

WTC-rapport 'Naar een groene energie en groene materialen'

BENUT COMPLEXITEIT BIOMOLECULEN

Voor Nederland kan de biobased economy – de omzetting van groene grondstoffen in nuttige producten – een grote economische groeisector worden. Maar dat lukt alleen als we bereid zijn tot omdenken over de hele linie, niet alleen op moleculair maar ook op maatschappelijk niveau, zeggen Alle Bruggink en Herman van Wechem, lid van de Wetenschappelijke en Technische Commissie (WTC).

Tekst: Joost van Kasteren

20 Chemie magazine juni 2018



De Wetenschappelijke en Technische Commissie (WTC) publiceerde onlangs de Kennis- en Innovatieagenda voor de biobased economy onder de titel 'Naar een groene energie en groene materialen'. In het rapport stelt de WTC dat de chemische industrie op den duur geheel los zal komen van de fossiele energie en steeds nauwer verweven zal raken met de landbouw. 'Sinds het einde van de negentiende eeuw zit de chemische industrie op de bagagedrager van de energiesector,' stelt Alle Bruggink. 'In eerste instantie maakten we gebruik

van steenkool als grondstof voor chemicaliën; later werden dat olie en aardgas. Wereldwijd wordt circa twee procent van alle fossiele koolstof gebruikt voor chemie en materialen. Kijken we alleen naar aardolie, dan is dat ongeveer acht procent.' Vanwege de hoge toegevoegde waarde van bijvoorbeeld kunststoffen zal er volgens sommigen de komende eeuw meer dan voldoende aardolie en aardgas beschikbaar zijn voor de chemische industrie. Herman van Wechem kan zich de redenering voorstellen, maar betwijfelt of dat zo is. 'Je kunt wel zeggen dat de chemische

industrie zich blijft baseren op olie en aardgas, maar als de rest van de wereld zich richt op groene grondstoffen, zul je er toch in ieder geval over na moeten denken. Uiteindelijk is de vraag wat kosteneffectiever is: kunststoffen uit groene grondstoffen of kunststoffen uit aardolie, waarbij de maatschappelijke kosten steeds belangrijker worden.'

Transitie in fasen

Vooralsnog zijn groene grondstoffen duurder dan aardolie en aardgas. Dat stelt de WTC voor een dilemma. In haar rapport pleit ze voor een transitie naar 'biobased' in fasen, waarbij de bedrijfstak chemie (via de biobrandstoffen) in eerste instantie gekoppeld blijft aan de petrochemie. Dat betekent dat de groene grondstoffen, de biomassa, moet worden afgebroken tot de bekende *building blocks* van de bulkchemie: kleine moleculen bestaande uit 1 tot 4 koolstofatomen (C1-C4) en BTX (benzeen, toluen en xyleen). Althans als we ze in bestaande installaties willen verwerken. Vooralsnog lijkt dat – zeker in West-Europa – onvermijdelijk, denkt Van Wechem. 'De chemische industrie in Nederland is volwassen. De installaties zijn grotendeels afgeschreven en zullen nog wel een tijd operationeel zijn. Immers, optimaliseren is goedkoper dan investeren in compleet nieuwe installaties. Dat betekent dat je biomassa moet

GRONDSTOFFEN BIO-ETHANOL

De grondstoffen voor bio-ethanol zijn onder meer:

- Suiker uit suikerbiet, suikerriet en melasse (restproduct bij suikerfabricage);
- Zetmeel uit maïs, granen (tarwe, rijst, gerst), (zoete) aardappelen en cassave;
- Cellulose uit olifantsgras, hout en niet-verteerbare delen van voedselgewassen zoals stengels en bladeren;
- Op dit moment worden vooral suiker en zetmeel benut. De verwerking van cellulose tot bio-ethanol beperkt zich (nog) tot laboratorium en proef-fabriek.



'Chemici moeten meer gaan denken als levensmiddelentechnologen'

omzetten in eenvoudige moleculen die de eenvoudige moleculen uit aardolie en aardgas kunnen vervangen.' Bruggink verwacht dat groene bulk-chemicaliën wegens de hogere kosten voorlopig alleen verkoopbaar zijn als niche-product (biomethanol bijvoorbeeld) en als grondstof voor chemische specialiteiten en gevoelige consumentenproducten, zoals 'groene' frisdrankflesjes of biologisch afbreekbare textielvezels.

