

Brandstofcel in Woning- en Utiliteitsbouw



Leo de Ruijsscher
Algemeen directeur De Blaay-Van den Bogaard Raadgevende Ingenieurs
Docent TU Delft faculteit Bouwkunde



Inleiding

Nu de brandstofcel langzaam maar zeker met goede resultaten zijn intrede doet in de automobiellindustrie, heeft De Blaay- Van den Bogaard Raadgevende Ingenieurs een studie gedaan naar de toepassing van waterstof in de klimaattechnologie. De resultaten zijn verrassend en een stimulans voor onze adviseurs. Nieuwe en bewezen technologieën worden in hun ontwerpen geïntegreerd. De verwachting is dat het niet al te lang zal duren voordat de brandstofcel als energie-opwekker zal worden toegepast. Het verdient dan ook aandacht de uit het onderzoek verkregen resultaten te vermelden.

Huidige fossiele brandstof

Fossiele brandstoffen vormen tot op heden de belangrijkste energiebron op aarde. Een belangrijk nadeel bij de verbranding hiervan is de uitstoot van schadelijke stoffen zoals CO₂ (broeikaseffect) en NO_x (zure regen). We zullen in de toekomst fossiele brandstoffen blijven gebruiken, dit is onvermijdelijk. Maar er wordt veel onderzoek gedaan naar alternatieve energiebronnen zoals de zon, wind en waterstof. De eerste twee vinden reeds toepassingen, daarentegen staat de toepassing van waterstof pas aan het begin.

Wat is waterstof?

In de scheikunde wordt waterstof aangeduid met H_2 , dit betekent dat een waterstofmolecuul is opgebouwd uit twee waterstofatomen. H_2 is een gas dat niet voorkomt in de vrije natuur. Het molecuul H_2 komt voor in allerlei stoffen, de meest bekende is water (H_2O).

Productie

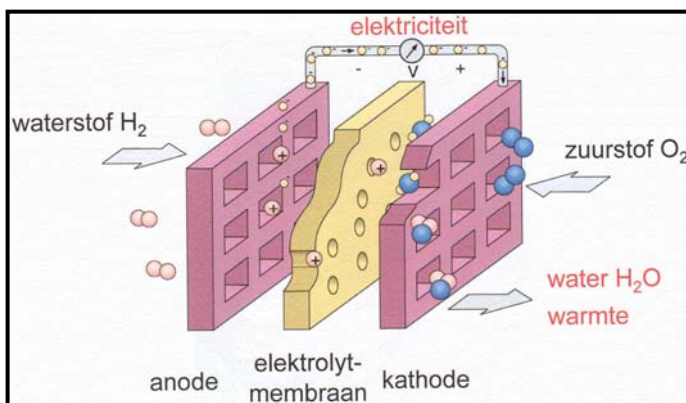
Waterstof moet verkregen worden door het waterstofmolecuul los te weken van bijvoorbeeld een watermolecuul. Dit kan geschieden op de plaats van de gebruiker of op een centraal punt. In het laatste geval wordt de waterstof in de buurt van de gebruiker opgeslagen in cilinders.

Waterstof kan op verschillende manieren worden geproduceerd;

- Overall waar men de beschikking heeft over water en elektriciteit kan men zuivere waterstof produceren doormiddel van elektrolyse. Hierbij wordt elektriciteit gebruikt om watermoleculen te splitsen en zo pure waterstof en zuurstof te creëren. Door gebruik te maken van opwekking door middel van elektrolyse met toepassing van groene stroom, wordt energie geproduceerd met als enige afvalstof, water.
- Een andere manier om waterstof te verkrijgen is uit methaangas. Methaangas ontstaat bij de verbranding van biomassa, zoals afval uit hout- en landbouwindustrie of van rioolwaterzuiveringsinstallaties. Waterstof dat op deze wijze wordt geproduceerd is minder milieuvriendelijk maar maakt nuttig gebruik van afval of rioolslib.
- Doordat aardgas een hoog waterstofgehalte heeft is het geschikt voor de winning van waterstof. Tevens ligt er in Nederland een uitgebreid aardgastransportnet. Hierdoor is het idee van de brandstofcel geboren, een rendementsverbetering bij het gebruik van fossiele brandstof.

De brandstofcel

De brandstofcel is een elektrochemisch apparaat, dat chemische energie, die vrijkomt bij oxidatie van een (gasvormige) brandstof, omzet in elektrische energie en warmte. Om dit te bereiken wordt waterstof, of een waterstofrijk gas, continu toegevoerd aan de anode, terwijl een O₂-houdend oxide continu wordt toegevoerd aan een kathode. De elektrochemische reactie vindt vervolgens plaats aan de elektroden. Tijdens dit



proces ontstaat door de chemische reactie tussen waterstof en zuurstof een verbinding, waarbij zuiver water ontstaat ($2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$). Dit proces wordt weergegeven in onderstaande afbeelding.

