

# DE TOP 9 IN BIOCHEMICALS

**De definitieve doorbraak van groene chemicaliën, die zijn geproduceerd op basis van biomassa, zal niet lang op zich laten wachten. Dat concludeerden experts onlangs in een rapport van IEA-Bioenergy. De markt ontwikkelt zich snel, ondanks het ontbreken van grootschalige overheidssteun. In dit artikel zetten we de negen meestbelovende biochemicals op een rijtje.**

In bijna alle ontwikkelde landen investeren overheden en bedrijven in de ontwikkeling van technologie die vervanging van fossiele grondstoffen als kolen, gas en olie door biomassa mogelijk maakt. Veel fossiele grondstoffen komen uit politiek instabiele landen, de prijs stijgt en de effecten van het verbruik van fossiele grondstoffen op de ecologie baren wetenschappers zorgen. Vandaar de investeringen in technologie om olie, kolen en gas uit de aarde te vervangen door producten die we kunnen verbouwen.

'De overheid geeft in de vorm van bijmengverplichtingen veel steun aan de introductie van biobrandstoffen', verzucht dr. Rolf Blaauw van het Wageningse onderzoeksinstituut Food & Biobased Research. 'Het is spijtig dat een dergelijke ondersteuning ontbreekt als het gaat om de productie van biochemicaliën. We verwachten van groene chemische grondstoffen meer heil dan van groene brandstoffen.'

Een argument tegen biobrandstoffen, dat met het stijgen van de wereldvoedselprijzen steeds luider is gaan klinken, luidt dat de productie van biobrandstoffen concurreert met de productie van voedsel.

## Niet-eetbare reststromen

'Dat argument speelt in mindere mate als het gaat om biochemicaliën', zegt Blaauw. 'Enerzijds omdat de productie-omvang van chemicaliën en kunststoffen simpelweg veel kleiner is dan die van brandstoffen, maar ook omdat de chemische industrie zich richt op de niet-eetbare rest-

stromen.' Slechts negen procent van de olie, kolen en gas die we uit de grond halen, gebruiken we voor de productie van chemicaliën als methanol, ethyleen, propyleen, butadien, benzeen, toluen en xyleen. Die basisverbindingen gebruiken we weer als grondstof voor kunststoffen of specialty chemicals.

Bovendien is het milieuvoordeel van het halen van groene chemicaliën uit biomassa groter dan het winnen van brandstof uit biomassa, legt Blaauw uit. 'Tachtig procent van alle chemicaliën die we nu uit olie halen, gebruiken we voor de productie van kunststoffen. Dat houdt in dat we de moleculen aan elkaar vastplakken tot lange ketens. Je hebt daarvoor moleculen met actieve groepen nodig, die meestal zuurstofatomen bevatten. Je vindt zulke zuurstofgroepen in biomassa. Zet je biomassa om in brandstof, dan moeten die groepen er uit. Maar als je uit biomassa basischemicaliën haalt voor kunststof, dan kunnen die zuurstofgroepen grotendeels blijven zitten. Dat is bijvoorbeeld het geval bij

melk-, barnsteen- en furaandicarbonzuur. Dat bespaart je dus energie, en betekent ook dat je voor een ton polyester minder hectares nodig hebt dan voor een ton biobrandstof.'

## Prijstijgingen

Bedrijven in de chemie- en de agrosector beginnen het potentieel van groene chemicaliën te beseffen, concludeert het voornoemde rapport Biobased Chemicals – Value Added Products from Biorefineries dat IEA Bioenergy publiceerde in 2012. Volgens het rapport zal de productie van groene chemicaliën de komende jaren verdubbelen. 'Dat komt maar voor een heel klein deel door overheids subsidies', zegt dr. Ed de Jong van Avantium Chemicals en eerste auteur van het IEA-rapport. 'Dat is een duidelijk verschil met de ontwikkelingen op het gebied van de biobrandstoffen.' De opkomst van de biobrandstoffen is voor een belangrijk deel het gevolg van wettelijke bijmengverplichtingen. Zonder dergelijke maatregelen is het nog maar de vraag of de productie van biobrandstof rendabel is. Met de productie van biochemicaliën zou dat op termijn wel eens anders kunnen zijn. Om technologische redenen, maar ook omdat hun prijs gewoon hoger is dan die van biobrandstoffen, zullen veel groene chemicaliën binnen een paar jaar net zo goedkoop kunnen worden geproduceerd als hun equivalenten uit de petrochemische industrie. De toenemende en prijsopdrijvende vraag naar chemische grondstoffen uit de groeiende economieën van Brazilië, Rusland, India en China is daar niet vreemd aan.

