

Van broeikasgas tot bio-

Onderzoekers in Wageningen kijken de kunst af van planten om met zonnecellen en water kooldioxide om te zetten in methanol.

Tjitske Ypma
Wageningen/Delfzijl

Met veel energie kan het nu al: methanol vervaardigen uit kooldioxide en water. De kunst is om het met weinig energie klaar te spelen. En die kunst kijken onderzoekers van het Bio SolarCells-programma aan Wageningen UR af van planten. Samen met het Groningse bedrijf BioMCN proberen zij met behulp van enzymen op grote schaal fotosynthese na te bootsen: het proces waarbij planten met gebruik van zonlicht de broeikasgas kooldioxide (CO₂) omzetten in biomassa.

'Als het lukt, betekent het de oplossing van een wereldprobleem', zegt Jacco van Haveren, programmamanager Biobased Chemicals van Food and Biobased research, onderdeel van de universiteit van Wageningen. 'CO₂ is het voornaamste broeikasgas, terwijl methanol wordt gebruikt als grondstof voor allerlei toepassingen: van brandstof tot kunststof, van hars tot cosmetica.' Door (een deel van) de petrochemisch geproduceerde methanol te vervangen door biomethanol wordt deze belangrijke grondstof duurzaam en wordt broeikasgas weggevangen uit de atmosfeer.

Bij het vervaardigen van methanol (CH₃OH) uit kooldioxide en water (H₂O) is er in eerste instantie vooral veel energie nodig om het water te scheiden in waterstof (H₂) en zuurstof (O₂). Maar ook het proces van CO₂ en H₂ tot CH₃OH kost energie: dit vindt op hoge temperatuur plaats. Wanneer je energie produceert, komt meestal CO₂ vrij, bijvoorbeeld in energiecentrales op aardgas. Dus hoe meer energie er nodig is, hoe meer CO₂ je verkrijgt. Wagenin-

gen en BioMCN werken aan het doorbreken van deze vicieuze cirkel.

'Door een duurzame energiebron te gebruiken, zoals zonnecellen (zon-pv), wordt het proces al CO₂-technisch interessanter', aldus Van Haveren. De zonne-energie wordt ingezet om met behulp van elektrolyse H₂ uit water (H₂O) te halen, waarbij er zuurstof vrijkomt. Vervolgens kunnen enzymen het omzetten van kooldioxide en waterstof naar methanol versnellen. Dat proces hoeft dan niet meer bij zeer hoge temperaturen plaats te vinden. Dat kan ook niet, want enzymen werken het best op lichaamstemperatuur en onder normale druk.

Het onderzoek is erop gericht de activiteit van de enzymen dusdanig te vergroten, dat ook iets ruimere procescondities nog werken. Wel moeten de cofactoren van de enzymen (het 'brandstofgedeelte') met toevoeging van energie worden geregenereerd. Daarvoor wordt gekeken naar een geoptimaliseerd nagebootst

In het laboratorium werkt het al, nu is het zaak om op te schalen naar grote reactoren

fotosyntheseproses. De enzymen worden daarbij geïmmobiliseerd, oftewel vastgezet zijn in plaats van rond te zweven in water. 'Zo zijn ze makkelijker te scheiden uit het methanolproduct', legt Van Haveren uit. 'We willen ze opnieuw kunnen gebruiken.' Vanuit Wageningen wordt volop onderzoek gedaan naar de beste enzymen op dit terrein, de voorlopige uitkomsten zijn geheim.

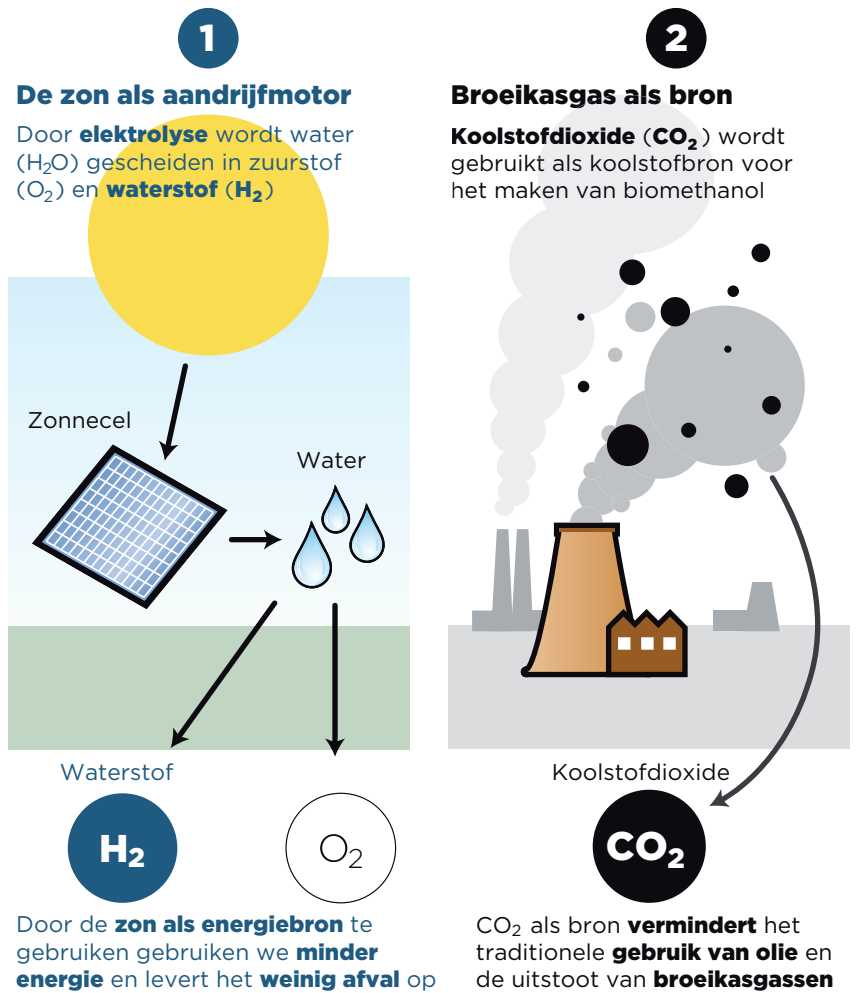
Is het niet gemakkelijker om de omzetting van CO₂ in bruikbare stoffen en zuurstof over te laten aan planten? 'Nee', zegt Van Haveren. 'Planten zijn eigenlijk vrij inefficiënt. Maximaal zetten zij slechts enkele procenten van de beschikbare zonne-energie om in biomassa, en dan hebben wij het over de relatief efficiënte algen. Een boom gebruikt ook energie om structuur te bouwen.'

