

Brandstofcel

Kost een brandstofcel met enig vermogen nu nog zomaar zes miljoen gulden, vooral door grootschalige toepassing in auto's zal de prijs spectaculair dalen. Als het om gebruik in de tuinbouw gaat, concurreert de brandstofcel prijstechnisch binnen enkele jaren met een traditionele warmte/kracht-installatie. Met deze supertechniek kunnen telers grote voordelen behalen.

Bert Vegter

bvegter@hortipoint.nl

De glastuinbouw moet nog veel bewuster met energie omgaan. Alles wijst op die noodzaak, tot en met nieuwe milieuregels aan toe. Zelfs zeer goede ondernemers kunnen het onder het aanstaande energieregime nog moeilijk krijgen.

Halsreikend kijkt de sector dan ook uit naar nieuwe, grensverleggende technieken. Veelbesproken is daarbij de brandstofcel. Nog voordat menigeen daar iets van gezien heeft, wordt dat apparaat al de hemel in geprezen. Maar kloppen al die mooie verhalen, wat kost zo'n ding eigenlijk en wat kan hij en wat niet?

We gingen op onderzoek uit en kwamen terecht bij de firma Alstom, die aan energiebedrijf NUON een brandstofcel levert. Eind volgende jaar moet dat apparaat met een vermogen van 250 kilowatt draaien op het rozenvermeerderingsbedrijf van Van Kleef aan de Mijnsherenweg in Kudelstaart. Deze kwekerij heeft een zakelijke relatie met rozenteler Cor Zuurbier uit Heerhugowaard, een pio-

nier op energiegebied in de tuinbouw.

In deze eerste tuinbouwtoepassing gaat het er volgens Stephen van Dijk, productmanager van Alstom in Rijswijk, om ervaring op te doen hoe de brandstofcel functioneert ten aanzien van de productie van elektriciteit, warmte en CO₂ (dat laatste gaat overigens nog niet de kas in). En, hoe de cel reageert op het vrij stikstofrijke Nederlandse aardgas.

Directe omzetting brandstof

De brandstofcel is een staaltje technisch vernuft. Zijn er bij conventionele energie-opwekking meerdere 'conversieslagen' zoals verbranding en beweging, bij de brandstofcel wordt aardgas in één keer omgezet in warmte en elektriciteit (zie kader 'Werking brandstofcel'). Er zijn geen bewegende delen dus minder onderhoud, de energieconversie ofwel omzetting is milieuvriendelijk (er ontstaan geen ongewenste verbrandingsproducten als NO_x en ethyleen) en die conversie ge-

beurt met een al procenten hoger rendement dan bij bijvoorbeeld een warmte/kracht (WK)-installatie.

Interessant voor tuinbouw

Wat maakt de brandstofcel interessant voor telers? Ze krijgen een apparaat op hun tuin dat zo aan het gas (methaan) kan worden aangesloten. Er volgt een chemische reactie. Daarbij ontstaat gelijkstroom-elektriciteit die echter via een converter zo voor assimilatiebelichting is te gebruiken of zo het net in kan. Bij het type installatie dat bij Van Kleef komt te staan, kan de ontstane warmte van 80 à 90°C ook zo voor verwarming of buffering worden gebruikt. En de ontstane CO₂, zeer zuiver van samenstelling omdat geen verbranding heeft plaatsgevonden, kan zo de kas in. Ook ontstaat, in heel zuivere vorm, water als bijproduct. Dat kan mooi in de kwekerij worden gebruikt, waar men maar wil.

Andere pluspunten zijn dat er (dus) minder onderhoud is en dat de slijtage aan de stacks (opeengepakte anoden en kathoden) laag is. Verder is de geluidsproductie erg laag; een voordeel in vergelijking met WK-gasmotoren waar geluiddempende maatregelen nodig zijn.

En *last but not least* als het aardgas te duur wordt met het oog op piekverbruik of dat het gewoon op is, wordt gewoon overschakeld op water als brandstof. Via elektrolyse, bijvoorbeeld met behulp van een windmolen, is daaruit waterstofgas te maken. Het

mooie van water is natuurlijk dat het in praktisch onbeperkt beschikbaar is.

