

Waterstof als brandstof voor de toekomst? Ook hier is corrosiekennis essentieel!

i Metalogic
Sophie Vonckx

FOSSIELE BRANDSTOFFEN RAKEN UITGEPUT

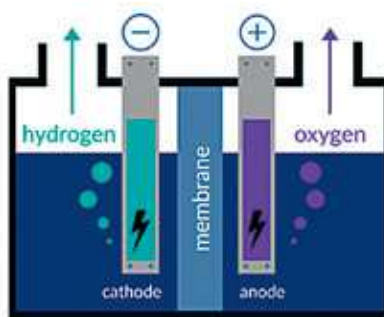
We weten allemaal dat fossiele brandstoffen eindig zijn en dat deskundigen naarstig op zoek zijn naar duurzame bronnen van alternatieve energie die de wereld van morgen van brandstof kunnen voorzien.

Waterstofgas is een interessante optie aangezien het kan worden gebruikt om via brandstofcellen elektriciteit op te wekken door waterstofgas om te zetten in water. Het voornaamste probleem hierbij is dat waterstof hoofdzakelijk wordt gewonnen uit aardgas. En aangezien aardgas inderdaad een fossiele brandstof is, is het op lange termijn niet duurzaam.

ELECTROLYZER, DE OPLOSSING?

Zoals de naam al verraadt, is een electrolyzer een systeem dat het proces van **elektrolyse** mogelijk maakt. Deze techniek stimuleert een anders niet-spontane chemische reactie met directe elektrische stroom. 'Elektrolyse' betekent letterlijk "afbraak door elektriciteit", vandaar dat elektriciteit wordt gebruikt om **water**

te scheiden in waterstof en zuurstof ($2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$).



Zoals schematisch geïllustreerd, zorgt elektriciteit ervoor dat water verdampt tot **waterstof (via de kathode) of tot zuurstof (via de anode)**. De kathode en de anode worden op hun plaats gehouden door een metalen plaat met een poreuze laag en bekleed met een katalysator die de reactie op gang brengt. Tussen de platen bevinden zich membranen voor het transport van ionen en water tussen de verschillende secties.

Eén enkele electrolyzerstack is niet praktisch aangezien de output in gasvolumes/gasvolumesnelheid zeer beperkt is. Dit proces kan worden uitgebreid door de enkele stacks verscheidene malen te herhalen om een electrolyzerstack (of idem brandstof-

celstack) te produceren. Sommige platen hebben een tweeledig doel: zij functioneren zowel als kathode als anode, vandaar dat zij "bipolaire platen" worden genoemd. Bipolaire platen zijn voorzien van kleine stroomkanalen om het gas en water te transporteren.

Aangezien onze blauwe planeet voor 71% uit water bestaat en de electrolyzer geen fossiele brandstoffen nodig heeft, kan dit een interessante weg zijn om te volgen in de zoektocht naar duurzamere energiebronnen. Zoals hierboven vermeld creëert een brandstofcel elektrische energie door precies het tegenovergestelde proces uit te voeren. Zo ontstaat een cyclus.

LOGISTIEKE UITDAGING

Onze aardbol is uitgerust met **een netwerk van distributieketens** om fossiele brandstoffen van punt A naar B te vervoeren. Sommige huizen hebben een centraal verwarmingssysteem op aardgas. Het gas wordt dan via fysieke leidingen van de energieleverancier naar de consument gedistribueerd.

Bijvoorbeeld, stel dat uw huis is uitgerust met een gasbrander voor de verwarming



van het huis. Een huishoudelijke gasbrander kan worden aangepast om **waterstofgas in plaats van aardgas** te verbranden. Het waterstofgas moet dan nog wel de consument bereiken.

Het antwoord lijkt eenvoudig: de aardgasleidingen gebruiken om in plaats daarvan waterstofgas te vervoeren. Maar dan komt de eerste uitdaging want waterstofgas heeft andere eigenschappen dan aardgas. De aardgasleidingen zijn specifiek ontworpen om aardgas te vervoeren en aangezien deze leidingen onderhevig zijn aan falingsmechanismen die specifiek zijn voor waterstof, zijn de leidingen niet zo geschikt om waterstof te vervoeren. Waterstof kan verbrossing van het materiaal veroorzaken en resulteert in een groter risico dat waterstofgas per ongeluk vrijkomt door breuk.

