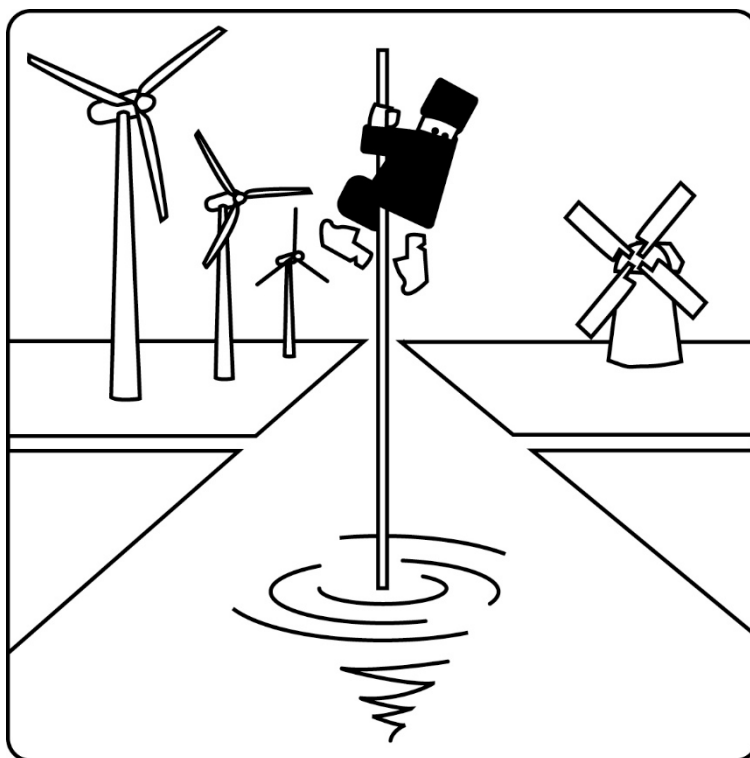
ZLTO is als agrarische ondernemersvereniging elke dag druk in de weer met boeren en tuinders aan de basis van de bio-economie. Onze grootste uitdaging is om boeren en tuinders te verbinden aan nieuwe initiatieven die wezenlijk bijdragen aan de vergroening van de economie. Ze hebben immers mooie producten en diensten te bieden, zoals groene biomassa (mest, gras en hout) en duurzame energie (wind, water en zon). Dit vormt brandstof voor nieuwe business in de bio-economie. De land- en tuinbouw is goed beschouwd een van de belangrijkste pijlers onder de Nederlandse biobased ambities.

ZLTO zoekt met burgers, bestuurders en bedrijven altijd naar eigentijdse samenwerkingsvormen en nieuwe concepten. Zo stond ZLTO, samen met kippen houders, aan de basis van Biomassacentrale Moerdijk. Die centrale levert groene energie uit kippenmest aan maar liefst 70.000 huishoudens. Ook participeert ZLTO in Rubia Natural Colors. Een bedrijf dat uit traditionele gewassen als meekrap en wouw natuurlijke kleurstoffen haalt voor tapijten en kleding. Ook liggen er bij veel boeren inmiddels zonnepanelen op het dak waarmee ze niet alleen hun eigen energiekringloop sluiten, maar ook nog eens duurzame energie leveren op het net. Alle boeren bij elkaar zijn inmiddels goed voor bijna de helft van onze duurzame energieproductie in Nederland. Tot slot experimenteren veel boeren met de opwaardering van gezonde inhoudsstoffen voor functionele voeding in de zorg, zoals natuurlijke ingrediënten uit eieren voor een betere oogfunctie.

Dat is samen vernieuwend boeren. Dat is ZLTO!



Hoofdstuk 11. Het kantelpunt



11.1. Nieuw onderling vertrouwen, van anderen op

Wantrouwen beheerst ons economisch leven. Maar er is een tegenbeweging aan de gang. Min of meer ongemerkt, en toch heeft iedereen er iets van meegekregen: organisaties die zijn gebouwd op vertrouwen. Bedrijven zelfs. Misschien wel juist bedrijven. En kleine organisaties; want in kleine kring kun je gemakkelijker vertrouwen geven.

Laten we beginnen met iets wat al lang gaande is. Bedrijven doen al jaren een beroep op het vertrouwen van hun mensen. Dat heet Human Resource Management (HRM); daarmee proberen ze het beste in hun personeel naar boven te halen. HRM is absoluut een grote verworvenheid van onze tijd – maar alleen als het bedrijf waar je werkt de moeite waard is om je ervoor in te zetten. Want als je baan de moeite waard is en je je daar met hart en ziel voor inzet, ontvang je veel meer dan loon: plezier, bevrediging, vriendschappen en ook een stuk identiteit. Daarmee is niets mis: veel mensen zoeken dat soort bevrediging en velen zouden niet op een andere manier kunnen werken. In een goed bedrijf hoeft de baas niet te controleren op tijdschrijven, dat zou zelfs averechts werken. In een organisatie gebaseerd op vertrouwen toetsen bazen alleen op output: de kwaliteit en hoeveelheid van het afgeleverde werk. En ze proberen je zover te krijgen dat je je volledig inzet. Maar als er aan de top van het bedrijf een bonus- en graaicultuur heerst, is HRM niets meer dan een cynische grap. Dan zou je beter zo snel mogelijk kunnen vertrekken, als je werk je lief is. Of je blijft zitten, om het geld.

In een beroemd boek 'Trust' uit 1995 zegt de Amerikaanse filosoof Francis Fukuyama dat vertrouwen noodzakelijk is voor economische groei. Gelukkig groeit tegenwoordig weer het aantal organisaties dat gebouwd is op vertrouwen. De meest verantwoordelijke grote bedrijven zeggen tegen hun aandeelhouders dat korte-termijn winst niet goed is voor het bedrijf en ook niet voor hen: ze willen over tien jaar ook nog bestaan. Zodat ze mensen aan zich kunnen binden. Er zijn al directeuren die uit zichzelf hun inkomen verlagen om een signaal te geven aan hun medewerkers. Er komen bovendien steeds meer mensen die de inhoud van hun werk belangrijker vinden dan het geld. Zij kunnen alleen worden geleid op basis van vertrouwen. Tegenwoordig zien we ook steeds meer zelfsturende teams. Daarin zijn medewerkers gezamenlijk verantwoordelijk voor het eindproduct. Alleen mogelijk op basis van onderling vertrouwen. Het gaat met vallen en opstaan, die zelfsturende teams, ze zijn niet altijd een succes. Maar het wordt wel steeds vaker geprobeerd.

Innovatie, waarvan wij het als maatschappij moeten hebben, is zelfs alleen maar mogelijk op basis van vertrouwen. Want mensen die iets nieuws bedenken, hebben daarvoor 'scharreltijd' nodig: tijd waarin zij 'niets' lijken te doen maar waarin hun ideeën moeten rijpen. Ga je daar als manager overheen met

tijdschrijven, dan jaag je al snel de meest vernieuwende mensen uit je team. Hetzelfde geldt voor subsidieverleners die elk stapje in de besteding van het subsidiegeld verantwoord en geadministreerd willen zien. De groeiende beweging van MVO (maatschappelijk verantwoord ondernemen) vindt vertrouwen in een organisatie van onmisbaar groot belang. Steeds meer bedrijven sluiten zich daarbij aan. Het is van onschatbare waarde wanneer een organisatie is gebaseerd op vertrouwen. Het maakt beheer veel eenvoudiger en verhoogt de productie. Zeker als vernieuwing belangrijk is.

Bij zo'n samenleving horen ook nieuwe organisatievormen. Mensen organiseren zich nu in nieuwe 'lichte' vormen van samenwerking zoals coöperaties voor lokale energievoorziening, natuurbehoud of standslandbouw. We zijn het eens met de analyse van Wijffels over de toekomst van de coöperatie. Mensen zijn steeds hoger opgeleid en stellen vanuit hun toegenomen individualiteit hogere eisen aan hun omgeving. Eisen waarvan ze beseffen dat ze zelf de handen uit de mouwen zullen moeten steken om ze te kunnen realiseren. Dat leidt tot acties en ondernemerschap met gelijkgestemden. Vertrouwen leidt tot netwerken, horizontale verbindingen en open organisaties. Het schept een basis voor duurzaamheid, sociale verbondenheid, creativiteit en innovaties. Een prachtige basis voor startende ondernemers, zzp-ers, het midden- en kleinbedrijf en nieuwe coöperaties.

Urgenda. *Urgenda bestaat sinds 2008 en heeft in haar korte bestaan heel veel mensen geïnspireerd. De kracht van Urgenda ligt in de verbindingen die de organisatie legt. Urgenda noemt zich 'de actie-organisatie voor duurzaamheid en innovatie die Nederland, samen met bedrijven, overheden, maatschappelijke organisaties en particulieren, sneller duurzaam wil maken.' Urgenda verbindt lokale projecten op een soepele manier met elkaar op basis van een sterke visie. Urgenda heeft een stevig wetenschappelijk fundament in de transitiewetenschap, waarvan Jan Rotmans de meest bekende vertegenwoordiger is. Urgenda kan lokale projecten ook verbinden met landelijke organisaties of wetenschappelijke onderzoekers, zoals energiedeskundigen of juristen.*

De organisatie ademt uit dat onze maatschappij alleen duurzaam kan worden door doorbraken en dat die doorbraken zullen komen uit de regio. Urgenda denkt en handelt sterk vanuit plaatselijke projecten. Veel plaatselijke en regionale politici laten zich dan ook door Urgenda inspireren, ook al staat de organisatie zelf los van politieke partijen. Deze plaatselijke en regionale politici vormen tegelijkertijd een stevige verbinding tussen de acties van Urgenda en de gemeenten en provincies. De 'regiotours' die Urgenda organiseert naar elke provincie, worden met open armen binnengehaald. Terwijl aan de andere kant de tweets van Jan Rotmans over de landelijke overheid vrijwel allemaal vol kritiek zitten. Urgenda heeft ook nog eens stevige contacten met grote en kleine bedrijven. Veel directeurs van bedrijven met duurzame ambities zitten in hun adviescommissies. Urgenda is kortom de perfecte

netwerkorganisatie, die iedereen erbij weet te halen die Nederland duurzamer wil maken. Waarbij de energieke en enthousiaste directeur Marjan Minnesma een sleutelrol speelt.

Urgenda heeft een aantal projecten aangewezen als 'icoonproject', bedoeld als een voorbeeld voor allen. Icoonprojecten moeten landelijke uitstraling krijgen, zegt Urgenda, om aan burgers en ondernemers te laten zien wat zij betekenen. Icoonproject nummer één is Duurzaam Texel. Texel vormt een mooie afgescheiden eenheid, een ideaal proefterrein voor bijvoorbeeld elektrisch rijden, zilte landbouw en slimme elektriciteitsnetten. De gemeente Texel zelf heeft grote ambities en wil in 2020 zelfvoorzienend zijn op energiegebied. Wat op Texel gebeurt is een mooie inspiratiebron voor alle andere Nederlandse regio's. Andere icoonprojecten zijn de drijvende stad, duurzame mobiliteit, leerpark Dordrecht en duurzame bouw. Ook duurzame voeding is een belangrijk thema. Urgenda heeft een plan gepubliceerd voor totale overschakeling van Nederland op duurzame energie in 2030. En zij organiseert elk jaar op vele plaatsen de Dag van de Duurzaamheid en vele andere evenementen.

www.urgenda.nl

Buurtzorg. Buurtzorg is ontstaan in 2006 uit onvrede over de verarming van de Nederlandse thuiszorg. De organisatie schrijft daar zelf over: 'Overal in het land hoor je dat wijkverpleegkundigen de afgelopen jaren alleen nog maar bij mensen kwamen voor medisch-technische handelingen en zich voortdurend opgejaagd voelden. Of dat ze de hele dag op kantoor zaten (...). Hun handen jeukten om het anders te doen, maar ze moesten zich tegelijkertijd aanpassen aan de opvattingen van drie, vier managementlagen boven hen (...).' Buurtzorg doet het radicaal anders en stelt niet meer de organisatie maar de mens centraal. Zowel de cliënt als de zorgverlener. Zodat de cliënten niet meer te maken krijgen met steeds wisselende hulpverleners. En zodat de hulpverleners hun eigen tijd kunnen indelen en niet meer worden opgejaagd om 'targets' van de organisatie te halen.

'Buurtzorg is een thuiszorgorganisatie die wijkverpleging levert met kleine teams, bestaande uit (wijk)verpleegkundigen en wijkziekenverzorgenden. Het gaat hierbij om verpleging, persoonlijke verzorging en individuele begeleiding. Onze medewerkers kijken samen met u wat er aan zorg nodig is en zoeken samen met u en uw omgeving naar oplossingen.' Zo opent de website van buurtzorg. Deze persoonlijke aanpak kwam in de steeds zakelijker thuiszorg bijna niet meer voor. Alles liep via 'indicaties' die door een kantoor ver weg moesten worden goedgekeurd. Buurtzorg legt alle verantwoordelijkheid weer bij cliënt en hulpverlener. De hulpverleners zijn ook grotendeels eigen baas. Zij werken in 'zelfsturende teams' die hun eigen budget beheren en zelf beslissingen nemen. Dit brengt hun beroepstrots weer terug. Bij Buurtzorg werken de meesten dan ook met veel plezier. 'Ik heb mijn beroep weer teruggevonden,' zeggen ze. Buurtzorgteams hebben geen managers. De enige mensen achter een bureau werken bij een klein hoofdkantoor in Almelo; dit verleent steun aan teams die met moeilijke vragen zitten en het regelt de

onderhandelingen met zorgverzekeraars. Buurtzorg is zó succesvol dat nu meer dan de helft van alle Nederlandse wijkverpleegkundigen in een team van Buurtzorg werkt. En er zijn al dochterorganisaties die op dezelfde manier andere diensten aanbieden: huishoudelijke hulp, zorg voor jeugd en gezin, een vakantieoord, een hospice en psychiatrische thuiszorg. Buurtzorg brengt vertrouwen terug, tussen mensen die hulp nodig hebben en hun hulpverleners. En vertrouwen in de mogelijkheden van goede zorg op de oude dag, niet onbelangrijk in een samenleving die snel vergrijst.

www.buurtzorgnederland.com

11.2. Duurzaamheid en decentralisatie

Het tweede element van de maatschappelijke kanteling die wij beschrijven, is duurzaamheid. Door veel mensen nog steeds beschouwd als een hobby van idealisten. Maar intussen is duurzaamheid een breed gedragen ideaal en economisch volkomen verantwoord. Wie ooit nog twijfelt aan het economisch belang van duurzaamheid, moet nog maar eens de datum 1 juni 2009 in gedachten nemen. Op deze dag stortte het eerste grote bedrijf ineen omdat het duurzaamheid niet serieus had genomen. Het heette General Motors.

Jaren lang had de Amerikaanse automobiellindustrie, met General Motors voorop, zich verzet tegen de oprukkende milieuwetten en de trend naar zuiniger auto's. De industrie daagde de staat Californië voor de rechter omdat deze de uitstoot van auto's wilde terugdringen. Nationale wetten, die moesten leiden tot zuiniger auto's, had de industrie omzeild door SUV's op de markt te brengen, waarvoor deze wetten niet golden. In feite trok de industrie een lange neus naar de wijsneuzen in Washington die duurzaamheid belangrijk vonden. De hele energie van de sector was gericht tegen zuinigheid, met machtige lobby en al. Maar de klanten wilden iets anders. Ze wilden kleinere en zuiniger auto's, en omdat ze die bij de Amerikaanse fabrikanten niet vonden, gingen ze die kopen bij Japanse, Koreaanse en Duitse merken. Het aandeel van Amerikaanse auto's in de verkoop in de VS daalde dramatisch van 72% in 1986 naar 56% in 2008. En ondanks een koersverlegging van de Amerikaanse auto-industrie is het blijven dalen, in 2012 bedroeg het nog maar 44%. De Amerikaanse automobiellindustrie heeft zichzelf kapot gelobbyd.

Een bedrijf dat altijd hoog staat in duurzaamheidslijstjes is Unilever. Unilever was er al vroeg bij. Het is een kwestie van 'verder kijken dan je neus lang is'. Het is alweer twintig 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. Een

waarschuwing tegen lege zeeën. Onduurzaamheid betekent dat bedrijven op de lange duur geen geld meer kunnen verdienen. Overigens heeft een deel van de Nederlandse vissers de les nóg niet geleerd, ze hebben alleen hun werkgebied verlegd naar de Stille Oceaan. Daar halen ze nu alle horsmakreel uit de zee. En ook in de Middellandse Zee komt nog maar heel weinig vis voor.

Duurzaamheid is ook niet iets van het rijke Westen alleen. De laatste Chinese vijfjarenplannen staan vol met duurzaamheid. Sinds ca. 2007 is China de klimaatverandering serieus gaan nemen. Misschien waren de leiders bang dat de Chinese rivieren minder water zullen krijgen bij klimaatverandering. China telt 20% van de wereldbevolking en slechts 3% van het zoetwater. Sindsdien heeft China op alle mogelijke manieren zonne- en windenergie gestimuleerd: van subsidies tot de 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 energieverbruik uit duurzame bronnen halen.

Dit beleid wordt door de publieke opinie ondersteund. Bekend zijn de succesvolle lokale protesten tegen vervuilende industrieën. In 2008, bij de Olympische Spelen, werd het verkeer in Beijing sterk aan banden gelegd, om de sporters niet te hinderen met vuile lucht (en om een negatief imago in het buitenland te voorkomen). Daarna is de luchtvervuiling weer met sprongen omhoog gegaan, Beijing is een erg ongezonde plek aan het worden. De leidende communistische partij van China móet wel krachtige maatregelen gaan nemen, om de steun van het volk te behouden. En al eerder stonden de Chinezen positief tegenover duurzaamheid. Volgens Wikipedia vond in 2007 97% van de Chinezen dat hun regering meer moest doen aan klimaatverandering. En 62% vond dat industrielanden terecht eisen stellen aan opkomende economieën (dus ook aan China!) op het gebied van CO₂-emissies.

Duurzaamheid wordt tegenwoordig meer gedragen door bedrijven dan door regeringen; die lopen achterop. De VN zijn met hun millenniumdoelen een positieve uitzondering. De bedrijven zijn daarvoor gaan samenwerken met maatschappelijke organisaties als Greenpeace en het Wereldnatuurfonds. Ze hebben samen 'Ronde Tafels' gevormd, die zich inspannen voor duurzaamheid van grondstoffen als suiker, palmolie, soja of cacao. Ook al weer zo'n 'lichte' samenwerkingsvorm. Duurzame cacao is zelfs een initiatief van het bedrijfsleven geweest. Maar duurzame vis, in handen van internationaal overleg van regeringen, is nog ver weg.

Nu is duurzaamheid een doel met vele kanten, waarbij je keuzes moet maken en niet de illusie moet hebben dat je het doel op korte termijn kunt bereiken. Eerst klimaatneutraliteit? Of eerst uitbanning van kinderarbeid? Of de boer eerlijke prijzen betalen voor zijn grondstoffen? Bedrijven kunnen proberen goede sier te maken met hun duurzame beleid, terwijl de resultaten misschien

achter blijven. Ronde Tafels zijn in feite permanente onderhandelingen – maar verrassend genoeg bereiken zij veel méér dan vele overheden en hun internationale organisaties. Duurzame cacao is binnenkort een feit, duurzame palmolie ook, duurzame suiker is nog een eind weg; maar duurzame vis, in handen van internationaal overleg tussen regeringen, is een absolute horror story.

We mogen er trots op zijn dat veel van de meest duurzame bedrijven ter wereld hun wortels hebben in Nederland. Wereldwijd worden er veel ‘duurzaamheidsindexen’ opgesteld die vertellen hoe goed bedrijven het in dit opzicht doen. DSM, AkzoNobel, Unilever, Philips, Air France/KLM en PostNL staan stevast bij de top drie in hun categorie. Daar staan echter bedrijven tegenover voor wie duurzaamheid betekent dat hun markten gaan krimpen; vooral oliemaatschappijen en andere bedrijven die delfstoffen winnen. Zij hebben het moeilijk. Sommige (vooral Amerikaanse) bedrijven gooien er PR-campagnes tegenaan om de geloofwaardigheid van hun critici aan te tasten. Andere bedrijven proberen duurzaamheid een andere inhoud te geven, om op die manier toch nog duurzaam te lijken. Wij moeten dat soort dingen natuurlijk zeer kritisch volgen. Aan de andere kant moeten we misschien beseffen dat deze bedrijven en wij een gemeenschappelijk probleem hebben. We hebben nog tientallen jaren fossiele energie nodig, hoewel geleidelijk aan steeds minder. Misschien moeten we sommige van hun activiteiten absoluut afkeuren, zoals de winning van olie uit het Noordpoolgebied of uit teerzanden; de enorme milieueffecten daarvan zijn niet te verdedigen. Maar wat ons betreft geldt dat niet voor de winning van schaliegas – afhankelijk van de zorgvuldigheid waarmee de bedrijven werken. ‘Verstandig’ omgaan met energie zou kunnen betekenen dat we met deze bedrijven afspraken maken over verantwoorde winning van schaliegas.

Misschien heeft duurzaamheid wel vaste voet aan de grond gekregen, maar nog niet die andere kant van duurzaamheid: decentralisatie. Voor velen is die misschien nog nauwelijks herkenbaar, maar decentralisatie en kleinschaligheid passen perfect in een economie gebaseerd op duurzame energie en duurzame grondstoffen. Decentraal en kleinschalig zijn op zich ook geen voorwaarden voor duurzaamheid. Ze zijn het gevolg van de toepassing van duurzame technologieën; en versterken tegelijkertijd een zeer belangrijke onderliggende voorwaarde voor een duurzame samenleving: herkenbaarheid en hersteld onderling vertrouwen. Het zal nog heel wat moeite kosten om de bestaande grootschalige samenleving om te vormen.

Kijk naar duurzame energie: die is bijna altijd lokaal of regionaal van aard. Het meest is dat zichtbaar bij zonne-energie. Zonnecellen kunnen net zo goed klein- als grootschalig worden toegepast. Iedereen kan ze op het dak monteren, in principe tegen dezelfde stuksprijs als het energiebedrijf dat hectares vol zou zetten. Grootschaligheid geeft maar weinig kostenvoordelen als het om

zonnecellen gaat. Veel minder dan bij traditionele elektriciteitscentrales. Zonne-akkers zijn dan ook vaak geen goed idee. De kracht van zonne-energie is juist dat energieopwekking zo dicht mogelijk bij de energieverbruiker plaats vindt. Met zonnecellen op het dak maken we het transport van elektriciteit zo klein mogelijk. Goed tegen energieverspilling en goed voor de betaalbaarheid van zonne-energie.

Voor windenergie geldt net zoets, maar wat minder uitgesproken. Natuurlijk kunnen wij enorme oppervlakken op de Noordzee bedekken met zeer grote windmolens. Deze werken dan als één grote energiecentrale, want hun stroom komt maar op één of twee plaatsen aan land; van daaruit moet deze door het net naar de consument worden gebracht. Maar windmolens op land geven een heel ander beeld. Deze passen heel goed in een lokaal energienet. De boer en zijn coöperatie kunnen het grootste deel van de stroom afnemen. Gecombineerd met zonnecellen op de schuur, biogas uit mest en landbouwfal, en energieopslag, kunnen dorpen op het platteland heel aardig hun energiebehoefte dekken. De burgers uit het dorp kunnen ook meedoen. Het dorp heeft de kabel naar de buitenwereld dan nog alleen nodig voor de uitwisseling van overschotten en tekorten, en voor noodgevallen. Vervolgens kunnen ze eisen gaan stellen aan de leverancier van energie voor die enkele keer dat er wel energie van buiten nodig is. Een unieke omkering van rollen tussen energieproducent en gebruiker.

Mensen zijn in zo'n systeem niet alleen meer consument maar ook producent. Daarvoor heeft futuroloog Alvin Toffler lang geleden de term 'prosument' bedacht. Prosumenten zorgen ervoor dat het plaatselijke elektriciteitsnet alleen elektriciteit aflevert of opneemt wanneer dat echt noodzakelijk is. De koelkast kan wel wat langer uitgeschakeld blijven als op dat moment de elektriciteit uit het net duur is. Of de wasmachine kan even wachten met het opwarmen van de was. Aan de andere kant zou de huisvrouw de appeltaart wat eerder moeten gaan bakken wanneer verkoop van elektriciteit aan het net weinig oplevert. De ervaring leert dat informatie over het energieverbruik vaak veel invloed heeft op het gedrag: het wordt een sport om zoveel mogelijk van de eigen energieproductie te gebruiken, en zo min mogelijk in te kopen. En voor de duidelijkheid: dit soort maatregelen is al sinds jaar en dag gebruikelijk in de industrie. Wanneer een dorp, een paar boerderijen en een lokale industrie samen een energiecoöperatie vormen, zullen ze in de nabije toekomst grotendeels in hun eigen energievraag kunnen voorzien.

Niet alleen de energievoorziening, ook onze industrie voor chemie en materialen zal in de toekomst heel wat kleinschaliger zijn dan nu. Daarvoor zijn twee simpele redenen. Ten eerste worden de grondstoffen (landbouwproducten en landbouwfal) zowat overal geteeld. Ten tweede is hun transport duur vanwege het meestal hoge watergehalte; dikwijls meer dan 80%. Volgens een veel gebruikte vuistregel mag de gemiddelde afstand van land tot fabriek niet meer dan

50 km zijn. Vergelijk daarmee aardolie en steenkool (droge grondstoffen), die over de hele wereld versleept worden. Landbouwproducten (denk aan stro of suikerbieten) hebben dan ook een veel kleinere energie-inhoud per liter of per kilo. Meestal aangegeven door een laag 'droge stof gehalte'. Daarom zullen fabrieken die groene grondstoffen verwerken, veel meer verspreid door het land staan dan de petrochemische industrie. En ook hier werkt een onvoorziene ontwikkeling kleinschalige installaties in de hand. In hoofdstuk 5 hebben we laten zien dat een industrie die gebruik maakt van enzymen voor de productie van chemicaliën en materialen, werkt bij lage temperatuur en weinig energie verbruikt. In de traditionele petrochemische industrie was grootschaligheid juist nodig om het hoge energieverbruik zo efficiënt mogelijk te laten zijn. Dat is niet meer nodig als wij enzymen gebruiken als katalysator. In combinatie met groene grondstoffen uit de landbouw worden de mogelijkheden om met enzymen te werken alleen maar nog veel groter en kan kleinschaligheid de regel worden. Verdere voordelen zijn dan flexibiliteit, snel omschakelen naar veranderende wensen van de klant, minder investeringen en snellere opstart van nieuwe processen of andere producten. In vakkringen spreekt men van een 'nieuwe industriële logica'.

Kleinschalige energievoorziening en kleinere verspreide fabrieken betekenen samen een decentralisatie van de economie. Regio's gaan daardoor meer zelfvoorzienend worden, minder afhankelijk van de aanvoer van grondstoffen en goederen van buiten. Regio's kunnen zelf hun energie opwekken en ook hoogwaardige materialen gaan maken. Wel moeten sommige technologieën nog verder ontwikkeld worden. Daar gaat dus nog enige tijd overheen. En toch is dit vergezicht bijzonder interessant, omdat zo'n ontwikkeling radicaal verschilt van die van de laatste eeuwen. Toen was energie goedkoop en haalden we onze grondstoffen van ver. Het vervoer en de wereldhandel namen steeds toe en werden een maat voor welvaart. In een maatschappij gebaseerd op groene groei zullen we een andere maatstaf moeten gaan gebruiken. Zelfvoorziening en zelfontplooiing zullen dan belangrijke maatstaven zijn.

De samenleving van de toekomst is dus zowel superslim als kleinschalig. We kunnen ons daar nu nog niet goed een voorstelling van maken, omdat we eraan gewend zijn geraakt dat méér technologie ook altijd een grotere schaal betekende. Wat energie betreft: als we het echt willen, kunnen grote delen van Europa binnen een jaar of dertig helemaal in hun eigen energie voorzien. Materialen kunnen we voor een belangrijk deel gaan maken uit plantaardige grondstoffen uit de regionale landbouw. Ook de ontwikkeling van kunstmatige fotosynthese kan hierbij belangrijk zijn. Onderzoekers hebben deze al een heel eind onder de knie. Kunstmatige fotosynthese, de naam zegt het al, bestaat uit het nabootsen van het natuurlijke proces van fotosynthese, de bron van plantaardig en dierlijk leven. Met kunstmatige fotosynthese leggen we CO₂ vast met hulp van zonlicht. Net zoals bij

‘echte’ fotosynthese. Dat ‘vastleggen’ levert bijvoorbeeld glucose op, zoals in de natuur. Of brandstoffen, de zogenoemde ‘solar fuels’. Daarna is het de bedoeling dat we er bijna alles uit kunnen maken, net zoals planten dat doen. Alleen wel met een veel hoger rendement. De productiekosten moeten nog sterk omlaag. Dat is een kwestie van tijd. Maar als dat lukt, kunnen we over enkele tientallen jaren bijna alle materialen overal maken. En ze met behulp van 3D printers direct omzetten in gebruiksvoorwerpen.

11.3. Unieke kansen vanaf het platteland

De vorige paragraaf laat het duidelijk zien: de maatschappij gaat kantelen en groen worden. De relatie tussen stad en platteland zal in deze groene maatschappij fundamenteel anders worden. Het platteland kan weer een motor worden van de economie. Over de hele wereld. Kennis en innovatie zullen ook in de toekomst nog uit de stad komen. Want in steden zitten veel mensen bij elkaar die met ongeveer hetzelfde bezig zijn, maar allemaal net even anders, zodat zij elkaar inspireren en beconcurreren. Zoals bij het ontwikkelen van nieuwe computers en software (Silicon Valley), nieuwe games (Amsterdam), nieuwe muziek (getto’s in Amerikaanse binnensteden) of biochemische processen die de levende natuur nabootsen (universiteiten in de hele wereld). Inspireren en beconcurreren is niet het enige wat vernieuwers in zo’n stedelijk netwerk doen; ze kopen ook van elkaar, zodat zij samen de economische basis kunnen leggen onder nieuwe bedrijfstakken. Geen vernieuwing zonder steden, zo kunnen we zeggen. Maar in de toekomst zal ook gelden: geen toepassing zonder het platteland. De laatste 70 jaar, na de Tweede Wereldoorlog, is het platteland sterk ontvolkt omdat mensen er geen werk konden vinden. Industrieën trokken weg naar megasteden als de Randstad, het Roergebied of Parijs. Maar in de groene maatschappij komt er weer werkgelegenheid op het platteland. Dat kan weer een motor worden van de economie. En wanneer boeren en kleine industrieën hun kennis daar goed blijven uitwisselen (zoals nu in de tuinbouw of rond biogas) kan ook het platteland weer een bron van vernieuwing worden.

Omdat gewassen en natuurlijke omstandigheden per streek verschillen, zullen er overal andere ‘ketens’ worden ontwikkeld. In zo’n keten staan bedrijven op elkaars schouder. Eén zo’n mogelijke keten begint bijvoorbeeld met suikerbieten. De suikerbiet is een bijzonder interessant gewas, omdat deze (samen met suikerriet) de grootste opbrengst per hectare geeft van alle gewassen ter wereld. De boer teelt suikerbieten; deze worden voorbewerkt bij de boer zelf of in een lokale coöperatie. Eerst gaan ze naar een machine die loof en puntjes verwijdert. Bieten en loof worden apart behandeld. De boer wast de bieten en loost

het waswater direct op zijn land (scheelt alweer transport van aarde). Daarna maalt hij ze, dat geeft pulp en sap. Zo lang er geen betere verwerkingsmethoden zijn, gaat ook het sap, met de noodzakelijke mineralen, terug naar het land. Dat scheelt enorm in meststoffen. Ook een deel van het loof gaat terug naar het land en wordt ondergeploegd, noodzakelijk voor behoud van een goede kwaliteit van de akker. Blijven over pulp en loof. Daarover ontfermen zich verschillende industrieën. Uit het loof kunnen we eiwitten en vezels winnen. De pulp is een uitstekende grondstof, niet alleen voor suiker, maar ook voor alcohol en vele industriële stoffen zoals chemicaliën en bioplastics. Dit is geen toekomstfantasie, alle stappen in deze keten zijn al ontwikkeld en het komt aan op het vinden van een goed bedrijfsmodel. Zo kunnen we al rechtstreeks van de pulp naar alcohol en vervolgens in één stap naar ethyleen, de grondstof voor de grootste plastic van deze wereld: polyethyleen. De Europese suikerindustrie staat te trappelen om ketens te vormen samen met de chemische industrie.

We hebben de suikerbiet als voorbeeld gekozen. De ontwikkeling van zulke nieuwe ketens is echter mogelijk met alle huidige gewassen. Vanuit aardappelen en zetmeel naar voeding, eiwitten (meer waard dan zetmeel!), lijmen en een lange reeks industriële producten. Van gras naar zuivel, vlees, krachtvoer, papier, eiwitten en chemische producten. Van kasgroentes en de keukentafel naar vezels voor de bouw, cosmetica en medicijnen. Van granen en brood naar vele bouwmaterialen. Over concurrentie met voedsel hoeven we ons geen zorgen te maken (zie hoofdstuk 6), zolang we maar niet het energievraagstuk langs deze weg willen oplossen.

Binnen Europa gaan er sterke verschillen ontstaan tussen de regio's. Scandinavië zal bijvoorbeeld gebruik blijven maken van zijn grote houtproductie en lage bevolkingsdichtheid. Zweden, Noorwegen en Finland zullen waarschijnlijk veel van hun huizen blijven bouwen van hout, en op tweede-generatie biobrandstoffen (uit hout) gaan rijden. De bioraffinage van hout staat daar midden in de belangstelling. Daarbij wordt hout gesplitst in zijn verschillende onderdelen, zoals cellulose, hemicellulose en lignine, die apart verder worden verwerkt. Noordwest Spanje, Schotland en Ierland gaan misschien veel meer halen uit algen en zeewier. Voor zuidelijker landen is kunstmatige fotosynthese misschien heel interessant, om daarmee chemicaliën en bioplastics te maken. En elektrisch rijden met zonne-energie als bron zal misschien juist daar gaan doorbreken. Landen met veel wind, zoals Spanje en Denemarken, zullen de windenergie niet vaarwel zeggen. In Noord-Nederland en Noord-Duitsland kan zich een economie op basis van suikerbieten ontwikkelen. Ook dichtbevolkte gebieden kunnen voor een groot deel energie-onafhankelijk worden, wanneer daken van woningen en bedrijfsgebouwen standaard worden bedekt met zonnecellen. Stadslandbouw kan een deel van de

voedselvoorziening gaan verzorgen. Elke regio kan zijn eigen zwaartepunten kiezen.

Zo'n kleinschalige toekomst kan alleen welvarend zijn als wetenschappelijke kennis en technologie op hoog peil staan. De 'terugkeer naar het platteland' is dan juist geen terugkeer meer, maar een vooruitgang. Die kennis en technologie worden momenteel volop ontwikkeld. Maar eigenlijk staat de groene chemie, die de basis vormt van alle mogelijkheden, nog maar aan het begin van zijn ontwikkeling. Wat wij schetsen zal dus niet één-twee-drie voor elkaar komen. Wij baseren ons toekomstbeeld op de richting die de wetenschap op dit moment kiest, en de vergezichten die daarbij opdoemen. In dat toekomstbeeld zullen we dus de ontwikkeling van steeds nieuwe ketens zien. Ketens die beginnen met de productie van een landbouwgewas door een boer. Waarbij vaak één product uit dat gewas (bijvoorbeeld de graankorrel) dient voor de voedselvoorziening, en een ander product (bijvoorbeeld de stengel) voor het maken van biomaterialen. Landbouw en chemische industrie gaan beide nog veel slimmer worden en naar elkaar toegroeien. In de toekomst laten regio's elkaar niet meer delen in welvaart door handelsstromen, maar door uitwisseling van kennis.

11.4. Factor 10

We hebben al vaker gezegd dat nieuwe technologie, nieuwe kennis en innovaties belangrijke voorwaarden zijn voor de kanteling naar een groene en duurzame maatschappij. De leuze is hier: 'meer met minder'. We zullen met minder energie, minder arbeid, minder grondstoffen, minder ruimte meer en betere resultaten gaan bereiken, slimmere producten en betere diensten gaan ontwikkelen en tegelijkertijd bijdragen aan een beter klimaat en een beter milieu. Is dat nog realistisch? Wij zullen laten zien dat het niet alleen realistisch is, maar ook noodzakelijk. De wetenschap en vele industrieën zijn zich bewust van deze noodzaak en hebben zich daarom ambitieuze doelen gesteld. Factor 10 is zo'n ambitie. Factor 10 is het idee dat wij de aarde leefbaar kunnen houden met een 10x betere technologie. Ook al komen er meer mensen. Ook al bannen wij armoede uit en worden mensen welvarender. Met een 10x betere technologie brengen we de negatieve gevolgen van ons handelen terug met een factor 10. Zodat wij zelfs bij een groeiende en welvarender wereldbevolking minder schadelijke effecten veroorzaken voor onze planeet.

Het Factor 10 denken is vooral aangeslagen bij onderzoekers en ontwikkelaars van technologie. Het geeft hen een duidelijk handvat bij het stellen van hun doelen. Factor 10 komt voort uit een simpele redenering, veertig jaar geleden ontwikkeld door de Amerikanen Barry Commoner, Paul Ehrlich en John

Holdren. De schade die de mensheid toebrengt aan de wereld is het gevolg van drie factoren. De eerste is het aantal bewoners van deze planeet. De tweede is de hoeveelheid goederen geconsumeerd per persoon, kortweg de welvaart. De derde is het milieu-effect per persoon in de breedste betekenis van het woord (dus niet alleen milieuvervuiling en klimaatverslechtering, maar ook het opraken van grondstoffen en het verloren gaan van planten en dieren). Dus:

Schade aan duurzaamheid = Bevolking x Welvaart x Milieu-effect per persoon

We kijken eerst naar B, de Bevolking. Nemen we als startpunt het jaar 2000, dan zal de wereldbevolking tot het jaar 2050 misschien anderhalf tot twee keer zo groot worden. De laatste verwachtingen zijn dat er dan 9 miljard mensen op aarde zullen wonen en dat dit aantal daarna niet meer zal groeien. De gedachte dat we die bevolkingstoename moeten tegenhouden is bijna of soms helemaal onethisch; die gedachte betekent in het geheim vaak dat de ander er maar niet zou moeten zijn. Er is maar één manier om de bevolkingsgroei te remmen en dat is het wegnemen van de armoede. Dus toename van de welvaart. Met als gevolg dat mensen bewust en vrijwillig gaan doen aan gezinsplanning.