## Bioplastics

De grootste groeiers op de groene chemische grondstoffenmarkt zijn de komende grondstoffen voor bioplastics als polyethyleenterephthaal (PET), polyhydroxyalkanoaat (PHA), polymelkzuur (PLA) en biopolyethyleen (PE). Jaarlijks neemt de handel in die verbindingen met 20 tot 30 procent toe, maar de toekomstige groeipercentages liggen volgens IAE Bioenergy hoger. Nu gebruiken fabrikanten die grondstoffen vooral voor biologisch-afbreekbare verpakkingsmaterialen op basis van PHA en PLA, maar als straks ook meer duurzame bioplastics op de markt zullen komen op basis van PET en PE, zal een forse stijging naar de vraag voor deze grondstoffen onvermijdelijk zijn. PHA en PLA zijn geen verbindingen die vrijkomen uit biomassa. Het zijn polymeren die fabrikanten kunnen maken op basis van basale verbindingen die gewonnen kunnen worden uit biomassa. Als we ons beperken tot de groene 'chemical building blocks', dan liggen op dit moment de kaarten het gunstigste voor ethyleen, p-xyleen en propyleen.

Dat zijn stoffen die op petrochemie gebaseerde industrie nu al gebruikt.

## Coca-Cola, Toyota

Ethyleen is een grondstof die een fabrikant als het Braziliaanse Braskem produceert op basis van bio-ethanol. Jaarlijks groeit de omzet van ethyleen met vijf procent. Het is niet moeilijk om ethyleen om te zetten in een mono-ethyleenglycol (MEG), één van de twee bouwstenen voor PET. Coca-Cola en Danone gebruiken MEG voor hun groene verpakkingen, Toyota in de bekleding van zijn auto's. P-xyleen is de grondstof voor MEG, propyleen is de grondstof voor de kunststof polypropyleen. Braskem werkt aan een fabriek die jaarlijks dertigduizend ton propyleen moet produceren. Op de langere termijn zullen ook andere chemical building blocks kansen bieden (zie kader). Het in 2006 verschenen en door de Europese Commissie gefinancierde BREW-rapport schatte dat in 2050 bijna veertig procent van alle geproduceerde biobased chemicaliën afkomstig zal zijn van grassen, zetmeelhoudende producten, suiker, oliehoudende zaden, hout, reststromen uit de landbouw en de agro-industrie, afval en algen.

## Bioraffinage

Bedrijven beginnen steeds meer reststromen op basis van biomassa te gebruiken voor de winning van energie. Daar is niks mis mee, vindt Blaauw, maar het loont vaak de moeite om eerst nog te kijken of er waardevolle chemicaliën uit die stromen gewonnen kunnen worden. Zo bestudeert het Canadese Lignol Energy of het uit reststromen van de papierindustrie, voordat die worden omgezet in energie, ethanol en aromaten kan winnen.

Een voorwaarde daarvoor is wel dat de productietechnologie zich verder ontwikkelt waardoor de prijs van groene grondstoffen kan zakken. Eén van de wegen die bedrijven daarbij volgens het IAE-rapport kunnen bewandelen, is het toepassen van het bioraffinageconcept: het op een duurzame wijze omzetten van biomassa in niet slechts één product, maar in een zo hoogwaardig mogelijk spectrum van producten.

'Dat concept is niet nieuw', relateert Ed de Jong. 'De voedingsindustrie past het al jaren toe. Wat je nu niet kunt gebruiken als voedsel voor mensen, gebruik je als diervoeder, en uit de stromen die niet geschikt zijn voor diervoeder haal je nog zoveel mogelijk nuttige stoffen. Het materiaal waarmee je verder niets meer kunt zet je tenslotte om in energie.'

## Lenige geest

Toepassing van dat concept zou bijvoorbeeld de productiekosten van biobrandstoffen met dertig





## Voortbouwen op fundament

De biobased economy staat volop in de belangstelling bij de overheid en in het Topsectorenbeleid en bij bedrijven en onderzoeksinstituten. En niet in de laatste plaats in de maatschappij in het algemeen.

Een duurzame economie, gebaseerd op hernieuwbare grondstoffen, daar moet het naar toe. Daarvoor is kennis nodig en innovatie. Kennis van gewassen, van chemie, van verwerkingstechnologie. En innovatie om nieuwe materiaaleigenschappen te realiseren, efficiency en functionaliteit te verbeteren en processen op te schalen. Allemaal nieuw? Eigenlijk niet. Agro is een van de oudste sectoren en chemie is niet veel jonger. Al eeuwen gebruiken we in Nederland gewassen om materialen van te maken. We hebben zelfs een sterke traditie en veel kennis op het gebied van natuurlijke materialen.