De evidente oplossing: sla de transportfase over en maak waterstofgas met een electrolyzer op de plaats waar het zal worden gebruikt. Het kan bijvoorbeeld worden gebruikt om overtollige productie van groene energie op te slaan. Maar zelfs de nieuwste modellen zijn nog te klein om een heel huis te voorzien van de nodige toevoer van waterstof om elektriciteit op te wekken. De grootste boosdoener is het membraan, dat een hele uitdaging blijkt te zijn om te worden vergroot tot een economisch haalbare electrolyzer die op consumentenschaal, laat staan op industriële schaal, kan worden gebruikt.

Ten slotte zijn de bipolaire metalen platen die in sterk zure of alkalische omstandigheden worden ondergedompeld, vatbaar voor corrosie. Wanneer corrosie optreedt

op de platen, zal het rendement van de electrolyzer afnemen.

Dit probleem doet zich vooral voor bij electrolyzers omdat de omstandigheden in brandstofcellen minder agressief zijn voor het metaal. In de volgende paragrafen gaan we dieper in op de specifieke aanpak voor de selectie van materialen voor brandstofcellen en electrolyzers

CORROSIE IN BRANDSTOFCELLEN: STAAL VERSUS TITANIUM

Hoewel brandstofcellen een minder extreme omgeving bieden voor de metalen platen dan electrolyzers, is corrosie nog steeds een delicate maar niettemin belangrijke kwestie in brandstofcellen. De toegestane corrosiesnelheid moet in het bereik van $\mu\text{m}/\text{jaar}$ liggen; dit is het gevolg van de lage tolerantie ten opzichte van corrosie, aangezien deze een rechtstreekse negatieve invloed op de prestaties heeft.

De materialen die in brandstofcellen worden gebruikt, zijn over het algemeen hooggelegeerde roestvaste staalsoorten (zoals superduplex, superaustenitisch) of titanium. Hoewel titanium als basismateriaal in brandstofcellen gunstige eigenschappen heeft, reageert waterstof met titanium. Deze reactie leidt tot de vorming van titaanhydride (TiH_2), waardoor het basismateriaal brosser wordt. Daarom worden in titanium brandstofcellen extra maatregelen tegen waterstofverbrossing genomen door oppervlaktecoatings zoals titaniumnitride aan te brengen.

CORROSIE IN ELECTROLYZERS: MATERIAALKEUZE IS DOORSLAGGEVEND

De materiaalkeuze in electrolyzers is minder vanzelfsprekend. Enerzijds vereist een electrolyzer een chemisch resistent materiaal dat bestand is tegen de corrosieve omgeving. Maar aan de andere kant moet het materiaal stapelbaar zijn, en dus vervormbaar. Dit creëert een nieuwe uitdaging: om vervormbaar te zijn, moet het materiaal dun zijn, wat op zijn beurt de levensduur vermindert in geval van corrosie. Een mogelijke oplossing ligt opnieuw in het aanbrengen van een dunne, geleidende bescherm laag (zoals titaniumnitride of platina).

TESTEN DIE HELPEN BIJ MATERIAALKEUZE

Onderzoek naar materiaalkeuze is in voortdurende ontwikkeling. U vraagt zich misschien af waar u moet beginnen bij de keuze van het juiste materiaal en de extra maatregelen die eventueel gepaard gaan met bescherming tegen corrosie.

Bij deze vergelijkende analyse tussen verschillende opties is het zinvol om elektrochemisch onderzoek te verrichten, zoals cyclische polarisatietesten met Tafel-analyse. Dit soort meting wordt uitgevoerd met behulp van een potentiostaat. De gemeten corrosiestroomdichtheid in $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ wordt omgerekend naar een corrosiesnelheid in $\mu\text{m}/\text{jaar}$. Een voordeel van deze test is de flexibiliteit: de test duurt meestal minder dan een dag, wat het mogelijk maakt de test uit te voeren met verschillende oplossingen of materialen, zelfs die waarmee u nog geen ervaring hebt.

Wilt een elektrochemische test uitvoeren om uit te zoeken welk materiaal voor u het beste werkt? Of wilt u uw lab uitrusten met een potentiostaat? Aarzel dan niet en neem meteen contact voor meer informatie!

