

BIJZONDERE MENGSELS LONKEN NAAR DE BIOBASED CHEMIE

BOOM GEEFT CHEMIE NIEUW LEVEN

De onderzoeksgroep van de Eindhovense hoogleraar Maaïke Kroon ontwikkelde een energiezuinig procedé om zuivere lignine uit hout te winnen. Het bezorgde de papierindustrie al een 'hoera-gevoel'. Maar ook voor de biobased chemie biedt het volop kansen. Als het straks lukt lignine in monomeren 'op te knippen' valt er misschien zelfs bioplastic mee te maken.

Tekst: Pieter van den Brand

In de papiersector vielen ze van hun stoel. De industrie stelt zelfs goud in handen te hebben met het 'sensationele middel'. Een *game changer*, zegt een vertegenwoordiger van Cepi, de belangenorganisatie van de Europese papierindustrie, in *Het Financieele Dagblad*. Weliswaar ligt de horizon nog op 2050, maar een geduldige sector kan dan wel een minimaal 40 procent lagere energierekening verwachten. Zelf blijft Maaïke Kroon nuchter onder alle loftuitingen. Wat de hoogleraar scheidingstechnologie aan de TU Eindhoven er niet van weerhoudt de potentie van de 'eigenaardige oplosmiddelen', zoals ze in het krantenbericht werden genoemd, nog eens over het voetlicht te brengen. De bijzondere oplosmiddelen werden in 2003 ontdekt door de universiteit van Leicester. De onderzoeksgroep van hoogleraar fysische chemie Andrew Abbott beoogde met duurzame grondstoffen op kamertemperatuur vloeibare elektrolyten voor batterijen te maken. In dit onderzoek werd een mengsel van twee vaste stoffen met een hoog smeltpunt (ver boven 100 graden) al vloeibaar op 12 graden, een uiterst diepe temperatuurval. Het laagste smeltpunt heet *eutecticum*, vandaar de naam *deep eutectic solvents*, kortweg DES. Op basis van de Britse ontdekking probeerde de onderzoeksgroep van Kroon in Eindhoven zo'n zeshonderd mengsels uit, op zoek naar geschikte combinaties in de juiste verhoudingen. Zo'n vijftig solvents staan er nu op een

rijtje. Alleen over de mengsels waarover gepubliceerd is, mag Kroon wat zeggen. Ze experimenteert met combinaties van natuurlijke organische zuren (appelzuur en melkzuur) en aldehyden of monosachariden (suikers) met natuurlijke zouten en aminozuren (bouwstenen van eiwitten). "We hebben bewust gekozen voor natuurlijke stoffen, omdat we in eerste instantie dachten aan schone én goedkope toepassingen voor de voedingsindustrie." Vanwege de samenstelling van de solvents kwam al snel biomassa – hout – in beeld. De oplosmiddelen bleken geschikt voor het scheiden van cellulose en lignine. In rap tempo, want het proces bleek al in een half uur afgerond.

Zwavelvrij

Dankzij de veel lagere temperaturen – 60 tot 80 graden – bespaart het nieuwe procedé veel energie, vergeleken met het traditionele proces in de papierindustrie van 150 tot 200 graden. Ook 'pulpt' men in het zogeheten Kraftproces met natriumsulfide. Het DES-proces levert zwavelvrije lignine op. Ook is er veel minder water nodig bij de papierproductie. Water dat de papiermaker met veel energie weer weg moet drogen. "Dat verklaart het hoera-gevoel van de papierindustrie", zegt Kroon. De lignine wordt nu nog verbrand om warmte te genereren voor het productieproces. Voor de papierfabriek nieuwe stijl is echter nog een periode van twintig jaar onderzoek ►



TNO ONDERZOEKT LIGNINE IN ASFALT

Lignine kan zich, net als methaan/methanol en CO₂, tot een van de nieuwe grondstoffen van de chemie ontpoppen, stelt Arij van Berkel van TNO. Zelf onderzoekt TNO met een aantal partners de toepassing van lignine in asfalt als 'groene' vervanger van bitumen uit de olie-industrie. "Lignine heeft brandvertragende eigenschappen, dus het is ook geschikt in blusmiddelen."