Maar die toename van de welvaart (W) levert nieuwe problemen op voor duurzaamheid. Als we ervan uitgaan dat wij in elk geval niet willen dalen in welvaart, dan betekent het dat miljarden mensen gaan toegroeien naar een niveau van welvaart, gelijk aan dat van ons. Het gaat dan om 4 à 5 maal zoveel mensen op ons welvaartsniveau. In feite groeien veel mensen in de voormalige ontwikkelingslanden al naar ons welvaartsniveau toe. De kloof in welvaart tussen landen onderling neemt sinds het jaar 2000 af (zie de UNDP rapportages van de VN); maar de kloof tussen arm en rijk neemt binnen veel landen toe.

Nemen we de effecten B en W samen, dan gaan we in 2050 ongeveer acht maal zoveel schade toebrengen aan duurzaamheid als in 2000; want $1,5 \times 2 \times 4 \text{ à } 5 = \text{ongeveer } 8$. Dat kunnen we alleen maar voorkomen door het milieu-effect per persoon (M) met een zelfde factor 8 terug te brengen! Maar als we ook nog wat aangerichte schade uit het verleden willen goedmaken, dan is een factor 10 niet onredelijk. Dit betekent in de praktijk dat we het gebruik van alle grondstoffen drastisch moeten verminderen, terwijl we toch hetzelfde of een beter eindresultaat willen bereiken. Het energieverbruik in onze productieprocessen moet tientallen procenten omlaag, de hoeveelheid afval moeten we decimeren, het ruimtebeslag voor onze activiteiten moet terug, ons waterverbruik moet naar minder dan 10% van wat het nu is, het gebruik van alle transportmiddelen moet omlaag en ga zo maar door. We mogen wel wat meer handwerk gaan doen in plaats van alles te automatiseren en te robotiseren. Automatiseren kost namelijk ook energie en

grondstoffen; terwijl de uitgespaarde medewerkers genieten van hun extra vrije tijd met alle milieugevolgen van dien.

Factor 10 is ondenkbaar zonder het bekende rapport 'Grenzen aan de groei' van de Club van Rome uit 1972. Met dit rapport beginnen onze zorgen over de houdbaarheid van de westerse samenleving. Het rapport voorspelde dat allerlei belangrijke grondstoffen zouden opraken. Dat is weliswaar niet uitgekomen; niet omdat de voorspellers het bij het verkeerde eind hadden, maar omdat de mensheid vele maatregelen heeft genomen om het tij te keren. Ons verbruik van metalen als zink, koper en chroom hebben we zó sterk weten te beperken dat we nog jaren met de voorraden toe kunnen. We hebben alternatieven gevonden, we recyclen veel beter, of hebben simpelweg dezelfde apparaten gehandhaafd, maar wel met gebruik van aanzienlijk minder materiaal.

De milieubeweging van de jaren '70 van de vorige eeuw bracht de zorgen over het westerse model van welvaart luidruchtig onder woorden. En hoewel de milieubeweging niet 'aan de macht kwam' en na verloop van tijd weer verzwakte, moeten we achteraf zeggen dat zij veel invloed heeft gehad. Ook toen al. Het duidelijkst blijkt dat bij het onderwerp vervuiling. De industrie in de jaren '60 en '70 was sterk vervuilend en produceerde grote hoeveelheden afval. De publieke opinie vroeg om sterke beperking van de uitstoot en wetenschappelijke studies toonden aan dat dat nodig was. De industrie protesteerde bij elke scherpere milieunorm. Gelukkig hebben regeringen zich daardoor niet van de wijs laten brengen. Tegen het eind van de jaren '70 begonnen water en lucht schoner te worden, en werden bedrijven zelf verantwoordelijk voor hun chemisch afval. Stel je voor dat de industrie toen zijn zin had gekregen. Wij hadden gewoond in een vervuilde, giftige en stinkende delta, de lucht zou ongezond zijn om in te ademen, de jonge generaties zouden zijn weggetrokken en wij, in Nederland, zouden het afvoerputje van Europa zijn geweest.

Maar over een radicale oplossing als Factor 10 konden mensen toen nog niet dromen. Ten eerste was de technologie nog niet ver genoeg gevorderd, en ten tweede waren er grote tegenstellingen tussen de industrie en de voorstanders van duurzaamheid. Vanaf 1987 begon dat geleidelijk te veranderen. Toen publiceerde de Noorse mevrouw Gro Harlem Brundtland met haar VN-commissie het rapport 'Our Common Future'. Daarmee gaf ze de aanzet voor een tweede stap in het denken over duurzaamheid. Ze liet ons zien dat we bezig waren de planeet op te eten, of zoals ze het verwoordde: we zijn hard bezig te lenen van onze kleinkinderen en hen het leven onmogelijk te maken. Brundtland verbond het denken over duurzaamheid met dat over armoede in ontwikkelingslanden. Ze liet ook zien dat we ons niet alleen zorgen moeten maken over onze eigen welvaart, maar ook over die van de generaties na ons. En ze schetste een gemeenschappelijk toekomstperspectief, waarmee ze duurzaamheid uit de sfeer van maatschappelijke

tegenstellingen haalde. In alle geledingen van de maatschappij vonden haar woorden veel weerklank; en velen zijn in actie gekomen om haar toekomstideaal te realiseren. De gedachte dat we drie of vier keer de planeet aarde nodig zouden hebben om onze leefstijl voort te kunnen zetten, maakte indruk.

Toch bleef 'duurzaamheid' eind vorige eeuw vooral een zaak van mensen achter bureaus. De doorbraak tot het grote publiek kwam mede door de film 'Een Ongemakkelijke Waarheid' van Al Gore en zijn gelijknamige boek uit 2006. Het internationale klimaatpanel IPCC, waarop Gore zich baseerde, schetste toen al vijftien jaar de alarmerende staat van ons klimaat. Maar veel mensen willen dit soort onheilsboodschappen niet horen, zodat van de weeromstuit een wereldwijde beweging is ontstaan om deze te ontkennen of flink af te zwakken. Toch kan niemand meer ontkennen dat we in grote problemen zullen komen wanneer wij de levensstijl van de afgelopen twintig, dertig jaar zouden willen voortzetten. Sommige onmisbare grondstoffen raken wel degelijk op, en daar zullen we iets aan moeten doen. En er is wel degelijk sprake van zeer grote milieuvervuiling, die we moeten bestrijden. En de aarde verliest wel degelijk allerlei natuur, planten, dieren, hele natuursystemen, en ook dat zullen we moeten stoppen. Ons klimaat verandert echt, en heftig, dat zullen we moeten aanpakken.

Tegenwoordig is men het erover eens dat we ons moeten concentreren op de factor M in onze formule $S = B \times W \times M$. Dus op het milieu-effect per persoon van onze menselijke activiteiten. Terwijl de 'oude' milieubeweging het nog vaak had over B (bevolkingspolitiek) of W (minder welvaart). Deze verschuiving van aandacht is mogelijk geworden doordat de technologie zich in sneltreinvaart aan het ontwikkelen is. Daardoor kan het bedrijfsleven veel gemakkelijker meedoen zelfs bij tamelijk radicale duurzaamheids-doelstellingen. Het bedrijfsleven zelf promoot sinds 1992 de term 'eco-efficiency', een maat voor milieuzuinigheid bij industriële productie. Met het idee dat deze eco-efficiency flink kan worden verhoogd. Vanuit de wetenschap komen de termen 'factor 4' (Ernst von Weizsäcker) en 'factor 10' (Friedrich Schmidt-Bleek) die hetzelfde bedoelen. Het meest ambitieus is natuurlijk de term 'factor 10', omdat deze aangeeft dat we ons radicaal moeten verbeteren. En precies dat is de bedoeling bij Groene Groei.

Het heeft even geduurd voordat duurzaamheid serieuze aandacht kreeg in de directiekamers van ondernemingen. Ja, in de jaren '70 zijn de meeste bedrijven wel meegegaan met de notie 'opruimen van de rommel'. Daarna zakte de aandacht voor duurzaamheid weer weg. Nieuw is dat bedrijven duurzaamheid opnemen in hun strategie of doelstelling. De beweging daar naartoe zien we pas vanaf het begin van deze eeuw. Rond de eeuwwisseling beginnen de grotere bedrijven in te zien dat winst maken weliswaar heel belangrijk is; maar dat modern en maatschappelijk verantwoord ondernemen net zoveel aandacht vereist voor veiligheid, goed personeelsbeleid en aandacht voor milieu en omgeving. Veel

ondernemingen hanteerden eerder al de slagzin dat winst maken slechts een middel was voor de continuïteit van het bedrijf. Nu worden bedrijven aanhangers van de drie P's: People (mensen), Planet (milieu) en Profit (winst), een principe geformuleerd door John Elkington in de jaren '90.

Hiermee komt voor het eerst bedrijfsmatige planning voor duurzaamheid van de grond. Bedrijven maken altijd al plannen voor winst en omzet; vanaf ca. 2000 stellen ze ook concrete plannen en doelen op voor prestaties op het gebied van personeel, veiligheid en milieu. Met opmerkelijke resultaten, bijvoorbeeld op het gebied van veiligheid. Voor veel bedrijven was het heel gewoon dat er op hun terrein per honderd medewerkers elk jaar één tot twee ongevallen plaats vonden die leidden tot letsel en verzuim van personeel. De nieuwe doelstelling wordt: nul. Veel ondernemers dachten tot voor kort dat zoiets in hun bedrijf onmogelijk zou zijn. Maar de praktijk heeft aangetoond dat elk bedrijf heel goed het aantal ongevallen-met-verzuim dicht bij nul kan brengen, in een periode van één of twee jaar. Veel fabrieken laten tegenwoordig trots aan de poort zien dat op hun terrein de afgelopen zoveel honderd dagen geen ongeval-met-verzuim heeft plaats gevonden. Later zijn de doelstellingen nóg ambitieuzer geworden. De planning is uitgebreid naar ongevallen-zonder-verzuim, naar ongewilde gebeurtenissen zonder gevolgen en naar ingehuurd personeel. Bovendien spelen de behaalde prestaties een rol in discussies met leveranciers en klanten.

Op deze manier hebben veel bedrijven de drie P's goed meetbaar gemaakt. Er is zelfs een internationale competitie ontstaan: de Dow Jones duurzaamheidsindex (DJSI), gelanceerd in 1999, met een zeer hoog aanzien. De index is wereldwijd van opzet en wordt door een Zwitserse instantie streng uitgevoerd en gecontroleerd volgens uitgebreide voorschriften. Het systeem bestaat uit aparte indexen voor een aantal bedrijfstakken (chemie, luchtvaart enz.). Alle drie P's wegen even zwaar. En elk van de P's is weer onderverdeeld in een aantal terreinen waarop bedrijven apart scoren. Terreinen binnen People (de sociale dimensie) zijn bijvoorbeeld opleidingen, omgaan met talent, arbeidsomstandigheden, sociaal ondernemerschap, sociale verslaglegging en verder onderwerpen die specifiek zijn voor de bedrijfstak. Er is bedrijven veel aan gelegen om goed te scoren in de jaarlijkse ranglijsten.

Nederland kan trots zijn op zijn prestaties: in de chemie staan AKZO-Nobel en DSM beurtelings op de eerste plaats. Unilever staat in haar branche meestal in de top drie, net als Philips. De toppositie innemen wil niet zeggen dat altijd alles goed gaat. De ranglijst komt tot stand door onderlinge vergelijking; bij ongelukken en ongewenste voorvallen kijken de controleurs naar eventuele verwijtbaarheid, naar de kwaliteit van de voorschriften (en bijbehorende trainingen) en naar de naleving daarvan. Modern ondernemen is dan ook balanceren tussen de drie P's en voortdurend afwegingen maken tussen winst, belangen van het personeel en eisen

uit de omgeving. En dat vanuit het besef dat deze drie van gelijk belang zijn. Een ideaalbeeld dat in de praktijk reuze spannend is en ondernemen meer dan ooit zeer de moeite waard maakt.

Hoe realistisch is Factor 10 uiteindelijk? Is het niet allemaal luchtfietserij? Stellen wij niet te veel vertrouwen in de technologie? We kijken dan niet naar resultaten op de korte termijn maar bezien de zaken over een langere periode en dan komen de voorbeelden ineens tevoorschijn. Over een periode van enkele tientallen jaren kunnen we wel degelijk verbeteringen zien met een factor 10 of meer. We geven een paar voorbeelden.

Ons eerste voorbeeld is de ontwikkeling penicillines zoals besproken in hoofdstuk 5. In de jaren '70 van de vorige eeuw was de prijs per eenheid, omgerekend naar Euro's van vandaag, ruim € 120. Alleen te betalen voor mensen in Europa, Amerika en Japan. In 2010 is de prijs gedaald naar € 12 of zelfs iets lager. Binnen het bereik van nagenoeg elke wereldburger. De prijs zal de reden niet meer zijn als een patiënt de middelen niet kan krijgen.

Het volgende voorbeeld is van een geheel andere orde. In 1970 was het aantal doden in het Nederlandse verkeer 3.500. Tot 1980 bleef het boven de 2.000 per jaar. Nu is het rond de 600, terwijl het aantal verreden kilometers meer dan verdubbeld is. Toen minister Netelenbos twintig jaar geleden zei dat ze het aantal slachtoffers in het verkeer beneden de duizend wilde brengen, dachten veel mensen dat ze wel erg in de war moest zijn. Maar we zijn op weg naar één tiende van het aantal verkeersslachtoffers van vijftig jaar geleden.

Andere voorbeelden zijn de prijzen van allerlei voedingsmiddelen zoals eieren, vlees, aardappelen, graan enz. Telkens is het nodig de historische prijzen om te rekenen naar de prijzen van nu. Er is zelfs een economische wetmatigheid dat in een groeiende, vrije markt met meerdere aanbieders de prijzen altijd dalen. Dit is het positieve punt waarop veel economische groei in een vrije markt gebaseerd is. Zelfs de olieprijs heeft tientallen jaren zo'n dalende trendlijn gevolgd. In de wereld van de elektronica liggen de voorbeelden van Factor 10 voor het oprapen. Het gebruik van koper in de elektronica is zelfs meer dan een factor 100 gedaald in een periode van 50 jaar. En in rekenkracht (bijvoorbeeld per kilo) bedraagt de verbetering miljoenen tot miljarden. Eén smartphone, eigenlijk een kleine computer, heeft tegenwoordig meer rekenkracht dan het hele Apollo-programma van de Amerikanen waarmee ze eind jaren '60 een man op de maan zetten.

Verbeteringen met factor 10 zijn op bijna alle terreinen mogelijk. De prijs van zonnepanelen daalt voortdurend en in een constant tempo. De prijs per geleverde kWh is tussen 1981 en 2011 gedaald met bijna 94%. De prijs van zonnecellen is nu dus nog maar 6% van 30 jaar geleden. Met andere woorden: per Euro krijgen we nu vijftien keer zoveel zonne-energie als dertig jaar geleden. We

hebben factor 10 al verslagen en zijn op weg naar factor 20. We klagen over teveel verpakkingsmateriaal, maar er zijn steeds meer voorbeelden waar de verpakking met sprongen dunner wordt en ook nog eens veel beter beschermend werkt. Energieopslag in batterijen is een ander voorbeeld. Lithium-ion batterijen kunnen per kilo al vijfmaal zoveel energie opslaan als loodaccu's. Op dit vlak mogen we nog heel veel verwachten. Want de druk om efficiënt energie op te slaan uit windmolens of zonnepanelen en daarmee zo ver mogelijk te kunnen rijden in de elektrische auto, is heel hoog.

Eigenlijk zijn er heel veel voorbeelden van radicale verbeteringen. In 1970 was het water van sloten, kanalen en grachten in Nederland smerig, en gevaarlijk voor de volksgezondheid; in 1980 had men zó veel zuiveringsinstallaties gebouwd dat het probleem al voor een belangrijk deel verholpen was. Rond 1980 begon juist de zure regen een groot probleem te worden. Men was bang dat de bossen in Europa erdoor zouden sterven. Vijftien jaar later was het probleem voor een groot deel opgelost. Deels door driefwegkatalysatoren in auto's. Deels door betere zuivering van ruwe olie in raffinaderijen, een oplossing waar de oliemaatschappijen zich eerst sterk tegen hebben verzet maar die hen uiteindelijk zelfs geld opleverde. In 1984 ontdekte men dat de ozonlaag aan het afbreken was, vooral boven de Zuidpool, het 'gat in de ozonlaag'. De ozonlaag, op 15-45 km hoogte, beschermt de aarde voor ultraviolette straling en daarmee voor huidkanker. In 1987 werd in Montreal een internationale overeenkomst gesloten om de verantwoordelijke schadelijke stoffen (drijfgassen in spuitbussen) niet meer te produceren; daardoor wordt vanaf ongeveer 2000 de ozonlaag weer geleidelijk aan opgebouwd. Uit dit soort voorbeelden blijkt: factor 10 is niet alleen een kwestie van technologische vernieuwing, maar ook van maatschappelijke wil. Ook in 1970 wisten onderzoekers heel goed hoe je water moest zuiveren, maar industrieën en gemeenten (die vuil water loosden) hadden daar nog geen belangstelling voor. Onder invloed van de publieke opinie moesten ze toen een inhaalslag maken. Waarmee weer nieuw onderzoek werd gestimuleerd, en een positieve spiraal werd ingezet. Technieken van waterzuivering zijn sinds 1970 vele malen beter geworden. Het water van de Amsterdamse grachten, waar in 1970 nog het huisvuil ronddreef, is nu zó schoon dat je erin kunt zwemmen.

En het kan nog veel beter. Nul lozingen op het oppervlaktewater lijkt ons een haalbaar doel. In elk geval vanuit het toilet. Het watercloset is vanuit technologisch oogpunt hopeloos verouderd. Voor een technoloog is het onbegrijpelijk dat je schadelijke stoffen eerst enorm gaat verdunnen voordat je die uit het water gaat halen. Want in onverdunde vorm gaat die schoonmaak veel beter: kleinere installaties, minder kosten, minder energieverbruik. Nog radicaler: onze uitwerpselen bevatten helemaal geen schadelijke stoffen, maar juist waardevolle grondstoffen. Vooral het fosfaat, een eindige grondstof die onze

wereld dringend nodig heeft als meststof. We zijn dringend toe aan een nieuwe generatie toiletten, die de uitwerpselen verzamelen en in een houdbare vorm brengen. Zodat ze bijvoorbeeld hygiënisch afgezogen kunnen worden en niet onverwacht een nest blijken te zijn van een zwerm strontvliegen. Opnieuw is de maatschappelijke wil een belangrijke factor. Wanneer onze maatschappij inderdaad nul lozingen op het oppervlaktewater wil, kunnen we beginnen een keuze te maken uit de vele mogelijke (en in principe al beschikbare) technieken. En dan gaan investeren in een geheel nieuwe infrastructuur, bijvoorbeeld van afzuigbuizen. Zodat we niet meer hoeven te investeren in onderhoud van de riolering, die steeds verder verzakt en die – zoals gezegd – hopeloos verouderd is. Met voldoende maatschappelijke wil kunnen we hier nog jaren groene groei uit halen. Met veel investeringen en vele mensjaren werk. En daarna grote exportkansen. Want reken maar dat ook de Chinezen en Indiërs het oppervlaktewater van hun metropolen willen schoonmaken.

Hiermee is het gelijk van Simon Kuznets, winnaar van de Nobelprijs voor economie in 1971, maar al te zeer bewezen. Hij laat zien dat in een land dat zich ontwikkelt, de milieuvervuiling eerst toeneemt bij groeiende welvaart en dan bij verdere groei juist weer gaat afnemen. Europa en Japan zitten duidelijk in het dalende deel van zijn curve. Amerika worstelt nog, terwijl de snel groeiende landen als India, Brazilië en China heel duidelijk in de fase van bewustwording zijn beland.

Onze laatste twee voorbeelden van Factor 10 liggen niet zozeer op het gebied van duurzaamheid en toch blijken ze er bij doordenken veel mee te maken te hebben. Het eerste voorbeeld gaat over het aantal experimenten dat een geoefende onderzoeker kan doen. In 1975 kon een goede analist in een doorsnee industrieel chemielaboratorium nog geen duizend proeven per jaar doen. Nu doet zo iemand met automatisering en robots tienduizend experimenten in één weekend. Dus zo'n 500.000 per jaar, een verschil van een factor 500. De tijd van onderzoekers gaat nu zitten in het uitwerken en begrijpen van de enorme hoeveelheid uitkomsten en het opzetten van een nieuwe serie proeven. Daaraan besteden zij hun werkweek, vandaar dat de robots de experimenten doen in het weekend. Het tempo van het onderzoek is enorm toegenomen en daarmee ook het tempo van wetenschappelijke ontwikkelingen.

Het tweede voorbeeld betreft het aantal onderzoekers uit het buitenland aan onze universiteiten. Het aantal buitenlandse onderzoekers dat aan een proefschrift aan een Nederlandse universiteit werkte was 40 jaar geleden nog geen 10 procent. Vandaag de dag is dat meer dan 50%; sommige hoogleraren hebben meer dan tien nationaliteiten in hun groep. Vooral de onderzoeksgroepen bij hoogleraren die de beste uitvindingen op hun naam hebben staan, zijn ware smeltkroezen van nationaliteiten. Critici zeggen dat we voor onze belastingcenten onze toekomstige concurrenten opleiden. Maar als je alles voor jezelf wilt houden,

schiet het niet op met duurzaamheid. Concurrentie leidt tot betere en slimmere producten die we kunnen maken met minder verbruik van grondstoffen, minder ruimtebeslag, minder energie en minder afval. Daarom is het van belang dat onderzoekers elkaar scherp houden. En dat we de betreffende concurrent al persoonlijk kennen omdat hij bij ons heeft gestudeerd, is dan alleen maar voordelig in de contacten. De landelijke onderzoekprogramma's zoals genoemd in hoofdstuk 5, de Dutch School of Catalysis, hebben vele factor 10-doelstellingen in hun opzet en aanpak verwerkt.

Factor 10 is een ambitie. En in vele gevallen een heel haalbaar ideaal. Maar we moeten ons realiseren dat 'groei' gaat verschuiven van kwantiteit naar kwaliteit, als we hetzelfde product straks met een 10x zo kleine input kunnen gaan maken. Dat gaat problemen geven, want dat 'begrijpen' de statistieken en ons systeem van nationaal boekhouden niet. Denk aan het bekende voorbeeld dat de omzet van ziekenhuizen naar beneden gaat als het verkeer veiliger wordt en er minder ongelukken gebeuren. Waardoor de economische groei kleiner wordt. We zouden het er allemaal over eens kunnen zijn dat verkeersongelukken aan de min-kant van de economische statistiek zouden moeten staan. Maar daar staan ze niet. Dit soort misverstanden gaat toenemen als de groei gaat verschuiven van kwantiteit naar kwaliteit. Want dan zou een factor 10-resultaat ineens kunnen gaan tellen als krimp. We moeten daarom af van het denken over economische groei in termen van hoeveelheden. Laten bankiers en economen, met hulp van sociale onderzoekers, een heldere maat ontwikkelen voor het meten van de kwaliteit van onze samenleving. Zodat we op een goede manier kunnen blijven groeien en een maatstaf krijgen voor het voeren van een verstandig beleid.

Factor 10-resultaten zijn eigenlijk alleen mogelijk bij een goede samenwerking tussen kenniswereld en het bedrijfsleven. Dit is tegelijkertijd de basis voor voortgaand succes van het Nederlandse model, ons land als één groot lab. In dit model hebben alle partijen een eigen maatschappelijke taak. Onderzoekers laten zien welke mogelijkheden er zijn om producten, processen of diensten een factor 10 slimmer, beter of goedkoper te maken (iets meer of minder mag ook). De onderzoekers bieden de andere partijen een keuzemenu aan. Bedrijfsleven, overheid en andere organisaties kiezen vervolgens uit dat 'menu'. Ze werken die keuze uit naar het resultaat waarin men ('de maatschappij') is geïnteresseerd. En met die keuzes kunnen ze onderzoekers weer inspireren om bepaalde onderdelen van het 'menu' krachtig verder uit te werken. Op deze manier kunnen we economisch blijven groeien en ons in duurzame richting verder ontwikkelen.

11.5. Doorbraakinnovaties

Onze wereld moet het hebben van innovaties, echte vernieuwingen. Alleen deze geven de mogelijkheid om te vergroenen en tegelijkertijd de economie op gang te houden. Maar innovaties verschillen onderling sterk in hun toepasbaarheid en in de mate waarin zij verandering brengen. Voor groene groei zien wij het liefste radicale en groene innovaties die breed kunnen worden toegepast; zodat wij op vele terreinen verbeteringen met een factor 10 kunnen behalen. Zulke innovaties zijn er. We zullen ze doorbraakinnovaties noemen: innovaties die een doorbraak teweeg brengen, de boel op hun kop zetten. Een vertaling van de Engelse term 'disruptive innovations', die het eerst is gebruikt door de Amerikaanse econoom Clayton Christensen in 1995.

Christensen beschrijft innovaties waarbij de oude technologie helemaal wordt weggevaagd door de nieuwe, omdat die in alle opzichten superieur is: in kwaliteit én in prijs. Vooral een veel lagere prijs is belangrijk om nieuwe lagen van de bevolking te bereiken. Zijn oorspronkelijke voorbeelden komen uit de wereld van de dataopslag. Mensen die de eerste generatie computers hebben meegemaakt weten nog wel dat je gegevens eerst op floppy disks stonden; daarna op mini disks, die al gauw HD werden en 2HD. Daarna kwam de CD ROM; steeds met vergroting van de opslagcapaciteit met zeker een factor 10. En tenslotte de usb-stick, waarvan de opslagcapaciteit intussen ook alweer 10x zo groot is geworden. Dit proces was mogelijk door het vinden van steeds krachtiger materialen voor geheugenopslag. Dit proces ging zó snel, dat de oude producenten het niet konden bijbenen. De meeste gingen failliet. Niet omdat zij het slecht deden, maar doordat zij werden overspoeld door de ontwikkelingen.

Het verhaal van doorbraakinnovaties is een verhaal van grote successen. Een mooi voorbeeld is het Pilkington 'floatglas' proces, ontwikkeld in de jaren '50 van de vorige eeuw. Hiermee kan men grote oppervlakken zuiver vlak glas maken. Tot in de 19^e eeuw werden ruiten voornamelijk gegoten rond cilinders van ongeveer 2 meter lang en 30 cm in doorsnee. Na afkoeling werden ze van de cilinder gehaald, opnieuw verhit en dan plat gemaakt. Dit betekende een maximum aan het formaat van ruiten (vandaar alle tussenschotjes in oude ramen). En bovendien was het glas nooit helemaal vlak. Later leerde men wel grotere ruiten te maken, maar die moesten altijd nog worden geschuurd om ze zo vlak mogelijk te krijgen. Het floatglas (drijvend glas) proces doet het allemaal radicaal anders. Gesmolten glas wordt gegoten bovenop een bak van gesmolten tin. Het tin is volkomen vlak en mengt zich niet met de smelt. Aan de bovenkant houdt het drijvende glas zichzelf vlak door zijn eigen gewicht. Aan het eind van de smelt, in een koeler gedeelte, worden glas en tin gescheiden. Het is duidelijk dat dit proces in

alle opzichten veel beter is dan het oude proces. Binnen twintig jaar was zo'n beetje de hele industrie van vlakglas overgeschakeld op het Pilkington proces.

Ook in onze tijd kennen we doorbraakinnovaties. Airbnb bijvoorbeeld is hard op weg het hele hotelwezen op zijn kop te zetten. De merkwaardige afkorting staat voor online Bed & Breakfast service. Er waren vroeger wel organisaties die zich toedegen op uitwisseling van privé-huizen, maar dat ging omslachtig. Met internet kun je tegenwoordig precies uitzoeken wat je wilt, je hebt de recensies bij de hand, en het contact is snel gelegd. Voor de verhuurder biedt Airbnb een ideale snelle toegang tot de klanten; voor de klanten betekent Airbnb een goedkopere (en in veel gevallen ook leukere) overnachting. Winst aan beide kanten. We kunnen ons gemakkelijk voorstellen dat grote groepen reizigers (vooral in de privé sector) in de toekomst helemaal geen hotel meer van binnen zullen zien. En Airbnb is een echte doorbraak. Het bedrijf bestaat pas sinds 2008. Er staan op het moment van schrijven meer dan 500.000 huizen op de site, in 33.000 steden in 192 landen. De waarde werd in april 2014 geschat op \$ 10 miljard.

Dezelfde rol kan Uber gaan spelen in de taxiwereld. Wij hebben de diensten van dit bedrijf beschreven in hoofdstuk 8. Uber werd gelanceerd in 2010 in San Francisco. In juni 2014 werd zijn waarde geschat op \$ 17 miljard.

Zoals Airbnb de hotelbranche op zijn kop kan zetten en Uber de taxibranche, zo zou Snappcar de autobranche kunnen gaan veranderen. Hierbij zijn voorlopig nog geen miljarden aan de orde. Maar wij zien hierin een doorbraakinnovatie, omdat Snappcar een totaal nieuwe benadering geeft van de oude sector, en mensen aanspreekt op een modern levensgevoel. Snappcar is deel van de beweging naar 'delen in plaats van bezitten'. Het sluit ook helemaal aan op de grote trend van 'meer resultaat met minder middelen'. Mensen kunnen via de site van SnappCar hun auto delen met anderen. De prijs daarvoor bepalen ze zelf. SnappCar vraagt een vergoeding van € 10 per overeenkomst tussen verhuurder en huurder; ongeveer de helft daarvan gaat op aan een speciaal afgesloten verzekering. Begin 2014 deden 40.000 Nederlanders mee met SnappCar: 7.000 mensen boden hun auto aan, 33.000 mensen wilden van een auto gebruik maken. Het aantal keren dat een auto wordt gehuurd groeit momenteel met 15% per maand; als ze dat volhouden is dat is 400% per jaar. In maart 2014 haalde het bedrijf door crowdfunding € 250.000 op. SnappCar zegt gemiddeld 40% goedkoper te zijn dan een normale autoverhuurder. Een van de duurste auto's die je op SnappCar kunt huren, een Porsche 911 uit 1968, kost € 300 per dag. Je kunt ook voor € 10 per dag een Opel Ascona huren. SnappCar heeft tot nu toe geen winst gemaakt, maar verwacht binnenkort zwarte cijfers te kunnen schrijven.

En dan hebben we nog niet Amazon genoemd, Marktplaats, E-bay, Bol.com; ook bedrijven die de verhoudingen in hun branche op hun kop hebben gezet. Uit deze voorbeelden blijkt wel dat doorbraakinnovaties tegenwoordig

meestal gebruik maken van internet; en dat ze eerder een dienst bieden dan een product. Dit prikkelt de fantasie: hoe zouden doorbraakinnovaties de groene groei kunnen stimuleren? De 'gewone' weg: wetenschappelijk onderzoek – proefproducties – proeffabriek – industriële productie, is nu nog weggelegd voor 99,99% van alle industriële innovaties. Ook deze weg kan naar een doorbraak leiden, maar meestal met minder drastische gevolgen voor de concurrentie. De fantastische ontwikkeling van de 'groene routes' bij DSM in de jaren '90 is een voorbeeld (zie hoofdstuk 5). Bijna alle concurrenten maken vijftien jaar later gebruik van enzymatische processen. De groene routes waren een echte doorbraak, maar niet zo heftig dat de concurrentie is verdwenen. Ook de eerste stappen voor het maken van bulkproducten langs enzymatische weg zijn aarzelend (zoals de productie van biobarnsteen zuur door BioAmber). De concurrentie van de bestaande petrochemische industrie is nog groot. Bovendien, de industrie kiest er vaak voor om de marktprijs niet te laten zakken, om zo de ontwikkelkosten snel terug te krijgen; ook al groeit het marktaandeel dan minder snel.

Doorbraakinnovaties voor de groene groei hebben we daarmee nog niet gevonden. Zijn ze er (nog) niet, of we herkennen ze nog niet. Speurend naar mogelijke doorbraakinnovaties in de groene materialen kwamen we op het voorbeeld van het Nederlandse bedrijf Pharmafilter. Dit bedrijf maakt biologisch afbreekbare urinalen en bedpannen van zetmeelplastic voor ziekenhuizen. Het bijzondere van hun innovatie is niet de plastic waarmee zij hun urinalen maken (al houden ze de samenstelling geheim), maar de invloed van hun apparaten op de bedrijfsvoering van het ziekenhuis. Vooral op de behandeling van mogelijk besmet materiaal. Uitwerpselen van patiënten, die in urinalen en bedpannen terecht komen, zijn misschien besmet met gevaarlijke bacteriën. Ze moeten helemaal apart worden gehouden van al het andere materiaal dat in het ziekenhuis omgaat. Bij een traditioneel systeem haalt het personeel de gebruikte bedpannen op, loopt ermee naar de spoeler, en spoelt ze. Door fouten hierbij is normaal dertig tot veertig procent van de opnieuw gebruikte apparaten vervuild, aldus Pharmafilter. Zij werken juist met wegwerpapparaten. Omdat hun bedpannen en urinalen volkomen biologisch afbreekbaar zijn, kan het personeel ze direct na gebruik met inhoud en al naar een vermaler brengen. Via een nieuw systeem van stortkokers komen ze terecht in de bestaande riolering, en van daaruit gaan pannen en inhoud naar de zuiveringsinstallatie van het ziekenhuis. Net als overgebleven voedsel. Zodat er biogas van kan worden gemaakt, waarmee het ziekenhuis zichzelf weer verwarmt. Dit scheelt veel besmettingsgevaar door slepen met verontreinigde spullen die anders moesten worden opgeslagen, in containers verzameld en door de gangen en liften afgevoerd. Het bedrijf noemt zijn innovatie 'een strategische investering, die zichzelf terug verdient'. En dat is deze ook. Ziekenhuizen besparen hiermee op de kosten van afval, drinkwater, bedpanspoelers, en

waterschapsheffing. Verder verbetert het systeem de hygiëne en veiligheid, en daarmee uiteindelijk ook de gastvrijheid.

Het systeem is zo mooi omdat het bedrijf de uitvinding van een biologisch afbreekbare plastic gebruikt voor een doorbraak in de organisatie en dienstverlening van ziekenhuizen. Het bedrijf gebruikt de eigenschappen van een tastbaar product om deze om te zetten in een dienst. En die dienst betekent de doorbraak. Dit product is nog te jong om te zien of de concurrentie zal worden weggevaagd. Maar het principe geeft precies aan hoe wij denken dat het zal moeten gaan met de doorbraak van groene groei. Met nieuwe materialen nieuwe diensten ontwikkelen, die voor de doorbraak gaan zorgen. Zoiets als de snelheid van de wegwerpmaatschappij maar dan met volledig hergebruik van het materiaal?

11.6. Sociale media

Sociale media spelen een belangrijke rol in het 'kantelpunt' dat wij in dit hoofdstuk bespreken. In tien jaar tijd zijn zij uitgegroeid tot een krachtig communicatiemiddel. Internet stelt ons in staat gemeenschappen te vormen op basis van vertrouwen, informatie snel uit te wisselen en zo ontwikkelingen te versnellen. Sociale media spelen een belangrijke rol bij veel lokale initiatieven: zij vergroten hun kracht, en smeden een band tussen de deelnemers. Deze media vormen de sleutel tot veel projecten van publiek belang die de laatste jaren zijn ontstaan; meestal vanuit lokale initiatieven zonder tussenkomst van overheden en grote bedrijven. De Groene Groei profiteert hiervan. In de eerste plaats door verbreding van de basis van onderling vertrouwen. Sociale media zouden zelfs de sleutel kunnen vormen bij het vinden van een nieuwe basis van vertrouwen in de maatschappij; tussen burgers en ondernemers, en tussen deze en overheden en instellingen. In de tweede plaats door snelle uitwisseling van informatie, waardoor technische en sociale vernieuwingen een steviger basis krijgen.

Sociale netwerken zijn een krachtig middel om mensen te verenigen op basis van interesses en motivatie. Bekende sociale netwerken als Facebook en Twitter zijn ideaal om informatie te delen en mensen met elkaar te verbinden. Er zijn talloze projecten waarin de deelnemers met elkaar communiceren via een Facebook groep: bij het beheer van een stadstuin, een gedeeld kantoorgebouw, een klein natuurgebied, energiebesparing in de wijk etc. Door het gebruik van internet hoeven de deelnemers niet direct bij elkaar in de buurt te zijn om toch betrokken te blijven. In drie jaar tijd heeft de site biobasedeconomy.nl bijvoorbeeld een grote gemeenschap om zich heen weten te verzamelen van sterk betrokken mensen bij ons thema 'Groene Groei'. Zij voeren discussies en vinden elkaar op basis van

interesses en behoeften (ook commercieel). Daarmee is deze site een belangrijk hulpmiddel geworden voor de groei van de biobased economy in Nederland. Ook de site van Urgenda functioneert als contactpunt voor iedereen met een goed hart voor radicale veranderingen naar duurzaamheid.

Deze belangrijke rol spelen sociale media ondanks twee belangrijke problemen die veel aandacht trekken. In de eerste plaats de verruwing van de omgangsvormen, die voor sommige mensen zwaar weegt. Mensen hebben op internet de mogelijkheid om anoniem te reageren en maken daarvan soms gebruik met grove taal, tot aan haatcampagnes toe. Sociale netwerksites worden ook vaak misbruikt, bijvoorbeeld door kinderlokken. Dit zijn niet alleen kinderziektes. Er moet serieus aandacht worden besteed aan deze problemen om sommige mensen niet kopschuw te maken voor sociale media. Een tweede en nog ernstiger probleem is het verlies van privacy door internet en vooral door sociale media. Alles wat ooit op internet is gezet blijft daar in principe voor altijd staan (al kan het aan het oog worden onttrokken). Soms met zeer nare gevolgen voor de betrokkenen. Beveiliging van sites is niet altijd goed, en criminelen maken daar steeds meer misbruik van. Er vindt een voortdurende strijd plaats tussen hackers (sommigen ideëel, anderen crimineel) en beveiligers, met steeds nieuwe trucs van beide kanten. Computers worden geïnfecteerd en kunnen, zonder dat de gebruiker dat weet, onderdeel gaan vormen van cyberaanvallen op bedrijven en overheden. En we moeten er als eenvoudige burgers maar van uitgaan dat geheime diensten toegang hebben tot alles wat op internet gebeurt, beveiligd of niet. Privacy bestaat niet meer.