Verandering

De situatie kan echter veranderen als de kosten van de CO₂-uitstoot verder stijgen en het speelveld voor fossiele en groene grondstoffen gelijk wordt getrokken. Nu is het nog zo dat een producent van bio-ethen een heffing moet betalen op de grondstof bio-ethanol die hij uit bijvoorbeeld Brazilië importeert. Zijn conculega die ethen maakt uit nafta afkomstig van aardolie uit Saoedi-Arabië hoeft geen importheffing te betalen. Die hoge tariefmuren voor groene grondstoffen hebben

alles te maken met de bescherming van de Europese boeren. Volgens Bruggink is de wet- en regelgeving in Nederland en de Europese Unie 'doordrenkt van olie'. 'De Nederlandse agrofoodsector produceert anderhalf keer meer reststoffen dan voedsel. Die reststromen zou je heel goed kunnen gebruiken om er groene grondstoffen van te maken, maar als je dat wilt doen, loop je tegen allerlei regels aan. Dat maakt het er allemaal niet eenvoudiger op.'

Zelfs al zouden *building blocks* uit groene grondstoffen op termijn goedkoper zijn dan uit aardolie of aardgas, dan moeten we niet op de bagagedrager van de energiesector blijven zitten, maar plaatsnemen op de bagagedrager van de agrofoodsector, stelt de WTC. Niet meer groene grondstoffen afbreken tot eenvoudige *building blocks* maar de complexiteit van biomoleculen benutten. 'Harvesting complexity', zoals Bruggink het noemt. 'We zijn het al zo gewoon, dat we het ons niet eens meer realiseren, maar eigenlijk is het raar om de zuurstof uit ethanol te halen om er een simpele bouwsteen als ethen van te maken. Verderop in het proces moeten we weer alle mogelijke moeite doen om dat zuurstofatoom via katalytische oxidatie in te bouwen. Groene grondstoffen worden pas echt interessant als we de complexiteit van biomoleculen daadwerkelijk gaan benutten in plaats van ze af te breken.'

Oogsten van complexiteit

Als voorbeeld van het oogsten van complexiteit noemt hij de proefabriek van Avantium die dit jaar operationeel moet worden voor de productie van PEF, poly-ethyleen-furanoaat, een biologisch alternatief voor PET. De bouwsteen voor PEF is een ethyleen-furanoaat, een monomeer dat wordt gemaakt van zetmeel. Avantium heeft laten zien dat PEF betere eigenschappen heeft dan PET als barrière voor zuurstof, koolzuur en water, waarmee het zeer geschikt is als materiaal voor frisdrankflessen, maar ook als vezel voor textiel, vloerbedekking en andere toepassingen. Het oogsten van complexiteit vergt volgens Bruggink een ander soort chemie. 'Ik heb dat een meer 'holistische' chemie genoemd. In plaats van je grondstof af te breken tot eenvoudige moleculen en daarmee

vervolgens weer ingewikkelde moleculen te bouwen, moet je kijken naar wat de natuur levert en of je daar iets moois van kunt maken. In feite zouden chemici meer moeten gaan denken als levensmiddelentechnologen. Die weten ook allerlei ingrediënten te maken uit biomassa zonder de functionaliteit af te breken.'

Indirecte concurrentie

Een belangrijk argument tegen bio-brandstoffen is dat de productie ervan concurreert met de productie van voedsel. Zo zou de stijging van de voedselprijzen in 2008 en ook weer dit voorjaar in ieder geval voor een deel zijn veroorzaakt doordat maïs en tarwe worden omgezet in bio-ethanol. Naast rechtstreekse concurrentie is er sprake van indirecte concurrentie doordat de voedselproductie en de productie van biobrandstoffen beslag leggen op landbouwareaal, water en fossiele meststoffen, zoals fosfaat. Als het gaat om de productie van groene grondstoffen voor de chemische industrie gaat die redenering niet op, denkt Van Wechem. 'De hoeveelheden die daarvoor nodig zijn, vormen maar een fractie van de hoeveelheden die nodig zijn om in onze behoefte aan brandstof te voorzien. Bovendien levert de productie van voedsel voldoende reststromen op om te voorzien in onze toekomstige behoefte aan groene grondstoffen voor chemie en materialen. In onze filosofie concurreert de productie van groene grondstoffen niet met de voedselproductie, maar is er een afgeleide van.'