Sascha Kersten van het Green Energy Initiative van de Universiteit Twente denkt ook dat het beter moet kunnen: 'Met zonnecellen bereik je 14% efficiëntie, met elektrolyse 10%', zegt hij. 'Het loont dus de moeite ook die wegen te bewandelen. Planten zijn wel meesters in het afvangen van CO₂.' Daarom laat Kersten zich ook graag inspireren door planten, want zijn onderzoek is erop gericht CO₂ uit de lucht te halen. Bijvoorbeeld om het daarna om te zetten in methanol. 'Daarvoor gebruiken wij deeltjes die amines bevatten. Bij 40°C vangen die CO₂ op en bij 100°C laten zij die weer los', zegt Kersten. 'Het is een uitdaging om pure CO₂ uit de lucht te vangen, maar wel belangrijk om een duurzame grondstof voor methanol te verkrijgen. Alleen CO₂ uit een biomassa gestookte installatie zou een duurzaam alternatief zijn.'

Kerstens collega's van het Green Energy Initiative houden

Van afval naar bron

Hoe CO₂ gebruikt wordt om biomethanol te maken

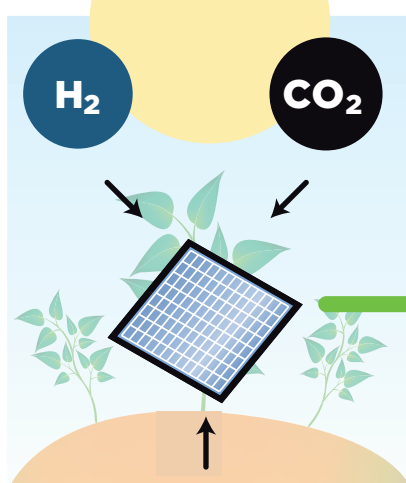


brandstof

3

Omzetten naar biomethanol

Het omzetten is vergelijkbaar met de fotosynthese van planten. Dit gaat sneller met behulp van **enzymen (NAD⁺)**



Door petrochemisch geproduceerde methanol te **vervangen door biomethanol** wordt deze belangrijke grondstof duurzaam

4

Het resultaat

Het resultaat **biomethanol** wordt gebruikt als grondstof voor bioplastics en in brandstoffen

CH₃OH

*Nicotinamide-adeninedinucleotide

biogas (kooldioxide en methaan), dat op zijn beurt ook wordt omgezet in synthesegas. Dat wordt vervolgens met koolstofdioxide in biomethanol (CH₃OH) omgezet. Het bedrijf is bij het project van Wageningen UR betrokken om de gewenste opschaling te bewerkstelligen. 'Op laboratoriumschaal werkt het al, maar het gaat erom dat ook in grote reactoren goede omstandigheden kunnen worden verkregen', zegt locatiemanager Paul Compagne. 'Het gaat om procesbeheersing.'

Ook zou het proces van drie losse stappen moeten worden teruggebracht naar één schakel, zodat het kan plaatsvinden in één groot reactorvat. Beide elementen moeten eraan bijdragen dat dit proces zo goedkoop wordt dat het op den duur kan opboksen tegen methanol uit fossiele grondstoffen, zoals aardgas en steenkool. Algemeen directeur Rob Voncken van BioMCN verwacht dat met een beetje geluk — hij schat de kans op fifty-fifty — over vijf jaar de eerste 'pilot plant' realiteit is. Zo'n installatie bestaat uit een groot borrelend vat, ter grootte van een olieopslagtank, waar CO₂ in water met enzymen wordt gebracht en waar met behulp van zonnestroom (elektrolyse) methanol ontstaat. De methanol wordt vervolgens gescheiden van het water met de enzymen, die worden geregenereerd door middel van een fotosyntheseproces.

Voncken en locatiemanager Compagne zien de eerste fabriek graag verrijzen in Delfzijl, waar al plannen liggen voor een CO₂-leiding van de nieuwe kolencentrale van RWE/Essent naar BioMCN. Als het werkt, zal de techniek de jaren daarna worden uitgerold. Dat duurt nog wel acht tot tien jaar, schat Voncken. 'Wij krijgen de eerste licentie, en zullen partners zoeken om het elders toe te passen. Het zal over de hele wereld gebruikt kunnen worden, als er maar energie en water voorhanden is. Ook zijn CO₂-opslaggebieden natuurlijk interessant.' Per land zullen er meerdere van dit soort CO₂-methanolstations komen, voorspelt hij.