Toch heeft meer dan 90% van de Nederlandse bevolking ondertussen toegang tot internet en maken steeds meer mensen gebruik van sociale media. Ook voor ideële doelen. Neem een netwerk als avaaz.org, een online campagnenetwerk dat de stem van gewone mensen laat doorklinken in de wereldwijde besluitvorming. Alle gebruikers van het netwerk kunnen een petitie starten over een onderwerp dat hen aan het hart ligt en zo wereldwijd aandacht vragen voor hun initiatief. Het netwerk heeft momenteel al tegen de 40 miljoen leden verspreid over 194 landen; sinds 2007 heeft het al bijna 200 miljoen acties gevoerd. Door het verbinden en mobiliseren van een wereldwijd publiek is dit online netwerk een serieuze kracht geworden op het wereldtoneel.

Andere netwerken verbinden mensen met elkaar op basis van vraag en aanbod, vaak bij elkaar in de buurt. Peerby is een contactpunt voor mensen die gereedschappen of andere artikelen willen uitlenen, of deze juist zoeken. Ladder nodig bij een verbouwing? Je hoeft er geen te kopen, je vraagt eenvoudig op Peerby of er in de buurt iemand is die zijn ladder aanbiedt. Boormachines, ook zo'n artikel, meestal in hun hele levensduur maar een paar uur gebruikt, daarom heel geschikt om uit te lenen. Snappcar werkt hetzelfde, maar dan met auto's: de één heeft hem

niet altijd nodig, een ander wil hem niet aanschaffen, maar wil er wel van tijd tot tijd gebruik van maken. Op deze manier stelt ICT ons in staat om goederen efficiënter te gebruiken. Net zo werkt het systeem om huizen tijdelijk te verhuren, onder meer via Airbnb. Deze site heeft in korte tijd internationaal en in Nederland een enorme vlucht genomen. Ook op meer gebieden lijkt het slimmer benutten van producten een trend. Thuisafgehaald.nl is bijvoorbeeld een netwerk waarbij mensen in de buurt elkaar vinden: de één kookt, de ander haalt af. Netwerken als Peerby, Snappcar, Thuisafgehaald en Airbnb maken het mogelijk dat goederen, zoals gereedschap, auto's, eten en huizen meer efficiënt worden gebruikt. Zodat wij er minder van hoeven te produceren en bouwen en onze ecologische voetafdruk afneemt. De sociale media zijn daarmee zeer belangrijk voor de belangrijkste trend voor Groene Groei: meer resultaat met minder middelen.

ICT leent zich ook bij uitstek voor crowdfunding en crowdsourcing; geld of kennis ophalen voor je plannen. Nog kort geleden was het een enorme uitdaging om 10 mensen bij elkaar te krijgen die € 1.000 toezegden voor een goed idee; tegenwoordig krijg je met behulp van internet en sociale media zo 1.000 mensen bij elkaar die € 10 geven. Een bekende site is Kickstarter waarop zeer uiteenlopende projecten worden aangeboden voor fondsenwerving. Een mooi voorbeeld is het project be.e, de ontwikkeling van een elektrische scooter met een behuizing van bioplastisch versterkt met natuurlijke vezels (helaas niet gelukt via Kickstarter). De minder bekende site Indiegogo werkt net als Kickstarter. Er zijn vele andere crowdfunding sites, vaak gespecialiseerd van karakter. Zoals Nieuwspost, dat journalistieke projecten ondersteunt. De Nederlandse giffdiff.com, pifworld.com, wildeganzen.nl en oneperscentclub.com hebben een idealistische doelstelling en steunen veel projecten in ontwikkelingslanden. Medstartr.com steunt projecten ter verbetering van de gezondheidszorg. Een bekend product gefinancierd met crowdfunding is de Fairphone, het Nederlandse initiatief voor een grotendeels 'eerlijk' geproduceerde telefoon.

Naast crowdfunding is ook crowdsourcing een nieuwe manier van communiceren met vele mogelijkheden. Crowdsourcing is het bundelen van kennis van bereidwillige experts die voor niets een probleem willen oplossen en het antwoord gratis willen delen met anderen. Het bekendste voorbeeld is Wikipedia. Maar crowdsourcing is ook het vormen van een groep van mensen die pionieren met nieuwe technologieën zoals biogas. Wie 'biogas' zoekt op Facebook komt terecht bij groepen in landen als Pakistan, Egypte, Mexico, Roemenië, de VS en Zweden. De kracht van het sociale netwerk is hier dat deelnemers elkaar vrij laten delen in de resultaten van hun vindingen, en gezamenlijk op zoek gaan naar verbetering. Een zeer aansprekend voorbeeld is iHub Kenia, 'om de groei van de tech-gemeenschap van Kenia te katalyseren'. Dit is een nieuw model van kennisontwikkeling, ook wel het 'boerenmodel' van de ontwikkeling van kennis

genoemd. De Nederlandse land- en tuinbouw staat onder meer op zulk hoog peil door de traditie van 'studieclubs' waarin boeren hun laatste vindingen met elkaar delen, vaak met korte lijnen naar agrarische hogescholen voor het leveren van wetenschappelijke kennis. Met internet kan dit proces nog vele malen worden versneld. Crowdsourcing kan op deze manier zorgen voor snelle verspreiding van kennis, misschien wel sneller dan in het 'industriële model' waarin bedrijven zo lang mogelijk hun kennis geheim houden om zo een voorsprong te houden op hun concurrenten. Ook het openbaar bestuur gebruikt al crowdsourcing, bijvoorbeeld de gemeente Amsterdam bij de ontwikkeling van haar plannen.

Nog opener is de open source benadering, waarvan softwareprogramma Linux een bekend voorbeeld is. Open source bevat oplossingen die voor iedereen toegankelijk zijn. De open source gemeenschap verzet zich tegen het industriële kennismodel waarmee Microsoft en Apple groot zijn geworden. Zij vinden dat zulke communicatiemiddelen voor iedereen beschikbaar moeten zijn, en niet alleen voor partijen met patenten of marktmacht. Bovendien worden fouten in de programma's eerder geconstateerd en hersteld, zo zeggen ze, als een wereldwijde gemeenschap zich daarmee bezig houdt.

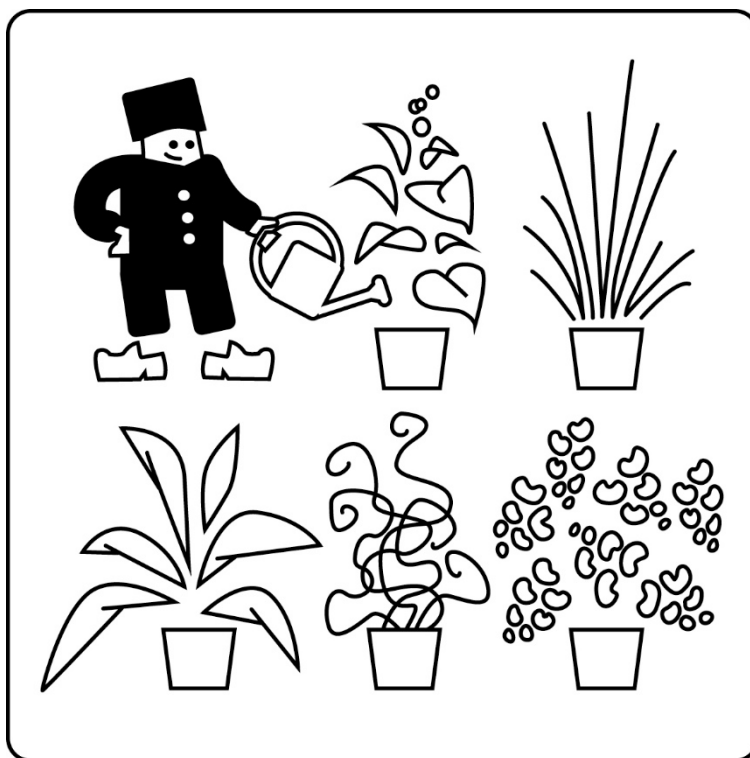
Tegenwoordig zijn ook 3D ontwerpen beschikbaar in het open source domein, bijvoorbeeld op blender.org en thingiverse.com, waar iedereen met een internetverbinding 3D software en ontwerpen kan up- en downloaden. Op dit moment gaan veel discussies in de open source wereld dan ook over 3D printen. Initiatieven als deze kunnen enorme gevolgen voor de huidige economie hebben. Want ze stellen iedereen in staat, spullen voor zichzelf of een beperkte markt te maken. Opnieuw voorbeelden van het uitschakelen van delen in de maatschappelijke keten. Ook hier weer een bevestiging van de trend van 'meer resultaat met minder inspanningen'. Dit zal het 'verdienmodel' van veel bedrijven op de proef gaan stellen. Sommige bedrijven zullen zichzelf opnieuw moeten uitvinden om overeind te blijven. Het is heel goed mogelijk dat radicale innovaties zoals deze de economie totaal op zijn kop zullen zetten.

ICT en de sociale media dragen inderdaad fors bij aan belangrijke economische en maatschappelijke trends, zoals 'meer met minder'. Maar de sector zelf zit in een heel andere fase. Als jonge industrietak bevindt de sector zich in de fase van onstuimige groei, waarin de aandacht veel meer uitgaat naar 'meer' dan naar 'beter'; meer sites, meer klanten, meer verbindingen, meer diensten. Het verhogen en garanderen van de kwaliteit van de geboden informatie en diensten staat nog in de kinderschoenen. Laat staan het garanderen van onze veiligheid en privacy. Wikipedia was een van de eerste die gebruik maakte van de wereldwijde gemeenschap om betrouwbaarheid te verbeteren. We zien nu ook daarvan de beperkingen. De sector zal met geheel andere concepten en ontwerpen moeten komen om de slag van kwantiteit naar kwaliteit te maken.

Het 'kleiner worden' van de wereld met behulp van internet zorgt voor een enorme groei aan initiatieven zodat er op wereldwijde schaal gewerkt kan worden aan efficiënte en duurzame oplossingen voor wereldwijde vraagstukken. Of de initiatieven goed zijn voor het huidige economische en maatschappelijke systeem valt nog te bezien. Ze dragen hoe dan ook wel bij aan een schonere wereld waar efficiënt gebruik gemaakt wordt van de beperkte hoeveelheid grondstoffen.

(Deze paragraaf is opgesteld samen met David Trap, online media expert)

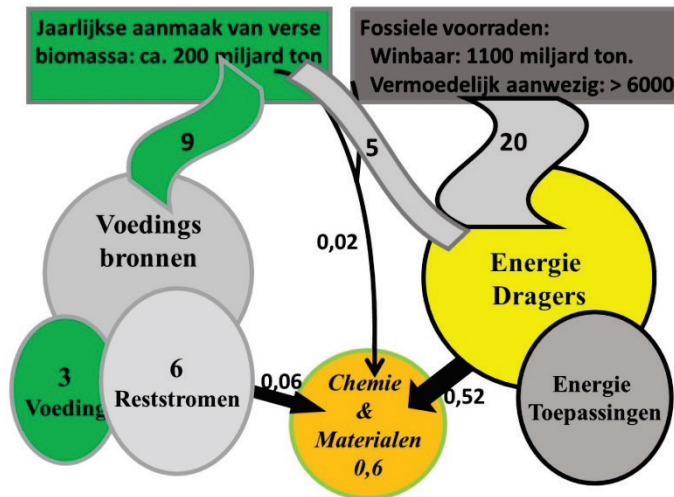
Hoofdstuk 12. Groene groei: Meer met Minder



12.1. Voedsel voorop

Duurzaamheid en economie kunnen elkaar vinden in groene groei. Nu gaan we dit concreet maken. Voor een deel komt groene groei uit duurzame energie en een hernieuwd gebruik van groene grondstoffen. Voor een ander deel uit de circulaire economie, de kringloop. Samen: Meer met Minder.

We gaan een complete slingerbeweging maken: vroeger gebruikten mensen voornamelijk groene grondstoffen, waarbij zij zoveel mogelijk afval hergebruikten. Dat gaan we opnieuw doen. Tussen 'vroeger' en nu ligt een periode van meer dan honderd jaar waarin we volop hebben geprofiteerd van goedkope fossiele energie. Waarin we die fossiele grondstoffen ook gebruikten voor het maken van kunststoffen, synthetische producten en medicijnen, die het leven zeer hebben veraangenaamd. Maar sinds vijftig jaar zijn we ons steeds meer bewust geworden van de nadelen van die fossiele wegwerpmassa's. Terug naar de 19^e eeuw is geen optie. Maar met nieuwe technologie kunnen we op een hoger plan komen, zodat het geen slingerbeweging is die we gaan maken, maar een spiraalbeweging omhoog. We kunnen ook denken aan de ideeën van de beroemde econoom Kondratieff, die een regelmaat van periodes van 50 jaar zag in de economie. Als we zijn gedachten volgen, dan zitten we nu op de overgang tussen zijn vijfde golf (1970-2020) en de zesde golf (2010-20??). De vijfde golf is vooral bepaald door de ontwikkeling van ICT. De zesde golf gaat bepaald worden door duurzame energie en groene producten in een circulaire economie. Meer Met Minder. De concrete uitwerking van het bekende trio People, Planet en Profit. Groene grondstoffen, zeiden we. Dat is toch hetzelfde als biomassa, het product van de landbouw? En landbouw dient voor voedselproductie – toch? Tenminste, dat beeld hebben veel mensen, zeker in Nederland. In 2012 voerde Oxfam Novib nog een grote campagne 'geen voedsel in de tank' waarmee ze een beroep deden op morele verantwoordiging: er is nog zó veel honger op de wereld. Maar volgens ons moeten we daar anders tegen aan kijken. De natuur levert ons alles wat we nodig hebben, niet alleen voeding maar ook kleding, huisvesting, medicijnen, genotmiddelen.... Er is in potentie genoeg voor iedereen. De productie van de landbouw kan sterk omhoog. De investeringen in de wereldlandbouw schieten al tientallen jaren tekort en toch produceert de wereld bijna elk jaar een landbouwoverschot. Toegegeven, hier beschouwen we de voedselvoorziening op wereldschaal; in sommige landen en streken kan de zaak totaal anders liggen. Toch moeten we dit grote beeld even vasthouden. We hebben al eerder gezegd dat de wereldlandbouw niet onze auto's kan laten rijden. Maar als wij het hebben over een groene industrie, en over groene grondstoffen voor de chemie, dan gaat het om veel bescheidener hoeveelheden. Daar kan de boer juist blij mee zijn: dit nieuwe verkoopkanaal levert hem in principe extra inkomsten.



In deze tekening zien wij de stromen van organische materialen: biomassa en fossiele brandstoffen. Alle getallen zijn in miljarden tonnen per jaar. Rechts staan de fossiele brandstoffen, met hun voorraden en de 20 miljard ton die de mensheid jaarlijks uit de bodem naar boven haalt. Links staat biomassa. Uit de jaarlijkse aanmaak van ca. 200 miljard ton benutten mensen elk jaar 10 à 11 miljard ton, waarvan 1 tot 1,5 miljard ton voor organische materialen zoals timmerhout, papier en textiel (niet getoond in de tekening). Voor voedselproductie telen we iets meer dan 9 miljard ton. Waarvan iets meer dan 3 miljard ton eetbare delen van de geteelde gewassen. Elk jaar produceert de landbouw dus 6 miljard ton afval (reststromen) waarmee we ruimschoots alle materialen kunnen produceren en tegelijkertijd klimaat, milieu, bodem, water en lucht kunnen onderhouden. Ook alle grondstoffen voor de chemie die nu uit aardolie komen kunnen we gemakkelijk in deze 6 miljard ton onderbrengen; samen 'slechts' 600 miljoen ton; nog geen 10% van de reststromen van de landbouw. Maar de discussie wordt totaal anders zodra we de energieproblematiek erbij betrekken. De wereld verbruikt nu zo'n 20 miljard ton fossiele brandstoffen per jaar. 'Voedsel in de tank' is dan ook een echte bedreiging: een grote slokop van 20 miljard zou willen profiteren van een producent van 9 miljard. Dan kan inderdaad een tank vol biodiesel ten koste gaan van de bakolie voor een gezin met kinderen. Vandaar dat we in onze analyse over duurzame energie uit biomassa zo duidelijk hebben gezegd dat we alleen de energie willen gebruiken uit materialen die aan het eind van hun levensduur zijn gekomen.

Kijken we puur economisch naar deze discussie, dan ontdekken we nog iets interessants. Een kilo biomassa die van het land de eettafel bereikt, heeft een toegevoegde waarde van iets minder dan één euro. De toegevoegde waarde van diezelfde kilo biomassa voor biodiesel is niet veel meer dan die ene euro.

Gebruiken we die kilo echter eerst voor materialen of chemische producten, waaronder dus ook medicijnen, dan kan de toegevoegde waarde eenvoudig oplopen tot € 10 of nog veel meer. Waarbij we in veel gevallen aan het eind van de levensduur ook nog kunnen profiteren van de verbrandingswaarde.

Sommigen hebben een uitweg gezocht om het grootscheeps gebruik van biomassa voor energie en brandstoffen toch aanvaardbaar te maken. Ze wijzen op de enorme hoeveelheid biomassa die de aarde elk jaar aanmaakt. De schattingen lopen uiteen, maar de aarde maakt toch elk jaar zeker 200 miljard ton verse biomassa, ruim twintig keer zo veel als de landbouwproductie. Daarmee zouden we toch zeker wel een energiebehoefte van 20 miljard ton helemaal kunnen dekken? Maar ja, dan moeten we wel een oppervlak, minstens tweemaal zo groot als alle landbouwgrond van dit moment, gaan ontginnen voor energiegewassen. (Voor het gemak nemen we aan dat we die energiegewassen net zo efficiënt weten te telen, oogsten en bewerken als voedselgewassen, dus tweemaal zo veel oppervlak voor een tweemaal zo grote productie). Zo'n scenario loopt totaal uit de rails en we hebben er al enkele voorproefjes van gezien. Zoals extra suikerriet voor de bio-ethanol voor de auto, die de soja-teelt verdringt naar het Amazonewoud. Of we moeten mega-energieakkers van wieren op de oceanen gaan maken. Niet eenvoudig, maar het enig denkbare scenario voor enigszins verantwoorde grootschalige winning van biobrandstoffen. Beter maar niet aan beginnen.

Die morele verontwaardiging over voedsel in de tank kunnen we nog een beetje verder temperen. Daarvoor kijken we naar alle producten die de mensheid van het land haalt voor andere zaken dan voeding. Hout voor het maken van papier en bouwmaterialen. Katoen en linnen voor kleding. Sisal en hennep voor touw en auto-onderdelen. Latex voor autobanden en chirurgische handschoenen. Snijbloemen en bloembollen om het leven mooier te maken. Geurstoffen om lekkerder te ruiken. Aardappelmeel voor de verwerking in papier, lijmen en tientallen andere industriële producten. Plantaardige oliën als grondstoffen voor plastics, verven en coatings. Wie is daar ooit verontwaardigd over geweest? Industrieën zijn er juist trots op als ze zich weer wat verder hebben 'vergroend'. En denk eens aan al die hectaren van de vruchtbaarste landbouwgrond ter wereld, zoals de Haarlemmermeer, die onbekommerd worden omgetoverd in wegen, startbanen, kantorenparken.... Hoeveel hongerige monden hadden wij daarmee wel niet kunnen voeden? Met morele verontwaardiging komen we niet veel verder op dit gebied.

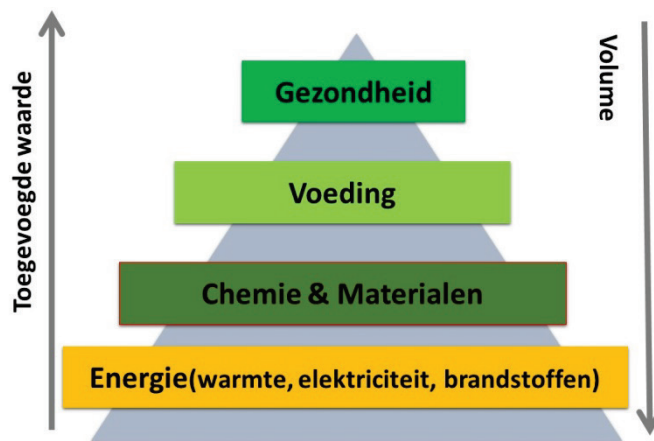
Wij, de auteurs van dit boek, gaan daarom ook niet kijken naar 'eerste' versus 'tweede' generatie, eetbare versus oneetbare grondstoffen. Ook al zo'n moreel onderscheid, dat rond 2005 in de Europese politiek zijn intrede heeft gedaan. Schande (moreel oordeel!), riepen sommigen, dat voedsel wordt gebruikt voor biobrandstoffen; die moeten worden gemaakt uit oneetbare spullen, zoals

stro of speciaal gekweekte gewassen als wilgen of olifantsgras (*miscanthus*). De EU heeft er zelfs zijn beleid rond biobrandstoffen op gebaseerd. In 2020 moet 10% van de motorbrandstoffen bestaan uit biobrandstof; maar biobrandstof uit oneetbare gewassen (de 'tweede generatie') telt dubbel. Dat lokt een race uit naar de tweede generatie. Biochemische bedrijven als DSM en het Deense Novozymes ontwikkelen enzymen voor de afbraak van oneetbare groene grondstoffen zoals stro of maïsstengels tot alcohol. DSM heeft er een fabriek voor gebouwd in de VS, en Novozymes levert enzymen voor een tweede-generatiefabriek van Novamont in Italië.



Bouw van de fabriek van DSM en zijn Amerikaanse partner POET in Emmetsburg, Iowa, Verenigde Staten, voor de productie van tweede-generatie alcohol (cellulosic ethanol). Met deze fabriek start de commerciële productie van tweede-generatie biobrandstoffen. In september 2014 opende koning Willem-Alexander deze fabriek. De installatie verwerkt maïsafval, als kolven, stengels, bladeren en wortelresten op basis van technologie die door DSM is ontwikkeld. Aan de fabriek, die \$ 275 miljoen heeft gekost, werd fors bijgedragen door het Amerikaanse ministerie van Energie (DoE) en door de staat Iowa. Het ministerie van Landbouw (USDA) droeg bij in de kosten van het logistieke proces. De fabriek in Emmetsburg gaat 285.000 ton biomassa per jaar verwerken, afkomstig van een gebied van 45 mijl rond de fabriek. De plaatselijke boeren die 25% van hun maïsafval gaan inleveren (de rest blijft op het land) zullen daar jaarlijks \$ 20 miljoen voor ontvangen als extra inkomen. In de VS ziet de overheid nieuwe POET-DSM fabriek als een belangrijke impuls om het aandeel biobrandstoffen boven de 10% te brengen.

Buitengewoon nuttig, de ontwikkeling van die enzymen. Want er zijn veel oneetbare plantaardige stoffen die we in de toekomst willen gaan bewerken tot nuttige producten. Maar of het verschil tussen eerste en tweede generatie nu zo vruchtbaar is? Want sommige eerste-generatiegewassen (vooral suikerbiet en suikerriet) leveren veel méér bruikbare biomassa dan tweede-generatiegewassen zoals olifantsgras, de 'ster van de tweede generatie'. En dus ook meer bio-ethanol (of andere industriële producten) per hectare. Dus gaan we nu méér hectares in gebruik nemen, alleen vanwege ons morele oordeel dat we geen voedsel in de tank mogen stoppen? Waardoor de voedselproductie uiteindelijk alleen maar schade lijdt? Wij gaan daar niet in mee. Wij gaan kijken naar de meest doeltreffende oplossingen. Wat geeft de meeste opbrengst per eenheid van input (bijvoorbeeld per hectare)? Dan kiezen wij dié oplossing! Pragmatische keuzes. Energie-akkers horen daar niet bij.



Groene grondstoffen kunnen gebruikt worden voor vele doeleinden. Om economische redenen zal men graag producten maken die zo hoog mogelijk in de piramide zitten. In het algemeen geeft dat ook de beste resultaten gemeten in duurzaamheid.

Binnenkort zullen we dit allemaal zien als achterhoedegevechten – hopen wij. Want binnenkort zal men het heel gewoon vinden dat gewassen voor meerdere doeleinden worden gebruikt: deels voor de voedselproductie, deels als grondstof voor de industrie. En soms ook uitwisselbaar. Suiker en zetmeel zijn bijvoorbeeld zeer goede grondstoffen voor de chemie. Er is niets op tegen om overproductie van suiker en zetmeel te gebruiken voor het maken van medicijnen en plastics. Wel met de voedselvoorziening als prioriteit. Als het zetmeel dus bijvoorbeeld dringend nodig is voor noodhulp, dan moet de chemische industrie maar tijdelijk

overschakelen op andere grondstoffen. En als die industrie dat liever niet doet (heel begrijpelijk), dan zou die industrie er goed aan doen, grotere reservevoorraden aan te leggen. Of bij te dragen aan grotere reserves die voor noodhulp zijn bestemd. Ook hier willen wij weer pragmatische keuzes maken. De groene industrie heeft groene grondstoffen nodig, maar de wereldvoedselvoorziening gaat voor. Daarom zou de groene industrie een deel van de oplossing moeten gaan vormen, niet van het probleem. Door voorraden aan te leggen. En opnieuw geldt hier de wet van de grote getallen. De voedselvoorraden die nodig zouden zijn om hongersnood op deze planeet te voorkomen of te bestrijden zullen altijd groter moeten zijn dan de hoeveelheden die nodig zijn voor de productie van groene chemie en materialen. De industrie kan in de marge daarvan prima opereren... zolang we het voedsel niet in onze tank stoppen.

We zullen er dus snel aan moeten wennen dat veel soorten groene grondstoffen, eetbaar of niet, gebruikt gaan worden voor nog veel méér soorten groene producten. Maar hoe zit het dan met de toenemende welvaart in landen als China en India, zullen sommige mensen vragen. Als ook de Chinezen steeds meer hamburgers gaan eten (het doemdenken dat weer opgeld doet), geldt dat optimisme dan nog altijd? Jazeker! Een belangrijk deel van onze huidige welvaart hebben we juist te danken aan de prestaties van China, India, Brazilië en andere opgekomen landen. Zij leveren ons goedkope artikelen en kopen onze waar. De welvaartsverschillen tussen de landen worden kleiner. De Noord-Zuid kloof wordt niet almaar groter, lees de Unesco cijfers er maar op na. Binnen de landen worden de verschillen groter, maar dat geldt evenzeer voor Noord als voor Zuid. Het aantal mensen in Azië dat weet door te dringen tot de middenklasse, de motor van welvaart, neemt vele malen sneller toe dan de groei van de bevolking. In 20 tot 30 jaar tijd is de bevolking van India gegroeid van 800 naar 1.100 miljoen. Het aantal mensen met een welvaartsniveau vergelijkbaar met, of beter dan het onze is in diezelfde tijd gegroeid van 300 naar 700 miljoen. In 20 jaar groeit wereldwijd de middenklasse van 1,5 miljard naar 4 miljard mensen. We zijn nu ongeveer halverwege die 20 jaar. Het gaat allemaal veel sneller dan vroeger. Engeland heeft er 150 jaar (1650-1800) over gedaan om het niveau van een welvaartsstaat te bereiken, Duitsland 60 en de VS 50. De Aziatische landen laten zien dat het ook in 20 tot 30 jaar kan, met Japan als overtuigend bewijs. Als deze ontwikkeling net zo gaat lopen als die van de westerse landen, dan gaat China de komende tientallen jaren elk jaar twee of drie steden bouwen zo groot als Chicago. India zou er elk jaar één moeten bouwen en inrichten. Het zou gemakkelijk zijn nu een rapport te schrijven als dat van de Club van Rome en te voorspellen dat er grote tekorten zullen ontstaan aan materialen. De conclusie kan heel gemakkelijk worden dat die ontwikkeling tegen grenzen gaat aanlopen. Toch zal die ontwikkeling doorgaan. Sterker nog, hij is al volop aan de gang.

Ook voor de nieuwe middenklasse zal voedselvoorziening geen probleem zijn, als we deze als absolute prioriteit zien. We hebben in hoofdstuk 2 en 3 laten zien dat Europa alleen al met de efficiency van de Nederlandse landbouw voedsel voor 10 miljard mensen kan produceren. Volgens de deskundigen in Wageningen kan onze landbouw ook nog eens tien maal zo efficiënt. We hebben het dan niet over de 'oude' landbouw die steeds meer bestrijdingsmiddelen spuit en het milieu langzamerhand vergiftigt. Nee, we hebben het over landbouw die hoge opbrengsten haalt met biologische bestrijdingsmiddelen (denk aan de sluipwespen in de Nederlandse kassen). Hoge opbrengsten in een 'schone' landbouw zijn zeer voordelig voor het milieu! Want met hoge opbrengsten hebben we maar weinig landbouwgrond nodig. We reserveren de beste gronden voor de verbouw van onze producten met de hoogste opbrengst, zoals graan, rijst en maïs. Daardoor kunnen we het overblijvende land (de 'marginale gronden') reserveren voor natuur of minder intensieve teelten, zoals grasland. Meer natuur is dringend nodig voor biodiversiteit. Biodiversiteit of natuurlijke soortenrijkdom is een verzekering voor de toekomst. De verzameling van genen in wilde gewassen hebben we dringend nodig wanneer onze cultuurgewassen het slachtoffer dreigen te worden van ziekten of plagen waartegen geen bestrijdingsmiddelen bestaan. Zoals op dit moment de banaan, waarvan de meest geteelde soort (de Cavendish) wordt bedreigd door de Panamaziekte. Laboratoria over de hele wereld proberen nu de Cavendish te kruisen met wilde bananen, om een nieuwe soort te maken die hier beter tegen bestand is. Dit kan alleen wanneer er nog voldoende natuur is waarin wilde bananensoorten groeien. Biodiversiteit dus als verzekering voor de toekomst. Wij zien landbouw met zeer hoge opbrengsten als bescherming van de biodiversiteit, omdat hierdoor meer natuur kan overblijven.

De voedselvoorziening kan ook nog eens sterk worden verbeterd als we de verliezen in de voedselketen verkleinen. Iets minder vlees, kip of vis geeft al een behoorlijk effect. De efficiency van onze voedselketen is niet erg hoog. Gerekend van 'grond tot mond' verbruikt ons voedselsysteem meer dan 50.000 kcal voor onze dagelijkse portie voedsel van 2.500 kcal! Als we kijken naar energie, verbruikt een portie vlees of vis in de voedselketen ruim 20 maal zoveel als een vergelijkbare portie groente en granen. Bij zuivel is het verschil een factor 6. Bij het waterverbruik zijn de verschillen iets minder extreem. Alleen vlees is een grootverbruiker: 25 maal zoveel als voor groentes, meer dan 10 maal zoveel als voor granen, zuivel of vis en nog altijd 6 maal zoveel als voor kip. Ongeveer dezelfde cijfers als bij water gelden voor het beslag op landbouwgrond.

En toch, wij zijn niet tegen vlees. Vlees is gezond, mits gegeten met mate. Bij een landbouw met werkelijk hoge opbrengsten blijft voldoende land over dat we niet voor ons basisvoedsel (granen) nodig hebben. We kunnen daar ook gras op laten groeien. Grote oppervlakken op alle continenten bestaan uit arme of drassige

gronden die niet geschikt zijn voor akkerbouw, maar wel voor gras. Ze zijn niet essentieel voor onze voedselvoorziening en wij kunnen daar best koeien op laten grazen. Maar dan wel naar nul gebruik van antibiotica. En het voeren van granen aan varkens – daar zouden we mee moeten ophouden, want dát is nu juist inefficiënt gebruik van voedsel. Volgens deskundigen die hierover berekeningen hebben gemaakt, kan elke aardbewoner een portie van 80 à 100 gram vlees per dag eten, zonder de voedselvoorziening of het milieu te schaden. Zoals we zeiden, vlees maar dan met mate.

In de hele keten liggen verbeteringen met een factor 10 voor het oprapen. Meer met minder! Ruim 80% van onze eieren wordt verwerkt in industriële producten. Die eiwitten kunnen heel goed uit planten, paddenstoelen, micro-organismen of insecten komen. Deze eiwitten zijn gelijkwaardig aan dierlijke eiwitten, maar de prijs is een stuk lager. Gemiddeld zijn planteneiwitten al zesmaal zo goedkoop als vleeseiwit, terwijl die prijs nog flink kan zakken omdat hun marktvolume nu nog klein is. Melkeiwitten kosten nog niet de helft van die uit vlees. Nederlandse firma's als AVEBE en Friesland Campina zijn volop bezig op deze ontwikkelingen in te spelen.

'Meer met minder' is bij uitstek het doel van de Nederlandse tuinbouw: meer resultaat met minder ruimte, minder energie, minder water en minder mineralen (zie hoofdstuk 3). Met het water- en energieverbruik bij tomatenteelt als fraai voorbeeld. In de lange-termijn plannen van onze land- en tuinbouw zien we 2% energiebesparing per jaar, tientallen procenten minder CO₂ uitstoot, klimaatneutrale kassen en stallen en maximaal gebruik van duurzame energie. In de tuinbouw geen verliezen van nutriënten of beschermingsmiddelen naar lucht bodem of water, zo volledig mogelijk hergebruik van water en een duurzaam beheer van de bodem of een andere ondergrond (substraat). Door grote verbeteringen in de zaadveredeling hoeven telers nog maar 20% van de bestrijdingsmiddelen te gebruiken. Hierbij helpen ook nieuwe ontwikkelingen als groenteteelt in meerlaagsystemen (zoals bij champignons), belicht met LED-lampen die de planten precies het juiste licht geven. Of teelten op zilte gronden, of in waterarme gebieden. Dat is toekomst. De praktijk van nu laat al zien dat onze tuinbouw 20 maal zoveel tomaten per hectare oogst als die in China; bij paprika's is het 10 maal zo veel en bij komkommers zelfs een factor 40. Het spreekt dus voor zich wat onze tuinbouw voor de groentevoorziening van de Chinese maaltijd kan betekenen. Misschien moeten we onze kennis en kunde nog aanpassen aan de Chinese voorkeuren. Ten opzichte van Spanje is de voorsprong iets minder, maar nog altijd bij ons 7 maal zoveel tomaten per ha, 5 maal zoveel paprika's en 8 maal zoveel komkommers. Tussen 2003 en 2008 heeft de tuinbouw het waterverbruik met maar liefst 60% verminderd en die trend is nog lang niet afgelopen.

De Nederlandse tuinbouw blijft innoveren. Wie vanuit Den Haag naar het Westland rijdt, kijkt met verbazing om zich heen naar het tuinbouwcomplex dat zich daar heeft ontwikkeld. Een glazen stad van kassen met veilinggebouwen en een enorme, bijbehorende logistiek. Samen zijn ze een van de belangrijkste bouwstenen van de Nederlandse export. En toch kan het allemaal nog veel beter, vinden ze bij Koppert Cress in Monster. Het is een prachtig, hypermodern bedrijf, innovatief tot in de vingertoppen, vanaf de vernieuwende producten tot aan de kassen met hun energie- en waterhuishouding. Zij kochten bijvoorbeeld niet steeds de nieuwste LED-lampen voor hun bedrijf, maar voor 20 jaar licht. Roze verlichting want groen nemen de planten niet op, dus hebben ze die kleur weggelaten uit hun lampen. Goedkoper in energie. Zij telen niet op grond, maar op een soort luiermateriaal dat enorme hoeveelheden water kan bevatten. Zij telen voornamelijk 'cressen', plantjes met veel smaak die uitstekend combineren met de moderne keuken. Het levert tuinbouw op, als je deze high-tech fabriek tenminste nog zo kan noemen, zoals je die nergens ter wereld ziet. De ondernemers in de tuinbouwsector horen zonder meer tot de meest innovatieve van Nederland, zowel wat betreft de vervolmaking en kwaliteit van hun producten als de manier waarop ze produceren, energie en water besparen, en in het zoeken naar nieuwe markten.

De overtuigende nummer één positie van de Nederlandse tuinbouw laat zien hoeveel hun strategie van 'meer met minder' betekent voor de voeding van de wereldbevolking én voor de Nederlandse economie. De cijfers voor onze landbouw en veeteelt zijn iets minder indrukwekkend, maar ook die hebben topposities. Ze volgen de trends van de tuinbouw. Van hieruit kunnen ook zij een grote bijdrage leveren aan oplossing van het wereldvoedselvraagstuk. We kunnen de boeren in Azië helpen hun melkproductie te verhogen van enkele liters per dag naar enkele tientallen liters per dag: Nederlandse koeien 30 l/dag, Pakistaanse koeien 3 l/dag. Onze teelt van aardappelen, suikerbieten en granen is aanzienlijk efficiënter dan in alle Aziatische, Afrikaanse of Zuid-Amerikaanse landen. Wij halen tot 50 ton aardappelen van een hectare, in Rusland en China is dat slechts 15 ton. Suikerriet en suikerbiet geven per hectare ongeveer dezelfde hoeveelheden suiker, namelijk ca. 10 ton. Over 10 jaar kan dit volgens deskundigen het dubbele zijn. Voor granen, inclusief rijst, geven de FAO, de wereldvoedselorganisatie, en de Wereldbank (<http://data.worldbank.org/>) voor elk land gedetailleerde cijfers. Binnen Europa gaat de productie achteruit als we van Noordwest naar Zuidoost gaan: van 9 ton per hectare tot minder dan de helft, soms niet meer dan 2 ton per hectare. Ook veel Aziatische landen blijven steken bij die 2 ton en in Afrika is de opbrengst soms nog veel lager. In Zuid-Amerika zien we 4 ton; in Canada, graanland bij uitstek, 3 tot 4 ton en ook in de VS komt de teller niet hoger dan 6 tot 7 ton. Nederland staat met 9 ton bovenaan.

Net als de tuinbouw staat ook de landbouwsector niet stil waar het gaat om verdere verbeteringen. Voor zover import van veevoer, zoals soja en

voedingsgrondstoffen zoals palmolie, koffie en cacao nodig blijft, wil de sector toe naar meer dan 90% duurzaamheid. Er wordt echter hard gewerkt om allerlei importen te beperken of zelfs overbodig te maken. Zeer tot de verbeelding spreekt het voorbeeld van grasraffinage, waarbij een kwart van het gras dient als ruwvoer en de rest wordt geperst tot grassap, dat als bron voor krachtvoer dient. De resterende vezels zijn prima te gebruiken voor karton en papier. Voor 2020 wil de sector 20 tot 30% besparen op water, mineralen, voedingsstoffen, energie en land. Die doelstelling beperkt zich niet tot de boer, maar slaat op de totale keten van het land tot aan de klant. En vooral in onze Westerse wereld gaat nog veel te veel kostbaar voedsel aan het eind van de keten verloren. Het verkleinen van die verliezen is één van de belangrijkste bijdragen die wij kunnen leveren aan een betere wereldvoedselvoorziening.