Innovatie kan dus voortbouwen op het fundament dat er al is. Ook bij Forbo Flooring systems hebben we een lange traditie op het gebied van natuurlijke materialen. Het is dit jaar 150 jaar geleden dat linoleum (van linum, Latijn voor vlas en oleum, olie) werd gepatenteerd en nog steeds maken we deze sterke vloerbedekking van de natuurlijke materialen lijnzaadolie, jute, hars, kalksteen en hout. De jarenlange ervaring met werken met biobaseerde materialen heeft er onder andere toe geleid dat duurzaamheid in het hart en de genen van ons bedrijf zit.

Vandaag de dag gaat duurzaamheid bij Forbo veel verder dan het gebruik van natuurlijke en hernieuwbare materialen alleen. We kijken naar de totaalimpact van ons bedrijf en onze producten op het milieu en hebben de ambitie deze met 25 procent te verminderen. Om dit doel te realiseren, recyclen we meer, gebruiken we minder energie en ontwerpen we onze producten anders. En natuurlijk onderzoeken en gebruiken we nieuwe biobaseerde materialen. Ook werken we steeds meer samen met andere bedrijven en kennisinstellingen. Als iedereen kennis en expertise bijdraagt, kun je ver komen. Ook binnen de Topsectoren staat de samenwerking tussen het bedrijfsleven (groot en klein), kennisinstellingen en de overheid centraal. Zo gaan we op weg naar de biobased economy. Geworteld in een stevige traditie, groeiend door innovatie en bloeiend door samenwerking. Forbo draagt er graag aan bij. •

Jolien Stevels | Director Innovation Forbo Flooring BV



procent kunnen verminderen, becijferde het Wageningse onderzoeksinstituut FBR in 2010 in het rapport Financieel-economische Aspecten van Biobrandstofproductie.

'Eigenlijk zou je, als je denkt vanuit het bioraffinageconcept, productieketens opnieuw moeten kunnen inrichten', zegt De Jong. 'Het zou bijvoorbeeld kunnen lonen om een verbinding die je nu nog uit de reststromen vist, er al in een veel vroeger stadium uit te halen.' Tegelijkertijd gebeurt het vaak dat de winning van één groene grondstof uit een reststroom niet rendabel is, maar de winning van meerdere chemicaliën wel. Technologisch en economisch is het zonneklaar dat in zulke situaties partijen van verschillende marktsegmenten eigenlijk zouden moeten samenwerken.

'Als je kijkt naar de plekken waar de groene chemie innoveert, dan zie je bijna altijd zulke vormen van samenwerking', zegt De Jong. 'Je ziet jonge chemiebedrijven, die bijvoorbeeld samenwerken met bedrijven uit de food- of feedindustrie, of juist met een producent van kunststoffen of een leverancier van specialty-chemicaliën. Je kunt niet alles alleen.'

De totstandkoming van innovatieve samenwerkingsverbanden vergt echter een lenigheid van geest die zeldzaam is, weet De Jong. 'De agrosector staat nog steeds bekend als conservatief, maar ook in de chemie zijn veel jonge ondernemers vooral bezig met de groene verbindingen die ze willen produceren, en niet met de mogelijkheden die de productietechnologie ze biedt. Denk vanuit de mogelijkheden van de technologie en het proces, en zoek samenwerking met mensen en partijen die kennis en contacten

hebben die jij niet hebt, adviseer ik altijd. Staar je niet blind op je product, en zorg er voor dat je geen mogelijkheden over het hoofd ziet.'

### NEGEN GROENE KANSHEBBERS

Het Amerikaanse Ministerie van Energie houdt sinds 2004 bij voor welke groene basischemicaliën de prognoses het meest gunstig zijn. Op die bron is de onderstaande lijst gebaseerd.

**1** **Naam** Barnsteenzuur  
**Wat is het?** Grondstof voor 1,4-butanediol, een bouwsteen van legio chemicaliën. Barnsteenzuur is bovendien de grondstof voor de plastic polybarnsteenzuur of PBS.

**In getallen** In 2009 was nog slechts 5 procent van het geproduceerde barnsteenzuur van groene origine. Over enkele jaren zal dat zestig procent zijn. Doorslaggevend zullen nieuwe fermentatiemethoden, die niet meer uitgaan van E. coli-bacteriën maar bijvoorbeeld van nieuwe gemodificeerde varianten van Corynebacterium. Mitsubishi heeft dergelijke organismen ontwikkeld. Dichter bij huis werken Reverdia, een co-onderneming van zetmeelreus Roquette en DSM, en de combinatie Purac en BASF aan productietechnologie voor barnsteenzuur.

**2** **Naam** Furanen  
**Wat is het?** Een groep stoffen als furfural, 5-hydroxymethylfurfural, 2,5-furandicarbonzuur en 2,5-dimethylfuraan.

