



Foto: BioSolar Cells

Proefopstelling voor de productie van zogenaamde 'solar fuels'

Brandstof kweken biedt zicht op schone toekomst

De zon is onze perfecte duurzame energiebron die we kunnen aftappen via fotosynthese. Planten doen dit al van nature, maar lang niet efficiënt genoeg. Daarom werken we aan de ontwikkeling van Solar Fuels: brandstoffen die rechtstreeks, zonder eerst biomassa te maken, worden gemaakt uit zonlicht, water en CO₂. Dit kan met hoge efficiëntie en ondervangt bovendien een aantal knellende problemen met het gebruik van biomassa.

Fotosynthese is zonder twijfel het belangrijkste proces op aarde. Planten, algen en bepaalde soorten bacteriën maken er gebruik van om CO₂ en water met behulp van zonlicht om te zetten in suiker. Bij dit proces komt tevens zuurstof vrij als bijproduct. Planten gebruiken de gevormde suikers om te groeien door deze om te zetten in biomassa, bestaande uit onder andere eiwitten, koolhydraten, oliën en vetten. In feite is fotosynthese dus het omzetten van zonne-energie in chemische energie in de vorm van biomassa. Deze biomassa is de basis van de voedselketen en al het voedsel dat wij produceren is afkomstig uit fotosynthese. Zonder fotosynthese zou het leven op aarde zoals wij dat kennen niet mogelijk zijn.

Fossiele bronnen

Ook al onze fossiele brandstoffen zijn afkomstig van de fotosynthese. Kolen, olie en gas zijn namelijk ontstaan uit plantaardige resten die in een proces van miljoenen jaren in de aardkorst zijn omgezet.

De hoeveelheid fossiele brandstoffen die we kunnen winnen is voldoende om nog honderden jaren op de huidige voet te kunnen doorgaan; waarschijnlijk zit er nog voor minstens 500 jaar steenkool in de bodem, terwijl de schattingen van de voorraden schaliegas laten zien dat we hiermee nog circa 300 jaar verder kunnen. Daarnaast bevat de aarde nog heel veel olie en gas. Het verbranden van deze grote voorraden kolen, olie en gas zal echter verregaande consequenties hebben voor het klimaat op aarde. Daarom is er dringend een duurzaam alternatief nodig voor het gebruik van fossiele brandstoffen.

Dé duurzame energiebron

Het goede nieuws is dat dit alternatief ruimschoots aanwezig is in de vorm van zonne-energie; de zonnestraling die de aarde per uur bereikt bevat meer energie dan de gehele economie op aarde in 1 jaar verbruikt! Dit betekent dat we een complete

transitie naar duurzame energie kunnen maken, als we maar in staat zijn een klein percentage van die binnenkomende zonne-energie op te vangen en om te zetten in voor ons bruikbare energievormen.

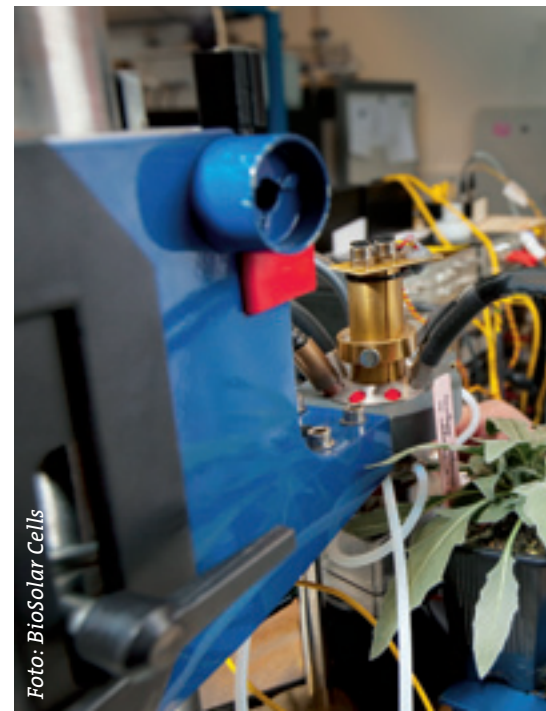
In het opwekken van elektriciteit uit zonne-energie zijn de afgelopen jaren grote vorderingen gemaakt, zowel in de ontwikkeling van de technologie zelf, als ook in de grootschalige introductie in de maatschappij. De huidige zonnepanelen, die al in grote aantallen in verschillende Europese landen zijn geïnstalleerd, kunnen met een rendement van 15 - 20% zonlicht omzetten in elektriciteit. In het laboratorium zijn al zonnepanelen ontwikkeld met een rendement van 44% en het is ook te verwachten dat het rendement van commerciële zonnepanelen de komende jaren verder zal toenemen.

Het grote probleem is echter dat elektriciteit slechts 30% van het wereldwijde energiegebruik uitmaakt. De resterende 70% betreft koolstofhoudende brandstoffen die worden gewonnen uit kolen, olie en gas. In de

toekomst zal deze verhouding vrijwel zeker veranderen

ten gunste van elektriciteit, mogelijk gemaakt door de grootschalige introductie van elektrische auto's voor personenvervoer. Echter, twee belangrijke bronnen van duurzame elektriciteit, wind en zon, zijn niet altijd beschikbaar. Daarom kan het aandeel van deze energiebronnen alleen fors toenemen als we de beschikking hebben over mogelijkheden om tijdelijke energieoverschotten efficiënt op te slaan en/of gebruik te maken van gasgestookte energiecentrales om bij te springen voor het opvangen van tijdelijke tekorten. Bovendien is elektrische aandrijving minder geschikt voor het zware transport, met name voor het vliegverkeer, en zal er behoefte blijven bestaan aan koolstofhoudende brandstoffen als kerosine en diesel. Verder zal de chemische indus-

trie altijd behoefte houden aan goedkope koolstofhoudende verbindingen die de basis vormen voor alle producten die deze industrie produceert.