Algen

Bruggink voegt er aan toe dat groene grondstoffen niet per se afkomstig hoeven te zijn van de grondgebonden landbouw. 'Er wordt al op grote schaal geëxperimenteerd met algen, micro-organismen die net als planten zonlicht en CO₂ omzetten in eiwitten, vetten, koolhydraten en allerlei andere nuttige stoffen. Die kun je in zee laten groeien. Een ander voorbeeld is het onderzoek van Joost Teixeira de Mattos en Klaas Hellingwerf met cyanobacteriën. Hun aanpak heeft inmiddels geleid tot de oprichting van Photanol, een 'spin out' van de Universiteit van Amsterdam. Ze weten de cyanobacteriën zo te dressereren dat ze zonlicht en CO₂ rechtstreeks omzetten in alco-

NAAR GROENE CHEMIE EN MATERIALEN

Voor het optimaal tot waarde brengen van groene grondstoffen is de chemische industrie onontbeerlijk, concludeert de WTC in haar rapport 'Naar een groene chemie en groene materialen'. Terwijl landen als de Verenigde Staten en Brazilië de nadruk leggen op energie uit biomassa ligt het voordeel voor Nederland in de omzetting van biomassa in chemicaliën en materialen. Daar is wel een transitie voor nodig van petrochemie naar groene chemie.

Die zou volgens de WTC in drie stappen moeten gebeuren:

- het benutten van biomassa in de petrochemische infrastructuur;
- het benutten van de potentie van katalyse, enzymen en fermentatie;
- het benutten van de al aanwezige complexiteit van biomoleculen.

Met elke stap wordt duidelijk dat er nog heel veel kennis nodig is voor een dergelijke transitie; technische kennis om de functionaliteit van complexe moleculen optimaal te kunnen benutten en kennis van economie en samenleving voor het ontwikkelen van duurzame productieketens die de voedselvoorziening niet in gevaar brengen.

holen en organische zuren. Hoewel de perspectieven gunstig zijn, worstelt de WTC nog met een aantal dilemma's. Een ervan is al genoemd: hoe kun je meerijden op de bagagedrager van de petrochemie terwijl de *building blocks* uit groene grondstoffen waarschijnlijk duurder zijn dan die uit aardolie en aardgas?

Een tweede dilemma dat daarmee samenhangt, is hoe de kennis- en innovatieagenda voor groene chemie en materialen moet worden ingevuld. Bruggink: 'Als je kennisontwikkeling concentreert op het benutten van biologische functionaliteit, dan krijg je waarschijnlijk een prachtige technologische onderzoeksagenda, met het risico dat je daarin blijft steken.' Om dat te voorkomen en omdat er de komende jaren weinig geld beschikbaar is voor onderzoek en innovatie pleiten Bruggink en Van Wechem voor een andere aanpak. Niet kiezen voor een prachtige onderzoeksagenda, maar stimuleren wat er nu al gebeurt. Bruggink: 'In Nederland zijn we er heel goed in om van een goed plan een beter plan te maken en van goed onderzoek nog beter onderzoek. Ondertussen dreigen de mooie bloemen die er al zijn te verpieteren.' Om die bloemen verder op te kweken, moet je wel weten waar ze staan. Dat

inzicht ontbreekt nog, aldus Bruggink. 'In ons rapport hebben we een aantal voorbeelden opgenomen, maar wat ontbreekt, is een echte inventarisatie. Het maken daarvan lijkt me een mooie taak voor de brancheverenigingen.'

Omdenken

Een inventarisatie van de bloemen die nu al bloeien, is echter niet voldoende. Van Wechem: 'We hebben ook nog geen criteria om hun toekomstige potentie vast te stellen. Worden het mooie vruchten die het zaad voor volgende generaties leveren? Of sterven ze een voortijdige dood? Het beantwoorden van die vraag kun je niet alleen aan technologen overlaten. Daarvoor heb je ook economen nodig voor het economisch perspectief en sociale wetenschappers om de maatschappelijke aspecten in kaart te brengen. De biobased economy vergt dus omdenken over de hele linie, niet alleen op moleculair niveau, maar ook op maatschappelijk niveau.' ■

'De chemische industrie in Nederland is volwassen'



Alle Bruggink

was R&D-directeur Corporate Research Life Science Products DSM en hoogleraar Industrial Organic Chemistry aan de Radboud Universiteit Nijmegen.



Herman van Wechem

was Global manager I&R van Shell Global Solutions en is voorzitter van het Dutch Polymer Institute.