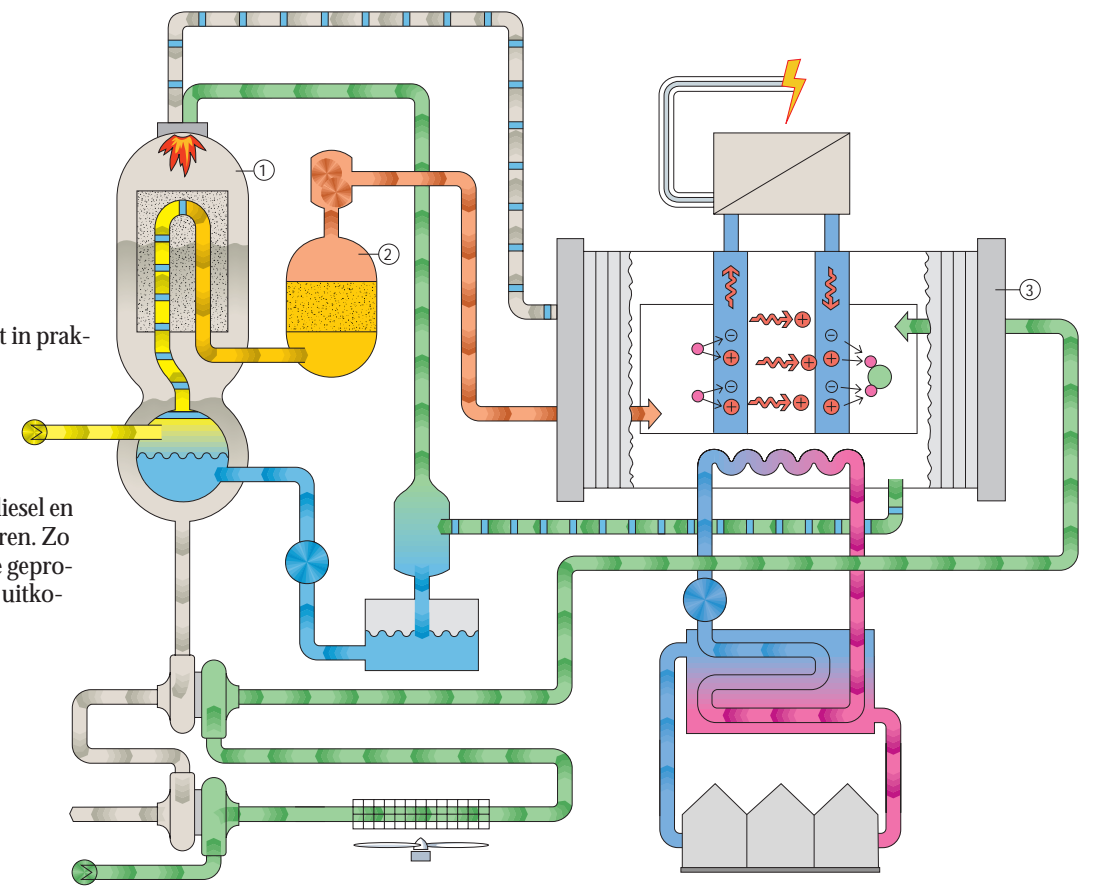
Alle genoemde kwaliteiten en kwantiteiten zijn volgens Alstom-medewerker Van Dijk nog slechts het begin. Het apparaat zal, net als dat bij de benzine-, diesel en straalmotor is gebeurd, sterk evolueren. Zo zal het rendement nog stijgen, zal de geproduceerde warmte desgewenst hoger uitkomen dan 80 - 90°C en zal het geproduceerde vermogen ook omhoog gaan. Van Dijk denkt dat 1,5 megawatt voor tuinbouwtoepassing goed haalbaar is.

Prijsdaling

Alstom verwacht verder een spectaculaire prijsdaling. De brandstofcel ligt nu nog mijlenver buiten bereik van de glastuinbouw. Maar doordat de automobielenindustrie deze als middel heeft ontdekt om milieuproblemen te lijf te gaan, is de toekomst van deze techniek verzekerd. Want er wordt op die manier veel gedaan aan research, toepasbaarheid, beperking van de afmetingen, betaalbaarheid, snelle toepassing en productie van grote aantallen.

Uiteindelijk moet de brandstofcel gaan concurreren met de benzinemotor. Alstom zou nooit in deze ontwikkeling zijn gestapt als de brandstofcel voor massaproductie van auto's niet zo interessant zou zijn.