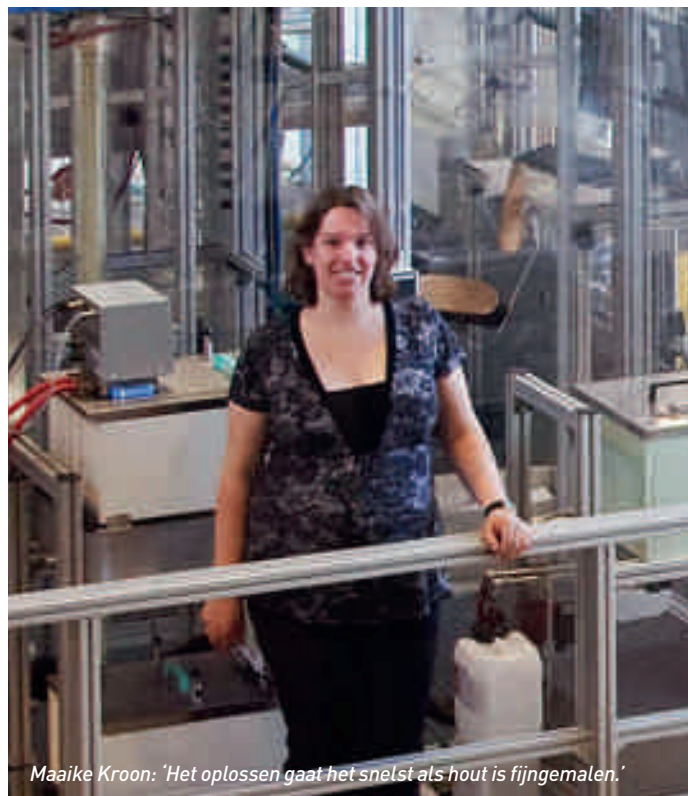
Naast in lijm is de houtstof volgens Van Berkel te verwerken in lakken. Nadeel is alleen dat deze lakken dan altijd bruin van kleur zijn. "Daar moet je van houden, maar dat is geen punt bij niet-zichtbare onderdelen in elektronica, denk aan warmteproducerende laptops of servers. Dit soort toepassingen is niet eens zo ver weg, verwacht ik."

en proeven nodig.

In principe kunnen de ontwikkelde oplosmiddelen alle soorten hout aan, al is per houtsoort een ander mengsel nodig. Voordeel hiervan is wel, aldus Kroon, dat je met kleinschalige (lees: minder kapitaalintensieve) installaties aan de slag kunt. Ook afvalhout is een optie, al zal het scheidingsproces bij de combinatie van houtsoorten langzamer gaan, omdat het langer duurt voor de vaste stoffen opgelost zijn. "Het oplossen gaat het snelst als hout is fijn-gemalen. Ergens ligt een optimum en dat zal een economische keuze zijn, dus of er een gezonde business case is." Kroon ziet tal van mogelijkheden voor bioraffinage. Concreet heeft de TU Eindhoven al plannen in die richting op de Chemelot Campus, samen met de universiteit van Maastricht.

Lijm

"Beslist een interessante ontwikkeling", reageert onderzoeker Richard Gosselink van Wageningen UR, "al is de kwaliteit van de lignine bepalend voor mogelijke toepassingen ervan." Gosselink doet al zo'n vijftien jaar onderzoek naar de houtstof en geldt als dé lignine-expert van ons land. Op korte termijn, voorziet de wetenschapper, is lignine een geschikt alternatief voor synthetische lijm. In een Europees consortium boekt Wageningen UR hier inmiddels goede resultaten mee, aldus Gosselink. "Nu worden in lijm uit ruwe olie gewonnen componenten als fenol-formaldehyde gebruikt, die zeer giftig zijn. In de VS staat deze stof al op de lijst van verboden kankerverwekkende stoffen. Ook meubelfabrikanten willen ervan af."



Maaike Kroon: 'Het oplossen gaat het snelst als hout is fijn-gemalen.'

Lignine wordt al toegepast in composietmaterialen voor designtoepassingen en verpakkingen, samen met onder meer hout- en hennepvezels. "Dat is nu nog een nichemarkt door de beperkte beschikbaarheid van zuivere, natuurlijke lignine. Maar de belangstelling vanuit de industrie en ook de chemie groeit, dus ook het aanbod van lignine zal toenemen."

Opknippen

Veelbelovend is volgens hem het 'opknippen' van lignine in monomeren. Daarmee komt bioplastic in beeld. Fenol, een van de hoofdbestanddelen van lignine, is een bouwsteen voor polycarbonaat, de kunststof waar de cd voor een deel uit bestaat. Daarnaast kunnen deze bioaromaten als bouwstenen dienen in polymeren voor pet-producten, polyurethanen en plastic in onder meer bloempotjes en margarinekuipjes. "Maar er is nog veel onderzoek nodig", zegt Gosselink.

Ook volgens Arij van Berkel, directeur voor innovatieve chemische procestechologie bij TNO, is het kraken van de macromoleculen van lignine in monomeren vanwege de complexe polymerenstructuur nog toekomstmuziek. "Technisch gezien is dat niet eenvoudig. Een gelukkige omstandigheid is wel dat de lignine straks zwavelvrij is, want voor veel toepassingen is dat een belemmering." Voor het opknippen komen enzymen in aanmerking, precies zoals schimmels enzymen produceren om hout af te breken, "maar daar komen nog niet vanzelf de gewenste monomeren, zoals fenol, bij vrij. De hele wereld breekt er op dit moment zijn hoofd over hoe dat te realiseren." ■