**In getallen** Fabrikanten maken furanen door dehydratie van koolhydraten als xylose, glucose en fructose. Het zijn veelzijdige bouwstenen voor groene plastics en chemicaliën, en zijn interessant als uitgangsmateriaal voor flessen, kunstvezels, bumpers, coatings en computercases. Vandaar de belangstelling van enerzijds agro-ondernemingen als Quaker Oats, ADM en AB Sugar, en anderzijds die van chemiereuzen als DSM, Solvay en Rhodia. Van furfural alleen al bedraagt de jaarproductie 200.000 ton.

Het Nederlandse bedrijf Avantium opende onlangs op Chemelot in Geleen een proeffabriek die jaarlijks veertig ton furandicarbonzuur zal produceren. Hetzelfde Avantium ontwikkelt de kunststof polyethyleenfuranoaat (PEF), dat kan gaan dienen als een opvolger van PET. De doorlaatbaarheid van PEF voor zuurstof, kooldioxide en water is kleiner dan die van PET.

**3** **Naam** 3-Hydroxypropionzuur (3-HPA)  
**Wat is het?** Een grondstof voor acrylaten en de kunststof poly-3-HPA

**In getallen** Volgens een onlangs verschenen rapport van SBI Energy zal de jaarlijkse productie van 3-HPA in 2015 meer dan 20.000 ton bedragen. Biologen van de University of Wisconsin-Madison werken dankzij miljoenen subsidies van de overheid en particulieren aan een cyanobacterie die 3-HPA kan produceren.

**4** **Naam** Glycerol  
**Wat is het?** Een bouwsteentje van vetten dat vrijkomt bij de productie van biodiesel.

**In getallen** Jaarlijks produceren bedrijven 1.8 miljoen ton aan glycerol. Glycerol dient onder meer als grondstof voor 1,2-propanediol. De laatstgenoemde verbinding is een grondstof voor antivries, remvloeistof, verf en coatings. Een ander belangrijk product is epichloorhydrine.

**5** **Naam** Sorbitol  
**Wat is het?** Een zoetstof en vochtvasthoudend middel dat ontstaat door hydrogenisatie van glucose.

**In getallen** Jaarlijks produceren chemiebedrijven 1.1 miljoen ton sorbitol. De nu nog batchgewijze productietechnologie zal in de nabije toekomst plaats gaan maken voor een efficiënter continu proces, vermoeden chemici.

**6** **Naam** Xylitol  
**Wat is het?** Een zoetstof met minder calorieën dan suiker, die bovendien het gebit beschermt.

**In getallen** Wereldwijd produceren bedrijven 900.000 ton xylitol. Lege maïskolven dienen als uitgangsmateriaal, maar het proces is prijzig. Danisco en kunstvezelproducent Lenzing werken gezamenlijk aan een nieuwe technologie waarbij lignocellulose, een bestanddeel in agro-reststromen, als uitgangsmateriaal zal dienen. Xylitol kan weer dienen als grondstof voor ethyleenglycol en propyleenglycol.

**7** **Naam** Levulinezuur  
**Wat is het?** Een 'chemical building block' voor legio andere chemicaliën. Bedrijven maken het nu vooral van zetmeel, maar lignocellulose is een aantrekkelijker uitgangsmateriaal.

**In getallen** Levulinezuur is de oogappel van het Amerikaanse energie-ministerie. Producenten kunnen het winnen uit praktische alle groene reststromen.

**8** **Naam** Melkzuur  
**Wat is het?** Een verbinding die vanouds grif aftrek vindt in de voedingsindustrie. Ontstaat in traditionele processen voor vergisting van suiker.

**In getallen** De jaarproductie van melkzuur bedraagt meer dan 300.000 ton, en neemt elk jaar met nog eens tien procent toe. Die groei is het gevolg van de toenemende productie van de kunststof PLA in bio-afbrekbare wegwerptassen en verpakkingen. Nu produceren bedrijven jaarlijks voor ongeveer 25.000 ton aan PLA. Dat zal in 2025, als producenten hebben geleerd hoe ze PLA kunnen gebruiken in kleding en vloerbedekking, zijn opgelopen tot 650.000 ton. Marktleider in de melkzuurproductie is het Nederlandse Purac.

**9** **Naam** Ethanol  
**Wat is het?** Een uit koolhydraten geproduceerde biobrandstof die ook geschikt is als basis chemical.

**In getallen** De mondiale markt voor ethanol is inmiddels groter dan 20 miljard euro. Dat komt vooral door het gebruik van ethanol als biobrandstof, maar ethanol is ook een uitgangsstof voor andere verbindingen. Door dehydratie verandert ethanol in ethyleen, dimerisatie verandert ethyleen in buteen. Buteen en ethyleen samen zijn grondstoffen voor propyleen. Mitsubishi werkt aan een technologie waarmee ethanol in één stap in propyleen verandert.