Autofabrieken als Mercedes en Ford komen naar verluidt al binnen enkele jaren op de markt met typen waarin een brandstofcel het 'kloppende hart' is. Elektromotoren zorgen voor aandrijving van de wielen. De fabrikanten demonstreren daarmee voorop te lopen met technische innovatie en dat het milieu hen na aan het hart ligt. Er vindt veel minder emissie van schadelijke verbrandingsproducten plaats, alleen nog het broei-



① Reformer	② Shift Reactor	③ PEM Brandstofcel	Kleuren
$\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{H}_2 + \text{CO}$	$\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 + \text{CO}_2$	$\text{H}_2 \rightarrow 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	CH ₄
		$\frac{1}{2}\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$	H ₂ O
		$\text{H}_2 + \frac{1}{2}\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$	O ₂
			H ₂ + CO + H ₂ O
			H ₂ + CO ₂
			CO ₂

De voor de tuinbouw interessante PEM-brandstofcel in het grote geheel. Het systeem wordt gevoed met de bekende gele pijp (aardgas). In de reformer wordt waterstofgas afgesplitst. In de shift reactor vindt verdere bewerking plaats. In de brandstofcel zijn er chemische reacties, waarbij elektriciteit en warmte vrijkomen. Rechtsonder wordt de vrijkomende warmte gebruikt voor kassen.

kasgas CO₂. Met een knipoog naar de oliemaatschappijen kunnen de auto's gewoon benzine blijven tanken.

Vooral doordat de belangen van de auto-industrie enorm zijn, gaat het nu hard met de brandstofcel. Dat straalt ook af op de alliantie die Alstom met het Canadese bedrijf Ballard heeft gevormd. Alstom beschouwt Ballard als absolute leider op het gebied van de PEM-brandstofcel (Proton Exchange Membrane - zie kader 'Typen brandstofcellen' en

'Werking brandstofcel'). Op initiatief van Ballard rijdt in Vancouver al langere tijd een stadsbus met brandstofcel rond.

Alles bij elkaar verwacht Alstom dat in 2003 PEM-cellen seriematig geproduceerd kunnen worden. Dat zal een spectaculaire prijsdaling met zich meebrengen zodat brandstofcellen waarschijnlijk binnen enkele jaren qua prijs kunnen concurreren met warmte/kracht (WK)-installaties. ■

Werking brandstofcel

Wordt bij elektrolyse ('elektrische losmaking') water gesplitst in waterstofgas en zuurstof, bij de brandstofcel is dat proces precies omgekeerd. Daarbij komen door samenvoeging van waterstofgas en zuurstof als producten elektriciteit en warmte vrij. Een brandstofcel is een 'stil' elektrochemisch systeem, dat totaal anders werkt dan een rumoerige verbrandingsmotor met allerlei bewegende delen.

Een brandstofcel is opgebouwd uit drie hoofdcomponenten:

- brandstof-elektrode (anode);
- elektrolyt (materie die elektrische stroom geleidt en daarbij ontleedt);
- zuurstof-elektrode (kathode).

Bij een brandstofcel hoort een *reformer*, die uit brandstof als aardgas of benzine, waterstofgas maakt. Tijdens bedrijfsvoering wordt dat H₂-gas bij de anode omgezet in 2H⁺-protonen, waarbij twee elektronen vrijkomen (2e⁻). Die negatief geladen elektronen worden dwars door de anode geleid, terwijl de overblijvende positief geladen waterstofatomen (2H⁺) door de elektrolyt - in dit geval een dunne plastic film - naar de kathode worden getransporteerd. Daar reageren de ionen met zuurstof (1/2O₂) en absorberen de elektronen van



de kathode. Deze op gang gekomen elektronenstroom kan bijvoorbeeld een lamp doen branden. Het reactieproduct van 2H⁺ en 1/2O₂ is water. Aangezien het bij dit type om de uitwisseling van protonen (2H⁺) door een membraan gaat, heet dit de Proton Exchange Membrane (PEM)-brandstofcel. Ene sir William Grove ontdekte het werkingsprincipe van de brandstofcel in 1839, dus zo'n 150 jaar geleden. Door de ontdekking van de dynamo in 1866 door Werner von Siemens verdween de brandstofcel naar de achtergrond. Pas honderd jaar later kreeg deze techniek weer betekenis door de ruimtevaart.