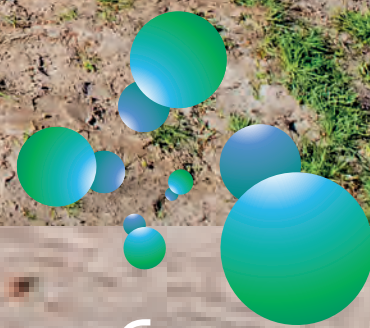




Voor welke waterstof-
toepassingen kiezen we?

Waterstof lijkt dé oplossing voor alle moeilijke problemen in de energietransitie, als vervanging van aardgas en voor grootschalige opslag. In de waterstofartikelen in de voorgaande edities van Wind & Zon is beschreven dat er hard wordt gewerkt aan het realiseren van fabrieken voor waterstofproductie, aan de landelijke waterstofinfrastructuur en aan importfaciliteiten voor waterstof.

Maar is waterstof wel dé oplossing? Moeten we waterstof overal voor gebruiken? Gaan we allemaal aan de waterstofketel om ons huis te verwarmen en aan de waterstofauto om van A naar B te gaan? Het kost veel energie om waterstof te maken, op prijs kan waterstof (nog) niet concurreren met alternatieven. Daarom is het belangrijk om duidelijke keuzes te maken over waar we waterstof voor gaan gebruiken.

DOOR **MICHIEL HOUKEMA** EN
MARTIJN LESEMAN

GEBRUIK VAN WATERSTOF

Waterstof kan gebruikt worden als grondstof of als brandstof. Als brandstof in een verbrandingsmotor of een verwarmingsketel. Verbranding van waterstof kan toegepast worden voor het verwarmen van huizen, maar ook als brandstof voor hoge temperatuur, bijvoorbeeld voor het maken van staal, papier of bakstenen. Waterstof kan daarnaast dienen als emissievrije brandstof voor auto's en zwaar transport, zoals vrachtwagens, bussen, scheepvaart en luchtvaart.

Waterstof kan als grondstof worden gebruikt in industriële processen. Bijvoorbeeld voor het maken van ammoniak of ethanol. Het kan ook worden toegepast in een brandstofcel, dan is er sprake van omgekeerde elektrolyse waarbij elektriciteit vrijkomt. Op deze manier kan waterstof worden ingezet op momenten dat er onvoldoende duurzame elektriciteit wordt opgewekt.

Er zijn dus veel mogelijkheden om waterstof toe te passen, terwijl het de komende jaren nog maar beperkt beschikbaar

zal zijn. Er zijn verschillende afwegingskaders gemaakt die aangeven voor welke toepassingen waterstof als eerste gebruikt dient te worden. Deze afwegingskaders komen bijna allemaal ongeveer op hetzelfde neer, en komen tot dezelfde conclusies. In Nederland is een bekend afwegingskader de waterstofladder van Natuur & Milieu. Hierbij worden drie vragen gebruikt om te bepalen of waterstof toegepast zou moeten worden:

- 1) Is er een duurzamere oplossing?
- 2) Is er een oplossing die efficiënter is qua energie?
- 3) Is er een maatschappelijk goedkopere oplossing?

De meeste afwegingskaders besteden geen expliciete aandacht aan de betaalbaarheid van waterstof. Op dit moment zijn alleen gesubsidieerde waterstofprojecten concurrerend met alternatieven. De kosten voor waterstof worden vergeleken met alternatieven als aardgas. Daarbij worden de kosten van de schade aan onze planeet en het milieu door het gebruik van fossiele brandstoffen niet meegenomen.

Waterstof is een belangrijk puzzelstuk in de duurzame toekomst, waarin voor fossiele brandstoffen, zoals aardgas, geen plaats meer is. Bij het vergelijken van de kosten van waterstof zal er vergeleken moeten worden met alternatieven voor fossiele brandstoffen, zoals de combinatie van duurzame elektriciteit met batterijopslag of biogas.

Wel is het te verwachten dat energieprijzen dan nooit meer zo laag worden als ze zijn geweest, omdat aardgas relatief goedkoop uit de bodem kan worden gehaald, terwijl waterstof gemaakt moeten worden. Maar de waterstofprijs is wel een 'eerlijkere' prijs, omdat er minder schade aan de planeet ontstaat door de lagere CO₂-uitstoot van de productieketen van waterstof. Dit is natuurlijk wel onder de voorwaarde dat een groene productiemethode wordt gekozen, wat meer en meer het geval zal zijn.

Industrieel gebruik van waterstof

Een logische toepassing van waterstof is in industriële processen. Dit betreft waterstof als grondstof voor de productie van kunstmest, plastic en staal en voor het maken van zeer hoge industriële proceswarmte.

“Een logische toepassing van waterstof is in industriële processen.”

Er is lang gesproken over de potentie van waterstof in de industrie. De laatste jaren zien we dat de Europese en Nederlandse overheid projecten in gang zetten om daadwerkelijk de benodigde infrastructuur aan te leggen. Dit is waar het Nederlandse beleid ook primair op gericht is. Recent is opdracht gegeven om de landelijke waterstofinfrastructuur aan te leggen om waterstof te kunnen leveren aan de vijf grote industrieclusters, waarmee

de grootste industriële bedrijven de overstap naar waterstof kunnen maken. Ook een andere belangrijke toepassing: de balansfunctie voor de energie-infrastructuur, wordt gekoppeld aan deze nationale infrastructuur. Hystock ontwikkelt diverse zoutcavernes voor de opslag van waterstof waarmee een buffer wordt gemaakt ten behoeve van deze balansfunctie.