Om natuurlijke fotosyntheseprocessen in planten na te bouwen is het nodig alle onderdelen die de plant daarvoor gebruikt nauwkeurig te bestuderen

'Complete opbrengst landbouw voorziet slechts in 9% energiebehoefte'



*Dr. R.M. Klein Lankhorst
(office@biosolarcells.nl) is Managing
Director bij BioSolar Cells
(www.biosolarcells.nl).*

BioSolar Cells

Een oplossing van bovenstaande problemen zit in het verhogen van de efficiëntie van het fotosyntheseproses zelf en met dit doel is in 2010 het BioSolar Cells onderzoeksprogramma gestart. Binnen dit programma, waaraan in Nederland 9 onderzoeksinstituten en 39 bedrijven deelnemen, wordt onderzoek gedaan naar fotosynthese in planten, in micro-organismen en in kunstmatig systemen. Een van de belangrijkste doelen van BioSolar Cells is het ontwikkelen van technologieën voor de productie van zogenaamde 'solar fuels': brandstoffen die via fotosynthese rechtstreeks uit zonlicht worden gemaakt, zonder dat er eerst biomassa wordt gevormd. Binnen ons onderzoeksprogramma volgen we hiertoe twee lijnen: Kunstmatige Fotosynthese en BioSolar Cell Factories.

In het onderzoek naar kunstmatige fotosynthese wordt de natuur als voorbeeld genomen voor het bouwen van 'kunstbladeren' of 'artificial leaves'. Deze kunstbladeren bevatten katalysatoren, licht-antennes en andere componenten die zijn 'afgekeken' van het natuurlijke fotosynthesesysteem. In theorie kunnen deze kunstbladeren met een zeer hoge efficiëntie van meer dan 40% zonne-energie omzetten in chemische energie. Daarmee zijn ze ongeveer 100 keer efficiënter dan natuurlijke bladeren. In eerste instantie zal de chemische energie waterstofgas zijn. Daarnaast wordt ook gewerkt aan de vervolgstap, waarbij CO₂ uit de atmosfeer wordt gekoppeld aan het waterstof waarmee dan methanol ontstaat. Methanol kan dan dienen als grondstof die met reguliere chemische processen kan worden omgezet in, bijvoorbeeld, kerosine.

delde plant in het veld zet niet meer dan 0,5% van het opgevangen zonlicht om in biomassa. Voor de plant zelf is dit ruim voldoende, maar willen we onze economie grootschalig laten draaien op energie uit biomassa dan schieten planten jammerlijk tekort. De Wereldvoedselorganisatie (FAO) heeft onlangs berekend dat we met het inzetten van de complete opbrengst van de landbouw wereldwijd voor de productie van biobrandstoffen slechts in 9% van onze energiebehoefte kunnen voorzien. Daarnaast zouden we niets meer te eten hebben.

Daarmee is tevens het tweede grote probleem van biobrandstoffen aangestipt, namelijk de concurrentie met de productie van voedsel. Een derde probleem in het huidige gebruik van biomassa betreft duurzaamheid. Om te voldoen aan de Europese richtlijnen voeren we momenteel grote hoeveelheden biomassa in, voornamelijk uit Canada, Zuid-Amerika en Azië. Deze biomassa wordt in Europa verwerkt en gebruikt, waarbij de resterende afvalproducten, voornamelijk mineralen, niet worden teruggevoerd naar het land van herkomst. Er is hiermee een lineair proces opgezet, waarbij aan de ene kant uitputting van de bodem optreedt en er aan de andere kant een afvalprobleem ontstaat in de vorm van een mineralenoverschot.

Het BioSolar Cell Factories onderzoek betreft het ontwikkelen van micro-organismen die via fotosynthese rechtstreeks brandstoffen kunnen produceren zoals ethanol of butanol. Bacteriën die dit soort stoffen maken, zijn al decennia lang bekend, maar deze micro-organismen kunnen geen zonlicht omzetten en zijn voor hun groei afhankelijk van voedingsstoffen zoals suikers. Door het combineren van de eigenschappen van deze bacteriën met fotosynthetische eigenschappen van zogenaamde cyano-bacteriën, ontstaan micro-organismen die uit CO₂, water en zonlicht met een zeer hoge efficiëntie biobrandstoffen maken. Deze organismen kunnen op industriële schaal gekweekt worden

en kunnen zo een belangrijke vervanger worden van fossiele brandstoffen.

'Elektriciteit
maakt slechts 30%
van het wereldwijde
energiegebruik uit'

Een duurzame mix

De ontwikkeling van solar fuels bevindt zich nog in de kinderschoenen en het zal nog een aantal jaren duren voordat de eerste

toepassingen er zijn. De technologie is

echter veelbelovend, zowel als energiebron als grondstof voor de industrie. Het gebruik van biomassa voor de productie van biobrandstoffen zal in de toekomst niet verdwijnen, maar zal wel een kleinere rol spelen dan nu vaak wordt gedacht. We zullen een scala aan duurzame energiebronnen nodig hebben en we kunnen het ons simpelweg niet veroorloven om plantaardige biomassa die als afvalstroom uit de agrarische sector vrijkomt niet te benutten. Ook zal de teelt van energiegewassen op marginale gronden, waarop geen voedselproductie mogelijk is, waarschijnlijk een rol blijven spelen in onze toekomstige energiescenario's.

In de nabije toekomst zal dus een mix van zonnestroom, solar fuels en, in geringere mate brandstof uit biomassa, zorg kunnen dragen voor een duurzame energievoorziening die tevens niet concurrerend is met de productie van voedsel.

René Klein Lankhorst