De spanning afkomstig van één brandstofcel is beperkt, 0,5 à 1,0 Volt. Door de cellen in serie te schakelen, in zogenaamde stacks (een

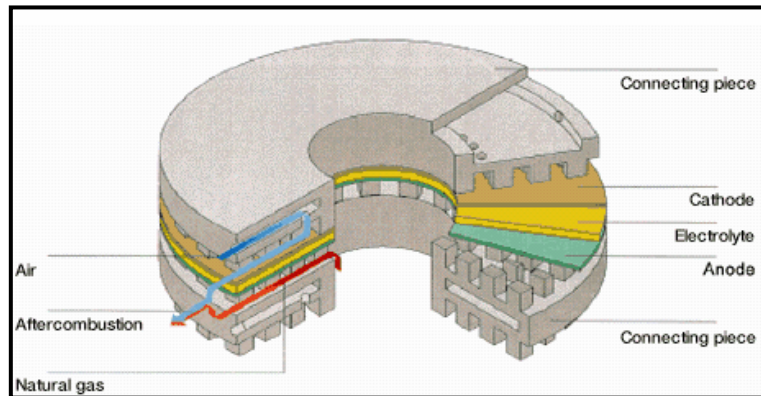
verzameling van in serie aan elkaar gekoppelde cellen), wordt een hogere spanning verkregen en wordt een groter vermogen gegenereerd.

Daartoe worden de cellen gescheiden door verbindingsplaten, die de stroom van de ene naar de volgende geleiden.

De verbindingsplaten bevatten kanalen voor de aan- en afvoer van procesgassen. De procesgassen worden door een warmtewisselaar geleid, waardoor het water voor het verwarmingscircuit, of het tapwater wordt verwarmd. Dit proces wordt weergegeven in onderstaande afbeelding.

Toepassing binnen de klimaattechniek

Door de brandstofcel als microwarmtekracht koppeling te integreren in het ontwerp van een klimaatinstallatie zal er een rendementverbetering optreden.

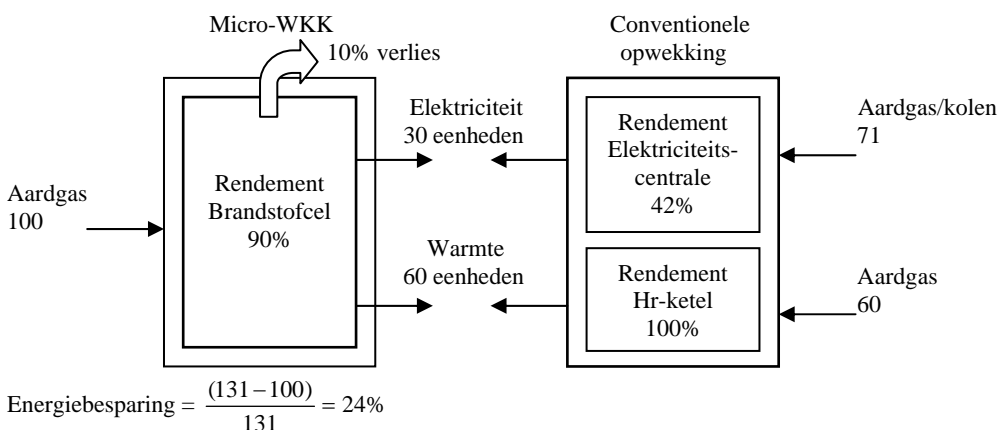


Microwarmtekracht

De brandstofcel levert, zoals hiervoor omschreven, warmte en kracht (elektriciteit). Door het gebruik van dit systeem, een microwarmtekrachtkoppeling, wordt het gebruik van fossiele brandstoffen efficiënter. Het levert warmte voor ruimteverwarming en voor het opwarmen van tapwater. Tevens levert de brandstofcel elektriciteit. De elektriciteit kan gebruikt worden voor o.a. verlichting.

Microwarmtekracht koppeling

Door het gelijktijdig produceren van warmte en elektrische energie ontstaat een energiebesparing op elektriciteitsgebruik. In tegenstelling tot gescheiden opwekking van energie in een elektriciteitscentrale en gebruik van een HR-ketel is het rendementsverschil aanzienlijk.