Kortom. Wij stellen voedsel voorop bij de landbouwproductie. Sterke verbetering van de productiviteit. Dan zouden we ons geen zorgen meer hoeven maken over het voeden van 9 miljard mensen. Helaas werkt het beleid nog niet overtuigend die kant op. In Europa beschermen de grote landen, met name Frankrijk en Duitsland, hun boeren; ook al telen ze met lage opbrengsten. Daarmee nemen ze voor deze boeren de prikkel weg om zich voortdurend te verbeteren. Een beter landbouwbeleid is dan ook van groot belang; maar dat is een onderwerp voor een afzonderlijk boek.

Fosfaat en humus. *Als wij inderdaad 'voedsel voorop' willen plaatsen, dan zullen we er vanaf nu goed voor moeten zorgen dat de bodem niet verarmt. De bodem is de bron van alle gewassen. Als deze slecht wordt beheerd, gaat hij achteruit. Twee punten zijn van direct belang: fosfaat en humus.*

Gewassen kunnen alleen hoge opbrengsten hebben als de akker goed is bemest. Fosfaat is een van de belangrijkste meststoffen. Het bevordert alle groei, maar wordt slechts in geringe mate opgenomen in de gevormde biomassa. Stikstof is nog belangrijker, vooral bij de opbouw van eiwitten. Er is een groot verschil tussen deze twee: stikstofmest kunnen we synthetisch maken uit lucht, en fosfaat is een eindige delfstof. De voorraad fosfaat in de bodem zijn niet zo groot meer – als we net zo doorgaan als vroeger is in dertig, misschien vijftig jaar al het fosfaat ter wereld opgebruikt. Dat zou zeer ernstig zijn voor de wereldvoedselvoorziening – en daarmee ook voor de groene groei. Bij aardolie zijn de gevolgen van de oliepiek (peak oil) nog te overzien: er zijn voldoende vervangers voor olie; maar bij fosfaat is dat niet het geval.

De mensheid is nogal onvoorzichtig omgesprongen met fosfaat. Tot in de jaren '70 van de vorige eeuw zat fosfaat in wasmiddelen (om kalkaanslag tegen te gaan) en dan verdween het dus rechtstreeks in het oppervlaktewater. In Nederland is bijna overal een overschot aan fosfaat in de bodem, vooral door de grote hoeveelheden mest die elk jaar op de akkers zijn gebracht. Alle varkens, koeien en kippen in onze veehouderij produceren mest met fosfaat erin. Veel van dat fosfaat

komt oorspronkelijk uit de landen waar gewassen voor krachtvoer worden geteeld. Dáár verarmen de gronden dus, terwijl ze hier worden overbemest. Er is eigenlijk maar één goede oplossing voor het fosfaatprobleem, en dat is het terugvoeren van mineralen (dat wil zeggen fosfor, stikstof en kalium) naar de akker waarvan de gewassen zijn geoogst. Tot het eind van de 19^e eeuw was de mensheid doordrongen van deze noodzaak. Ook menselijke uitwerpselen werden opgevangen als meststof. In steden werd de inhoud van het toilet opgehaald door de 'boldootkar', zo genoemd vanwege zijn geur. Maar sinds de komst van kunstmest let men niet meer op deze recycling. Minder erg voor kalium en stikstof, maar zeer ernstig voor fosfaat. In Nederland komen maatregelen om het overschot aan fosfaat in het milieu terug te winnen, nog weinig van de grond.

Een tweede punt om op te letten bij de bodemkwaliteit is het gehalte aan humus. Humus bestaat uit onverteerde plantenresten en is onmisbaar voor het goed wortelen van de plant. Humus breekt jaar na jaar af, daarom moeten er elk jaar weer voldoende plantenresten op de akker komen. Bijvoorbeeld door het onderploegen van oude wortels, resten van suikerriet- of maïsstengels, groenbemesters (als koolzaad) of oogstresten als stro. In West-Europa als geheel zit er steeds minder humus in de landbouwgrond. Eén van de oorzaken is dat boeren zuiniger zijn met bemesten, om niet boven de toegestane hoeveelheid stikstof (nitraat) te komen. Bovendien zijn de mestwetten strenger geworden waardoor zij minder dierlijke mest mogen gebruiken. En de humus die er is, breekt vaak sneller af. Door het bekalken van gronden, doordat er te weinig stro en andere oogstresten achterblijven op de akker, door dieper ploegen en door het scheuren van weilanden. Ook bij dit probleem worden nog niet genoeg tegenmaatregelen genomen.

12.2. Groene chemie

Groene chemie speelt, naast duurzame energie, de sleutelrol in de toenadering tussen duurzaamheid en economie. Onder groene chemie verstaan we alle chemische omzettingen onder milde omstandigheden (lage temperatuur, druk en giftigheid). Het gaat dus om méér dan alleen de omzetting van groene grondstoffen. De grootste bijdrage aan de groene chemie wordt geleverd door omzettingen met enzymen; al wordt ook de chemische katalyse steeds beter waardoor ook 'gewone' chemische omzettingen steeds duurzamer worden (zie hoofdstuk 5). Groene chemie vormt de sleutel tot een duurzame industrie. Ook al is die om commerciële redenen ontwikkeld: groene chemie blijkt voor een aantal producten gewoon goedkoper en beter.

Zijn dan straks al onze materialen groen en duurzaam? Komen alle medicijnen binnenkort weer uit de natuur? Gaan onze kunstenaars straks weer aan de slag met natuurlijke pigmenten zoals Rembrandt en gaan we in Zeeland weer velden met meekrap zien? Schilderen we onze huizen straks met duurzame verf op

natuurbasis en lopen we op tapijten gemaakt uit suiker en melkzuur? Levert de groene chemie straks ook geheel nieuwe uitvindingen en toepassingen naast ‘meer van hetzelfde’? Het antwoord op al deze vragen zou wel eens volmondig ja kunnen zijn. We zullen een vrijwel totale vervanging gaan zien van fossiele materialen door groene materialen. De belangrijkste vragen gaan over het tempo van de veranderingen. Dát het gaat gebeuren staat vast. De discussie zal gaan over het hoe en wanneer.

We hebben het uiteraard alleen over organische producten en materialen. Organisch wil zeggen: afgeleid van levende materie. Anorganische producten, het woord zegt het ook: dode materie, vallen buiten onze beschouwingen. Voorbeelden zijn keukenzout, soda, steen, beton, glas, aardwerk en alle metalen. Plastics horen, anders dan de aanhangers van de circulaire economie soms denken, onder de organische materialen. Ook fossiele grondstoffen vallen, hoe dood ze ook zijn, onder de organische producten, ze zijn immers afgeleid van vroeger leven. Anorganische producten zijn nooit ‘groen’, maar kunnen wel duurzaam zijn, als we ze zorgvuldig met duurzame en schone technologieën ontginnen en bewerken; waaronder in de eerste plaats recycling. ‘Groen’ voor anorganische stoffen is alleen maar een reclamekreet. Neem als extreem voorbeeld het geval van kaliumpermanganaat, een diep paars industrieel product afgeleid van mangaan. Bij gebruik ontstaat in grote hoeveelheden het afvalproduct bruinsteen, een milieuprobleem want het bevat veel mangaan. Een producent had een slim proces voor de omzetting van bruinsteen terug naar kaliumpermanganaat gevonden en noemde zijn product daarom vervolgens groen.

We kunnen de groei van de groene chemie zien als een verandering in het wetenschappelijk denken en als ontwikkeling van een nieuwe industriële praktijk. Beide hangen natuurlijk met elkaar samen. In het wetenschappelijk denken zien wij een trend naar ‘holisme’ (denken vanuit het geheel). Terwijl de wetenschappelijke methode altijd was, de werkelijkheid eerst te vereenvoudigen tot kleine bouwstenen (‘reductionisme’). Niet dat de wetenschap al holistisch denkt, we hebben nog maar de eerste paar stappen op deze weg gezet. Maar chemische onderzoekers hebben tot nu toe altijd gedacht vanuit de kleinste eenheden (de moleculen) en probeerden van daaruit de complexe werkelijkheid te benaderen. Ze ‘reduceren’ eerst de werkelijkheid tot kleine hapklare brokken die zij begrijpen (‘reductionisme’) en kijken vervolgens of ze de werkelijkheid daaruit kunnen ‘opbouwen’ (of misschien wel verbeteren). De natuurwetenschap heeft het tot nu toe steeds zo gedaan. Vrijwel alle onderzoekers en technologen zijn opgeleid met een sterk vereenvoudigd wereldbeeld (of het nu de maatschappij, de natuur, het leven of het heelal betrof). In elke bèta-opleiding wordt gestart met eenvoudige aannames en modellen; van daaruit wordt de wetenschap opgebouwd. De werkelijke wereld is te ingewikkeld om de jonge student ermee te confronteren en

voor de professor is hij te moeilijk om uit te leggen. We reduceren daarom de boel tot overzichtelijke, hapklare brokken. Met deze benadering heeft de westerse wetenschap trouwens wel grote successen geboekt. We hebben onze welvaart vrijwel geheel te danken aan deze reductionistische wetenschap en techniek. Het is dus ook niet zo vreemd dat hele generaties onderzoekers hiermee zijn opgegroeid.

Moleculen zijn de kleinste eenheden waaruit chemische producten en materialen zijn opgebouwd. Een chemisch product (zuivere stof) is gewoon een verzameling van zeer veel dezelfde moleculen. Suiker (molecuulnaam sacharose) bestaat per kilo bijvoorbeeld uit 17.543 triljoen (10^{18}) moleculen. Organische materialen, stoffen die wij gebruiken vanwege hun stevigheid, buigzaamheid of soortgelijke eigenschappen, bestaan uit lange ketens van onderling verbonden moleculen. Ook wel polymeren genoemd. Zetmeel en cellulose zijn bijvoorbeeld opgebouwd uit lange ketens van suikermoleculen. Eiwitten bestaan uit ketens van aminozuren, lignine (het materiaal dat stevigheid geeft aan hout) is een driedimensionale structuur van 'aromatische' moleculen. Natuurrubber is een polymeer van de stof isopreen. In het maken van plastics hebben wij dit principe van de natuur gekopieerd. Polyethyleen, de grootste plastic, bevat lange ketens van het molecule ethyleen. Bij nylon zijn de lange ketens om en om opgebouwd uit twee moleculen: caprolactam en adipinezuur. Het in elkaar zetten van deze moleculen en materialen is een vak apart, het aantal mogelijkheden is enorm. Elk chemisch product of materiaal heeft bovendien zijn eigen unieke eigenschappen: eetbaar of giftig, taai of slap, hard of zacht, zoet of bitter, kristallijn of amorf, vast of vloeibaar, wit of gekleurd, sterk of breekbaar. De chemie is nooit af. De natuur, de evolutie speelt met dezelfde bouwstenen: moleculen en materialen. Ook daar geldt dat de variatie in producten eindeloos groot is en dat we ons nog tientallen jaren zullen verbazen over de moleculaire of materiële wonderen die de natuur voor ons in petto heeft.

Het succes van de kunstmatige plastics heeft chemici een tijdlang overmoedig gemaakt. Ze dachten dat ze het beter konden dan de natuur. En dat ze materialen met gewenste eigenschappen vanaf de tekentafel konden ontwerpen. Eigenlijk is dat nooit gelukt. De gewenste eigenschappen werden in de praktijk toch weer net iets anders, of er waren bijwerkingen waardoor alle goeds weer teniet werd gedaan. Materialen met supereigenschappen zijn eigenlijk altijd bij toeval ontdekt. Zoals in het geval van dyneema, een van de lichtste en sterkste vezels ter wereld. Prachtig in scheepstrossen, visnetten, zeilen en kogelvrije vesten. Het bestaat uit een heel bekende stof: polyethyleen, de meest geproduceerde plastic ter wereld. Door de ketens allemaal zoveel mogelijk even lang te maken, ontstond ineens een materiaal met ongekende sterkte. Maar de ontdekking van dyneema kwam niet van achter de tekentafel, die tafel leverde zoals gezegd weinig succesvolle resultaten. Ook de farmaceutische industrie dacht 25 jaar geleden dat ze zoveel wisten van het menselijk lichaam en zijn chemie, dat ze van achter de tekentafel nieuwe en ideale medicijnen zouden kunnen ontwikkelen. Honderden mensjaren onderzoek zijn hieraan besteed, en het is zeer de vraag of het ook maar één medicijn heeft opgeleverd.

In de chemische industrie sloot deze reductionistische benadering heel goed aan bij de zeer eenvoudige opbouw vanuit de basismoleculen: de (fossiele) koolwaterstoffen. Fossiele brandstoffen, ook al zijn ze ontstaan uit levende materie, bestaan uit de meest eenvoudige organische moleculen ter wereld. Ze bestaan vrijwel alleen uit koolstof en waterstof. Alle functies van moleculen in de levende natuur zijn er door eeuwenlange hoge temperatuur en druk uit gesloopt. Om zulke functies weer terug te brengen, zodat er materialen ontstaan met bijzondere eigenschappen, moet er iets aan het eenvoudige molecuul worden 'toegevoegd'. Inderdaad, opbouw van onderop, geheel in lijn met het reductionistisch denken. Ondertussen vergeten we bijna dat de werkelijkheid steeds weer een slag ingewikkelder is; het verbaast ons elke keer weer hoeveel we nog kunnen leren van de ingewikkeldheid van leven en natuur.

Maar het reductionisme zit nog diep. Toen de industrie biomassa ging gebruiken, deden veel bedrijven dat door de (complexe) biomassa af te breken tot eenvoudige bouwstenen. Zo'n industrie zet biomassa bijvoorbeeld om in synthesegas. Dit mengsel van de zeer eenvoudige moleculen waterstof en koolmonoxide is zeer geschikt als basisgrondstof voor vele chemische producten. De belangrijke chemische bouwsteen ethyleen kan de industrie produceren uit alcohol, gemakkelijk te maken uit de groene grondstof suiker door fermentatie. Zo kunnen we nu vrijwel alle bouwstenen van de petrochemie maken uit groene grondstoffen. De bouwstenen zijn identiek aan die uit olie, kolen of gas; daardoor passen ze ook naadloos in de bestaande petrochemie. De industrie kan eenvoudig alle bestaande installaties blijven gebruiken. Logisch en redelijk, zij het dat de groene bouwstenen meestal wel duurder zijn; nu nog wel. Ze kunnen daardoor alleen verkocht worden met een 'groene premie' – als de consument tenminste wil betalen voor 'groen'. Maar de industrie gaat voorbij aan het feit dat de oorspronkelijke biomassa subtiel en complex in elkaar zit, waardoor we er misschien nog veel mooiere dingen mee zouden kunnen doen. De petrochemie is een legospel en op deze manier zou de groene chemie daarin blijven steken. Op de wat langere duur zullen we een competitie zien tussen groene basisgrondstoffen voor de chemie en de oude bekende traditionele fossiele grondstoffen. Al mogen olie en gas schaars worden, de tamelijk bescheiden hoeveelheden voor de chemische industrie zullen nog heel lang voorhanden blijven.

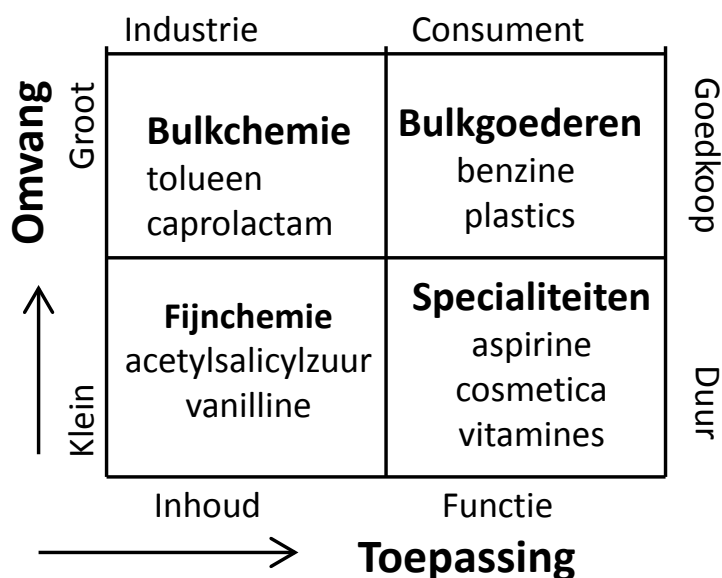
Op zich is deze ontwikkeling niet fout. Maar het is een overgangsfase. In biomassa heeft de natuur met veel experimenteren (evolutie) een ongelooflijke subtiliteit bereikt; en naarmate we meer weten over de manier waarop de levende natuur in elkaar zit, ontdekken we hoe prachtig en doelmatig dat alles is georganiseerd. Het pad waarop de groene chemie zich kan ontwikkelen, is dan ook

het beter begrijpen, slim kopiëren en waar mogelijk verbeteren van de natuurlijke processen. Daarmee zitten we op het begin van een holistische benadering.

Er zijn nu al mensen die weten hoe zij de complexiteit van biomassa moeten hanteren. Denk aan koks en boeren. Zonder enig inzicht in de manier waarop zijn grondstof is opgebouwd, weet een kok heel goed wat te doen om smaak, mondgevoel, kleur of uiterlijk te manipuleren en een heerlijk gerecht te bereiden. Biologische en chemische onderzoekers weten steeds beter uit te leggen wat de kok nu precies doet, maar de tijd dat diezelfde onderzoekers kookboeken gaan schrijven voor een driesterrenrestaurant moet nog komen. Boeren weten heel goed hoe ze hun vee of hun akker moeten bewerken om tot een gezond en productief dier te komen en om zoveel mogelijk oogst van hun akker te halen. Ook hier slagen de onderzoekers steeds beter in het ontrafelen van het moleculaire geheim van de boer.

Toch denken de onderzoekers nog te vaak in termen van reductionisme. De natuur vraagt als het ware om ingrijpen vanuit een volledig inzicht in de complexe biomassa, van het leven. Je zou als het ware een foto willen maken van die complexiteit en op basis van kennis en kunde willen draaien aan enkele knoppen om de uitgangssituatie om te zetten in (de complexiteit van) het gewenste product. Niet meer eerst reduceren tot enkele eenvoudige bouwstenen en dan weer opbouwen naar nieuwe complexiteit. Maar horizontaal oversteken, of beter nog, de bestaande complexiteit in een hogere complexiteit omzetten, met betere of nieuwe toepassingsmogelijkheden.

De wetenschap die deze kennis ontwikkelt heet biotechnologie. Of biochemie. Of moleculaire biologie. Of synthetische biologie, allemaal net even anders en toch bezig met hetzelfde onderwerp. Hierin ontmoeten chemie en biologie elkaar. De nanotechnologie sluit hier bijna naadloos op aan. Vroeger redeneerden chemici alleen vanuit de kleinste deeltjes, de moleculen; en de biologen vanuit een orgaan of cel. Chemici en biologen spreken nu veel meer elkaars taal en krijgen samen steeds meer inzicht in de werking van de levende natuur, van het totaal. Zo weten we nu dat meerdere enzymen in een subtiel samenspel alle mogelijke chemische omzettingen kunnen bewerkstelligen. We kunnen dat samenspel ook laten plaats vinden in een micro-organisme (een schimmel, een bacterie of een virus) of een plant. Wij kunnen nu micro-organismen of planten dus zó programmeren dat zij precies het product maken waarin wij geïnteresseerd zijn.



Tot zo ver de verandering van het wetenschappelijk denken. De groene chemie is ook de ontwikkeling van een nieuwe industriële praktijk. De vervanging van fossiele materialen door groene kunnen we goed illustreren met het zogenaamde kwadrant van Kline; veel gebruikt in de chemische industrie om het doel en de markt voor producten aan te geven. Op de verticale as staat de marktgrootte, op de horizontale as de markt waarvoor het product wordt bedoeld: de industriële markt of de consumentenmarkt. Links de industriële producten die worden verkocht vanwege hun inhoud (specificaties), rechts de consumentenartikelen die worden verkocht op basis van hun functie (performance). De industrie heeft altijd gedacht van linksonder naar rechtsboven. Dit paste wonderwel in de opbouw van de petrochemische industrie en de reductionistische denkwijze. Maar dit gaat radicaal veranderen naarmate de groene chemie gaat doorbreken.

De consumentenproducten komen ons heel bekend voor. De inhoud interesseert ons vaak niet, als het product zijn werk maar doet. Aspirine helpt ons van de hoofdpijn af en dat de inhoudsstof acetylsalicylzuur is, zal ons een zorg zijn. De producent van aspirine wil echter volstrekt zeker weten dat zijn grondstof aan alle eisen voldoet. Daarmee zitten we in het kwadrant linksonder, dat van de fijnchemicaliën. Bulkchemicaliën zijn iets bekender, zoals benzeen, toluen, methaan (aardgas) ethyleen, propyleen, butaan, pentaan, hexaan, en nog vele andere, waaronder caprolactam, een grondstof voor nylon. Rechtsboven staan de grote gebruiksgoederen, die ons weer heel bekend voorkomen.

De vergroening van de chemische industrie is linksonder in het kwadrant van Kline begonnen met het gebruik van enzymen in de fijnchemie. In hoofdstuk 5 hebben we dat al beschreven. Voor de fijnchemie was de komst van enzymen een fraaie aanvulling op de gereedschapskist. Producten van de fijnchemie zijn zeer ingewikkelde moleculen, vaak medicijnen, en enzymen bleken het werk hier heel goed aan te kunnen. Maar enzymen braken pas door in de chemische industrie toen de eindigheid van de olievoorraden in discussie kwam. Men realiseerde zich dat aardolie als grondstof vervangen kan worden door biomassa en dat we met enzymen in principe alle werktuigen in handen hebben om alle chemische producten te kunnen maken.

De bescheiden belangstelling is intussen uitgegroeid tot groot enthousiasme. Het resultaat is dat we nu alle tien basisbouwstenen van de petrochemie uit biomassa kunnen maken. Want natuurlijk ging de industrie, zoals we hebben beschreven, eerst kijken naar het maken van bouwstenen die passen in het bestaande petrochemische 'gebouw'. Als we willen, kunnen we nu de hele petrochemie vergroenen. Maar veel groene alternatieven zijn (nog) te duur. Daardoor is hun doorbraak afhankelijk van de economie (vooral van de premie die consumenten willen betalen voor 'groen') en van de politiek (zoals bij de verplichting tot het aanbieden van biobrandstoffen). Het kan soms snel gaan. In Europa en Zuid-Amerika kan ethyleen, het grootste chemische handelsproduct ter wereld, in principe al goedkoper worden gemaakt uit alcohol dan uit aardolie. De Brazilianen doen het, wij Europeanen nog niet omdat onze chemische industrie afgeschreven installaties gebruikt, en omdat de concurrentie uit het Midden-Oosten en de VS zeer sterk is.

We zitten nu dus in een overgangsfase. De groene chemie klopt aan de deur van de bulkgoederen rechts boven in het kwadrant van Kline, maar is nog niet echt binnen. Ook al ontwikkelt de wetenschap zich razend snel, de industriële toepassingen volgen langzamer omdat de industrie gebruik kan maken van bestaande en al afgeschreven installaties en bovendien heel 'diepe zakken' heeft van waaruit zij de concurrentie lang kan volhouden. Wetgeving houdt vernieuwing ook vaak tegen zoals we hoofdstuk 10 hebben gezien. En de 'groene routes' van biomassa naar chemische bouwstenen zijn nog lang niet uitgekristalliseerd. Er is nog onvoldoende ervaring op industriële schaal om winnende processen aan te kunnen wijzen. Fermentatie van suikers, zoals de bekende productie van alcohol met gist, komt het meeste voor. Op dezelfde manier ook kunnen wij ook azijnzuur, melkzuur en verschillende propanolen en butanolen produceren. Glycerol ontstaat in grote hoeveelheden als bijproduct bij het maken van biodiesel uit koolzaad of afgewerkte vetten. Het kan gemakkelijk worden omgezet in moleculen als methanol en koolmonoxide. Al deze stoffen zijn basismoleculen in de bestaande petrochemie. Ethyleen is het schoolvoorbeeld. Als wij in Rotterdam een

ethyleenfabriek zouden willen bouwen (bijvoorbeeld uit Braziliaanse alcohol) dan is er voor verdere verwerking geen enkele aanpassing nodig in de installaties. We voegen de 'groene' ethyleen toe aan de ethyleenpijpleiding van Rotterdam naar België, Limburg en Duitsland. Net als bij groene stroom is er geen verschil tussen het fossiele en het groene product. Maar de afnemer van 'groene' ethyleen koopt een groencertificaat en kan daarmee zijn producten (controleerbaar) groen noemen. Alles is dan afhankelijk van de groene premie die consumenten willen betalen.

Maar zoals gezegd, dit is een overgangsfase. Als we beschikken over fermentatie hoeven we niet terug naar de basismoleculen van de petrochemie. Integendeel: de petrochemie gaat uit van de meest simpele organische moleculen, moleculen waar alle functies uit zijn gesloopt, terwijl biomassa juist vol zit met functies (zoals stevigheid, medicinale activiteit, geur en smaak). Onzin dus om helemaal terug te gaan naar de bouwstenen van de petrochemie. We kunnen halverwege de trein opstappen, gebruik makend van 'groene routes'. We hoeven niet via ethyleen naar azijnzuur, de juiste fermentatie vanuit suiker brengt ons er rechtstreeks. We hoeven niet via propaan naar melkzuur, de juiste melkzuurbacteriën zetten suiker direct om in melkzuur.

We kunnen de groene routes ook toelichten op moleculair niveau. Moleculen van aardolie, kolen en aardgas bestaan vrijwel volledig uit de elementen koolstof en waterstof; vandaar de naam koolwaterstoffen. Levende materie bevat alle elementen die voor leven essentieel zijn. Niet alleen koolstof en waterstof, maar ook zuurstof, stikstof, zwavel en fosfor. We zien even af van de sporenelementen als ijzer en koper die zeer belangrijke functies vervullen in het lichaam, maar alleen in zeer kleine hoeveelheden voorkomen. Meer dan 90% van alle activiteit in de chemische industrie is erop gericht om die eenvoudige en goedkope koolwaterstoffen om te zetten in bruikbare stoffen. Daarbij gaat het dan altijd om het op de juiste plek invoeren van elementen als zuurstof, stikstof en zwavel (vaak ook via de invoering van chloor, fluor of broom). Zuurstof, stikstof en zwavel zijn nu juist de elementen die volop voorkomen in de levende natuur. Wat een omweg is het dan, om deze elementen er kunstmatig in te brengen omdat we uitgaan van de 'primitieve' koolwaterstoffen, terwijl ze in de betere grondstof (biomassa) in ruime mate voorkomen. Temeer daar juist de reacties om zuurstof, stikstof of zwavel in te brengen, veel energie vragen en vaak gepaard gaan met het gebruik van giftige of gevaarlijke hulpstoffen, zoals chloor of broom.

Veel moleculen uit de huidige chemische, cosmetische en farmaceutische industrieën verschillen sterk van de moleculen in de levende natuur. Dat levert materialen op met bijzondere eigenschappen (denk aan polyethyleen en dyneema) maar het leidt ook tot milieuproblemen (bijvoorbeeld met verpakkingen of bestrijdingsmiddelen). Gelukkig leren we steeds beter hoe, en vooral waarom, de natuur werkt zoals zij werkt. Met moderne chemie kunnen we deze kennis gebruiken

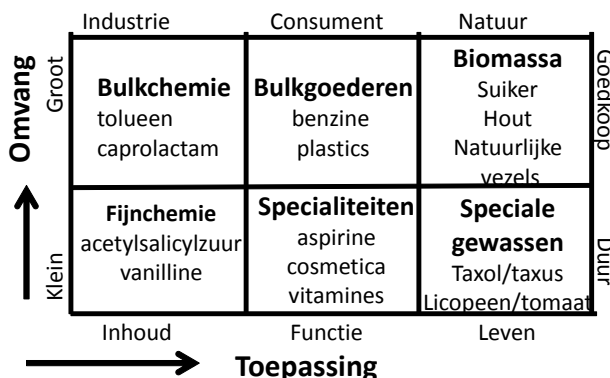
voor het ontwikkelen van nieuwe en betere materialen. Waarbij ook de nanotechnologie een belangrijke rol speelt. Dit levert interessante vernieuwingen op want de aloude petrochemie wordt erdoor uitgedaagd om op haar beurt aansluiting te vinden bij de levensprocessen. Het simpelweg reduceren van biomassa naar de allereenvoudigste bouwstenen van de petrochemie zal dan ook snel achter ons zijn. De chemische wetenschap zal steeds beter in staat worden om de complexe moleculaire structuren van de natuur te doorgronden en te bewerken. Een voorbeeld: tientallen jaren lang heeft de industrie materialen ontwikkeld om in de buurt te komen van de superieure eigenschappen van hardhout. Met eenvoudige materialen als polyethyleen, polypropreen en PVC, later ook aramides, nylons en nog meer. Uiteindelijk vonden we een uitstekende en eenvoudige methode om zacht hout de eigenschappen te geven van hardhout. Een uitstekend proces, want wij hoeven nu hout met zijn complexe structuur niet meer af te breken en we kunnen gebruik maken van zijn volledige complexiteit. Het proces blijkt bovendien heel eenvoudig te zijn: behandelen met watervrij azijnzuur. Onze chemische onderzoekers komen zo steeds dichterbij de vaardigheden van de topkok die met eenvoudige bewerkingen een heerlijk menu weet samen te stellen. Chemische onderzoekers worden als topkoks, maar dan mét inzicht in de effecten op moleculair niveau van hun ingrepen.

Met holistisch denken gaan chemie en biomassa steeds verder naar elkaar toegroeien en ook op steeds hoger niveau. We gaan niet meer terug naar de eenvoudige bouwstenen van de petrochemie, maar zullen ook niet met grote sprongen alles uit de natuur gaan halen. In potentie zijn veel groene materialen beter dan de bestaande kunststoffen, maar we moeten nog veel ontwikkelen. De chemische industrie vindt ook een nieuwe partner: de land- en tuinbouw. Boeren en tuinders weten sinds jaar en dag hoe ze biomassa moeten telen, oogsten en bewerken. Veel agrarische producten zijn uitstekende grondstoffen voor chemie en materialen. Zoals suiker, zetmeel, cellulose, vetten en eiwitten. Stoffen die heel goed te bewerken zijn met groene chemie. Zeer geschikt voor de chemische en de materialenindustrie om hun al bestaande producten sneller, milieuvriendelijker en (op den duur) goedkoper te produceren. We zullen binnenkort bestaande polyester en nylons met een groen label op de markt zien komen. Waarbij wetten moeten worden aangepast om uit te maken wanneer een producent zo'n label mag voeren. Al doende zullen we ook meer producten direct uit de natuur gaan gebruiken. Zoals papier uit grasvezels, bekleding van meubels of autodeuren met vezels uit tomatenstengels of plastics gekleurd of versterkt met plantenvezels.

Maar ook dit is nog een overgangsfase. De grootste en meest belangrijke vergroening van onze industrie zal komen bij de lancering van geheel nieuwe producten. De eerste voorbeelden zijn ook hier al te vinden. Denk aan de vervanging van PET flessen door PEF flessen. PEF wordt gemaakt van suiker, heeft betere verpakkingseigenschappen dan PET en is net als dit volledig te recyclen. De groene plastic polylactaat gebruiken we al meer dan 20 jaar als chirurgisch garen.

Nu gaan we er ook kleding en tapijt van maken: het is composteerbaar. En we kunnen nieuwe soorten polyesters maken uit afvalwater! Een nieuwe generatie micro-organismen haalt zijn groeistoffen uit het vervuilde water en zet ze om in het uitgangsmateriaal voor polyesters. Er zijn zelfs organismen die direct de polyester maken, dat boven komt drijven. Alles wat we dan nog moeten doen is de polyester uit het water vissen en aan een 3D printer voeden; en huishoudelijke artikelen als plastic bestek, borden, schotels en kopjes rollen eruit.

In ons kwadrant van Kline zal de groene chemie toegroeien naar de specialiteiten en de bulkgoederen. En we moeten nog iets toevoegen aan het kwadrant. Vroeger konden we alle activiteiten van de chemische industrie onderbrengen in de vier



vlakken uit het kwadrant van Kline. Maar als chemie en landbouw naar elkaar toe gaan groeien, moet die laatste er uitdrukkelijk bij. Vroeger bepaalde de industrie (aan de linkerkant van het kwadrant) welke producten en materialen er op de markt kwamen. In de toekomst zal de rechterkant het beeld gaan bepalen; de agro-food industrie. We gaan onze producten niet meer opbouwen vanuit eenvoudige basismoleculen. Steeds meer zullen we de ingewikkelde moleculaire structuren van de biomassa gaan begrijpen en direct kunnen omzetten naar onze wensen (holisme). Dit is de eindfase van de ontwikkeling van de groene chemie zoals wij die nu kunnen overzien. In de overgangsfasen, die we tot nu toe besproken hebben, waren de grondstoffen nog tamelijk eenvoudig en niet erg complex. Het denken was ook nog altijd tamelijk reductionistisch: vanuit de samenstellende delen naar het eindproduct. In de toekomst gaan we denken vanuit groene eindproducten, en laten we ons door de natuur inspireren hoe we die kunnen maken vanuit complexe uitgangsmaterialen. De grens tussen natuurlijk en kunstmatig zal gaan vervagen. Steeds meer zullen wetenschap en industrie moeten laten zien dat hun producten veilig en gezond zijn, en wel zó dat iedereen dat kan begrijpen. Met ons sterk toegenomen begrip van levensprocessen moet dat mogelijk zijn.

In deze paragraaf hebben we de ontwikkeling van de groene chemie beschreven vanuit het standpunt van de chemische industrie. Om dit alles echt van de grond te laten komen, moet niet alleen de groene chemische wetenschap zich

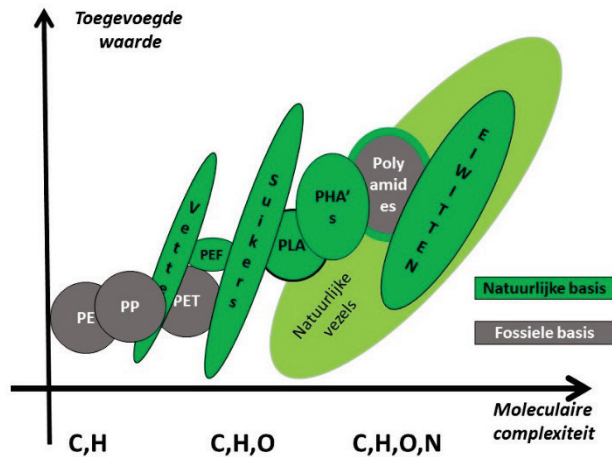
ontwikkelen – er moet ook vraag zijn naar de groene producten. Of de afnemers (zoals de verpakkingindustrie, en uiteindelijk de consumenten) groene producten willen, is moeilijk te beoordelen. Op dit moment zijn er wel tekenen die in deze richting wijzen. In de trendgevoelige cosmetica bijvoorbeeld heeft het publiek veel belangstelling voor natuurlijke ingrediënten. En het is toch bijzonder dat grote bedrijven als Coca-Cola en Danone investeren in materialen uit groene grondstoffen. Zij denken tenminste wél dat flessen uit volledig plantaardige materialen worden gewaardeerd door de consument. Misschien is dit een mode die later weer verzwakt, misschien zet deze trend zich door – we zullen het zien!

De groene chemie is nog sterk in ontwikkeling. Op het niveau van het wetenschappelijk denken én op het niveau van de industriële praktijk. De zich vergroenende chemische industrie zal een aantal fasen doorlopen. Van het zoeken van aansluiting bij de bestaande petrochemische industrie, via het bewerken van betrekkelijk eenvoudige agrarische producten, tot een verantwoorde behandeling van complexiteit: van complexe uitgangsstof direct naar complex eindproduct. Wij staan nog maar aan het begin van die ontwikkeling.

12.3 Groene bedrijven, producten en processen

Het gonst in de wereld van de groene bedrijven. ‘Groen’ en ‘bedrijf’ blijken een succescombinatie. Congressen over duurzame bedrijven, duurzaam bouwen, industriële biotechnologie, bioraffinage etc. trekken jaar in jaar uit meer bezoekers. Bij banken zijn de groenfondsen zeer succesvol. Rijke gepensioneerden (en daar komen er steeds meer van) zijn actief op zoek naar groene startende bedrijven, zodat ze met hun geld wat goeds kunnen doen. En in Nederland komen steeds meer van die groene starters want veel studenten beginnen een eigen bedrijf op basis van hun studentenonderzoek, vooral in duurzame technologie. Mogelijk gemaakt door de grote stappen die de wetenschap zet. De groei van het aantal groene kleine bedrijven inspireert de regio's weer om die mensen te helpen. Zodat ‘groene groei’ nu in allerlei gedaantes centraal staat in regionale ontwikkelingsplannen. Tien jaar geleden konden we nog alle toepassingen van biomassa voor non-food producten op een rij zetten. Nu hebben we alleen al een aparte catalogus voor duurzame bouwmaterialen uit planten: <http://www.groenkennisnet.nl/Pages/Catalogus>.

Bij de groene groei staat de toenadering tussen landbouw en chemie centraal. We gaan daar nu een hele reeks voorbeelden van geven. Uitgaande van de landbouwproducten laten we zien hoe die steeds meer verweven raken met materialen en chemische producten. Zie de figuur.



De natuurproducten staan in groen. De eenvoudige materialen, zoals polyethyleen (PE) en polypropyleen (PP), opgebouwd uit koolstof en waterstof, horen tot de wereld van de petrochemie. Net als PET. PEF – een mogelijke vervanger van PET – kan zowel worden gemaakt uit aardolie als uit biomassa. Net als polyamides (nylons) en PLA. Naar rechts wordt de moleculaire ingewikkeldheid groter, en daarmee neemt de rol van biomassa toe. Sommige vormen zijn langgerekt, wat aangeeft dat producten binnen deze groep nog sterk onderling kunnen verschillen in waarde en complexiteit.

