

IJsland werkt aan een experiment dat de energievoorziening in de wereld voorgoed kan veranderen. Wetenschap, politiek en bedrijfsleven hebben besloten definitief afscheid te nemen van de afhankelijkheid van kolen, olie en gas. Over 25 jaar moet de waterstofeconomie een feit zijn: schoon, duurzaam en oneindig.

Jurriaan Kamp

Maandagmorgen, Reykjavik. Bragi Arnason (67) staat op het trapje voor zijn instituut te wachten. Al 25 jaar maakt hij zich sterk voor de waterstofeconomie als het antwoord op de, voor het geïsoleerde gelegen IJsland, pijnlijke afhankelijkheid van fossiele brandstoffen. Eerst lachten zijn landgenoten – "Auro's die rijden op water...?" – maar nu is hij een held, die liefkozend "professor waterstof" wordt genoemd. Hij is het die het kleine IJsland heeft verbonden met multinationale giganten als Shell, DaimlerChrysler en Norsk Hydro. En die van een lokaal experiment een voorbeeld voor de wereld heeft gemaakt.

Arnason beent naar zijn laboratorium om een recente aanwinst te laten zien. Op een tafel staat links een klein zonnepaneel dat licht omzet in elektriciteit. Die loopt naar een elektrolyseapparaat dat in een bak water (H_2O) scheidt in H_2 (waterstof) en O_2 (zuurstof). De twee ladingen met H_2 en O_2 lopen vervolgens verder en ontmoeten elkaar weer in een kleine zogenoemde brandstofcel waarin zij samen weer tot water reageren en waarbij elektriciteit wordt opgewekt. Met die elektriciteit draait een molentje in het laboratorium van Arnason. Het water loopt uit de brandstofcel terug naar het beginservoir waar het door elektrolyse opnieuw wordt gescheiden. Deze gesloten cirkel van energie, die de lucht niet vervuult en het klimaat niet verstoort, kan blijven functioneren zolang de zon op aarde schijnt – nog een paar miljard jaar. Dat is het perspectief van de waterstofeconomie.

Het draaiende molentje in het laboratorium is het symbool voor de toekomstvisie van Arnason: alle verbrandingsmotoren van de auto's en de vissersschepen van IJsland moeten worden vervangen door elektromotoren die worden gevoed door waterstof-brandstofcellen. Tegelijkertijd moet IJsland zijn rijke natuurlijke hulpbronnen inzetten om op duurzame wijze de elektriciteit op te wekken, die nodig is voor de productie van waterstof via elektrolyse van water. De IJslanders zien zich zelfs als exporteurs van waterstof en dromen van een toekomst voor hun land als het 'Koeiweit van het Noorden'.

Waterstof is het meest voorkomende element in het universum. Het enige probleem is dat het vrijwel altijd gebonden is – in water (H_2O) en in koolwaterstoffen, zoals aardgas (CH_4). Water is in overvloed beschikbaar in de oceanen. Voor de waterstofeconomie is daarom alleen duurzaam opgewekte elektriciteit nodig om water te splitsen in gas te maken. Maar dat lijkt eenvoudiger dan het is. Ook al groeien zonne- en windenergie nu met ruim dertig procent per jaar, het totale aandeel van duurzaam opgewekte elektriciteit op het eiland-energievoorziening bedraagt pas 2,2 procent.

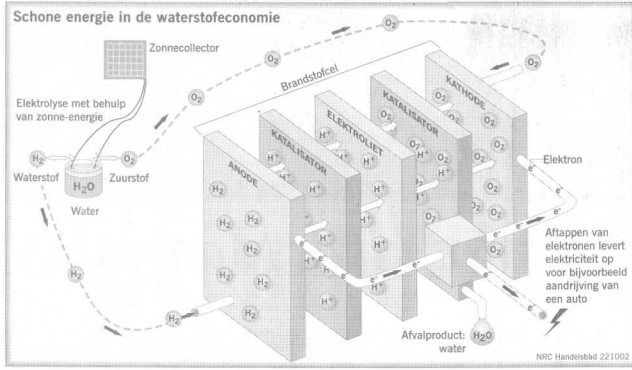
IJsland vormt een belangrijke uitzondering. Terwijl de wereld op zoek is naar definitieve doorbraak van windmolens, zonnepanelen, biomassa en getijdenenergie wordt alle elektriciteit op het eiland al volledig duurzaam opgewekt.