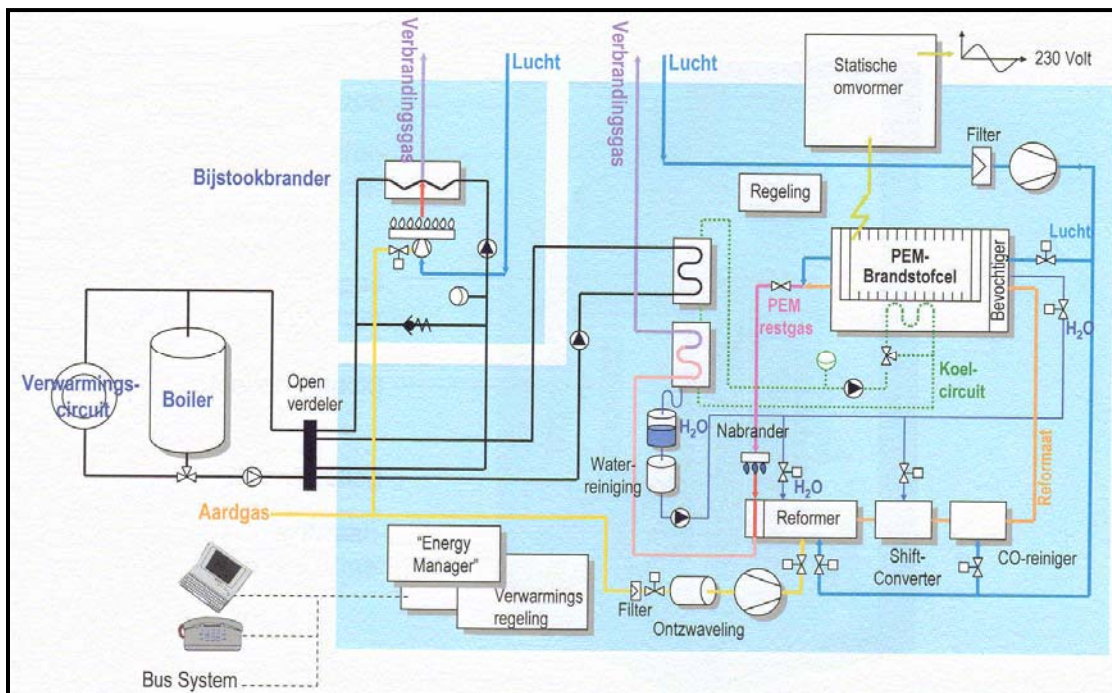


Figuur 4: Energiebesparing van een micro WK installatie door gelijktijdig opwekken van warmte en kracht

Toepassing van brandstofcellen levert dan ook een rendementverbetering op van circa 24%.

Lage en hoge temperatuursystemen

Bij beide systemen wordt waterstof omgezet in elektriciteit. De winning van de restwarmte voor ruimteverwarming en tapwater vindt plaats met normale HR-ketel technologie. Bij een HR-ketel wordt een condensor gebruikt voor het condenseren van de waterdamp; deze ontstaat bij de verbranding van aardgas. Hierbij komt warmte vrij die gebruikt wordt voor het verwarmen van verwarmingswater.



Het hierboven aangegeven werkingsschema geeft aan hoe alle componenten zijn geschakeld en hun onderlinge samenhang.

Toekomstperspectief

Uit het onderzoek van De Blaay- Van den Bogaard Raadgevende Ingenieurs kan worden geconcludeerd dat de brandstofcel voorlopig voor de woning- en utiliteitbouw in een ontwikkelingsfase zit. Men verwacht dat er in de komende jaren serieus werk zal worden gemaakt met de marktintroductie van verwarmingssystemen met geïntegreerde brandstofcellen.

Als de marktintroductie van start gaat kunnen de volgende conclusies en aanbevelingen worden gedaan:

- Stel de capaciteit af op het gemiddelde gebruik, vermijd overproductie;
- Bij overproductie moeten er afspraken komen over teruglevering aan het energiebedrijf;

- Lage temperatuursystemen hebben een langere levensduur; hierdoor is er een kortere terugverdientijd;
- De werkingstijd van de brandstofcel moet zo lang mogelijk zijn;
- Warmte kan het best gebruikt worden voor tapwater bij gebruik van een voorraadvat, vloerverwarming zal alleen in de winterperiode een verbruiker zijn, een combinatie is ideaal;
- Omdat de kosten van brandstofcel en de energieprijzen kunnen veranderen, blijft het raadzaam bij komende ontwerpen een exploitatieberekening te maken.

Recentelijk is er een Europese ontwerp norm voor brandstofcel-cv-ketels (BCV) ontwikkeld voor ketels met een maximale gasinput van 80kW en een maximale elektriciteit opbrengst van 11kW.

Kijkend naar deze huidige ontwikkelingen, zullen de toekomstige toepassingen sterk gericht zijn op de woningbouw. Dit komt doordat deze relatief kleine vermogens vanuit commercieel oogpunt een grotere markt in de woningbouw hebben. Wij zullen dan ook de toekomst van waterstof als brandstof in de klimaattechnologie blijven volgen!

-0-0-0-0-0-0-0-0-