Plantaardige oliën. Biodiesel is tegenwoordig de meest geproduceerde stof uit plantaardige oliën. Voor de chemie is biodiesel niet zo interessant: het wordt eenvoudig verbrand in een dieselmotor. Veel interessanter voor de chemische industrie is het nevenproduct (vroeger zouden we zeggen: afvalproduct) glycerol, dat in enorme hoeveelheden vrij komt. Dit heeft geleid tot een ware vloedgolf aan onderzoek naar zinvolle toepassingen. Het eerste bedrijf dat een nuttige toepassing vond voor deze vloedgolf van glycerol was BioMCN in Delfzijl. Zij maakten er methanol uit en ze waren meteen de grootste producent van biomethanol ter wereld. (Methanol wordt overigens in nog veel grotere hoeveelheden gemaakt uit aardgas). Eén van de grootste toepassingen van methanol is het loodvrije antiklop middel MTBE in benzine. Vervanging van de methanol daarin door glycerol geeft ons GTBE, een nog veel beter antiklop middel en nu voor de helft groen. Toegevoegd aan diesel zorgt dit voor een fikse vermindering van de uitstoot van roet. De grondstoffen voor GTBE zijn glycerol en butanol; ook deze laatste stof kunnen we heel goed maken uit biomassa. De rubberindustrie, die veel butanol gebruikt (een alcohol met vier koolstofatomen),

is één van de drijvende krachten voor het maken van deze stof uit groene grondstoffen. Niet zozeer vanuit groene en duurzame gedachten, maar doordat schaliegas – waar geen C4-moleculen in zitten – hun bestaande grondstoffen te duur heeft gemaakt.

Een geheel nieuw materiaal op basis van glycerol is ontwikkeld aan de Universiteit van Amsterdam. Het betreft glycix, tot nu toe de enige harde plastic die zowel biologisch van oorsprong als biologisch afbreekbaar is. Alle harde plastic voorwerpen binnenshuis kunnen uit deze kunststof worden gemaakt: behuizingen van computers en telefoons, isolatieschuim, schalen, tafels, lampen.... Dit is een grote stap voorwaarts in het bestrijden van de groeiende berg plastic afval en de plastic soep in de oceanen. Maar kijk uit in de buitenlucht: de plastic lost na verloop van tijd op in water. Onderzoekers ontdekten glycix bij toeval, zo vertellen zij. Ze waren op zoek naar een biobrandstof en ontwikkelden een bioplastic. 'Iets wat je maar eens in je leven overkomt.' De basisingrediënten van hun kunststof zijn glycerol en citroenzuur, twee ruim voorradige groene grondstoffen. Het gaat dus om een polyester. De industrie heeft veel belangstelling. Verwerking van glycix is low-tech. Spuitgieten gaat eenvoudig. De stof hecht zich goed aan andere materialen en kan dus worden gebruikt in combinatie met roestvrij staal, glas etc. Meubels gemaakt van glycix hebben extra bescherming nodig; tafels van glycix moeten bijvoorbeeld worden bedekt met een glasplaat, om te voorkomen dat het kopje koffie dat omvalt de tafel aantast. Biologisch afbreekbare plastics waren tot nu toe alleen thermoplastische kunststoffen. Harde plastics leidden daarom per definitie tot een afvalprobleem, of ze nu werden weggegooid of eindigden op een stortplaats. De nieuwe plastic verdwijnt vanzelf in de natuur, alles wordt afgebroken tot plantaardige materialen. Deze plastic zal de wereld veranderen.

Overigens is het biodiesel/koolzaad verhaal een mooi voorbeeld van hoe landbouw en chemie elkaar kunnen versterken. Een hectare koolzaad kan ruim 1.600 liter biodiesel leveren. Verhalen dat we daarmee de grond uitputten en de voedselketen geweld aan doen zijn fabeltjes. De 1.600 liter biodiesel vormen nog geen 10% van 17 ton droge stof die we oogsten van een hectare koolzaad. De helft daarvan blijft als wortels en stengels achter op het land. Dat is een uitstekende bodemverbeteraar en voedingsbron voor het volgende gewas op de akker, bijvoorbeeld maïs dat daarmee tot 30% meer opbrengst geeft. Een kwart van de oogst wordt als stro gebruikt en komt daarna ook weer als bodembemesting terug. Het resterende kwart bestaat uit koolzaadkorrels waaruit we olie persen. De achterblijvende koek, zo'n 3 ton, is uitstekend eiwitrijk veevoer. Als we slechts 2,5% van de Europese landbouwgrond op deze manier benutten, hebben we meer dan voldoende eiwitrijk krachtvoer voor onze veestapel om de import van soja uit Zuid Amerika stop te zetten. De hoeveelheid biodiesel die we daarbij maken is

ruim genoeg voor al het transport rond de boerderij. SOS, Solar Oil Systems in Friesland, en Wageningen UR weten er alles van.

Plantaardige oliën bestaan uit glycerol en vetzuren (de meeste daarvan onverzadigd). Deze vetzuren zijn vanuit industrieel oogpunt nog interessanter dan glycerol. De vetzuren van sommige oliën (vooral de oneetbare, giftige oliën) zijn van belang voor verwerking in coatings, verven en inkten en in polyurethanen (PUR). Een veel gebruikte olie is ricinus- of castorolie, gewonnen uit de ricinusplant. Uit de vetzuren van deze olie kunnen allerlei nuttige stoffen worden gemaakt voor gebruik in verven en coatings. Ook bij de productie van alkydharsen (al bijna een eeuw gemaakt) vormen plantaardige oliën een belangrijke grondstof. Veel verfindustrieën, waaronder AkzoNobel, de grootste verffabrikant ter wereld, proberen het aandeel groene grondstoffen zoveel mogelijk te vergroten. De Nederlandse vereniging van fabrikanten voor verf en drukinkt denkt in 2030 de helft van alle verven op basis van groene grondstoffen te maken.

Een geheel ander gebruik van plantaardige vetten is bij het maken van de bioplastics met de verzamelnaam PHA's (polyhydroxyalkanoaten). Deze plastics worden direct gemaakt door bacteriën, het zijn eigenlijk stoffen waarin ze hun energie opslaan. De Marsfabriek in Veghel behandelt nu het afvalwater (waarin veel vetzuren voorkomen) met zulke bacteriën. Uit afvalwater ontstaat dus direct bioplastic. PHA's zijn bijzondere plastics omdat ze niet alleen in de natuur, maar ook in het lichaam biologisch afbreekbaar zijn. Daarom worden ze steeds meer gebruikt in de chirurgie. Je kunt er bijvoorbeeld kunst huid van maken; deze vormt een tijdje een beschermende laag rond een aangetaste huid; en na verloop van tijd breekt het lichaam de bioplastic af en vervangt deze door echte huidcellen. Net als kunstbot, ook al zo'n fantastische vinding. Bij een botbreuk kan men het bot aan elkaar zetten met een soort PHA. Na verloop herstelt het bot zich vanzelf, en PHA wordt opgenomen in het lichaam. Dat scheelt een tweede operatie: tot nu toe zette men een titaniumstaaf in, en deze moest na genezing met een nieuwe operatie weer uit het bot worden verwijderd; met PHA is dat dus niet meer nodig.

Suikers, zetmeel en cellulose. Cellulose, de stof die samen met lignine de vezels vormt in hout, is de meest voorkomende plantaardige stof. Suikers en zetmeel zijn de meest gebruikte industriële groene grondstoffen. Suikers, zetmeel en cellulose lijken sterk op elkaar. Cellulose en zetmeel bestaan uit ketens van glucose, een eenvoudig suikermolecuul. In cellulose zijn de glucosemoleculen op een andere manier aan elkaar verbonden dan in zetmeel, waardoor een stof met geheel andere eigenschappen ontstaat. Onze kristalsuiker is een verbinding van glucose met fructose, een ander eenvoudig suikermolecuul.

Suikers en zetmeel vormen een rijke bron van grondstoffen voor de industrie. Ze zijn de grondstof voor de oudste biotechnologische bewerking die de

mensheid kent: fermentatie van suiker of zetmeel tot alcohol en CO₂. Dit proces gebruiken we van oudsher bij het maken van bier en wijn en bij het laten rijzen van meel bij het bakken van brood. Voor veel processen maakt het niet veel uit of de grondstof suiker is of zetmeel, de laatste stof kan gemakkelijk worden omgezet in suikers, dat gebeurt al door de enzymen in speeksel.

Bij industrieel gebruik van suikers en zetmeel rijst opnieuw de vraag: gaat dat niet ten koste van de voedselproductie? Dat is niet het geval. In de eerste plaats worden er elk jaar miljoenen tonnen zetmeel uit industrieaardappelen verwerkt in producten als papier en lijm; geen haan die daar ooit naar heeft gekraaid. Wie bij het hoofdkantoor van aardappelcoöperatie AVEBE in Veendam binnenkomt, ziet een groot glas-in-lood paneel dat vertelt welke producten er in het begin van de 20^e eeuw allemaal uit de aardappel werden gemaakt. De meeste van deze producten zijn verdrongen door de petrochemie, maar vele van hen gaan in een nieuw jasje terugkeren.

In de tweede plaats gaat de EU op 1 januari 2017 de suikermarkt opengooien. Zoals we eerder hebben gezegd: dan gaat de suikerproductie sterk omhoog. In de derde plaats gaat het druk worden op de industriële suikermarkt. Want behalve suiker uit suikerbieten komen er ook zogenoemde tweede-generatie suikers op de markt. Deze worden gemaakt uit cellulose. De aanzet daartoe is gegeven door regeringen die wilden dat hun biobrandstoffen uit oneetbare groene grondstoffen zouden worden gemaakt, zoals hout, stro en maïsstengels; dus op basis van cellulose. Universiteiten, waaronder Delft, Wageningen, Nijmegen en Groningen hebben jarenlang gezocht naar de micro-organismen en enzymen die via alcohol als tussenstation hout en stro afbreken. Bedrijven die enzymen ontwikkelen, zoals DSM en Novozymes, hebben dit aangegrepen voor krachtige R&D programma's die tenslotte tot succes hebben geleid. Met hun enzymen kunnen we allerlei soorten cellulosehoudende gewassen omzetten in suikers: maïsstengels in de VS, stro in Europa. Uit de suikers zelf kunnen we niet alleen biobrandstof maken maar ook vele andere chemicaliën. De tweede-generatie suikerproducenten vertellen net als de Europese suikercoöperaties dat zij de concurrentie met iedereen aankunnen. Er is dus voorlopig geen enkel gevaar dat gebruik van suikers als industriële grondstof tot voedselproblemen zal leiden. Al was het maar omdat de mensheid nu ook die enorme hoeveelheden cellulose die de natuur elk jaar aanmaakt, kan gebruiken om er industriële suikers van te maken.

Zoals gezegd, het oudste product dat de mensheid industrieel uit suiker heeft gemaakt was alcohol (chemische naam ethanol). Het prettige van de fermentatie van suikers tot ethanol is dat de betreffende gisten zeer productief zijn en bovendien ijzersterk. Daardoor drukken ze meestal concurrerende organismen weg die bijvoorbeeld het giftige propanol zouden willen maken. Zeer geschikt dus

om het vak van fermentatie mee te leren. Ethanol is daardoor ook de meest geproduceerde biobrandstof. Maar ethanol in de motor heeft een paar nadelen, zoals corrosie en een te snelle verbranding, waardoor producenten van biobrandstoffen nu kijken naar het maken van butanol. Een slag moeilijker om via fermentatie uit suiker te maken, maar binnen 10 jaar zullen we zeker butanol als biobrandstof zien verschijnen op de markt.

In hoofdstuk 5 zijn we een vroeg succes van suiker als moderne industriële grondstof tegengekomen, bij het maken van medicijnen (penicillines en cefalosprines). De industrie bewees hiermee dat zij met enzymen ook ingewikkelde stoffen kon maken uit suiker. En dat de productiekosten concurrerend waren. De hoeveelheden waren bescheiden. De volgende stap is het maken van bulkchemicaliën uit suikers met behulp van enzymen. Kandidaten zijn barnsteenzuur en adipinezuur, bouwstoffen voor polyesters en nylons. De eerste commerciële fabriek van biobarnsteenzuur, van het kleine bedrijf BioAmber, komt later dit jaar (2014) in Canada in bedrijf. Het is niet gezegd dat deze pioniers meteen het beste proces te pakken hebben. Concurrenten ontwikkelen hun eigen proces, ook voor adipinezuur.

Suikers kunnen we ook gebruiken voor het maken van PLA, in potentie de meest succesvolle plastic van de toekomst. PLA (polylactaat, een polyester) is een 100% groene plastic, die meestal (afhankelijk van het productieproces) ook biologisch afbreekbaar is. Eerst maakt men melkzuur. Door veel van deze melkzuurmoleculen aan elkaar te rijgen ontstaat het polymeer PLA. Het Amerikaanse NatureWorks, opgericht door de giganten Dow en Cargill (nu alleen van Cargill), heeft het onwaarschijnlijke bedrag van \$ 1 miljard uitgegeven voor de ontwikkeling van PLA. De PLA-markt groeit snel. Ook Nederlandse bedrijven zijn daarop zeer actief: zoals Corbion, een dochter van SuikerUnie, en Synbra. Het laatste bedrijf maakt onder meer schuimkorrels en geperste verpakkingen die op polystyreen lijken, met dit verschil dat ze biologisch afbreekbaar zijn. PLA is een zeer veelzijdige plastic, je kunt er van alles van maken, van chirurgisch hecht draad en kabels tot aan composteerbaar verpakkingsmateriaal (het knisperplastic), vloerbedekking, kleding of frisdrankflessen.

Op een heel andere manier pakt het Nederlandse Avantium de zaken aan. Dit bedrijf heeft PEF ontwikkeld, een alternatief voor het bekende PET van de PET-flessen. In PEF vervangt dit bedrijf de petrochemische stof T (tereftaalzuur) door de groene stof F (furaandicarbonzuur), gemaakt uit suiker. Een mogelijk zeer grote klant van Avantium is Coca-Cola, dat flessen wil gaan maken uit groene grondstoffen. De met veel tamtam gelanceerde 'Plant bottle' is maar een bescheiden begin. Want hierin maakt Coca-Cola alleen nog maar het E-deel van PET (ethyleenglycol) uit groene grondstoffen, wat de plant bottle voor slechts 30% groen maakt. Maar met PEF zou Coca-Cola een 100% groene fles in handen krijgen.

Het bedrijf is nu in een race met twee bedrijven uit de VS voor het omvormen van de totale productie van Coca-Colaflessen. De PEF-fles zou wel eens het eerste grote groene eindproduct kunnen zijn. Ook het probleem dat kenners zagen aankomen, de recycling, lijkt te zijn opgelost. PEF- en PET-flessen kunnen niet samen worden gerecycled en moeten dus worden gescheiden. Dat blijkt nu heel goed mogelijk te zijn met UV-licht. Misschien was dit wel het laatste grote obstakel. De grote afnemers Coca-Cola en Danone investeerden in mei 2014 nog eens € 36 miljoen in Avantium. Zodat het bedrijf meer product kan gaan maken en onderzoek kan gaan doen naar tweede-generatie grondstoffen voor PEF. Het bijzondere van PEF is dat de afnemer, niet de producent, de drijvende kracht is van de ontwikkeling. Dat maakt in principe een doorbraak mogelijk op veel grotere schaal dan bij alle andere ontwikkelingen die we in dit boek hebben besproken.

En dan is er nog polyethyleen (PE), de grootste plastic ter wereld, die de Brazilianen momenteel maken uit suiker. Ze maken eerst alcohol uit rietsuiker. Uit alcohol maken ze etheen, waarvan lange ketens samen de stof PE maken. Hier gaat het niet meer in de eerste plaats om vergroening. Het gaat om een simpele commerciële strijd: wie kan PE voor de laagste kosten produceren. Suiker of olie als grondstof, het eindproduct van beide routes is volstrekt identiek.

Een aantal grote of veelbelovende plastics kunnen wij nu dus al maken uit suikers. Ook uit gewoon zetmeel kunnen we tegenwoordig direct een bruikbare plastic maken. Vooral als biologische afbreekbaarheid een eerste vereiste is, is zetmeelplastic een goede keus. De firma Rodenburg uit Oosterhout maakt bijvoorbeeld plantenpotten en ander tuindersmateriaal uit zetmeel, dat ze halen uit het afvalwater van de plaatselijke fritesfabriek. Het grote voordeel van deze potten is dat zij in de bodem afbreken zodat de tuinder bij het planten geen extra werk hoeft te doen om de potten te verwijderen. En het Nederlandse bedrijf Pharmafilter maakt urinalen en bedpannen van zetmeelplastic voor ziekenhuizen. Deze apparaten kunnen na gebruik worden vermalen en direct worden gevoerd aan de biogasinstallatie; dat scheelt veel besmettingsgevaar en slepen met verontreinigde spullen.

Cellulose is al heel lang grondstof voor papier, maar ook al anderhalve eeuw voor plastics. De eerste plastic ter wereld, celluloid, was gemaakt uit cellulose. Celluloid was het materiaal waarvan de eerste speelfilms werden gemaakt. Maar het is vervangen omdat het zo brandbaar was. Toch wordt celluloid nog altijd gebruikt, voor tafeltennisballen en in sieraden. Cellofaan, een andere oude plastic uit cellulose, wordt nog altijd in grote hoeveelheden gemaakt. Het is superieur als verpakkingsmateriaal voor voedingsmiddelen (het laat weinig water en geurstoffen door). En onder de naam rayon is het een succesvolle kunstvezel. Maar het oude productieproces is erg vervuilend. Als dat probleem is opgelost, zullen cellofaan en rayon weer helemaal kunnen terugkomen.

Maar tegenwoordig staat cellulose vooral in de belangstelling omdat we er goed tweede generatie suikers uit kunnen maken. Tweede generatie wil zeggen: geen deel uitmakend van de voedselketen. Die tweede generatie suikers komen nog maar net op de markt, ze kunnen misschien wel een groot deel van de industriële suikermarkt overnemen. Hier geldt: the sky is the limit. De 'groene' plastics vormen nu nog minder dan 2% van het totaal, ze kunnen nog wel even blijven groeien. Heel belangrijk hierbij is om te bedenken dat het vaak niet nodig zal zijn om van cellulose via suikers naar de gewenste eindproducten te komen. Afbraak van cellulose tot suikers, en deze weer gebruiken om kunststoffen op te bouwen, is ook een vorm van reductionistisch denken. De onderzoekers en de industrie zullen er steeds meer in slagen om van cellulose rechtstreeks naar de eindproducten te komen. Misschien zullen ze in hun reactor even langs suikers gaan, zonder dat we er iets van zien. Veel vaker zullen ze er, met hun cocktail van enzymen en katalysatoren, in slagen direct van cellulose op hun eindproduct te komen.

Plantaardige eiwitten. We slepen nu onverantwoord grote hoeveelheden eiwit, in de vorm van krachtvoer uit soja of tapioca, over de aardbol en we voeren dat aan onze runderen, varkens en kippen om meer vlees te produceren. De rijkere wordende wereldbevolking gaat snel meer vlees eten, iets dat het eiwittekort tot enorme proporties zal brengen. In plaats van energietekorten krijgen we straks eiwittekorten. De eiwithonger en niet de energiehonger zal de internationale verhoudingen gaan verstoren. Terwijl de wereldbevolking verdubbelt, verdrievoudigt de vleesconsumptie. Gelukkig kan de landbouwsector tegenmaatregelen nemen. Eiwitten, zo ontdekken we, kunnen we ook heel goed winnen uit binnenlandse gewassen. Er komen steeds meer berichten over krachtig, eiwitrijk veevoer uit lokale bronnen: koolzaadkoek, grassap, bietenblad, reststromen uit de tuinbouw. AVEBE heeft al het voorbeeld gegeven hoe we aardappeleiwitten kunnen gebruiken voor menselijke voeding. Dat voorbeeld zullen anderen gaan volgen, bijvoorbeeld SuikerUnie met RuBisCo, een eiwit uit het sap van bietenblad. Plantaardige eiwitten zullen binnen tien jaar algemeen worden gebruikt in ons voedsel. Het DBC, Dutch Biorefinery Cluster, is het grootste landelijke programma dat zich hiervoor inspant. Milde winningstechnieken zorgen ervoor dat de eiwitten niet meer denatureren en al hun belangrijke voedingsfuncties behouden. AVEBE is hier koploper.

We kunnen we ook nog eiwitten gaan winnen uit nieuwe gewassen, waarbij we denken aan algen, wieren en eendenkroos. Deze gewassen worden geteeld in water en dat heeft grote voordelen. Er is namelijk geen concurrentie met bestaande landbouwgrond. In water kunnen we ook de diepte in, zodat de mogelijke opbrengst per hectare van algen, wieren en andere waterplanten vele

malen groter is dan die op het land. Algen met name zijn zeer veelzijdig. Sommige soorten kunnen tot 50% van hun gewicht aan plantaardige olie vormen. Genetische manipulatie is vaak ook tamelijk eenvoudig, bijvoorbeeld bij blauwalgen, waardoor het niet zo moeilijk is om een gewenst product in grote hoeveelheden te maken. Maar wanneer we genetisch gemodificeerde algen en wieren als voedselbron gaan gebruiken, moeten we rekening houden met een forse discussie daarover. Het is overigens, alle voorbarige succesverhalen ten spijt, nog lang geen uitgemaakte zaak of deze aquaculturen echt van de grond zullen komen. De eerste hoogleraren zijn benoemd in onder meer Groningen en Wageningen en zij zullen nog veel werk moeten verzetten. De eerste proefvijvers draaien onder meer in Delfzijl en Zeeland. In Delfzijl doet onder andere AkzoNobel mee; zij willen nagaan of zij hun alkydharsen en polyurethaanverven op deze manier kunnen vergroenen. In Zeeland ligt de nadruk op de teelt van wieren voor consumptie. Onze ervaring met deze culturen is bijna nul, in vergelijking met de eeuwenlange ervaring met land- en tuinbouw. Er is bijvoorbeeld nog veel discussie over de vraag hoe ze moeten worden geoogst. Of moeten we ze niet oogsten maar melken, net als de koe, waarbij het organisme intact blijft en weer opnieuw kan produceren? En wát gaan we telen? Kerosine uit algen? Eiwitten? Kleurstoffen? Gaan we telen in zoet of in zout water? Koud of warm? Allemaal vragen waar nu aan wordt gewerkt. De antwoorden komen nog.

Insecten als bron voor voedsel en materialen is nog een stap verder. We kennen de zijderups, de meelworm en de gefrituurde sprinkhanen. Rond het Limburgse Venray is het EiwitRijk van start gegaan. Het bedrijf maakt dankbaar gebruik van ervaringen uit de champignonenteelt. De teelt van meelwormen is het eerste doel. De zwarte wapenvlieg staat als tweede op het lijstje. Enthousiastelingen weten te vertellen dat 1 gram eitjes van deze vlieg in 18 uur uit keukenafval 2,4 kilo direct consumeerbare larven leveren. Deze bevatten voor bijna de helft prima voedingseiwitten en ze zijn rijk aan calcium. Wanneer we inderdaad op grote schaal insecten gaan kweken, krijgen we weer de beschikking over een grote nieuwe bron van grondstoffen voor chemicaliën en materialen. Trouwens, niet alleen de eiwitten uit insecten zijn heel interessant, ook hun skeletten. Het basismateriaal is meestal chitine, geen eiwit maar een materiaal opgebouwd uit suikers, net als cellulose. Deze skeletten zijn soms bijzonder sterk en gebouwd volgens principes waar we nog veel van kunnen leren.

Tot slot een eiwitbron die iets dichterbij huis ligt: eendenkroos. ABC Kroos BV is er volop mee bezig op proefinstallaties in Goutum (Friesland), Gasselternijveen (Drenthe) en Winterswijk (Gelderse Achterhoek). Eendenkroos is één van de snelst groeiende plantjes, het verdubbelt zich in twee tot drie dagen. De oogst kan oplopen tot 20 ton droge stof per hectare, vergelijkbaar met algen. Anders dan bij algen is er een oplossing voor het oogstprobleem, hoewel deze nog

verborgen is achter een patentaanvraag. De lopende proefopstelling verwerkt 100 kg kroos per uur, het doel is 10.000 ton/jaar. Kroos bestaat voor meer dan een derde uit eiwitten, in kwaliteit vergelijkbaar met soja-eiwit. Eiwit uit eendenkroos zullen we dan ook heel goed kunnen toepassen in voeding en veevoer; maar we kunnen ook denken aan lijmen, coatings en schuimmiddelen.



Eendenkroos is het snelst groeiende plantje ter wereld en het levert ook nog eens tienmaal zoveel eiwit als soja. Geen wonder dat bedrijven in de groene economie er verlekkerd naar kijken. Een van die bedrijven is ABCKroos. Het bedrijf heeft een proeffabriek in Winterswijk die kroos (of ander groen bladmateriaal) kan verwerken tot eiwit in voedsel en tot non-food producten als lijmen en coatings.

Wanneer voor ons voedsel grote stromen nieuwe eiwitten op de markt komen, zullen onderzoekers daar natuurlijk enkele procenten van aftappen om te zien wat we er nog meer mee kunnen doen. Dan gaat er opnieuw een nieuwe wereld open. Eiwitten voor cosmetica, als smaakverbeteraars, als enzymen voor zeer veel verschillende chemische reacties en voor nieuwe medicijnen. Eiwitten staan immers dicht bij essentiële functies van het leven. Het meest enthousiast zijn echter de onderzoekers die aan nieuwe materialen werken. Hun gereedschapskist wordt meer dan verdubbeld. In de hoofdstukken 5 en 12 hebben we het gehad over polymeren, de lange moleculaire bouwstenen voor al onze moderne materialen. We noemden polyethyleen, polyester, polycarbonaten, polyurethanen en polyamides. De natuur heeft echter de allermooiste polymeren nog voor ons in

petto: de eiwitten of, in het jargon van de chemici, de polypeptiden. Eiwitten zijn opgebouwd uit twintig natuurlijke aminozuren, die met elkaar een bijna eindeloos aantal mogelijkheden bieden om ketens te bouwen. DNA heeft maar vier bouwstenen (ook aminozuren), en al daarmee kan de natuur een bijna eindeloze variatie bouwen. De verscheidenheid die de natuur kan vormen met eiwitten moet nog veel groter zijn. In de toekomst zullen we aminozuren opnieuw kunnen rangschikken; een enorm onderzoeksterrein dat zal leiden tot vele nieuwe producten: van bouwmaterialen en high-tech toepassingen tot nieuwe medicijnen.

Vezels, lignine. Vezels bestaan voornamelijk uit cellulose en lignine. Deze laatste stof werkt als een soort natuurlijke lijm die de lange ketens van cellulose bij elkaar houdt. Vezels zijn er in alle soorten en prijzen, van goedkoop tot duur; denk aan hout en zijdegarens. Wij gebruiken vezels sinds jaar en dag in producten als kleding, papier, karton en constructiematerialen (hout, board, spaanplaat etc.). Succesvolle toepassingen hebben zich in de loop van de eeuwen bewezen: katoen en linnen voor kleding, sisal en hennep voor touw, houtafval voor board enzovoort.

Nieuwe vezels komen nu beschikbaar door bioraffinage. Als wij bijvoorbeeld gras of bietenloof splitsen in zijn onderdelen, dan komen daar niet alleen eiwitten, suikers en mineralen uit, maar ook heel veel vezels. Deze kunnen om te beginnen dienen als grondstof voor traditionele industrieën als de papier- en kartonindustrie. Karton uit grasvezel is al op de markt, zij het nog alleen als vulmateriaal omdat de groene kleur niet weggaat bij bewerking. Misschien komen er wel afnemers die juist graag groen karton willen, zoals de dozen voor bio-eieren. Bietenloof lijkt erg op gras en kan langs dezelfde weg worden behandeld. Een klein succes is de laatste jaren geboekt door de telers van kastomaten: ze maken tegenwoordig geen biogas meer uit hun oude stengels maar tomatenbakjes. De tomatenplant maakt precies voldoende stengel om de hele tomatenoogst in bakjes van tomatenvezel te verpakken.

Plantaardige vezels zijn in potentie zeer goede vervangers van glasvezel in composieten zoals bijvoorbeeld van polyester. Composieten zijn plastic materialen waarin het plastic deel is versterkt met een vezel. Boten en autobumpers van polyester zijn bijvoorbeeld versterkt met glasvezel. Maar glas mag dan wel erg sterk zijn, het heeft het nadeel dat het zwaar is: natuurlijke vezels geven dezelfde sterkte met minder gewicht. Autofabrikanten vinden dat belangrijk, de auto's zijn eigenlijk toch al te zwaar, en lichtere auto's gebruiken minder brandstof. Composieten met glasvezels hebben bovendien een belangrijk nadeel als we ze moeten verwerken als afval. Ze kunnen niet naar de afvalverbranding, want het glas smelt en verstopt de oven. Als dit nadeel in geld zou worden uitgedrukt en bovenop de prijs van het composiet zou komen, zouden natuurlijke vezels de

glasvezel grotendeels uit de markt kunnen drukken. Veelbelovende gewassen die goed bruikbare vezels leveren, zijn vezelhennepe en vlas.

Bioraffinage is een belangrijk hulpmiddel bij het verkrijgen van meerwaarde uit gewassen. Niet alleen bij gras en bietenloof, ook bij hout. Hout kunnen we splitsen in vezels, suikers, eiwitten en mineralen, om de belangrijkste onderdelen te noemen. Deze kunnen apart worden opgewerkt en verkocht. Natuurlijk zijn onderzoekers in Scandinavië het meest actief bij de bioraffinage van hout. Zweedse onderzoekers hebben nu ook een manier gevonden om de houtvezels nog verder te splitsen, in zogenaamde fibrillen, microscopisch kleine vezels. Ze zetten die fibrillen later weer aan elkaar en door controle over dat proces kunnen ze materialen met elke gewenste sterkte maken. Constructiemateriaal net zo sterk als staal (maar veel lichter én biologisch afbreekbaar), of garens zo zacht als katoen voor het maken van kleding. Een Nederlands voorbeeld: Nobelwood van Foreco in Dalfsen maakt hardhout uit snelgroeiend dennenhout. De suikerachtige afvalbiomassa van rietsuikerstengels wordt opgelost in water en met deze oplossing wordt het dennenhout geïmpregneerd. Tijdens het drogen versterken en verduurzamen de celwanden van het dennenhout tot de sterkte van hardhout.

Bij bioraffinage komt ook lignine vrij. Lignine is een zeer complexe stof waar chemische onderzoekers nog nauwelijks vat op hebben. Een zeer uitdagend product. Pas kort geleden hebben onderzoekers lignine van een vaste kwaliteit kunnen winnen en beschrijven (zodanig dat zij bij herhaling van de proef hetzelfde resultaat krijgen). De toepassingen hiervan zijn nog helemaal in de laboratoriumfase. Lignine lijkt, chemisch gezien, op bekende aromatische stoffen uit de petrochemie als benzeen, toluen, xyleen, fenol en aspirine. Tot nu toe is lignine de enige mogelijke groene bron voor deze producten. Onderzoekers van het Nederlandse bedrijf BioBTX werken hard aan deze route waarbij ze gebruik maken van speciale katalysatoren.

Wanneer wij biomassa simpelweg droog verhitten (pyrolyse), krijgen we onder de juiste omstandigheden pyrolyseolie of bio-olie. Dit lijkt op het natuurlijke proces van de vorming van aardolie, maar dan vele malen sneller. Het Twentse bedrijf BTG-BTL specialiseert zich hierin. Het bedrijf heeft in mei 2014 de eerste paal geslagen in Hengelo voor de bouw van een pyrolyse-oliefabriek die 25.000 ton van alle soorten biomassa (met tot 30% water) per jaar kan omzetten in pyrolyse-olie, een tweede generatie biobrandstof. De olie is geschikt voor verdere raffinage en voor verwerking tot synthesesgas. Zoals het bedrijf zelf zegt: 'Waar de natuur miljoenen jaren over deed, doen wij in twee seconden.' Dit is de eerste biobrandstoffenfabriek voor pyrolyse-olie in Nederland – eerder bouwde het bedrijf al zo'n fabriek in Maleisië. Pyrolyse-olie wordt zelden genoemd in het rijtje van tweede generatie biobrandstoffen, maar uit dit project blijkt dat er wel degelijk

mogelijkheden zijn voor deze verwerking van biomassa. Onderzoekers van de TU Twente weten al hoe ze auto's kunnen laten rijden op deze bio-olie; ze zijn ook volop bezig met het isoleren van simpele aromatische stoffen uit dit product. Het zal nog wel even duren, maar ook bio-aromaten gaan de markt veroveren.

Inhoudsstoffen. Onder inhoudsstoffen verstaan wij bijzondere stoffen die planten aanmaken, zoals kleur-, geur- en smaakstoffen, en stoffen om schimmelinfecties of vraat van insecten tegen te gaan. Ook vele medicijnen. Het gaat in dit geval niet om polymeren, maar om enkelvoudige moleculen, die dan wel weer bijzonder ingewikkeld kunnen zijn. Vroeger (vóór de tijd van de chemische industrie) waren planten bijna de enige bron van medicijnen en van kleurstoffen (zoals de meekrap). In de loop van de vorige eeuw ontwikkelden chemische onderzoekers het idee dat zij alles uit aardolie konden maken; alleen sommige producten niet met winst. De producten uit de natuur waren een sluitpost voor moeilijke gevallen. Dat is radicaal omgedraaid: nu geldt de natuur als werkelijke bron én als bron voor inspiratie. En dat is dan alweer heel oud. Zo haalden mensen van oudsher kinine (medicijn tegen malaria) uit de bast van de kinaboom, carvon (gebruikt in essentiële oliën en kauwgom) uit karwijzaad en alizarine (rode kleurstof) uit meekrap. Deze lijst zouden we moeiteloos kunnen uitbreiden. In paragraaf 12.2 zagen we al dat natuurlijke stoffen weer volop in de belangstelling staan van de cosmetische industrie.

Vaak zijn planten betere bronnen voor bijzondere stoffen dan de petrochemische industrie. Het medicijn digoxine bijvoorbeeld, een stof gebruikt ter bestrijding van hartkwalen, kunnen we vrijwel niet kunstmatig maken. Maar de stof komt van nature voor in vingerhoedskruid (*digitalis*). Een tuinder in Drenthe gaat een digitalissoort met een hoog gehalte aan digoxine kweken onder glas, speciaal om het medicijn eruit te winnen. Een ander bekend voorbeeld is dat narcissenbollen tamelijk veel (1 tot 2 promille) galantamine bevatten, een mogelijk medicijn tegen de ziekte van Alzheimer. Een bollenkweker zou hier misschien zijn boterham mee kunnen verdienen. Dat is voor zover wij weten nog niet gebeurd. En tulpenbollen bevatten tuliposide, geschikt als middel voor insectenbestrijding of als toevoeging aan bioplastics. Het Kenniscentrum Plantenstoffen heeft een complete 'bibliotheek' aangelegd van bijzondere stoffen die voorkomen in planten uit de Nederlandse tuinbouw.

In het Biorenewables Development Centre in York (Engeland) onderzoeken ze de commerciële productie van artemisinine, momenteel het beste medicijn tegen malaria. De plant *Artemisia annua* waaraan het zijn naam ontleent (zomeralsem, qing hao) is een goede bron van deze stof; maar de opbrengst van het medicijn is heel laag. Het onderzoekscentrum is bezig nieuwe soorten te kweken met een hoger gehalte van het medicijn. Deze zullen in een

ontwikkelingsproject worden gegeven aan instellingen in Afrika, India en China (landen waar malaria voorkomt), zodat deze de gezondheidszorg in die landen kunnen verbeteren. Langs een andere route proberen Amerikanen de genetische code voor artemisinine van de plant over te brengen naar de bekende E-coli bacterie en die al het werk te laten doen.

Nog een voorbeeld van een bijzondere inhoudsstof, latex, de grondstof voor natuurrubber, kunnen we winnen uit de wortels van de Russische paardenbloem. Natuurrubber heeft altijd de concurrentie met kunstrubber volgehouden. De industrie is op het gebied van rubber nooit zo goed geworden als de natuur. Topproducten als chirurgische handschoenen worden daarom nog altijd uit natuurrubber gemaakt. En in autobanden zit altijd een bepaald percentage natuurrubber. Latex, de grondstof voor rubber, komt als natuurproduct voor in honderden planten; maar 95% van de commerciële winning komt van de tropische boom *Hevea Brasiliensis*. Niet meer alleen in Brazilië, maar ook en vooral in Zuidoost Azië (Maleisië, Indonesië). De teelt levert milieuproblemen op: telers gebruiken vaak het giftige arsenicum om insecten, bacteriën en schimmels te bestrijden. En men is bang dat veel bomen, vooral in Azië, binnen korte tijd aangetast kunnen worden door meeldauw. Redenen genoeg om te gaan zoeken naar andere bronnen van latex. In een project waaraan ook Wageningen UR heeft deelgenomen, heeft men nu de Russische paardenbloem als beste kandidaat voor teelt in gematigde streken geselecteerd. Nu alleen nog de opbrengst vele malen verhogen.

Uit een geheel andere hoek komt de groeiende belangstelling voor groene inhoudsstoffen in de cosmetische industrie. Natuurlijke grondstoffen zijn de trend. Shampoos, lotions en crèmes worden steeds minder gemaakt op petrochemische basis en steeds meer met groene grondstoffen. De cosmetische industrie gaat ook terug naar het verleden: ze onderzoeken opnieuw historische cosmetica en proberen met moderne technieken de werkzame stoffen te isoleren. Bij zeepachtige (oppervlakte-actieve) stoffen is de industrie er heel goed in geslaagd, kunstmatige stoffen te vervangen door natuurlijke stoffen. Maar bij conserveringsmiddelen, zo geven ze zelf toe, liggen de zaken minder gemakkelijk. Veel gebruikte conserveringsmiddelen, zoals parabenen, liggen onder vuur. Er is geen universele groene vervanger; maar uit gewassen als maïs, suikerriet en bergthee heeft de industrie wel een paar interessante stoffen op het oog.

CO₂ als grondstof. Totaal anders, maar ook buitengewoon interessant is het gebruik van CO₂ als grondstof voor industriële producten. CO₂ is overal beschikbaar. Het zit in de lucht en bovendien wordt het in grote hoeveelheden geproduceerd bij industriële processen en bij alle vormen van verbranding. Dus een bedrijf dat CO₂ weet om te zetten in nuttige producten, doet goede zaken.

De Nederlandse firma DyeCoo is er in ieder geval zo één. Zij gebruiken CO₂ onder hoge druk om textiel te verven. Hun machines staan al te draaien bij Adidas en Nike op Taiwan. Het is een uitkomst voor de Aziatische textielbedrijven want het proces gaat geheel en al zonder water. Anders vraagt het verven maar liefst 100 tot 150 liter water per kg textiel. De machine zorgt voor hergebruik van de CO₂. Bovendien kost het verfproces nu 40% minder tijd en 60% minder energie.



Op het terrein van de universiteit van Amsterdam staat een proeffabriek die uniek is in de wereld. Photanol heeft daar een installatie die, op termijn, wel eens van doorslaggevend belang voor de toekomst van onze groene economie zou kunnen zijn. Waar anderen vanwege de hoge opbrengst werken met algen, zeewier of eendenkroos, hebben twee Amsterdamse hoogleraren bedacht om groene chemie te gaan bedrijven met behulp van veranderde cyanobacteriën. Deze bacteriën zetten CO₂ met behulp van licht om in vrijwel elk gewenste chemische stof of biobrandstof. Nu nog in kleine hoeveelheden, maar bij Photanol denken ze al aan commerciële productie.