Een uur rijden buiten Reykjavik ligt een grote elektriciteitscentrale. De weg er naar toe voert door een prachtig landschap van met mos begroeide, gestrode lava, met hier en daar een paar grassprietten van misschien twintig centimeter hoog. Plotseling stijgt de weg op uit het monotone landschap: de elektriciteitscentrale kondigt zich aan. De schoorstenen zien eruit als elke andere centrale, de torens ook, en toch alles anders. Hier wordt al twintig jaar elektriciteit opgewekt met behulp van stoom die omhoog spuit uit de aarde. In



IJsland kan zijn natuurlijke hulpbronnen inzetten om de elektriciteit op te wekken die nodig is voor de productie van waterstof. (Foto AP)

Land zonder uitlaatgassen



IJsland wordt dergelijke energie van geisers benut om elektriciteit op te wekken. De 'rookwolk' uit de schoorstenen bevatten slechts waterdamp. De overvloed van de centrale creëerde zelfs een bijzonder meerje dat – bij toeval – de belangrijkste toeristische attractie van IJsland werd. Terwijl het pleun van de regen waden tientallen mensen in het warme, intens blauwe water.

Zogenoemde geothermische energie en waterkracht zorgen voor de volledige elektriciteitsvoorziening van IJsland. En de potentie wordt nog niet eens voor twintig procent benut. Je kunt vrijwel overal op het eiland een gat boren waaruit een geiser spuit die een turbine kan aandrijven. Maar aan die potentiële overvloed van duurzame elektriciteit heeft IJsland nu niet genoeg. Voor de industrie en vooral voor het transport is het land afhankelijk van de import van olie en kolen. Die import beslaat 32 procent van het totale energieverbruik en kost het land elk jaar zo'n 120 miljoen euro.

Nog pijnlijker voor de trose Vikingen, die honderden mijlen van de aanvoerplaats van olie en kolen leven, is hun afhankelijkheid. Vandaar dat Bragi Arnason na zijn studie chemie in Duits-

IJsland werkt aan 's werelds eerste waterstofeconomie

De toekomst van waterstof

Wanneer	Wat
2003	Opening waterstofafkankstation van Shell in Reykjavik, introductie eerste waterstofauto en drie bussen van DaimlerChrysler
2003	DaimlerChrysler start massaproductie waterstofauto's
2006	Prototype visserschip op waterstof
2004-2014	Geleidelijke vervanging van alle auto's en bussen
2006-2025	Geleidelijke vervanging van de gehele vissersvloot
2010	IJsland start met export van waterstof

NRC Handelsblad 221002

land in 1962 een onderzoek begon. „Het lag voor de hand om te onderzoeken hoe wij onze afhankelijkheid van geïmporteerde fossiele brandstoffen konden vervangen door onze uitbundige binnenlandse energiereserves”, zegt hij. Dat onderzoek voerde uiteindelijk naar waterstof. In 1978 opperde Arnason waterstof als bron voor de productie van waterstof als de brandstof voor industrie en vervoer. Hij trok met zijn verhaal langs de Rotaryclubs van IJsland en oogste vooral ongelovische blikken en meewariged glimachen.

Daar was het waarschijnlijk bij gebleven, als hij niet toevallig in 1997 de leeraar en jonge parlementair Hjalmar Arnason (geen familie) had ontmoet. Hjalmar Arnason hoorde hem spreken, raakte enthousiast en introduceerde de ideeën van "professor waterstof" in het parlement. Met moeite kreeg Arnason het voor elkaar dat een parlementaire commissie het initiatief zou bezunderen. Het rapport van die commissie bereikte de redactie van *The Economist* in Londen. Een redacteur belde Arnason, terwijl hij bezig was met zijn favoriete hobby: zalm vissen in een IJslandse rivier. Arnason liet zich in zijn overmoed ontvallen dat de overgang naar de waterstofeconomie in IJsland in 2030 zou kunnen worden voltooid. Het resulterende artikel viel op de burelen van de directie van toen nog Daimler (nu DaimlerChrysler), die een antwoord zocht op de toenemende kritiek op de autoindustrie vanwege vervuiling en broeikasgas. Er reisde een delegatie af naar IJsland.