Zo'n bedrijf is mogelijk ook Photanol, een onderneming gestart door twee hoogleraren van de Universiteit van Amsterdam. Photanol maakt gebruik van een speciaal soort micro-organismen, cyanobacteriën (ook wel bekend onder de naam blauwalgen) om CO₂ om te zetten in nuttige stoffen. Als eerste hebben ze de genetische code voor melkzuur van de melkzuurbacterie overgebracht naar hun blauwalgen. De fotosynthese van de algen leidt nu niet naar suiker, zoals gebruikelijk, maar naar melkzuur; de grondstof voor het veelbelovende PLA. Blauwalgen behoren tot de meest simpele levende wezens en zijn in staat om uit louter water, licht en CO₂ bruikbare producten te maken. Het bedrijf staat nog aan

het begin, het is nog maar kort geleden dat ze de eerste patenten hebben aangevraagd. Misschien duurt het nog tien of twintig jaar voordat Photanol-stoffen doorbreken op de markt, maar wij zijn ervan overtuigd dat het Amsterdamse bedrijf iets bijzonders te pakken heeft.

Het bijzondere van het gebruik van CO₂ als grondstof is dat dit geen beroep doet op natuurlijke hulpbronnen. Zoals gezegd CO₂ is overal. Photanol gebruikt geen landbouwgrond en is dus niet in conflict met de voedselvoorziening. Een ander bedrijf waarvoor dit geldt is het Nieuw-Zeelandse LanzaTech. Dit bedrijf maakt chemicaliën en brandstoffen uit koolmonoxide (CO) en/of kooldioxide (CO₂) uit afvalgasen van bedrijven. Hun 'werkpaard' is een bacteriestam die deze ingewikkelde omzettingen doet. 'Biobrandstoffen zonder agro'. Op hun site vermelden ze trots dat ze als eerste bedrijf ter wereld een certificaat van duurzaamheid hebben gekregen van de Ronde Tafel van Duurzame Biomaterialen (RSB) voor hun proefinstallatie in China. LanzaTech heeft namelijk een overeenkomst getekend met China voor omzetting van het koolmonoxide dat als afval vrijkomt bij staalproductie. Uiteindelijk moet dit leiden tot het uitrusten van alle Chinese staalfabrieken (en dat zijn er nogal wat) met hun technologie. Geen wonder dat het bedrijf veel aandacht trekt, onder meer van het World Economic Forum dat jaarlijks bijeenkomt in Davos. Met veel geld heeft de VS kort geleden grote delen van het bedrijf naar Illinois gehaald, in de hoop dat het daar de kwakkelende economie gaat oppeppen. LanzaTech heeft nog geen enkele commercieel draaiende installatie gebouwd, al zitten ze er bij productie van ethanol en butaandiol dicht tegenaan (zeggen ze zelf). Vele andere producten zijn nog in ontwikkeling.

En dan zijn er nog de nieuwe plastics die te maken zijn uit CO₂. Polypropeencarbonaat (PPC) lijkt de beste papieren te hebben. Het bestaat voor 43% uit CO₂. Nu wordt de andere 57% nog gemaakt uit aardolieproduct nafta, maar als de groene chemie verder doorbreekt, kan PPC een 100% natuurlijke plastic worden. PPC is een kunststof met geweldige eigenschappen: het is elastisch, helder en biologisch afbreekbaar, niet giftig en met een 'geheugen'. Het is schuimbaar, je kunt er films van maken en het laat zich goed verwerken op bestaande machines. Het broertje, polyetheencarbonaat (PEC) is uitstekend geschikt voor voedselverpakkingen. En tegenwoordig kunnen we ook polyurethanen (PUR) maken uit (onder meer) CO₂. Het wegvangen van CO₂ om deze plastics te maken gaat natuurlijk niet het CO₂-probleem van deze wereld oplossen, maar het interessante is dat we op deze manier biomaterialen krijgen zonder dat we landbouwgrond hoeven te gebruiken.

Uiteindelijk zullen we het natuurlijke proces van fotosynthese kunnen nabootsen en efficiënter kunnen maken: de kunstmatige fotosynthese. Hiernaar wordt in Wageningen, Leiden, Twente en Amsterdam (VU) veel onderzoek gedaan,

onder meer onder de naam BioSolar Cells (laten wij het over bio-zonnecellen hebben). Het mooie van bio-zonnecellen is het vooruitzicht dat we veel doelmatiger met zonlicht zullen kunnen omgaan dan de levende natuur en met hogere opbrengsten. Het natuurlijke proces van fotosynthese heeft een rendement van niet meer dan 1%, in vele planten nog heel wat lager. De zeer veelzijdige cyanobacteriën van Photanol zitten wat hoger, op maximaal 5%. Vergelijk daarmee zonnecellen, die nu een rendement halen van 16% en in het laboratorium tot 25%. Op dit moment kunnen we dus 16x zo veel energie halen uit het zonlicht op een akker bedekt met zonnecellen als uit diezelfde akker beplant met maïs of suikerbieten. Het lage rendement is een veiligheidsmechanisme voor de natuur ter bescherming van het blad tegen oververhitting. Maar bij bio-zonnecellen hebben we die veiligheidsmechanismen niet nodig. We kunnen met die cellen net zulke rendementen gaan halen als met 'gewone' zonnecellen, of meer.

De namen mogen dan wel op elkaar lijken, bio-zonnecellen zitten toch heel anders in elkaar dan gewone zonnecellen. Bio-zonnecellen leveren brandstoffen en chemicaliën, gewone zonnecellen leveren elektriciteit. Bio-zonnecellen hebben naast zonlicht ook nog CO₂ nodig, gewone zonnecellen doen het met alleen zonlicht. Maar ze kunnen op hetzelfde dak liggen. We kunnen ons dus voorstellen dat het dak aan de zuidkant van de boerderijschuur van de toekomst voor de helft de éne en voor de andere helft de andere zonnecel draagt. Zodat de boer zowel elektriciteit als brandstoffen uit de zon maakt. Of chemicaliën die hij nodig heeft voor zijn kleine bioraffinaderij. Maar misschien gaat het heel anders en legt men in de toekomst alleen bio-zonnecellen aan op plaatsen waar veel CO₂ langs komt, zoals rond een fabriekspijp. Bio-zonnecellen bevinden zich nu nog in het stadium van wetenschappelijk onderzoek, wij denken dat het nog een jaar of 20 zal duren voordat zij dezelfde plaats zullen innemen als gewone zonnecellen nu.

En nog vele andere duurzame technologieën. Wie gaat graven in de wereld van technologische vernieuwingen, komt onder de indruk van de enorme mogelijkheden die voor ons liggen. Een heel goed overzicht geeft de Vlaming Gunter Pauli in zijn boek 'Blauwe economie'. De innovaties hebben lang niet allemaal betrekking op groene grondstoffen. Sommige zijn zó eenvoudig dat je je afvraagt waarom de mensheid niet eerder op dat idee is gekomen. Wij hebben uit de overweldigende hoeveelheid prachtige nieuwe technieken twee voorbeelden gekozen; gewoon omdat we ze graag vermelden.

Het bedrijf Groasis uit Steenbergen heeft de Waterboxx ontwikkeld. Deze laat planten en bomen groeien in droge gebieden met maximaal 15 liter water. Het water sijpelt langzaam de woestijnbodem in en voorziet de zaden in de grond net van voldoende vocht. De box geeft 50 milliliter water per dag vrij. Dat zorgt ervoor dat de gewassen een fors wortelstelsel ontwikkelen. Dat wortelstelsel hebben ze

nodig om later in droge tijden diep in de grond nog water te kunnen bereiken. Tegelijkertijd verzamelt de Waterboxx regen- en condenswater voor later gebruik. Een ingenieus systeem zorgt ervoor dat dit niet verdampt. Volgens de ontwerpers houdt de Waterboxx voldoende nieuw vocht vast voor volgende seizoenen. Zij stellen dat 90% van de planten en bomen in leven blijft, ongeacht de omstandigheden. De waterbesparing in het eerste jaar is 90%, vergeleken met andere irrigatiemethoden. En vanaf het tweede jaar is de waterbesparing 100%, omdat de planten dan geen water meer nodig hebben van de teler.

Een tweede voorbeeld is de Mobiele Fabriek, opgericht door Gerard Steijn, een ondernemer die na zijn 65^e vond dat hij nog lang niet toe was aan zijn pensioen. De Mobiele Fabriek geeft een tweede leven aan puin, met het zogenoemde Q-brick systeem. Bouwpuin wordt verwerkt tot nieuwe betonblokken, gewoon door het te vermalen en met wat chemicaliën weer aan elkaar te plakken. Q-bricks zijn vooral een prachtig idee na een ramp, zoals na de tsunami in Zuidoost Azië of de aardbeving in Haïti. In Haïti wonen 200.000 mensen nog steeds in tentenkampen na de zware aardbeving in 2010. De 25 miljoen ton puin van de ingestorte gebouwen is aan de kant geschoven en ligt daar nog steeds. Steijns fabriek kan van die berg weer een miljoen huizen maken. Q-bricks hebben de welbekende vorm van legostenen. Ze kunnen gewoon worden gestapeld. Deze vorm maakt metselspecie overbodig en zorgt voor een oersterke constructie (bestand tegen aardbevingen met een kracht van 8.0 op de schaal van Richter). Bouwen met Q-bricks is daardoor goedkoper en sneller dan met nieuwe grondstoffen. En bovendien veel beter voor het milieu, vooral doordat het Q-brick systeem geen cement meer nodig heeft.

De bedrijven Groasis en de Mobiele Fabriek zijn maar twee voorbeelden. De wereld zoekt van nieuwe duurzame technologie. Jong en oud willen er iets mee. Als alle mensen als consumenten en als werkenden de ogen en oren open houden en zich op de hoogte willen stellen van duurzame nieuwe mogelijkheden, ligt er een nieuwe wereld voor ons open.

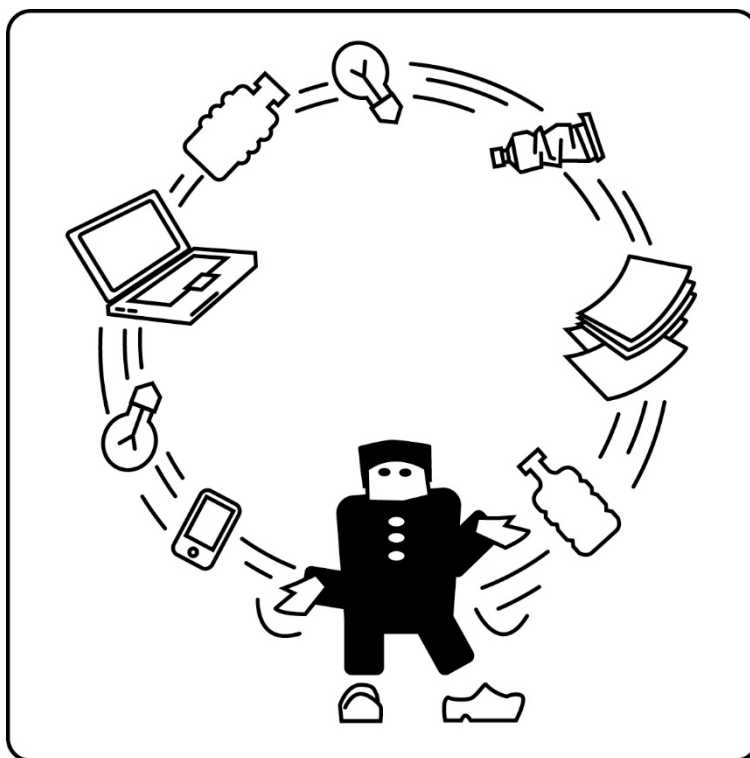
Nieuwe mogelijkheden. Wat gaan wij als burgers en consumenten uiteindelijk merken van al deze nieuwe producten en technologieën? Met die vraag draaien wij de blikrichting om. We vragen niet meer wat de industrie kan gaan doen met groene grondstoffen, maar hoe deze producten in ons dagelijks leven zullen doordringen. In de toekomst zullen onze medicijnen worden gemaakt uit suikers, plantaardige oliën en eiwitten, net als veel van onze kleding en vele verpakkingen. De polyester boot waarmee we in het weekeinde het water op gaan, is gemaakt van een plastic gemaakt uit suiker, versterkt met hennepvezel. De medicinale plastics die de chirurg gebruikt komen uit plantaardige oliën, net als onze verven en coatings. Cosmetics en verzorgingsproducten komen bijna alleen nog maar uit

groene grondstoffen. Zelfs het gebruiksvoorwerp dat de meesten van ons al helemaal niet met groene grondstoffen in verband zullen brengen, kan grotendeels 'groen' worden: de auto.

Auto's bestaan voor het grootste deel uit metaal, vooral ijzer en staal, zo zullen de meeste mensen denken. Maar dat is nu al steeds minder het geval. Ijzer en staal zijn eigenlijk alleen nog nuttig voor onderdelen die heel sterk moeten zijn of die heel heet kunnen worden: frame en motorblok. Andere metalen zijn nodig voor computers (steeds meer aan boord) en de elektrische bedrading. Maar steeds meer onderdelen van auto's zijn van kunststoffen: stoelen en bekleding, dashboard, bumpers. Al deze kunststoffen kunnen worden vervangen door bioplastics. Ook composieten (versterkte plastics) zoals bumpers kunnen voor 100% uit groene grondstoffen worden gemaakt: door de glasvezel te vervangen door natuurvezel. Onderdelen die stevig moeten zijn worden nu al steeds minder gemaakt van metaal en meer van carbonvezel (lichter, sterker). Carbonvezel is een petrochemisch product, maar producten uit groene grondstoffen zullen binnen een paar jaar net zo stevig kunnen worden. Zelfs het frame zullen we misschien uit groene grondstoffen kunnen maken: uit houtvezels die door speciale bewerkingen net zo sterk zijn geworden als staal (maar wel lichter). Zodat wij zullen rijden in een auto die grotendeels is gemaakt van hout, en stoffen gemaakt uit hout. Die rijdt op elektriciteit uit de zonnecel, of op biobrandstof uit de bio-zonnecel. Onmogelijk? Zeker niet!

Schaalgrootte. Als we tenslotte met andere ogen gaan kijken naar onze voorbeelden kunnen we nog een andere conclusie trekken. Een belangrijke les is het belang van schaalgrootte. Sommige voorbeelden ontspringen uit de energiesector, bijvoorbeeld biodiesel. De chemische en materialenindustrie die hierop aanhaakt (bijvoorbeeld alles met glycerol), moet dat doen op de schaal van de energiesector. Dat loopt dan direct in de tienduizenden tonnen per jaar. Projecten die aanhaken bij de landbouw, bijvoorbeeld op basis van koolzaad, moeten zich juist aanpassen bij de schaalgrootte van de landbouw. Dan gaat het om veel kleinere hoeveelheden materiaal. In beide gevallen moet de chemische industrie zich aanpassen. De productie van chemicaliën en materialen, ook al is deze een van de belangrijkste welvaartsdragers van de toekomst, moet zich aanpassen bij een 'moederindustrie' om van de grond te komen: de petrochemie in het verleden, de landbouw in de toekomst. De betrekkelijk kleine schaal van de landbouw geeft daardoor een flinke impuls aan de meer regionale economie van de toekomst.

Hoofdstuk 13. De Groene Economie



13.1. Groene regio's

Hoe groot is die groene economie eigenlijk? Dat is nog niet een eenvoudige vraag. Wat rekenen we dan wel mee en wat niet? De overheid heeft aan CE Delft gevraagd daar een eerste schatting van te maken. Op dezelfde manier als voor duurzame energie. Het aftelpunt is 2011. Alles wat met voeding en veevoer van doen heeft tellen we niet mee. Wel tellen we alle groene activiteiten in de industrie voor materialen, in de chemie en de energie. Alle gebruik van biomassa buiten de voedselketen wordt dus geteld. Traditionele bedrijfstakken zoals bosbouw, hout, papier, textiel en leer tellen mee en maken op dit moment zelfs nog het grootste deel uit. Papier en hout zijn daarbinnen nog verreweg de grootste. De totale toegevoegde waarde van de groene economie volgens deze definitie was in 2011 bijna € 3 miljard, ofwel 0,3% van de Nederlandse economie. 80% daarvan komt voor rekening van de sector materialen. De chemie, inclusief de biobrandstoffen, neemt bijna 20% voor zijn rekening. In de energiesector gaat het alleen om biogas en vuilverbranding. De werkgelegenheid in deze groene business ligt boven de 30.000. Het rapport van CE Delft is een zogenaamde nulmeting en zegt nog niets over de groene groei.

De overgang van onze economie naar groen en duurzaam is nog maar net op gang gekomen. Sommige onderzoekers en futurologen zagen deze overgang al in de jaren '80 van de vorige eeuw aankomen, maar zij waren hun tijd duidelijk vooruit. Te oordelen naar de producten die we kunnen kopen, begint de nieuwe groene golf pas na het jaar 2000. We zijn bezig een fossiel tijdperk af te sluiten en een groen en duurzaam tijdperk te openen – en dat soort processen duurt vaak tientallen jaren. We staan dus nog maar aan het begin. Zo'n fase wordt meestal gekenmerkt door enige chaos. Dat zagen we ook bij de ontwikkeling van duurzame energie. Twintig tot dertig jaar geleden was elk idee en elke richting van onderzoek goed. Nu weten we dat we vooral naar zon, wind, water en aardwarmte moeten kijken en biomassa op een andere manier moeten gebruiken.

Toch kunnen we met betrekking tot biomassa al de tien belangrijkste lessen formuleren.

- Biomassa moeten we liefst niet voor energie gebruiken.
- Biomassa is er in de eerste plaats voor de productie van voedsel.
- Er is meer dan voldoende biomassa voor voedsel én als grondstof voor alle materialen en producten die we tot nu toe uit olie, kolen of gas maakten.
- Wij kunnen alle petrochemische producten en materialen maken uit groene grondstoffen; we hebben daartoe de kennis en kunde. Of we dit daadwerkelijk gaan doen hangt in de eerste plaats af van kosten en baten, maar ook van wetten, regels en overheidsbeleid.

- Veel bedrijven en onderzoekers hebben begrepen dat het niet verstandig is om onmiddellijk de meest moeilijke producten, zoals medicijnen, uit biomassa te halen. Er gaan dan wel erg veel kosten voor de baat uit.
- Land- en tuinbouw hebben begrepen dat energieneutraliteit en energielevering nuttig zijn, maar alleen voor het verlagen van kosten.
- Land- en tuinbouw en industrie pakken nu alle kansen om biomassa te benutten voor (naast voedsel) ook veevoer, bouwmaterialen, vezels, verpakkingen, bioplastics en vele andere toepassingen.
- Het maken van nieuwe producten krijgt de nadruk in plaats van vergroening van bestaande producten.
- De stap om nieuwe gewassen te telen voor non-food toepassingen, begint voorzichtig op gang te komen.
- Vernieuwingen in de voedselketen (bijvoorbeeld eiwitten uit algen of insecten, of uit nieuwe teelten op de akker) liggen nog voor ons, zeker in combinatie met de ontwikkeling van nieuwe non-food toepassingen.

Deze toenemende rol van groene grondstoffen voor de industrie – en de afnemende rol van fossiele grondstoffen – betekent dat het platteland belangrijker wordt voor de economie. We schreven daarover al in hoofdstuk 11. Over de kansen voor boeren om zowel voedingsmiddelen te produceren als grondstoffen voor chemicaliën en materialen. Over eigen energieopwekking op de boerderij. Dit is de ontwikkeling zoals wij die graag zouden willen zien. Land- en tuinbouw, hun coöperaties en de voedselindustrie die het voortouw nemen op de weg naar de groene economie. Zoals gezegd, voedsel moet voorop. Maar daarmee is nog niet gezegd dat land- en tuinbouw ook de trekker van de groene materialen zullen worden. De bestaande grote chemie industrie kan zeggen: lever ons maar suiker, of zetmeel, stro, koolzaad, stengels, loof of wortels en wij doen de rest.

Ondernemingen die voorop lopen in de groene chemie, als DSM, hebben deze neiging. In de eerste jaren van de biodiesel had de boer ook niet veel meer te doen dan het leveren van koolzaad.

Er zijn in Nederland vijf grote landelijke programma's voor de ontwikkeling van chemicaliën en materialen uit groene grondstoffen: BE Basic, CatchBio, BPM (Biobased Performance Materials), DBC (Dutch Biorefinery Cluster), en CCC (Carbohydrate Competence Centre). Er is een stevig nationaal plan voor de biobased economy met veel invloed op de topsectoren energie, chemie en land- en tuinbouw. De EU heeft een enorm programma, BII geheten, in de steigers staan met een omvang van enkele miljarden. Elke lidstaat heeft zijn eigen plannen en mooie voorbeelden. Zijn het platteland, de boeren en hun organisaties dan in staat mee te doen in dit geweld? De kansen zijn alom aanwezig, maar de uitkomst is nog niet duidelijk. Hoewel de meeste voorbeelden uit hoofdstuk 12 een belangrijke rol laten zien voor regio's. De Nederlandse regio's lijken dat goed te

hebben begrepen. Elke regio heeft zijn eigen plannen voor een groene toekomst. Een nieuw regionaal zelfbewustzijn is in opkomst. Dingen zelf doen of dicht bij de hand hebben. Geen gesleep met veevoer rond de wereld. Energie uit eigen beheer. De website van het ministerie van Economische zaken (www.biobasedeconomy.nl) toont acht regio's met samen meer dan 50 lopende programma's. Alle programma's spelen in op regionale sterktes, met prachtige namen als Greenport Venlo, Bio Energie Oost, Biobased Delta (Zeeland), Design Challenges Bioplastics (Amsterdam), Bioport Rotterdam, Biotech Campus Delft, Green Chemistry Campus (Bergen op Zoom), BioBrug (Groningen), Ecommunitypark (Friesland), Provincie Drenthe Biobased en ACRRES (Lelystad). De grote boerenorganisatie, LTO, heeft haar eigen plannen voor de groene economie en is volop bezig de aansluiting te vinden bij al die andere plannen. Maar in al die plannen en programma's zit veel overlap die vooral wordt ingegeven door de angst een nieuwe ontwikkeling te missen. Toch ontstaan er tientallen verbindingen tussen bestaande regionale sterktes en nieuwe groene initiatieven. En het is bemoedigend dat veel ondernemingen en instellingen die met energie zijn begonnen nu doorstappen naar groene producten met meer toegevoegde waarde. Zo zien we in de tuinbouw (Westland, Venlo, Emmen) naast energieprojecten steeds meer projecten voor gebruik van restmateriaal; zoals tomatendozen uit tomatenstengels of brandvrije gevelplaten uit aubergineresten. De aandacht bij zuiveringsbedrijven en waterschappen verschuift van verbranding van vuil of slib naar het winnen van waardevolle producten uit de afvalstromen. In van oudsher groene regio's als Noord-Nederland krijgt grasraffinage voet aan de grond. Akkerbouwstreken maken plannen voor gebruik van suiker, zetmeel en stro voor andere producten naast veevoer en menselijke voeding.

Voorbeelden zijn mooi, maar de onderliggende trends in de goede richting zijn beter. Wij zien twee bemoedigende ontwikkelingen ten gunste van platteland en regio. De eerste betreft duurzame energie. Het platteland is volop bezig zijn eigen energie op te wekken. Zonnepanelen en windmolens zijn bij uitstek geschikt voor kleinschalig gebruik, en dat past perfect bij de moderne boer. De teleurstellingen met mestvergisting hebben niet geleid tot afkeer van duurzame energie. Boeren blijven zoeken naar nieuwe mogelijkheden. Ook hier dringt het besef door dat energie slechts een middel is. De aandacht verschuift naar hogere toegevoegde waardes. De tweede trend sluit daarbij aan. Het betreft de uitvoering van allerlei bewerkingen zo dicht mogelijk bij de akker of de boerderij. Op vele terreinen in de landbouw en de voedingssector is centralisatie over het hoogtepunt heen. Vooral bij producten met een hoog watergehalte is het voordelig de eerste bewerkingen bij het veld te doen. Grasraffinage, de winning van krachtvoer uit grassap, komt pas nu van de grond omdat de installatie op wielen staat en naar de boer toekomt. Voor de productie van alcohol uit suiker hoeft de biet straks niet

meer naar de suikerfabriek. In nieuwe kleinschalige installaties gaat de gehele suikerbiet in de vermalder (in vacuüm en bij 65 °C) waarna de aanwezige suiker direct wordt gefermenteerd tot alcohol. De temperatuur is hoog genoeg om de alcohol gelijk door destillatie af te scheiden. Het residu gaat naar de vergister en levert meer dan voldoende biogas om de installatie te stoken. Het digestaat, restant na de vergisting met onder meer de mineralen, gaat terug naar de akker. De installatie levert tot 15% meer alcohol dan de traditionele route. Een derde voorbeeld betreft biodiesel. Die komt straks misschien ook niet meer van de pomp. De installatie komt naar de boer toe. Koolzaad, alcohol en een lading goed verpakte enzymen gaan de machine in. De producten die er uit komen zijn in de eerste plaats zuivere plantaardige olie, glycerol, veevoer, energie in de vorm van stroom en warmte, en hoogwaardige eiwitten. De energie die vrijkomt is meer dan voldoende om de installatie te laten draaien. Alle mogelijkheden voor toepassing van deze producten hebben we in het vorige hoofdstuk uitvoerig besproken. De installatie is ontwikkeld door TCE, Technology Centre Europe in Stads kanaal. Het concept geeft de boer alle kansen om een fraaie kringloop voor zijn onderneming op te zetten. De installatie wordt nu met koolzaad als voorbeeld geperfectioneerd, maar het principe is toepasbaar op elke bron met een flinke hoeveelheid vetten. Zoals andere oliehoudende gewassen, frituurvet, slachtafval, etensresten en zelfs algen of rioolslib.

Als chemici zien wij nog iets bijzonders. Alle producten in deze voorbeelden die op de boerderij worden gevormd, zijn vloeibaar: alcohol, biodiesel, grassap, glycerol. Dat maakt niet alleen het vervoer gemakkelijker, bij vloeistoffen kan de kwaliteit ook eenvoudiger worden vastgesteld en bewaakt dan bij vaste producten. Dat maakt het ook weer gemakkelijker om een klein deel van die vloeistoffen te gebruiken voor hoogwaardige toepassingen als voedingsadditieven, geur- en smaakstoffen, cosmetica en medicijnen. Zodat moderne onderzoekscentra als CCC (Carbohydrate Competence Centre) en PCC (Protein Competence Centre) precies de kwaliteit kennen van de suikers en eiwitten die ze gebruiken voor hun proefnemingen.

Er zullen nog heel veel praktische, bestuurlijke en juridische problemen moeten worden opgelost voordat de genoemde projecten algemeen worden toegepast. Maar deze voorbeelden vormen slechts een greep uit vele mogelijkheden. Ze laten een trend zien die de groene maatschappij van de toekomst richting geeft. We zien dat:

- voedselproductie, eigen energie en groene materialen goed samen gaan;
- regio's energieneutraal en daarmee ook CO₂-neutraal kunnen worden;
- petrochemische producten voor een groot deel vervangen kunnen worden door producten uit groene grondstoffen, mits de landbouwsector zich daarvoor inzet;

- boeren en midden- en kleinbedrijven elkaar vinden in kleinschalige projecten op basis van onderling vertrouwen;
- een kringloopeconomie op regionale schaal zeker mogelijk is;
- eenvoudige organisatievormen als zzp-ers en coöperaties steeds vaker het beeld bepalen.

Twee middelgrote coöperaties beginnen trendsetters te worden in de groene economie: Cosun in Breda en AVEBE in Veendam. Beide profileren zich met grote en ambitieuze plannen om hun gewas (suikerbiet en aardappel) volledig te benutten voor voedsel en steeds meer groene non-food toepassingen. Coöperaties zijn stevig geworteld in regio's en daarmee bevestigen Cosun en AVEBE de tendens van groene groei via sterke regio's. De grootste coöperatieve onderneming in Nederland, Friesland Campina, moet de wereldmarkten voor groene non-food producten weliswaar nog betreden, maar heeft wel plattelandsontwikkeling als speerpunt in de bedrijfsstrategie staan.

13.2. De circulaire economie

Het idee dat onze economie circulair moet zijn, krijgt steeds meer aanhang. Met circulaire economie bedoelen we een economisch systeem waarin producten en grondstoffen zoveel mogelijk opnieuw worden gebruikt. Kringloopbeheer is misschien wel een betere omschrijving. Opdat eindige materialen minder snel opraken en afvalstoffen minder ophopen. Kortom: zodat hun waarde zoveel mogelijk wordt behouden. Dat is heel anders dan in de huidige 'lineaire' ofwel lijnvormige economie, waarin producten aan het einde van hun levensduur worden vernietigd zodat hun grondstoffen verloren gaan.

Al vanaf de jaren '70 werkt onze maatschappij aan de circulaire economie – in de vorm van recycling – ofwel het terugwinnen van grondstoffen. Dat is behoorlijk succesvol geweest: in Nederland wordt nog maar 4-5% van alle afval gestort, de rest wordt weer nuttig gebruikt of verbrand. Er zijn twee stromingen. Zo vroeg mogelijk scheiden, zodat de recyclingindustrie alleen zuivere stromen binnen krijgt waaruit deze weer gemakkelijk hoogwaardige producten kan maken. Bijvoorbeeld door de plaatsing van aparte glasbakken en papierbakken. Achteraf het gemengde afval scheiden is door voortdurende verbetering van scheidingstechnologie een goed alternatief. Zoals nu steeds meer gebeurt bij de verwerking van huisvuil, vóórdat het wordt verbrand. De grens tussen beide stromingen verschuift voortdurend. Want de scheidingstechnologie wordt steeds beter zodat we gemengd afval steeds beter kunnen behandelen. Op elk moment is er daarom discussie: wat is het verstandigste en goedkoopste? Zie de lopende discussies over het scheiden van plastic afval en over statiegeld op plastic flessen.

Maar het idee van de circulaire economie gaat verder dan recycling. De voorstanders van de circulaire economie zien deze als een fundamenteel antwoord op de weggooimaatschappij. Ze willen zowel het opraken van grondstoffen bestrijden als de ophoping van afvalstoffen voorkomen. Met vervanging van fossiele energie door duurzame energie en met hergebruik van alle eenmaal gebruikte materialen zou de maatschappij echt veranderen.

Een radicale versie van de circulaire economie is het Cradle-to-Cradle (C2C, letterlijk wieg-tot-wieg) idee. De ontwerpers hiervan, William McDonough en Michael Braungart, stellen dat veel recycling (hergebruik) neerkomt op downcycling; neergebruik. Er is wel hergebruik, maar meestal in laagwaardiger toepassingen. Hun doelstelling is producten zó te maken dat je er zo veel mogelijk van kunt hergebruiken voor dezelfde of zelfs een betere functie. Dit is nu vaak nog een probleem om twee belangrijke redenen. De ene is: producten bestaan uit tientallen grondstoffen en materialen. Zoals de smartphone, waarin de meeste materialen zijn samengeperst in één plaatje. Probeer daar maar eens alle verschillende metalen weer uit te halen! De andere is dat materiaal bij het recyclen vaak op één hoop wordt gegooid. Zoals bij plastics. Alle 'vers' geproduceerde plastics zijn hoogwaardig, dat wil zeggen: precies geschikt voor het doel waarvoor ze zijn ontworpen. Bij het verzamelen van oud plastic worden vaak alle plastics bij elkaar gegooid, zodat daaruit alleen nog maar laagwaardige producten kunnen worden gemaakt. Zoals bermpaaltjes, die aan het eind van hun levensduur alleen nog maar verbrand kunnen worden. In de C2C filosofie moeten alle materialen aan het eind van hun levensduur zó goed worden opgeleverd, dat daaruit tenminste net zulke hoogwaardige producten kunnen worden gemaakt. Of juist nog betere producten: upcycling (omhooggebruik) in plaats van downcycling. Met de producten die wij nu gebruiken, is dit haast onmogelijk. C2C leidt dan ook tot eisen aan het ontwerp van producten. Zij moeten zó worden ontworpen, dat de verschillende onderdelen ervan na gebruik weer netjes apart kunnen worden teruggewonnen. C2C leidt ook tot eisen aan de scheidingstechnologie. Als wij verschillende plastics bijvoorbeeld beter van elkaar kunnen scheiden, kunnen sommige weer in hun oude toepassing terugkomen.

Andere voorstanders van de circulaire economie, zoals de Duits/Nederlandse architect Thomas Rau, leggen de nadruk op gebruik in plaats van bezit. Leasen in plaats van bezitten. Zij zeggen dat de maatschappij het hergebruik veel beter kan organiseren als de gebruikers van producten (de consumenten) het product niet kopen, maar huren. Consumenten, zeggen Rau en zijn bedrijf TurnToo, moeten geen spullen kopen maar diensten. Hij werkt aan de 'verdiensting' van goederen. Als je een kantoor hebt, koop je geen tapijt, je koopt een 'tapijtdienst'. Je betaalt de tapijtproducent niet voor de aanschaf, maar voor het gebruik. Heel radicaal gesteld: voor het aantal voetstappen op het tapijt, want

dat aantal bepaalt hoe snel het tapijt slijt. Aan het eind van de levensduur neemt de producent het tapijt weer terug en je koopt een nieuwe tapijtdienst. De producent haalt zijn winst uit de verhuur én uit het gemak waarmee hij uit oud tapijt weer nieuw tapijt kan maken. Daardoor krijgt de producent een belang bij het goed kunnen recycleren van zijn product. Thomas Rau heeft een kantoor waarin zo'n tapijt ligt. Hij betaalt ook niet voor lampen boven zijn werktafel, maar voor het licht dat ze geven. De leverancier van lampen krijgt er op die manier belang bij dat ze weinig stroom verbruiken én dat de lampen aan het eind van hun levensduur weer goed kunnen worden hergebruikt in het productieproces.

Een belangrijke stem in het koor van de circulaire economie is sinds kort de Ellen MacArthur stichting. Daarbij zijn grote bedrijven en organisaties aangesloten, zoals Coca-Cola, BAM, Rabobank, Renault en Philips. Deze stichting publiceerde in januari 2012 een rapport, geschreven door adviesbureau McKinsey, over de economische kansen van de circulaire economie. Het rapport onderzoekt vele mogelijkheden voor circulaire processen en komt daarbij tot de conclusie dat zij veel geld kunnen opleveren. Door over te schakelen op een circulaire economie zou de Europese industrie over tien jaar honderden miljarden minder hoeven uit te geven aan grondstoffen. Er zou bovendien veel werk ontstaan in sectoren als productontwikkeling en renovatie.

De Ellen MacArthur stichting noemt acht principes voor de circulaire economie.

1. De waarde van goederen wordt zoveel mogelijk behouden. Daarvoor moeten we eerst onderzoeken of het product opnieuw kan worden gebruikt, daarna of hetzelfde kan gebeuren met de onderdelen ervan; en tenslotte hoe de grondstoffen weer nuttig kunnen worden toegepast.
2. Producten worden zo ontworpen en gemaakt dat deze aan het eind van hun leven gemakkelijk uit elkaar kunnen worden gehaald en de verschillende materialen eenvoudig kunnen worden gescheiden.
3. Bij productie, gebruik en verwerking van het product worden geen schadelijke stoffen uitgestoten.
4. De onderdelen en grondstoffen van 'gebruiksgoederen' (zoals een lamp) worden hergebruikt zonder kwaliteitsverlies (bijvoorbeeld in een nieuwe lamp, maar misschien ook wel in een nieuwe laptop).
5. De grondstoffen van 'verbruiksgoederen' (zoals tandpasta) zijn biologisch afbreekbaar en worden teruggegeven aan de natuur (nadat we eerst nog eruit hebben gehaald wat nog goed opnieuw kan worden gebruikt).
6. Klanten betalen voor het gebruik van producten, niet voor het bezit. De producent blijft dus eigenaar van gebruiksgoederen. Een andere mogelijkheid is dat de producent het product terugkoopt aan het einde van de levensduur.

7. Hierdoor wordt het voor de producent van levensbelang, producten te leveren van de juiste kwaliteit. Want niet het tastbare product zelf, maar zijn prestatie bepaalt de waarde.
8. Samenwerking in de hele keten is voor bedrijven buitengewoon belangrijk. Door goede samenwerking kunnen zij producten leveren met een meervoudige waarde. Dit komt niet alleen de bedrijven in de keten ten goede, maar het verhoogt ook de duurzaamheid van de keten. En daarom profiteert de hele samenleving ervan.

Anderen in de wereld van de circulaire economie kijken naar de natuur als inspiratiebron. Voor hen betekent de circulaire economie in de eerste plaats: leren van de natuur. Deze stroming staat wel bekend onder de naam 'biomimicry', in lelijk Nederlands 'biomimetica', letterlijk: navolging van de natuur. In de natuur verkeert alles in een kringloop. Alles wat ergens in de natuur wordt gemaakt, wordt ergens anders afgebroken om daarna weer in een andere vorm opnieuw te worden gebruikt. Zo is de natuur de inspiratiebron voor de circulaire economie. De biomimetica bestudeert natuurlijke processen om te zien hoe zij ons kunnen helpen om onze problemen op te lossen. Dat is een krachtig principe dat veel ideeën oplevert. Zoals klamschoenen, plakband en klimrobots die zich vasthechten aan een ondergrond en deze weer loslaten, net zoals gekko's dat doen. Of zonnepanelen die licht vasthouden, net zoals bij ogen van nachtvlinders. Betere kleuren door nanobuisjes net als in vlindervleugels. Zelfherstellende materialen. Verwarming en koeling van gebouwen net zoals termieten dat doen in een termietenheuvel, waar de temperatuur constant is ook als is het buiten gloeiend heet of bitter koud. Nanotechnologie zal hierin vaak een belangrijke rol spelen. Biomimetica is een goede inspiratiebron bij verwerking van groene grondstoffen. Door gebruik of nabootsing van natuurlijke processen zullen deze vaak efficiënter en goedkoper kunnen worden, en vaak ook nog duurzamer.

Ook een andere stroming binnen de circulaire economie zoekt zijn inspiratie in de natuur: de 'industriële ecologie'. Deze kijkt naar het systeem waarin productie en consumptie plaats vinden alsof het een natuurlijk systeem was. De industriële ecologie is 'holistisch', hij kijkt naar het geheel. Industriële ecologen proberen te begrijpen hoe menselijke systemen als industrieën, steden etc. invloed hebben op hun natuurlijke omgeving en omgekeerd. Zij proberen die menselijke systemen opnieuw te ontwerpen en gebruiken daarbij natuurlijke systemen als inspiratiebron. Bijvoorbeeld door te kijken naar de manier waarop de natuur de productie van afval voorkomt. Aanhangers van deze gedachten laten zich sterk leiden door de lokale omstandigheden: hoe zit de plaatselijke natuur in elkaar? Welke grondstoffen levert die? Welke beperkingen legt deze op aan menselijke activiteiten? Industriële ecologen denken dan ook vooral kleinschalig.

Zij ontwerpen productieprocessen zodanig dat deze passen in de plaatselijke omgeving, en houden tegelijkertijd hun invloed op wereldschaal in het oog. Industriële ecologen willen waar mogelijk het natuurlijk kapitaal herstellen en hebben daardoor ook het sociale welzijn hoog in het vaandel.

Biomimetica en industriële ecologie leren van de natuur. Daarmee kunnen we alles in een kringloop brengen zoals in de natuur vanzelf alles al in kringlopen is. Misschien dat de natuur ons uiteindelijk zelfs oplossingen laat zien voor maatschappelijke vraagstukken.

Deze paragraaf is tot stand gekomen samen met Maarten van Schie, master student Earth Sciences.

13.3. Onderwijs voor groene groei

Onze groene groei gaat vooral komen van een nieuwe economische sector, een combinatie van landbouw, chemie en materialen. Zo'n nieuwe sector vraagt mensen met nieuwe kennis. Die mensen worden nu en in de komende jaren opgeleid. Deze studenten zullen veel hebben aan onderwijs waarin de oude schotten tussen agrarische vakken en chemie worden afgebroken. Materialen kunnen daarbij een brug vormen. In zo'n nieuwe situatie zal het onderwijs eerder werken vanuit het grotere geheel (holistisch) dan vanuit de afzonderlijke vakken (specialistisch). En behalve nieuwe studenten zijn er ook vele ondernemers en werknemers in deze sectoren die baat zullen hebben bij bijscholing. Kortom, een transitie als deze vraagt veel werk van het onderwijs, het moet zich anders gaan instellen en nieuwe cursussen en opleidingen gaan ontwikkelen.

Deze trend is al aan de gang. Onder de naam biobased economy ontwikkelen Nederlandse onderwijsinstellingen cursussen die de bestaande schotten doorbreken. En dat gebeurt op alle niveaus, vanaf het middelbaar onderwijs tot aan universiteiten. Op middelbare scholen bijvoorbeeld in bestaande vakken, zoals chemie en NLT (Natuur, Leven en Technologie). Op HBO's en universiteiten als basismodule, als minor en als keuzemodule binnen een bredere opleiding. Er komen masteropleidingen aan. In de zijlijn van dit aanbod komen er bovendien steeds meer cursussen en trainingen voor werkenden onder het motto LevenLangLeren. Internet zorgt voor snelle verspreiding en is de basis voor delen van kennis. De site www.biobasedacademy.nl geeft een overzicht van de al beschikbare lesmaterialen voor biobased economy.

Aan dat overzicht is duidelijk te zien dat het onderwijs in de biobased economy weliswaar volop in ontwikkeling is, maar dat het ook nog zoekt naar de beste vorm. Vaak is het nog de bedoeling de oude vakken in ere te houden. Zoals

biologie, chemie, scheidingstechnologie, plantenveredeling, akkerbouw enzovoort. Biologie ontwikkelt zich meer en meer tot centraal vak en zal een basisvak in veel opleidingen worden. Zodat studenten meer inzicht krijgen in de werking van de levende natuur, en in de effecten van menselijk ingrijpen daarin. Het gaat niet alleen om het maken van materialen uit groene grondstoffen, maar ook om te leren van de natuur. De natuur blijkt ons met al zijn processen nog veel te kunnen leren en inspiratie te geven. Naast het leren van vakkennis is het heel belangrijk om te gaan denken vanuit het geheel en vanuit kringlopen en ketens (holisme). Boeren en industriële verwerkers van de oogst hebben er in de toekomst veel aan om hun activiteit te kunnen zien als onderdeel van een keten. Akkerbouwers zouden bijvoorbeeld kunnen bekijken in welke ketens kansen liggen voor hun producten. Met kennis van bioraffinage kunnen ze te weten komen welke onderdelen van hun oogst geld kunnen opleveren, en in welke markten. Ze kunnen zich verdiepen in kwaliteitseisen en de invloed daarvan op prijzen. En in de vraag welke eisen men in die markten stelt aan omvang en betrouwbaarheid van de leveringen. Daarnaast zou het onderwijs aan akkerbouwers kunnen leren, vanuit de kringloop te kijken naar hun proces: mineralenboekhouding (N, P), bodemkwaliteit, vruchtwisseling, centrale of lokale verwerking, etc. Boeren zouden kunnen leren dat energie wel een tamelijk makkelijke markt is voor de afzet van restproducten, maar één die niet zo veel oplevert. Ze kunnen leren kijken naar andere markten die meer opleveren (chemicaliën, materialen) en energie leren bezien als sluitpost. Boeren moeten groene ondernemers gaan worden. Ze moeten niet alleen hun vak beheersen, maar ook iets weten van chemie, ketens, logistiek, wetten en regels, en maatschappelijke aspecten. Aan de andere kant kunnen studenten in de chemische technologie leren dat zij te maken zullen krijgen met biologische grondstoffen en hun natuurlijke variatie. In het éne jaargetijde kan de kwaliteit beter of slechter zijn dan in het andere; sommige gewassen kennen campagnes waarin zij ineens in grote hoeveelheden moeten worden verwerkt en misoogsten zijn altijd mogelijk.

Voor het herzien van het onderwijsprogramma moeten scholen en universiteiten dus goed nadenken over de veranderingen die op til zijn. De transitie gaat niet alleen maar over een nieuw technologisch proces of een nieuwe grondstof. De verandering omvat de hele maatschappij, zowel nationaal als internationaal en gaat tientallen jaren duren. Handelsstromen gaan veranderen. Veel landbouwproducten moeten worden voorbewerkt in de eigen regio, waarbij voor elke regio weer andere kansen ontstaan. Elke agrarische ondernemer krijgt daarmee te maken, direct of indirect. Het agrarisch onderwijs is regionaal georganiseerd en kan hier goed op inspelen. Dit type onderwijs kan ook een rol spelen in het zoeken naar nieuwe teelten. Denk aan teelten in water als algen, wieren en kroos. Ook dubbele teelten in bijvoorbeeld de glastuinbouw (zoals combinatie van tomaten- en algenteelt) komen in aanmerking. En er zijn

vraagstukken die ver uitgaan boven de techniek of de economie: denk aan food/fuel discussie, de vraag of landbouwproducten industrieel mogen worden gebruikt. Ook wetten en regels moeten voortdurend opnieuw worden bekeken, het is goed als het onderwijs in elk geval aan zulke vraagstukken aandacht schenkt. Door deze veranderingen wordt het onderwijs in de biobased economy en de daarbij betrokken vakken alleen maar interessanter. Dat geldt zowel voor de technische kant als voor de maatschappelijke kant. Studenten kunnen een technische studierichting kiezen waarmee ze wereldproblemen kunnen aanpakken. Iets waar de laatste jaren alleen maar meer vraag naar is ontstaan. Studenten kunnen ook voor een sociale wetenschap kiezen en van daaruit de verbinding zoeken met de nieuwe, groene maatschappij van de toekomst. Veel studierichtingen waarvan nu nog wel eens het maatschappelijk nut of de kans op werkgelegenheid wordt betwijfeld, zullen in een groene en duurzame maatschappij hun plaats weten te vinden.

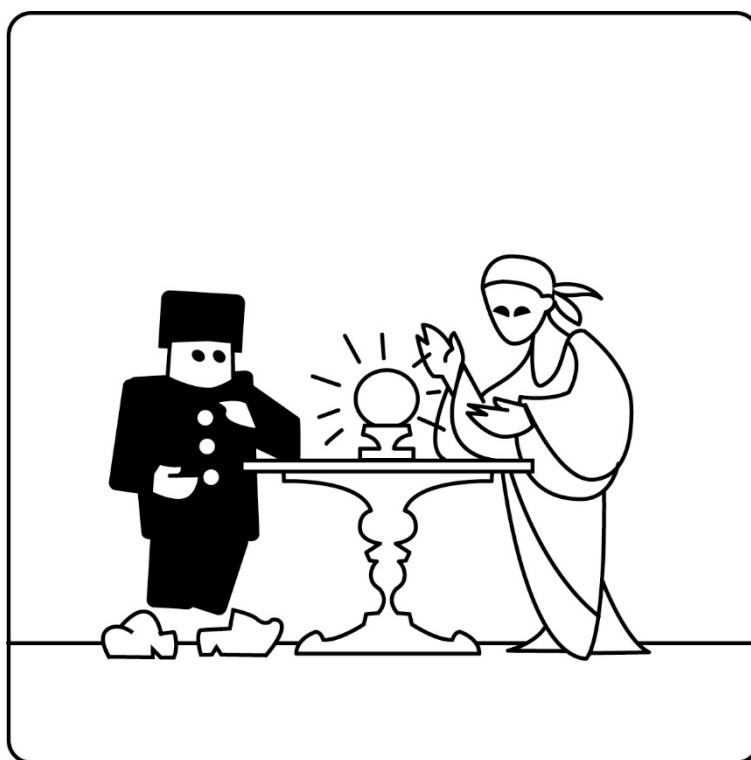
Op alle niveaus is door het onderwijs in Nederland al het nodige tot stand gebracht. Het MBO heeft een keuzemodule biobased economie ontwikkeld. Nieuwe Centra voor Innovatief Vakmanschap (CIV's) moeten het MBO beter laten aansluiten op de 'topsectoren' en in dat kader zijn er CIV's ontstaan voor de biobased economy en voor de tuinbouw. Onderwijs en projecten in de CIV's sluiten nauw aan bij de behoeften in de betreffende topsectoren. Het Centre for Biobased Economy (CBBE) doet hetzelfde voor het wetenschappelijk en hoger beroepsonderwijs. Bij dit centrum hebben zich zeven universiteiten en hogescholen aangesloten. Docenten in HBO en MBO kunnen zich laten bijspijken in trainingen gegeven door Wageningen UR. Op alle niveaus ontwikkelen docenten nieuwe cursussen en ze hebben een sociale mediagroep opgericht om hun materiaal uit te wisselen. En er bestaat al een tijdje een 'kennisbank' op dit gebied, waardoor docenten in contact kunnen komen met elkaar, en lesmateriaal kunnen opzoeken. Er ontstaan nieuwe onderwijsvormen en netwerken. Het groene onderwijs gaat daarin samenwerken met het niet-groene onderwijs en het bedrijfsleven.

Het is nationaal al een heel werk om deze omschakeling in het onderwijs voor elkaar te krijgen – internationaal ligt er een nog veel grotere uitdaging. Voor de duurzame ontwikkeling van de wereld en het voeden van alle nieuwe monden hebben we een enorme hoeveelheid kennis nodig. De OESO heeft berekend dat er over twintig jaar vier keer zoveel hoger opgeleide mensen nodig zijn. Daarvoor zouden we – over de hele wereld gerekend – elke week drie universiteiten van 30.000 studenten moeten openen. Dat zal niet lukken met het bouwen van klassieke stenen universiteiten. Daarvoor hebben we internet nodig. De opbouw van dat onderwijs is al begonnen. In Nederland heet het 'onderwijs op afstand', internationaal spreekt men van MOOC: Massive Open Course.

Grote namen op dit gebied zijn Salman Khan en Sebastian Thrun. De eerste is begonnen met het gratis online aanbieden van korte instructieclips. Hij richtte de Khan Academy op met een ultrakorte behandeling van onderwerpen, als een soort samengeperst college via internet. Thrun, hoogleraar in Stanford, directeur bij Google en medebedenker van de Google Glass bril, pakte het nog breder aan. Hij zegde zijn baan op en begon Udacity, wereldwijd nu een van de drie grote MOOC-aanbieders. De andere twee zijn Coursera en edX (opgericht vanuit Harvard en MIT), die zich ten doel hebben gesteld om een miljard leerlingen online te onderwijzen. Ze zijn alle drie opgericht in 2012 en groeiden dat jaar meteen sneller dan Facebook.

MOOC's vormen een kwaliteitssprong in hoger onderwijs. De meeste cursussen worden gegeven door hoogleraren van elite-universiteiten. Je kunt ook examen doen. MOOC's kunnen gericht onderwijs bieden aan zeer grote groepen studenten. Er zijn veel gratis cursussen, maar ook volledige online master opleidingen. Die kosten uiteraard wel geld, ongeveer een tiende van de opleiding aan een elite-universiteit met hetzelfde programma. Een van de voorlopers in Nederland is de TU Delft, die in 2013 is begonnen met online opleidingen in zonne-energie en in waterbehandeling. Voor najaar 2014 staat een MOOC op het programma over technologie voor producten uit groene grondstoffen. Wageningen UR gaat ook MOOC's aanbieden; deze zijn speciaal gericht op studenten in ontwikkelingslanden – veel goedkoper voor hen dan wanneer ze naar Nederland zouden moeten komen. Het HBO gaat ook MOOC's ontwikkelen. Opnieuw allemaal voorbeelden van meer resultaat met minder inspanningen en minder middelen.

Hoofdstuk 14. De Maatschappij van 2040



14.1. Voorspellen, onbegonnen werk?

Tot nu toe hebben we ons vooral bezig gehouden met concrete zaken. Hoe komen we in de toekomst aan onze energie? Wat is de toekomst van de landbouw? Welke veranderingen gaan plaats vinden in de industrie? Gaat nanotechnologie ons leven veranderen? Nu gaan we het hebben over de manier waarop de maatschappij gaat veranderen. We komen daarbij op glad ijs. Niemand heeft een kristallen bol, ook wij niet. Ook economen niet, die leren vooral het verleden te analyseren. We gaan dus speculeren. Met de nodige slagen om de arm. Wat wij in dit hoofdstuk naar voren brengen is vooral bedoeld als start voor een verdere discussie.

Zicht op 1980 in 1958

‘Het is duidelijk dat verdere mechanisatie alleen plaats kan vinden ten koste van de arbeider, tot het moment dat hij bijna geheel verdreven is van het industriële toneel. Op het westelijk halfrond, zo mogen we verwachten, zal de opkomst van de automatische fabriek uiteindelijk leiden tot de ineenstorting van het bestaande prijsstelsel, dat vervangen zal worden door een vriendelijke, weldadige vorm van gemeenschappelijk eigendom. In een tijdperk waarin de Staat er steeds meer toe neigt de verantwoordelijkheid op zich te nemen voor het welzijn van de burger, en derhalve de individuele vrijheden steeds meer inperkt, hoeven we niet te twijfelen aan de uitkomst van dit proces. In de dagen die voor ons liggen zal geen overheid weerstand kunnen bieden aan de verlokking de controle te verwerven over de middelen van de automatische productie. Omdat vanaf dat moment de productie van goederen gelijke tred kan houden met de vraag, zullen de eerste levensbehoeften, maar ook veel luxe goederen, vrij verkrijgbaar zijn voor iedereen.’

‘Voorspellen is moeilijk, vooral als het over de toekomst gaat,’ aldus de bekende Britse historicus A.J.P. Taylor vijftig jaar geleden. Een zeer terechte opmerking. Kijk maar naar twee voorspellingen uit het verleden en trek uw conclusies. (Bron: Rein de Wilde, hoogleraar Wijsbegeerte Universiteit van Maastricht, ‘De Voorspellers, een kritiek op de toekomstindustrie.’) Grote geleerden als Einstein waagden zich er zelfs helemaal niet aan: ‘De toekomst, daar denk ik niet over na, ze komt snel genoeg.’ Ondanks alle positieve kanten van internet en sociale media blijft ook waar wat Die Zeit schreef in het jaar 2000: ‘De veronderstelling dat de kinderen van het elektronische tijdperk de regels van beschaafd samenleven per muisklik zullen leren, is absurd.’

Zicht op het jaar 2000 in 1983

‘De werkdag zit erop en onze burger begeeft zich huiswaarts. Er is grote kans dat dat op de fiets gebeurt, want het autoverkeer is aanzienlijk verminderd. Veel mensen hebben hun werk tamelijk dicht bij huis. Ze werken bij een klein bedrijf of een vestiging van een grote onderneming, vlak in de buurt. Een groot deel van de bevolking werkt in de informatie-industrie. De informatie-industrie is zeer milieuvriendelijk en niet hinderlijk voor burens, reden waarom de vestiging niet op industrieterreinen maar in of bij woonwijken gesitueerd zijn. Op weg naar huis gaat onze burger, een man nemen we aan, wellicht eerst even de stad in, om wat boodschappen te doen. De werktijd is verkort tot circa 30 uur per week. Overigens is de grens tussen werk en vrije tijd sterk vervaagd. Het werk is niet slechts een baantje; men voelt zich verantwoordelijk en er is sprake van een duidelijke professionele trots. Werkloosheid is er niet.’

Geredeneerd vanuit wetenschap en techniek is verbetering van de wereld niet moeilijk. De technische mogelijkheden voor verbeteringen met een factor 10 zijn bijzonder groot geworden. Het is mogelijk de economie te laten draaien op duurzame energie. Die energie kan ook nog eens goedkoop zijn. Land- en tuinbouw kunnen meer dan 10 miljard mensen zonder meer voeden. Uit dezelfde biomassa waarvan we eten kunnen we ook meer dan voldoende materialen, chemische producten en medicijnen maken, en zo miljarden meer mensen dan nu laten genieten van ons welvaartsniveau. Maar het is de vraag of dat allemaal ook echt gaat gebeuren. Futurologen voorspellen nog veel meer. Zij zien geautomatiseerde snelwegen in 2025, mensen op Mars in 2035, gekweekte organen en synthetisch leven. De 3D printer geeft ons allemaal de mogelijkheid de leukste dingen thuis te maken. Miniaturisatie maakt het mogelijk dat we alle apparatuur van het ziekenhuis in huis kunnen hebben en zelf bedienen. Internet en de sociale media maken het mogelijk om onze diagnose te checken met die van honderden anderen, en de juiste therapie te kiezen. De huisarts volgt achter zijn scherm of het allemaal goed gaat en bemoeit zich alleen met de afwijkende gevallen. We krijgen veel betere medicijnen die ook nog eens precies de weg naar de zere plek weten te vinden. En alle bestaande medicijnen worden bijna gratis door patentvrije productie in China, India en straks ook Afrika. We worden gezond honderd jaar of meer. We krijgen zelfherstellende materialen. Computers en robots kunnen allerlei zaken beter en sneller dan de mens.

Gaat dat ook allemaal echt gebeuren? Wij denken van niet. Is er bijvoorbeeld in de wereld van de futurologen nog wel voldoende werk voor iedereen? Als banen verdwijnen door automatisering, komen er wel nieuwe voor in de plaats? Dezelfde kritische vragen kunnen we stellen bij onze eigen prachtige plannen voor ‘meer resultaat met minder middelen’. Gaat dat bijvoorbeeld niet ten

coste van de economie, het gebruik van ‘minder middelen’? Gaan daardoor niet al banen verloren? En als deze route niet lukt, zitten we dan niet binnen de kortste keren met een uitgeputte planeet, een slecht klimaat en een natuur die we alleen nog maar uit boekjes kennen? Al die plannen gaan uit van een maakbaarheid van de samenleving die er niet is, nooit is geweest en ook nooit zal komen. Zij gaan ervan uit dat alle beslissers als een blok zullen vallen voor de mogelijkheden van wetenschap en technologie. Maar dat is niet het geval. Kijk eens naar de land- en tuinbouw. Bedenk maar eens waarom het zelfs in Europa niet mogelijk is om land- en tuinbouw te bedrijven op hetzelfde niveau als in Nederland. En als dat wel kan, waarom het dan toch weer zo lang moet duren. Toch moeten we plannen blijven maken, onderzoek doen en ontwikkelingen in gang te zetten. Ook al weten we van tevoren dat de werkelijkheid anders en weerbarstiger zal zijn dan we van tevoren denken. Niets doen of de zaak op zijn beloop laten is altijd fout.

En dan is er nog het probleem dat ons perspectief beperkt is. Wij kijken met een westerse bril. Volgens het IMF was 2013 een jaar om te onthouden: vanaf nu hebben de zogenoemde BRICS landen (Brazilië, Rusland, India, China en Zuid Afrika) meer dan de helft van de wereldeconomie in handen. Bescheidenheid, dat is misschien nog wel het moeilijkste om te leren.

14.2. Naar nieuwe relaties

Maatschappelijke relaties gaan veranderen. Door regionalisering zoals we hebben beschreven worden plaatselijke verhoudingen belangrijker. Meer dan ooit gaat gelden ‘think global, act local’: plaatselijk doen op basis van wereldwijde betrokkenheid. Een basis van vertrouwen, zoals we dat hebben besproken, wordt essentieel. We zullen in dat kader een paar ontwikkelingen bespreken die van belang zijn voor een grotere kans op een duurzame toekomst:

- groeiend zelfbewustzijn bij mensen, samen met meer maatschappelijk verantwoordelijkheidsgevoel;
- de opkomst van nieuwe, kleinere sociale verbanden en organisaties;
- meer bedrijven en instellingen uit de ‘oude gevestigde orde’ die duurzaamheid en maatschappelijk verantwoord ondernemen omarmen;
- grotere deelname van vrouwen in alle schakels van de samenleving;
- een constructieve rol van kwalitatief hoogwaardig internet en sociale media;
- sterkere betrokkenheid van de samenleving bij ontwikkeling van de technologie;
- nieuwe kansen voor succesvol onderzoek en innovatie.

De betrokken burger. In heel Europa zien we momenteel dat mensen zelfbewuster worden en tegelijkertijd sterker hun maatschappelijke verantwoordelijkheid op zich nemen. Burgers raken meer betrokken. Vaak laten ze de overheid en politieke partijen links liggen. Men zoekt en vindt elkaar in losse verbanden, weinig gestructureerd. Bijvoorbeeld om zijn verontwaardiging te uiten tegen het dictaat van financiële markten (Occupy); of voor een goed doel als natuurbehoud of betere voeding. De tegenstelling uit de jaren '70 tussen bedrijfsleven en organisaties voor een goed doel lijkt helemaal verdwenen. Greenpeace beveelt energiebedrijven aan, recreatiebedrijven organiseren plannen voor natuurbehoud samen met gemeenten en de plaatselijke Rotary. Grote organisaties schenken zuivere koffie of eisen duurzaam voedsel in hun bedrijfsrestaurants.

In Nederland is Wakker Dier is een mooi voorbeeld van een organisatie die veel heeft bereikt door de overheid links te laten liggen. Ons land heeft veel intensieve veehouderij, waarin grote hoeveelheden dieren worden samengebracht in een zo klein mogelijke ruimte. Normaal bewandelt men de politieke weg om problemen met dierenwelzijn in de intensieve veehouderij aan te pakken. Maar dit bleek een mijnenveld. Wetenschappelijke rapporten met onontkoombare conclusies verdwenen in diepe archiefladen. 'Europa zal het niet toestaan als wij eenzijdig strengere normen gaan opleggen', zei de overheid vaak. Wakker Dier heeft een veel meer doeltreffende weg ontgonnen: mobilisatie van de consument. Europa kan toch geen bezwaar hebben tegen kopersstakingen tegen ongezond vlees?

Dát de consument zich laat mobiliseren voor het dierenwelzijn is nog niet eerder vertoond. Er zijn tientallen jaren aan vooraf gegaan waarin de kiloknallers en plofkippen (nieuw verzonnen woorden van Wakker Dier!) niet uit de keukens waren te verdrijven, en dus ook niet uit de schappen van de supermarkt (of omgekeerd). We kunnen deze mobilisatie zien als teken van bewuster eten en vooral ook van groeiend maatschappelijk zelfbewustzijn. We zijn ons ervan bewust geworden dat ons gedrag en ons consumptiepatroon invloed hebben.

Nieuwe relaties. Dat nieuwe maatschappelijk zelfbewustzijn uit zich nog sterker in nieuwe 'lichte' vormen van samenwerking zoals coöperaties voor lokale energievoorziening, natuurbehoud of standslandbouw, zoals we ook al hebben genoemd in hoofdstuk 11. Anonieme organisaties als energiebedrijven en telecomproviders stuiten op steeds meer weerstand – maar het enthousiasme groeit om het heft in eigen hand te nemen. Door zonnecellen op het dak te zetten kun je je bevrijden van de moloch met wie je alleen verbonden bent door de jaarlijkse nota en een callcenter. Er gaat een nieuwe wereld open wanneer je

voorziet in je eigen energiebehoefte, al is het maar voor een deel. Het wordt een sport om te ontdekken waar de energieslurpers zich in huis bevinden en om een zo groot mogelijk deel van je gebruik te laten dekken door je eigen energie. Stadslandbouw is net zoiets. Je lost er misschien niet het wereldvoedselprobleem mee op, maar je krijgt er wel de intense bevrediging voor terug dat je zorgt voor je eigen welzijn. Als je met anderen een coöperatie vormt, kun je ervaringen uitwisselen en elkaar inspireren; en gezamenlijk inkopen, installeren en onderhouden. Zulke coöperaties zijn gebaseerd op vrijwilligheid en op inzet van alle leden. Die coöperatiegedachte wint terrein. Zo zien wij zzp'ers die hun risico op arbeidsongeschiktheid afdekken in een coöperatie. Wij zien ouders die samen een kinderdagverblijf runnen. Coöperaties zijn een uiting van maatschappelijk zelfbewustzijn en ook een manier om uit te komen onder de invloed van de overheid die steeds meer pretenties krijgt en tegelijkertijd steeds onmachtiger wordt. Deze nieuwe sociale verbanden kunnen we zien als het vernieuwen van de gemeenschap en het verval van de staat.

Een 'oude orde' die zich vernieuwt. Het vertrouwen in overheden, grote instellingen en grote ondernemingen bevindt zich op een dieptepunt. En er zijn nauwelijks tekenen van herstel. Vanuit de samenleving klinkt luid de roep om helderheid en transparantie, maar ook dit is in feite een blijk van wantrouwen. We willen dan eigenlijk nog beter kunnen zien waar en waarom het fout gaat. Helderheid en transparantie moeten ook niet van buitenaf worden opgelegd. Zij moeten van binnen uit komen. Vanuit trots van de mensen in het bedrijf op wat hun bedrijf of instelling doet; vanuit hun behoefte om dat aan de buitenwereld te tonen. 'Maatschappelijk verantwoord ondernemen' of MVO is daarvoor de maatstaf. MVO-Nederland is een organisatie waarbij slechts een klein deel van de Nederlandse bedrijven zijn aangesloten, maar in feite zou elk bedrijf een MVO-bedrijf moeten zijn. De laatste jaren is ook 'duurzaamheid' een veel gebruikt trefwoord. Er zijn internationale duurzaamheidsladders waarop grote bedrijven hun prestaties kunnen laten zien. Waarbij niet alleen het handelen ten opzichte van het milieu telt, maar ook het handelen in de samenleving (kansen van werknemers om onderwijs te volgen, eerlijke lonen etc.). Met MVO en duurzaamheidsladders vernieuwt de oude orde zich.

Het aantal ondernemingen dat hard werkt aan een top tien positie in de duurzaamheidsladder van hun branche neemt snel toe. Nederland loopt daarbij voorop. In de wereldwijde duurzaamheidindexen staan DSM, AkzoNobel, Unilever, Philips, Air France/KLM, PostNL en ook Shell in de top in hun respectieve categorieën. Daar staan echter bedrijven tegenover voor wie duurzaamheid betekent dat hun markten gaan krimpen, vooral oliemaatschappijen en andere bedrijven die delfstoffen winnen. Deze zitten in een spagaat. Zelfs als ze duurzaam

zouden willen zijn, kunnen ze dat niet. Sommige bedrijven proberen dit dilemma op te lossen door in de aanval te gaan en met PR-campagnes de geloofwaardigheid van hun critici te ondermijnen; andere proberen duurzaamheid te herformuleren om alsnog duurzaam te lijken. Beide pogingen moeten we zeer kritisch volgen.

Anderzijds moeten we misschien de oliemaatschappijen op gepaste wijze steunen – hun dilemma is in zekere zin ook ons dilemma. Fossiele energie is nog tientallen jaren nodig, zij het geleidelijk steeds minder. De klimaat- en milieueffecten van de winning van olie uit teerzanden zijn buitengewoon groot; maar dat geldt misschien niet voor de winning van schaliegas, afhankelijk van de omstandigheden in de ondergrond en de zorgvuldigheid van de oliemaatschappij. ‘Verstandig’ omgaan met energie zou kunnen betekenen dat afspraken worden gemaakt over voorwaarden voor verantwoorde schaliegaswinning.

Tot de structuren waarin de wereld problemen van duurzaamheid aanpakt horen de zogenaamde ‘Ronde Tafels’. Dit zijn samenwerkingsverbanden tussen bedrijven, overheden en maatschappelijke organisaties, die zich inspannen voor duurzaamheid van grondstoffen als suiker, palmolie, soja of cacao. Ze vormen een verdere illustratie van de al genoemde ‘lichte’ samenwerkingsvormen. Ook hier zien we nauwe samenwerking tussen het bedrijfsleven en organisaties voor een goed doel. Duurzame cacao is zelfs een initiatief van het bedrijfsleven geweest. Nederlandse bedrijven hebben zich erop vastgelegd dat zij in 2025 alleen nog maar duurzame cacao zullen inkopen.

Vrouwen bepalen de toekomst. Vrouwen spelen een veel belangrijker rol in de Europese economie dan twintig jaar geleden. De ontwikkeling gaat haast onmerkbaar en toch snel. In Nederland bestaat de rechterlijke macht nu uit meer vrouwen dan mannen en niet alleen in traditionele sectoren als familierecht, vrouwelijke huisartsen zijn nu al, of binnenkort in de meerderheid. Presidenten van rechtbanken en hoogleraren geneeskunde zijn meestal nog man. Net als directeurs van basisscholen. Maar waarom je tijd besteden aan het schuiven van papieren van het ministerie en controle van je medewerkers, als rechtspreken, genezen of lesgeven je passie is? Vrouwen worden meer dan mannen gemotiveerd door de inhoud van hun beroep en vanuit dat perspectief zijn het juist de vrouwen die nu al sleutelposities bezetten in onze maatschappij.

Vrouwen kijken anders aan tegen hun werkomgeving. Onder de verschillen wordt in de literatuur genoemd dat vrouwen beter kunnen omgaan met lange-termijnvisies, goed kunnen organiseren en meer waarde hechten aan sfeer. Ze hebben een beter gevoel voor de praktische uitvoering van een beslissing en zijn eerder bereid ideeën en suggesties van medewerkers op te pakken. Ze zijn meer gericht op verbetering van het bedrijf of de organisatie als geheel. Als zij samenwerken hebben ze daardoor uiteindelijk meer invloed op de organisatie dan

de man aan de top. Uit onderzoek, bijvoorbeeld van McKinsey, blijkt dat bedrijven met mannen én vrouwen aan de top gemiddeld beter presteren. De onderzoekers denken dat beslissingen beter worden doordacht en afgewogen bij grotere diversiteit in het management. Vrouwen zouden zich beter kunnen inleven in de behoeften van de klant. Creativiteit en innovatie zouden zijn gediend bij een gemengde samenstelling van teams.

Maar het meest bijzondere is wel dat vrouwen hun deelname aan de economie heel anders invullen, namelijk bij voorkeur in deeltijd. Moeders combineren werk met hun gezin en ook veel alleenstaande vrouwen werken niet fulltime om tijd over te houden voor andere zaken. In heel Europa stijgt het aantal deeltijdwerkers, en dat zijn merendeels vrouwen: 32% van de werkende vrouwen werkte in 2010 in deeltijd, tegenover 9% van de werkende mannen. Noordwest Europa loopt hierin voorop (Nederland heeft bijna de helft deeltijdwerkers; het Verenigd Koninkrijk, Denemarken, Zweden, Duitsland en Oostenrijk elk iets meer dan een kwart; cijfers Eurostat).

Veel economen maken zich daar zorgen over. Meer arbeidsparticipatie, zo stellen zij, is nodig om de sociale voorzieningen en de vergrijzing te kunnen betalen. Bovendien past werken in deeltijd slecht in een wereld waarin de topfuncties de volledige werktijd vragen en meer dan dat. Zo blijft het 'glazen plafond' voor vrouwen altijd bestaan, wordt gezegd. En inderdaad: vrij weinig vrouwen bezetten Europese topfuncties. Deeltijdwerkend Nederland scoort daarin zelfs opvallend slecht. In de subtop en in controlerende functies die geen fulltime inzet vergen komen wel steeds meer vrouwen, maar aan de top blijven de grijze pakken domineren. En niet altijd even succesvol.

Maar we kunnen dit ook heel anders zien. We kunnen er een groeiend zelfbewustzijn van vrouwen in zien, waarin Noordwest Europa kennelijk voorop loopt. Vrouwen kopiëren geen mannelijke patronen maar zetten een eigen koers uit. En als macht het criterium is, wie zegt dat vrouwen geen macht uitoefenen? Als zij zouden samenwerken zouden ze een ongekennde macht kunnen uitoefenen. Vrouwenennetwerken zijn de kiem van de organisaties van morgen. De eigenzinnigheid van vrouwen, zoals blijkt uit het patroon van hun arbeidsparticipatie, geeft vertrouwen in de culturele veranderingen in het arbeidsproces die zij teweeg gaan brengen. Het is te hopen dat de mannen het arbeidspatroon van vrouwen zullen overnemen; dat zou kunnen leiden tot een evenwichtiger samenleving dan de graaimaatschappij waarin wij nu vaak lijken te leven.

Internet in 2040. De ontwikkelingen in ICT zijn stormachtig geweest. Internet en digitale fotografie zijn allebei net 40 jaar oud. De mobiele telefoon bestaat pas 25 jaar en de smartphone nog maar 10 jaar. We kunnen ons al niet meer voorstellen

hoe de wereld eruit zag zonder deze verworvenheden. Kijk maar eens naar oude films en de onhandige manieren waarop mensen toen op afstand met elkaar moesten communiceren. Hoe zouden we dan nu iets kunnen zeggen over internet in 2040, 25 jaar van nu? Toch wel iets. Als we kijken met de ogen van een strateeg met een lange-termijn visie, dan zien we in internet een industrie aan het begin van zijn ontwikkeling. Meer precies in de fase van de stormachtige groei, midden op de S-curve. In die fase zijn klanten altijd overenthousiast; zij vergeten snel alle mislukkingen en fouten. We stellen momenteel zeer veel vertrouwen in alles wat ICT ons te bieden heeft. We spreken in dit hoofdstuk over het grote belang van hersteld vertrouwen; zouden wij alles vertrouwen zoals we internet vertrouwen, dan zou de wereld er heel anders uit zien. Ja, internet doet onze privacy geweld aan; dat vinden we niet goed, maar we gaan onverminderd door met het gebruik.

Het mooiste toekomstscenario voor internet komt misschien wel van Singularity Universiteit in Californië (<http://singularityu.org/>). Wij voorspellen dat er veel discussie zal ontstaan over hun toekomstbeeld van de gezondheidszorg. Singularity gaat om te beginnen uit van een verregerende miniaturisatie in 2040; daardoor kunnen wij alle apparatuur die nu in het ziekenhuis staat, dan in handzame vorm in huis hebben. Of misschien om de hoek, in de woonwijk. In geval van ziekte – de Amerikanen nemen het voorbeeld van een ziek kind, iets wat altijd extra indruk en emotie met zich mee brengt – meet je aan de patiënt een groot aantal waarden. Je zet het probleem en de meetresultaten op internet en krijgt als antwoord: ‘mevrouw, er zijn in uw omgeving 328 kinderen met deze aandoening en 321 daarvan hebben baat gehad bij deze oplossing....’ Vader en moeder kunnen ervoor kiezen de aanbevolen behandeling te proberen. De huisarts kan meekijken en besluiten om al dan niet in te grijpen. Het aantal patiënten dat daadwerkelijk naar de huisarts gaat zal veel kleiner kunnen worden, en ook het aantal bezoeken aan de specialist. Met zeer grote kostenbesparingen.

Dit toekomstbeeld zit natuurlijk vol veronderstellingen, waarover je van mening kunt verschillen. De kracht van het beeld is dat het inspeelt op problemen die schreeuwen om een oplossing; en het maakt gebruik van ontwikkelingen die al aan de gang zijn. In deze toekomst gaan we ‘meer met minder’ doen door miniaturisatie van dure medische apparatuur. Daarmee wordt het al vrij waarschijnlijk dat zoiets zal gebeuren. Dit toekomstbeeld geeft een oplossing voor de onhoudbare groei van de kosten van de gezondheidszorg. Een probleem waarvoor men op allerlei manieren oplossingen zoekt, waardoor er ruimte is voor radicaal andere benaderingen. Zo’n toekomstbeeld als dit zou kunnen meedoen in een ‘factor 10’ competitie. Het kan natuurlijk alleen maar werkelijkheid worden in een samenleving waarin internet een zeer grote rol speelt. Ook dat is zeer waarschijnlijk.

Na de huidige groeistuipeu zal internet in een stabiele fase komen. Het zal betrouwbaar functioneren en de kwaliteit van antwoorden op onze vragen via internet zal gegarandeerd zijn. De gemiddeld hoge kwaliteit van Wikipedia is maar een eerste voorbeeld. De 'rotzooi' zal van internet verdwenen zijn of kan vlug en handig worden weggefilterd. Wij zullen onze privacy beter kunnen beschermen, in de mate waarin wij dat zelf wensen. Internet zal niet meer voor iedereen hetzelfde zijn. We kunnen kiezen uit bereikbaarheid, mate van privacy, kwaliteit, regionaal, nationaal of internationaal. Hoe dat allemaal zal uitpakken is voor voor deskundigen op het gebied van communicatie, maar we zien nu al de eerste signalen. De EU dwingt Google tot de mogelijkheid om gegevens te wissen. De eerste belemmeringen voor pornosites komen eraan. Naarmate omvang en belang van internet toenemen mogen we op internationaal niveau afspraken verwachten. Dat zou kunnen leiden tot een internetautoriteit, maar misschien ook tot een ICT platform in VN-verband.