De komst van Daimler naar IJsland zorgde voor een van de grootste media-evenementen uit de recente geschiedenis van het eiland. Hjalmar Arnason: „We moesten uitwijzen naar een schuilplaats voor de besprekingen”. Die ontmoeting deed zijn werk. „Hier geldt dat iets pas waar is als iemand uit het buitenland het zegt.”

Vervolgens klopte Shell aan. Het waterstofexperiment paste naadloos in de scenario-planning waarmee Shell wereldwijd furor heeft gemaakt. Bovendien had het concern in 1998 een speciale waterstofdivisie, Shell Hydrogen, opgericht. Professor Bragi Arnason vertelt dat hij een delegatie van Shell een keer naar IJsland had uitgenodigd om het bedrijf om deel te nemen aan het IJslandse experiment. Het antwoord: „Wij zijn hier omdeet nu over vijf jaar als een brandstofcellen bedrijf willen bestaan.”

De derde buitenlandse partner werd

Norsk Hydro, producent van onder meer elektrolyse-instrumenten. Met deze drie partijen werd het bedrijf Icelandic New Energy opgericht, dat voor 51 procent in handen is van IJsland. Icelandic New Energy moet IJsland in fasen naar de waterstofeconomie leiden.

Het partnerschap met de drie westerse multinationals toont aan dat IJsland de duurzame economie niet alleen kan verwezenlijken. De productie van waterstof met duurzaam opgewekte elektriciteit is geen probleem. Maar zoals de voorzitter van Icelandic New Energy, professor Thorstein Sigfusson, zegt: „We hebben auto's nodig, dus hebben we de wereld nodig.”

Met volgend jaar opent Shell een waterstof test plekke wordt gemaakt en kan worden getankt. Tegelijkertijd gaat in de IJslandse hoofdstad een eerste waterstofauto van DaimlerChrysler rijden. Later dat jaar verschijnen de eerste drie brandstofcellenbussen, ook van DaimlerChrysler, in het openbaar vervoer van Reykjavik. De overige circa zeventig bussen zullen vervolgens geleidelijk aan worden vervangen. Onlangs werd ook overgenomen de eerste IJslandse eerste prototype van een visserschip met een brandstofcel zal worden gepresenteerd. Vervolgens is de vraag hoe snel de 180.000 IJslandse autobezitters en 2.500 eigenaren van vissersschepen de nieuwe technologie zullen omarmen. Parlementair Arnason is optimistisch: „Dagelijkse milieuvragen moeten wij 'wanneer komen de auto's? Ik ben ervan overtuigd dat de IJslanders in grote brandstofcellenauto's gaan kopen als op de markt komen. Wij staan bekend om de wereldrecords die wij vestigen als het gaat om de introductie van nieuwe technologie, zoals computers en mobiele telefoons.”

Icelandic New Energy denkt de overgang naar de schone, duurzame waterstofeconomie in 2025 volledig te hebben verwezenlijkt (zie kader). Dan zal het vijfentwintig jaar geleden zijn dat Bragi Arnason waterstof Arnason zijn visie voor het eerst bekendmaakte. „De overgang van hout naar kolen kostte drie generaties”, zegt hij. „De stap van kolen naar olie ook. Steeds vijfentwintig jaar. Ik zie de eerste stappen van de waterstofeconomie. Mijn kinderen zullen de transitie meemaken en mijn kleinkinderen zullen leven in deze nieuwe economie.”

Dit is een verkorte versie van een artikel dat deze week in het tijdschrift *Ole* verschijnt.

Waterstofbussen in Amsterdam

Het initiatief van IJsland heeft al tot een eerste spin-off in Europa geleid. De Europese Unie heeft een subsidie van 2,85 miljoen euro verstrekt voor de introductie van een waterstofafkankstation en drie stadsbussen in Reykjavik. Vervolgens bleken negen Europese steden ook waterstofbussen te willen inzetten. Dit is de eerste keer dat de Europese (Cute)-project brengt met een EU-subsidie van 18,5 miljoen euro volgend jaar per stad drie waterstofbussen naar Amsterdam, Barcelona, Hamburg, Londen, Luxemburg, Madrid, Porto, Stockholm en Stuttgart. In de meeste gevallen gaat de waterstof voor de bus uit productie uit aardgas (CH_4), waardoor – in tegenstelling tot het IJslandse initiatief – nog wel sprake zal zijn van CO_2 -uitstoot.