Samenwerking technologie en maatschappij. Innovatie is de sleutel voor de toekomst, hebben we gezegd. Volgens ons kunnen industrie, onderzoekers en overheid daarvoor het beste samen plannen maken (de 'gouden driehoek'). We hebben verder laten zien dat rond elke universiteit heel veel nieuwe (meestal vrij kleine) bedrijven ontstaan die de ontwikkelde kennis te gelde maken. Zo ontstaan nieuwe samenwerkingsvormen. Ook grote ondernemingen ontdekken dat ze meer kans maken op doorbraken in hun onderzoek als ze het kleinschalig aanpakken; door hun R&D in handen geven van enthousiastelingen die de ruimte krijgen en met steun een eigen onderneming starten. Economen en technologen werken beter samen. Bijvoorbeeld studenten bedrijfseconomie die het MKB bijstaan bij het businessplan, de strategie van de onderneming en de vraag hoe de markt moet worden voorbereid op het nieuwe product. Zo wordt de kring van betrokkenen bij innovatie steeds groter waardoor het proces succesvoller wordt. We hebben ook gezien hoe in dit proces de snel groeiende creatieve industrie aansluiting vindt bij de gevestigde industrieën. Zodat ze samen zo dicht mogelijk bij de burger en consument kunnen komen.

Van hieruit is het maar een kleine stap om vertegenwoordigers uit de maatschappij te betrekken bij het innovatieproces. In de industrie bestaat al de gewoonte om alle technologische plannen en vindingen te laten toetsen door economen en door veiligheids- en milieu-experts. Steeds vaker schakelen ze bij de lancering van hun producten de creatieve industrie in of deskundigen op gebied van markt, maatschappij of menselijk gedrag. We leiden nu duizenden jonge mensen op in managementwetenschappen, communicatiekunde, informatietechnologie, maatschappijwetenschappen, rechten en nog veel meer vakken waarvan we ons vaak afvragen 'waar moeten die straks allemaal een baan

vinden?’ Het antwoord is: in het proces van de technologische vernieuwing op weg naar een groene en duurzame maatschappij. Dat zal gaan met vallen en opstaan. We kunnen dit vergelijken met de rol die de ‘veranderingsdeskundigen’ de afgelopen 30 jaar hebben gespeeld bij overheid, onderwijs, woningcorporaties en dergelijke. Die organisaties moesten veranderen, daarover waren wij het eens en daarvoor werden die deskundigen ingeschakeld. Ze hebben de nodige misleiden gemaakt zoals de volstrekt doorgeschoten privatisering van overheidstaken. Maar toch gaat de ontwikkeling door en zonder fouten zal er heel weinig veranderen. Op dezelfde manier zullen we straks gaan zien dat hoogleraren psychologie, sociologie, maatschappijwetenschappen, communicatie en besiskunde mee gaan doen aan het opstellen van landelijke of Europese plannen voor nanotechnologie, biokatalyse en groene materialen. Hun studenten zullen de brug slaan naar het MKB. En het zijn juist de studenten en het midden- en kleinbedrijf die het voortouw zullen nemen voor de maatschappij van de toekomst.

Nieuwe ruimte voor onderzoek en innovatie. Veel oudgedienden vinden dat technologische ontwikkeling toch vooral een zaak van bèta’s moet blijven. Het erbij halen van gamma’s (maatschappij-onderzoekers) zien ze als de dood in de pot. ‘Die managementonderzoekers en communicatiedeskundigen lopen alleen maar in de weg en hebben nergens verstand van. Je moet ze eerst alles uitleggen, ze doen alsof ze het begrijpen en komen vervolgens met onzinnige voorstellen. Het zal Nederland en Europa alleen maar verder achterop helpen ten opzichte van de duizenden ingenieurs die dagelijks in China en India de markt opkomen en die de techniek vooruit helpen.’ Tja, over arrogantie en zelfoverschatting gesproken. Hoogstaande technologie brengt ook niet de hemel op aarde. Bèta’s hebben uit zichzelf nog nooit de innovatiekloof gedicht, het gapende gat tussen uitvinding en toepassing, ook wel ‘valley of death’ genoemd. Ze moeten veel tijd en geld besteden aan het slaan van een gammele brug over deze kloof. Dat geld kunnen we ook besteden aan het betrekken van gamma’s bij het ontwikkelingsproces. Misschien niet bij het diepgravende fundamentele onderzoek, maar wel zodra het woord toepassing valt.

Hogescholen richten zich steeds meer op toegepast onderzoek. Hun gamma- en bèta-studenten kunnen nieuwe vindingen samen naar het bedrijfsleven brengen. Universiteiten op hun beurt kunnen zich richten op onderzoek naar de beste methodes om zo’n brede samenwerking tot stand te brengen. Nieuwe leerstoelen en studierichtingen kunnen inspelen op deze kansen. We kunnen beginnen met het aanstellen van hoogleraren met een technische achtergrond en met veel ervaring in marktintroducties en maatschappelijke gevolgen van technologieën. Al was het maar om de aansluiting met het verleden niet te missen. Nieuwe technologische vindingen zullen in zo’n situatie beter voorbereid op de

maatschappij afkomen. Misschien zouden gamma-onderzoekers zelfs de leiding van dit proces kunnen krijgen. Misschien gaat de samenleving dan aan de bèta-onderzoekers vragen om bepaalde uitvindingen te doen, omdat daaraan vanuit de maatschappij behoefte bestaat. We kunnen dan de twee innovatiepaden ook met elkaar gaan vergelijken, daar komt vast iets interessants uit. Uiteindelijk kan dit alles leiden tot nieuwe methoden van wetenschappelijk onderzoek, tot beter nadenken over innovaties en tot een betere voorbereiding van de maatschappij op nieuwe technische mogelijkheden. De voorwaarden voor succes bij dit proces zijn dezelfde als genoemd in hoofdstuk 5: wederzijds vertrouwen, openheid en respect, een gedeelde toekomstvisie en innovatieve doelen.

14.3. (Geen) angst voor verandering

We zullen de maatschappij van 2040 niet in een vloeiende lijn bereiken. Er zullen momenten zijn waarop de kranten vol staan met kritiek op groene groei en met voorbeelden van fouten. Groene grondstoffen zijn afhankelijk van het weer. Dit zal af en toe zozeer opspelen dat ons de schrik om het hart slaat. Om over zaken van oorlog en vrede maar te zwijgen. Het voorspellen van een oorlog maakt overigens elke discussie over de toekomst dood. In onze vergrijzende maatschappij zal de angst voor de toekomst groot zijn terwijl de grijze generatie wel graag optimaal wil profiteren van een high-tech gezondheidsindustrie en volstrekt veilig voedsel. Wanneer we de wereldwijd snelgroeiende middenklasse daarin mee kunnen laten delen, kan het goed gaan.

Gevestigde belangen hebben buitengewoon veel invloed. Grote bedrijven zorgen voor veel werkgelegenheid en belastinginkomsten. De meeste van hen zullen met kracht betogen dat ze het allerbeste met onze toekomst voor ogen hebben, misschien zelfs wel met een hoge score in de duurzaamheidsindex van hun branche. Het is ook niet nodig om de bestaande orde alle verworvenheden af te nemen. Integendeel ze brengen het geld binnen waarmee we de nieuwe ontwikkelingen op gang moeten brengen. Wel is het zaak dat het spel tussen de gevestigde orde en de nieuwkomers eerlijk wordt gespeeld. Dat is al moeilijk genoeg. Wetten en regels starten altijd bij de orde van nu en niet bij die van morgen. Vooral bij compromissen moeten we scherp uitkijken. Meestal is het compromis in het nadeel van het nieuwe, het nog deels onbekende en blijkt later, bijvoorbeeld door succes op andere terreinen, dat we te voorzichtig zijn geweest. Overheden met een brede visie zullen weten hoe het spel gespeeld moet worden. Hebben we die? Zeker niet altijd. Maar overheden kunnen wel organiseren dat zij betere en breder worden geadviseerd over wat er in de rest van de wereld gebeurt. De EU zou een denktank in het leven kunnen roepen met meer bevoegdheden dan

de huidige organisaties. Zo'n aanpak bestaat in de landbouw. Hij begint goed op gang te komen in de financiële wereld. Op het gebied van energie wordt de roep om een Europese aanpak steeds luider. Zulke nieuwe stappen zetten overheden alleen als antwoord op bedreigingen. Zou het met de groene groei lukken om de neuzen dezelfde kant op te krijgen zonder dreigingen van buiten? Misschien kan de start van de groene groei via de regio's ons op weg helpen. We zien steeds meer voorbeelden van succesvolle EU-regio's met thema's als duurzaamheid en groene groei, zoals Maastricht-Aken-Luik en Noord-Nederland met Nedersaksen.

Gebrek aan water of andere belangrijke materialen kan voor onaangename vertragingen zorgen. Toch is de mensheid steeds heel sterk gebleken in het vinden van oplossingen. Het is heel eenvoudig om een overtuigend boek te schrijven over de onmogelijkheid van alle plannen voor groene groei en duurzame energie; omdat er tekort zal ontstaan aan van alles en nog wat. In 1910 verschenen er al dikke rapporten die voorspelden dat de olie in 1930 op zou zijn als de groei zo hard zou blijven gaan als op dat moment. En als het verkeer in Londen na 1900 net zo sterk zou zijn gegroeid als tussen 1890 en 1900, zou men in 1930 kniehoog door de paardenmest hebben moeten waden. Achterover leunen kan dus niet. We zullen steeds weer nieuwe, betere en meer efficiënte middelen en materialen moeten uitvinden. En dat gaan we doen ook. Kijk naar de hoeveelheid grondstoffen voor zonnepanelen: in de laatste 8 jaar van 16 gram per Wattpiek naar 6 gram. En dan hebben we het nog steeds over de eerste generatie siliciumpanelen, de dunnelaag cellen moeten nog komen. In windmolenbouw zien we soortgelijke ontwikkelingen: sterkere, lichtere en bestendiger materialen; meer resultaat met minder inzet. Het dreigende tekort aan zeldzame aardmetalen, eigenlijk alleen gebaseerd op een monopoliespel van China, gaan we doorbreken. We weten al dat op veel meer plaatsen in de wereld deze metalen te vinden zijn. Amerika heeft oude mijnen gesloten omdat ze te vervuilend waren. Binnen 10 jaar hebben we nieuwe winningstechnieken en gaan we de concurrentie met China aan; of we verdienen snel ons geld terug door de prijzen nog wat langer hoog te houden. Stadsmijnbouw, het winnen van metalen uit afvalstromen, wordt net zo belangrijk als stadslandbouw. Voor metalen zoals koper is terugwinning nu al groter dan vers materiaal. Vooral de nanotechnologie zal ons helpen veel efficiënter allerlei producten terug te winnen.

Water is een hoofdstuk apart. Een tekort aan water zal er nooit zijn. Het gaat om de kwaliteit en de juiste plek. We kunnen dan ook niet zonder meer klagen over de enorme hoeveelheden water bij de productie van vlees, 12 m³ per kilo, ten opzichte van graan, rijst, melk of gekweekte vis, allemaal circa 1 m³ per kilo. Het water verdwijnt niet in de vleesproductie. Zuivering en hergebruik zijn heel bekend en bijna overal toepasbaar. Technisch gezien hebben we meer dan voldoende middelen in huis om waar dan ook voor schoon water te zorgen. In

landen in het Midden-Oosten waar geld geen rol speelt, zien we dan ook grassportvelden in de woestijn en ontzilting van zeewater op enorme schaal. In diezelfde regio zien we ook de kans op oorlog toenemen door onwil, waar dan ook door geïnspireerd, om gezamenlijk op te trekken. De Singularity Universiteit uit Californië voorziet een toekomst met zonne-energie voor een prijs van 1 cent/kWh. Daarmee is ontzilting van zeewater goedkoop te doen. Interessante mogelijkheden voor woestijnstreken met eindeloos veel zon en een heleboel zee. Als het Midden-Oosten hiervoor de proeftuin is, zou India wel eens de eerste kunnen worden die de mogelijkheden groot en goedkoop uitwerkt.

De jeugd heeft de toekomst. Het MKB en de komende generaties studenten zullen het voortouw nemen onderweg naar de maatschappij van 2040. Onderwijs en opleidingen zullen daar bijtijds op moeten inspelen. Gelukkig lijkt dat in hoge mate al te gebeuren.

Kunnen we ter afsluiting van dit boek een toekomstbeeld 'Zicht op 2040 vanuit 2014' schilderen, zoals we hierboven voor 1980 en 2000 hebben laten zien? Een toekomstbeeld dat er al net zo ver naast zou kunnen zitten? We wagen ons er niet aan. Weliswaar hebben we uitgesproken ideeën over de maatregelen die de mensheid zou moeten nemen, als zij verstandig zou zijn. Maar misschien is de mensheid dat niet. Volgens Paul Gilding, Australisch consultant en milieukundige, is het juist een menselijke trek om tegen alle signalen in, vast te houden aan een koers die naar onheil leidt; hij denkt bijvoorbeeld aan de uitstoot van CO₂ en zijn rampzalige gevolgen voor het klimaat. Maar als het onheil eenmaal heeft plaats gevonden – dan zul je eens wat zien, zegt Gilding. Dan krijgt die andere menselijke karaktertrek de overhand: een ongelooflijke veerkracht. Alles dat eerder onbespreekbaar was, wordt dan ineens mogelijk.

Maar wij herkennen ons ook in de woorden van de Zuid-Afrikaanse filosoof Paul Cillier: 'Deze wereld is een puinhoop en dat is al heel lang het geval, omdat we de enorme complexiteit ervan ontkennen.' Omdat mensen deze complexiteit niet aan kunnen, gaan ze over tot vereenvoudiging. Meestal geleid door eigenbelang. De diverse vereenvoudigde beelden van de werkelijkheid botsen vaak op elkaar. De vereenvoudigde beelden van u en ons, net als die van elke organisatie, onderneming, politieke partij en overheid. Dit betekent: voorzichtig zijn en vooral ruimte geven aan de ander; ruimte voor andere meningen, voor andere oplossingen en voor andere visies. Cillier heeft dit samengevat in wat hij het voorbehoudprincipe noemt. Hij houdt ons voor dat we in onze stellingen altijd ruimte voor herziening moeten laten. Als we voor een oplossing kiezen, moeten we toch de mogelijkheid voor andere keuzes open laten. Hij wil ons een fundamenteel respect voor verschil en verscheidenheid bijbrengen, zelfs als ons dat een gevoel van zelfbeperking geeft.

Sommigen zouden na de uitspraken van deze filosoof stil kunnen vallen: alles is zo ingewikkeld, we zeggen maar niets meer. Voor ons is het aanleiding om juist een heel boek vol te schrijven. Om tegenwicht te geven tegen het heersende pessimisme over de toekomst. Om te betogen dat de mensheid midden in die ingewikkelde maatschappij kan blijven streven naar duurzaamheid, en tegelijkertijd welvaart kan scheppen voor steeds meer mensen.

Dankbetuigingen

Ook al hebben we dit boek met drie man sterk geschreven, zonder de hulp van vele anderen zou het niet gelukt zijn. We bedanken onze families, vrienden en relaties die ons hebben aangemoedigd, kritiek geleverd, geluisterd naar onze voortdurende beschouwingen en ons met liefde hebben vergeven als ons hoofd soms niet bij hun zaken was.

We danken onze sponsors en adverteerders. Hun financiële bijdrages hebben de druk om een mooi boek te schrijven fors verhoogd terwijl onze zorgen over financiering uit eigen middelen zijn weggenomen. We spreken onze grote waardering uit voor de bijdrages van:

Provincie Drenthe
Greenlincs NV/NOM
Carbohydrate Competence Centre
KNN Advies BV
Stichting Groene Kennis Coöperatie
CatchBio
Koninklijke DSM N.V.
Bioclear BV
Royal Cosun
BOM N.V.
ZLTO
Vinus Zachariasse

Provincie Fryslân
Provincie Groningen
BioBrug/Rijksuniversiteit Groningen
Duurzaamheidsplatform Heerenveen
Stenden Hogeschool
TCE, Technology Centre Europe
Ward Mosmuller
Rabobank
Annita Westenbroek
Biobased Delta
Ministerie van Economische Zaken

We spreken onze grote waardering uit voor onze kritische meelezers. Netty Meijer en Paul van Engen hebben ervoor gezorgd dat veel moeilijke woorden uit onze teksten zijn verdwenen en dat de figuren en tabellen goed te begrijpen zijn. Onze collega's uit de Wetenschappelijke en Technologische Commissie voor de biobased economy, de adviescommissie voor het ministerie van Economische Zaken, danken we voor hun stimulansen om dit boek te schrijven. In het bijzonder geldt dit voor de soms heftige, maar altijd opbouwende kritieken en commentaren van Ton Schoot Uiterkamp en Herman van Wechem. Iva Suer heeft ons behoed voor grote taalfouten. Simon van Boxtel heeft prachtige foto's van ons en voor ons gemaakt. De aanwijzingen van Simon van Boxtel en Esther Bruggink voor de lay-out van onze cover hebben ons erg in de goede richting geholpen.

De transitie naar de Biobased Economy is binnen handbereik. Als we maar willen en durven. Ondernemen en doorzetten. Het eerste prototype van de auto was niet beter dan het paard, en ook de eerste mobiele telefoon riep voornamelijk vraagtekens op. Het kan! Dit boek geeft alle argumenten en ingrediënten om ook de biobased transitie succesvol te laten plaatsvinden. Met een factor 10 meer durf, meer beleid en meer ondernemerschap.

Annita Westenbroek: Directeur Dutch Biorefinery Cluster, Manager Innovatie Koninklijke VNP, en Programming coordinator Biobased Industries Consortium.

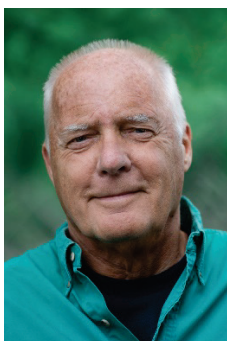
Over de auteurs



Alle Bruggink. Consultant duurzaamheid en technologie, emeritus hoogleraar Industrial Organic Chemistry Radboud Universiteit Nijmegen. Voorheen werkzaam bij DSM, onder meer als R&D directeur Corporate Research Life Science Products. Vanuit de ervaringen bij DSM een brede kijk op de ontwikkelingen in Azië. Meer dan twintig jaar betrokken bij de vorming en uitvoering van het nationale beleid voor duurzaamheid en vergroening van de technologie. Initiatiefnemer van het transferprogramma Biobrug van de RU Groningen. Oud-lid van de Wetenschappelijke en Technologische Commissie voor de biobased economy.



Diederik van der Hoeven. Wetenschapsjournalist, werkte als leraar in het middelbaar onderwijs, bij de Vereniging Milieudefensie, en als universitair docent Wetenschap en Samenleving. Werkte als directeur van de Stichting Wetenschappelijk Bureau D66 en als stafmedewerker bij de Nederlandse Spoorwegen. Enige tijd was hij zelfstandig consultant over innovatieve vervoersconcepten. Sinds 2002 freelance wetenschapsjournalist, met als zwaartepunten duurzaamheid, energie en biobased economy.



Paul Reinshagen. Wetenschapsjournalist, werkte heel lang geleden bij het Chemisch Weekblad en was hoofdredacteur van De Ingenieur. Daarna 25 jaar als wetenschapsjournalist actief voor vele bedrijven en universiteiten. Nu ervan overtuigd dat de biobased economy de aanzet kan geven tot een duurzame samenleving en de basis kan zijn voor een nieuwe, groene, kleinschalige en innovatieve economie.

BioBrug:**een effectieve vorm van samenwerking tussen het
innovatieve MKB en de universiteit op het gebied
van de groene economie**

De huidige economie is nog steeds voor een groot gedeelte gebaseerd op fossiele grondstoffen zoals olie en aardgas. Deze grondstoffen staan aan de basis van bijna alle energiebehoeften, chemicaliën, medicijnen, materialen, etc. Echter, het is algemeen bekend dat dit intensieve gebruik van fossiele grondstoffen een dramatisch effect heeft op de CO₂ uitstoot met een verandering van het klimaat als gevolg. Bovendien zijn de meeste fossiele bronnen over niet al te lange tijd uitgeput. Beide aspecten vormen de basis voor de transitie naar een biobased economy, of ook wel de groene economie. Een economie waar biomassa de basis vormt voor energie, voedsel, chemicaliën en materialen. Om dit te bereiken dienen nieuwe technologieën en kennis te worden ontwikkeld waarmee nieuwe productieprocessen worden ontworpen voor nieuwe en bestaande ketens. Er moet veel zorg besteedt worden aan een gedegen implementatie in de maatschappij. Om dit te bereiken zijn stevige samenwerkingen nodig waarbij publieke en private partijen elkaar versterken om de benodigde innovaties tot een succes te maken.

In de private sector zijn het juist de kleine en middelgrote bedrijven (MKBs) die beschikken over een grote mate van creativiteit, flexibiliteit, innovatiekracht, en slagvaardigheid die essentieel is om de eerste schreden succesvol te zetten op het transitiepad naar een groene economie. Een groot deel van de kennis wordt gegenereerd bij kennisinstellingen zoals universiteiten en hogescholen. Om de overdracht van deze kennis en technologie naar het MKB te stimuleren en te bespoedigen is een andere aanpak nodig dan de kennisinstellingen gewend zijn in samenwerkingen met grote(re) bedrijven. In deze samenwerkingen betreft het dan vooral langdurige PhD- of post-doc trajecten (2 tot 4 jaar) die over het algemeen

(gedeeltelijk) gefinancierd worden door de grote industrieën en waar de disseminatie en implementatie van onderzoeksresultaten over het vaak wel vijf tot tien jaar duurt. Voor samenwerken met het MKB moet de horizon van marktintroductie juist veel dichterbij liggen.

Bij de Rijksuniversiteit Groningen loopt sinds januari 2012 het programma BioBrug waarin met behulp van kortlopende projecten (1-6 maanden) kennis van de universiteit wordt overgedragen naar het (regionale) MKB. De BioBrug innovatieprojecten zijn altijd vraaggestuurd vanuit de betrokken MKBs. De meeste projecten worden uitgevoerd door jonge, creatieve studenten (masters en bachelors) van verschillende studierichtingen zoals biologie, natuurkunde, scheikunde en ook economie en rechten. De studenten worden begeleid door een hoogleraar of senior-wetenschapper met de benodigde expertise en uiteraard door een betrokkene uit het bedrijf dat de onderzoeksvraag heeft gesteld.

Na tweeënhalf jaar BioBrug kan worden geconcludeerd dat deze samenwerkingsvorm zeer succesvol is gezien de volgende indicatoren:

- stimulatie van groene innovaties en de implementatie daarvan vanuit technologisch, economisch en maatschappelijk perspectief.
- de concurrentiepositie van het (regionale) MKB is versterkt doordat (unieke) innovaties eerder succesvol geïntroduceerd worden in de markt, hetgeen ook de vergroening daadwerkelijk stimuleert.
- studenten worden gestimuleerd en gemotiveerd om actief te participeren in de transitie naar een groene economie.
- stimulatie van de werkgelegenheid in de regio (op het gebied van de groene economie)
- bevordering van toekomstige samenwerkingen tussen de MKB-ers en de universiteit.

CCC Managementteam:

GeertJan Arends, Nico Arfman, Siert Bruins, Andrea Dijkema, Lubbert Dijkhuizen, Roeline Kuiper, en Fons Voragen
 Rijksuniversiteit Groningen, Nijenborgh 7, 9747 AG Groningen info@cccresearch.nl

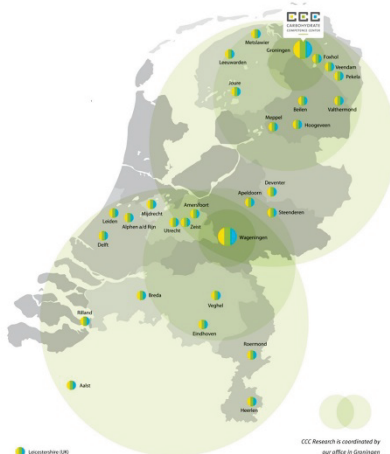
Inleiding CCC

Het kenniscentrum Carbohydrate Competence Center (CCC) is in 2006 opgericht als een Samenwerkings-verband tussen private en publieke partijen en richt zich op het vergroten van het koolhydraten kennisdomein en de toepassing daarvan. Met de oprichting van het CCC is de expertise inzake koolhydraten behouden voor Noord-Nederland. Het door CCC uitgevoerde diepgravende onderzoek genereert innovaties op koolhydraat gebied, een sterke stimulans voor nieuwe economische ontwikkelingen en perspectieven. Zowel regionaal, nationaal als internationaal. Het CCC onderzoek is gericht op koolhydraten in gezonde voeding en koolhydraten uit biomassa, als bron van nieuwe materialen en chemicaliën. CCC is daarmee sterk verweven met de sectoren Healthy Ageing (gezond ouder worden) en Agribusiness/Chemie (waaronder Biobased Economy). Droge plantaardige biomassa bestaat voor een belangrijk deel (soms tot wel circa 70%) uit koolhydraten. Koolhydratenkennis en -innovatie zijn derhalve cruciaal voor de concurrentiekracht van deze economische sectoren die zo belangrijk zijn voor de economie van Nederland in het algemeen en van Noord-Nederland in het bijzonder. Het CCC is een sterk voorbeeld van succesvolle samenwerking tussen overheid, onderwijs en ondernemers (O3, triple helix), die met de Rijksuniversiteit Groningen als penvoerder gecentreerd is in Noord-Nederland. Dit agrarische gebied is als gevolg van haar suikerbieten, aardappelen, granen, maïs en zuivel bij uitstek de geschikte thuisbasis van koolhydraatgedreven en -gebaseerde industrie.

De aangesloten bedrijven zijn actief in verschillende marktsegmenten. Dit maakt het mogelijk om gezamenlijk deel te nemen aan precompetitieve onderzoeksprojecten. CCC bundelt krachten en realiseert vraaggestuurd precompetitief onderzoek van hoog wetenschappelijk niveau. Toepassing van deze koolhydraatkennis leidt tot product- en procesinnovatie bij de betrokken bedrijven en versterkt daarmee de concurrentiepositie van deze Nederlandse ondernemingen, zowel nationaal als internationaal. In 2008 heeft CCC substantiele financiële steun ontvangen van het Samenwerkingsverband Noord-Nederland (SNN), vanuit Pieken in de Delta Noord-Nederland en het EFRO programma voor Noord-Nederland. CCC kennis versterkt het concurrentievermogen, en stimuleert de economie, innovatie kracht en duurzame ontwikkeling in (Noord-)Nederland.



CCC, een virtueel kenniscentrum, met RU Groningen als penvoerder



Lokaties van de 20 bedrijven en 6 kennisinstellingen die actief zijn in CCC.

Economisch belang van koolhydraten

Het economische belang van koolhydratenproducerende en verwerkende sectoren is groot in (Noord-)Nederland (onafhankelijke rapportage van Roland Berger; oplegnotitie behorende bij de subsidieaanvraag CCC versterking en verbreding, Groningen 6 augustus 2010):

Nederland

- Koolhydratengedreven en -gerelateerde sectoren vormen 20% van de Nederlandse economie in termen van omzet, toegevoegde waarde en arbeidsvolume;
- De koolhydratengedreven voedingssector heeft de grootste productieomvang en hoogste toegevoegde waarde van de Nederlandse landbouw- en nijverheidssectoren;
- De koolhydratengedreven landbouwsector verschaft de meeste werkgelegenheid van de Nederlandse landbouw- en nijverheidssectoren;
- Koolhydratengedreven en -gerelateerde sectoren omvatten 48% van de Nederlandse export van goederen.

Noord-Nederland

- Koolhydratengedreven en -gerelateerde sectoren vormen een kwart van de productieomvang, een vijfde van de toegevoegde waarde en een kwart van het arbeidsvolume in de Noord-Nederlandse economie. Het aandeel van koolhydratengedreven en -gerelateerde sectoren in de economie van Noord-Nederland is groter dan in de nationale economie;

- De koolhydratengedreven landbouwsector verschaft veruit de meeste werkgelegenheid van de Noord-Nederlandse landbouw- en nijverheidssectoren en voegt na de sector Delfstoffenwinning de meeste waarde toe;

- De koolhydratengedreven sector Voeding heeft na Delfstoffenwinning de grootste productieomvang van de Noord-Nederlandse landbouw- en nijverheidssectoren.



Drie belangrijke bronnen van koolhydraten in Noord-Nederland: Aardappelen, Suikerbieten, Melk

In totaal 24 projecten verricht CCC onderzoek met tientallen promovendi en postdocs. In de BioBased Economy work packages gaat het om het beter benutten van koolhydraten uit biomassa, met name reststromen als bietenpulp, chicoreipulp en aardappelvezel als veevoergrondstof, als bron voor nieuwe materialen, als grondstof voor groene chemicaliën ter vervanging van fossiele grondstoffen en als bron voor energie. Aan deze work packages namen deel: RUG, HHG, Limagrain, DuPont Industrial Biosciences (voorheen Genencor), IMEnZ, Wageningen UR Food and Biobased Research, Wageningen UR Food Chemistry, Royal Cosun, AVEBE en TNO.

Omdat koolhydraten de belangrijkste component van hernieuwbare plantaardige biomassa vormen, tot wel 75% van het drooggewicht, zal het belang van koolhydraten in de mondiale duurzame samenleving naar verwachting drastisch toenemen. De Biobased Economy is dus in wezen een koolhydraat gebaseerde economie, waarbij de focus ligt op duurzame producten en productiemethoden. De complexe samenstelling en architectuur van de plantencelwanden in primaire grondstoffen en bijproducten is er de oorzaak van dat ze slecht verteerbaar en afbreekbaar zijn en daarnaast ook moeilijk fractioneerbaar en verwerkbaar. Om het marktpotentieel van deze koolhydraat gebaseerde grondstoffen te verhogen zijn nieuwe voorbehandelingen en verwerkingstechnologieën noodzakelijk die leiden tot nieuwe, hoogwaardige producten met lagere verwerkingskosten en nieuwe afzetmogelijkheden.



Logo's CCC partners, 20 bedrijven en 6 kennisinstellingen

Eind 2013 zijn de 15 CCC1 projecten afgerond. Een samenvatting van de resultaten is beschikbaar (<http://cccresearch.nl/nl/>), inclusief diverse testimonial films van CCC partners. Succesvol CCC onderzoek was gericht op (1) Verbetering van de verteerbaarheid van maisplant celwanden (biobrandstof, veevoer), (2) Geavanceerde voorbehandelingstechnieken voor betere grondstofeigenschappen (verband celwand structuur en fysisch-chemische eigenschappen), en (3) Nieuwe chemische- en polymeertechnologie (galactaazuur voor polyesters, plastic). Het CCC1 onderzoek heeft geresulteerd in 91 wetenschappelijke publicaties, 17 promoties, 9 octrooien en (beoogde) octrooiaanvragen en 163 wetenschappelijke lezingen, presentaties en posters. De resultaten van dit CCC onderzoek zijn van groot belang voor de valorisatie van natuurlijke biomassa naar nieuwe materialen en chemicaliën, alsmede voor verbeterde voeding van mens en dier.

De CCC2-CCC4 programma's zijn momenteel in uitvoering. Nieuwe programma's zijn in voorbereiding.



A photograph of a woman and a young girl smiling and embracing on a beach. The woman is in the foreground, and the girl is behind her, both looking towards the camera. The background shows the ocean and a cloudy sky.

For this and future generations

We empower bright

Royal DSM is a global science-based company active in health, nutrition and materials. DSM's expertise in industrial biotechnology makes us a global front-runner in the development of a bio-based economy. We are pioneering breakthrough conversion technologies for the production of biofuels, biogas and bio-based chemicals from plant-based resources, and validate our processes at commercial scale with strategic partners along the value chain. Our purpose: to create brighter lives for people today and for generations to come!

HEALTH • NUTRITION • MATERIALS



Contact us:

Netherlands

Alexander Fleminglaan 1
2613 AX Delft

info.bio-based@dsm.com
bps.dsm.com

United States

1122 St. Charles St.
Elgin, IL 60120

Brazil

Rua Dr. Renato Paes de Barros 717
Sao Paulo-SP, 04530-001



DSM

BRIGHT SCIENCE. BRIGHTER LIVING

We love biobased!

Biobased Delta werkt aan groene toekomst

Koploper in de nieuwe, groene economie. Dat is de Biobased Delta, een netwerk van ondernemers, overheden en kennisinstellingen in Zuidwest-Nederland. Samen onderzoeken zij de mogelijkheden van groene grondstoffen in een biobased economy, zoals aardappelschillen en bietenloof. De Biobased Delta werkt aan de producten van de toekomst – waarbij ze zich door landsgrenzen niet laat tegenhouden: er zijn al samenwerkingsverbanden met ondernemers in Vlaanderen, Noord-Frankrijk, Noordrijn-Westfalen en Canada.

De Biobased Delta is ondernemend, onderscheidend én toepassingsgericht, niet in de laatste plaats door haar gunstige ligging: Zuidwest-Nederland ligt op de as Antwerpen-Rotterdam en huisvest verschillende grote diepzeehavens (Rotterdam, Zeeland Seaports en Moerdijk). In combinatie met de aanwezigheid van een grote agro-, chemie- en tuinbouwsector en veel samenwerking tussen multinationals, MKB, kennisinstellingen en overheden bekleedt de regio met recht een koploperspositie. De Biobased Delta wil deze positie versterken.

Wat doet de Biobased Delta?

De Biobased Delta focust zich op drie thema's:

Groene grondstoffen

De Biobased Delta onderzoekt en ontwikkelt groene grondstoffen om fossiele grondstoffen te kunnen aanvullen of geheel vervangen. Daarin zijn de ondernemers, overheden en kennisinstellingen al heel ver. Algen en wieren kunnen bijvoorbeeld afvalwater zuiveren en bovendien worden gebruikt als grondstof voor bioplastics. Natuurlijke vezels uit aubergines en vlas worden gebruikt om fietsframes en tennisrackets te verstevigen. Ook de tomaat blijkt een waardevolle bron van groene grondstoffen: middelen uit tomatenconcentraat hebben een positief effect op de bloedsomloop en tomatenstengels kunnen worden verwerkt in karton.

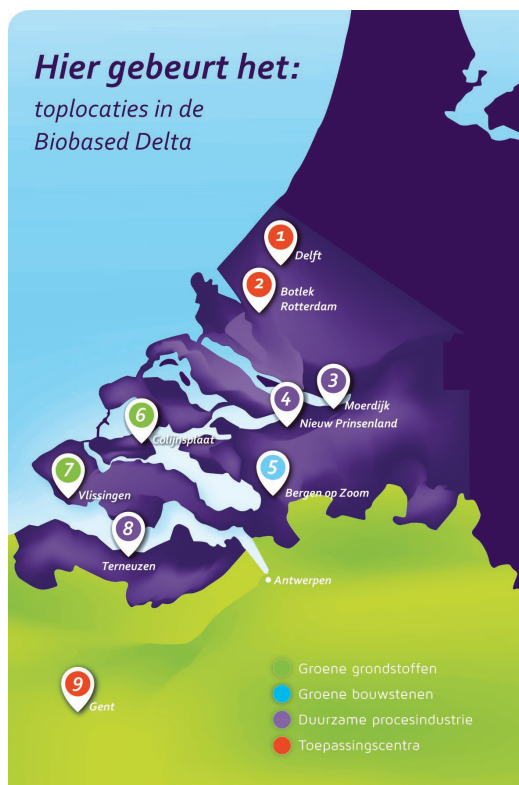
Groene bouwstenen

Veel producten als verf en lijm, maar ook kleurstoffen en smaakstoffen, zijn gemaakt van chemische bouwstenen. Deze bouwstenen worden vaak van olie gemaakt, maar die fossiele grondstof raakt op. Daarom ontwikkelt de Biobased Delta alternatieve bouwstenen uit groene grondstoffen. Dat gebeurt bijvoorbeeld in het onderzoekscentrum Biorizon, dat hiermee een belangrijke bijdrage levert aan de vergroening van de chemische industrie. Biorizon wil vóór 2020 een van de topcentra van de wereld zijn op dit gebied.

Verduurzamen procesindustrie

Alleen als bedrijven ook zelf duurzame grondstoffen en energie gaan gebruiken, is de biobased economy in zicht. De Biobased Delta werkt hier hard aan. Bijvoorbeeld door bedrijven te stimuleren om CO₂, warmte en water met elkaar uit te wisselen. Dat

gebeurt al rondom het Westland en Rotterdam, in de haven van Moerdijk en binnen het samenwerkingsverband WarmCO₂ in Zeeland. Als daar het ene bedrijf iets produceert, komt warmte vrij die andere bedrijven, zoals tuinders, kunnen gebruiken om hun kassen te verwarmen. De vrijgekomen CO₂ kunnen de tuinders bovendien benutten als voedingsstof voor de miljoenen kilo's tomaten, paprika's en aubergines die ze ieder jaar produceren.



Toplocaties

The places to be in Zuidwest-Nederland zijn de negen toplocaties van de Biobased Delta. Daar zijn de groene innovaties geconcentreerd en pionieren ondernemers op het gebied van de biobased economy. Meer weten? Kijk op www.biobaseddelta.nl.

Internationaal

Bij de toplocaties in Nederland blijft het niet. De Biobased Delta werkt – naast met andere biobased clusters in Nederland – samen met partners in Vlaanderen, Noord-Frankrijk en Noordrijn-Westfalen. Samen willen zij effectief inspelen op Europese programma's en de beschikbare middelen zo goed mogelijk benutten. In 2014 heeft de Biobased Delta ook haar krachten gebundeld met een Canadese partner. Op deze manier kan de internationale commercialisering van geavanceerde nieuwe technieken – de technieken

van de toekomst! – worden versneld.

Onderwijs

De Biobased Delta houdt zich bezig met de producten van de toekomst. Daarom is het belangrijk dat ook de producenten van straks – de jongeren van nu – in aanraking komen met de biobased economy. Kennis en onderwijs zijn dan ook belangrijke pijlers van de Biobased Delta. Zo werken de Brabantse Avans Hogeschool en de Hogeschool Zeeland samen in het Centre of Expertise Biobased Economy. Het Centre leidt studenten op tot professionals in de biobased economy. De studenten geven er samen met ondernemers, onderzoekers en docenten de economie van de toekomst vorm, mede via onderzoek en deelname aan het kenniscentrum.

Meer weten over de Biobased Delta? Kijk op www.biobaseddelta.nl.



Linking agri to chemicals.
Accelerating a circular economy.

Sustainably successful together.

Rabobank and biomaterials

Advanced biobased materials is an exciting new field of business where agribusiness meets chemicals. We believe that this a key area in the transition to a circular economy.

We are present in all agri commodity supply chains that are relevant to biomaterials. Operating in 40 countries and in both wholesale, rural and retail markets.

As a cooperative player that is at home in the global F&A market, we can play a role in bringing together agribusiness and chemical industries.

Sustainable Business Development, +31 30 216 00 00

www.rabobank.com/sustainability

Samen sterker