Waterstof en wegvervoer

De brandstofmotor wordt in de nabije toekomst vervangen door elektrisch aangedreven motoren. Deze beweging is al duidelijk zichtbaar bij personenauto's, busjes en zelfs vrachtwagens. Ook rijden op waterstof is elektrisch rijden. Als er gesproken wordt over rijden op waterstof dan betekent dit overigens dat de accu's waarmee een elektrische motor wordt aangedreven worden vervangen door een brandstofcel die elektriciteit maakt van waterstof. Brandstofmotoren waarin waterstof wordt verbrand zullen zeer waarschijnlijk niet voorkomen, omdat deze een veel lagere efficiëntie hebben dan een brandstofcel.

Aandrijving op basis van waterstof of accu's is met name afhankelijk van volume en gewicht. De ontwikkeling van accu's zorgt ervoor dat er steeds meer energie in kleinere en lichtere batterijen kan worden opgeslagen. Terwijl een aantal jaren geleden nog gedacht werd dat busjes te zwaar zouden worden met accu's komen er nu al elektrische vrachtwagens op de markt. Voor lange afstanden en zwaar transport worden accu's wel te zwaar en dan kan waterstof een alternatief zijn. Voor internationaal wegvervoer is de verwachting is dat er meerdere mogelijkheden naast elkaar zullen bestaan, zowel vervoer met accu's als vervoer met waterstof brandstofcellen. Om dit mogelijk te maken zet de Europese en Nederlandse overheid in op de realisatie van waterstoftankstations; in Nederland is het streven om in 2025 vijftig waterstoftankstations te hebben gerealiseerd.

Ook voor het personenvervoer zullen verschillende alternatieven naast elkaar gaan bestaan, al lijkt de rol van waterstof hier wel ondergeschikt. Verschillende autoproducenten zetten in op auto's met brandstofcellen op waterstof, zoals Toyota en BMW. BMW verwacht voor 2030 de topmodellen SUV's met brandstofcellen te kunnen produceren. Voor het merendeel van de auto's, bussen en vrachtwagens zal accu-aandrijving de standaard worden. De brandstofcel zal ook voorkomen, maar in een kleiner marktaandeel.

“De ontwikkelingen van vliegen op waterstof staan nog in de kinderschoenen.”

Vliegen op waterstof

De ontwikkelingen van vliegen op waterstof staan nog in de kinderschoenen. Er zijn veel bedrijven bezig met het ontwikkelen van alternatieven voor kerosine, waarvan waterstof er één is. Op lange termijn is biobrandstof (synthetische brandstof of

Pilot Lochem

In Lochem start Alliander in oktober dit jaar een pilot met een tiental woningen in de wijk Berkeloord die overgaan van aardgas op waterstof. Het is de eerste keer in Nederland dat bestaande, bewoonde woningen verwarmd worden met waterstof dat via het al bestaande aardgasnet naar de woningen wordt gebracht.

In de woningen zelf wordt de bestaande cv-ketel vervangen door een ketel die geschikt is voor waterstof. De pilot, die drie jaar duurt, moet aantonen dat waterstof een volwaardig alternatief is voor een deel van de woningen die nu nog met aardgas worden verwarmd. Daarnaast is de proef bedoeld om meer kennis op te doen over de techniek en het onderhoud van de installaties en leidingen.

De eerste gasmonteurs van Liander zijn recent opgeleid om te kunnen werken met waterstofketels. Daarvoor is de demo-waterstof-woning van KIWA en Alliander in Apeldoorn gebruikt.

ammonia), of waterstof waarschijnlijk de enige manier voor langeafstandsvluchten. Op korte afstand wordt ook elektrificering (via accu's) mogelijk. Dat vloeibare waterstof een hoge energiedichtheid heeft, blijkt wel uit het feit dat het als brandstof wordt ingezet voor de Artemis-raket bij de meest recente maanmissie van NASA.

Scheepvaart

Bij de scheepvaart is er een soortgelijke ontwikkeling als bij het wegverkeer. Voor binnenvaartschepen is soms aandrijving met waterstof en soms met elektriciteit (via accu's) de beste keus. Momenteel ontstaan voor beide opties diverse oplossingen: van bunkerplekken waar waterstof in schepen geladen kan worden, tot accu's in zeecontainers die verwisseld kunnen worden zodat er geen laadtijd nodig is.

Op de internationale zeevaart zijn alternatieven noodzakelijk voor de huidige diesel want de brandstoffen die nu gebruikt worden zijn erg vervuילend, maar alternatieven zijn eigenlijk nog niet beschikbaar. Grote hoeveelheden waterstof opslaan op schepen gaat gepaard met veiligheidsrisico's en het vloeibaar maken van waterstof om ruimte te besparen is relatief duur. Daarom worden er alternatieven onderzocht. Niet waterstof zelf, maar een minder gevaarlijke brandstof, zoals ammoniak, wordt dan opgeslagen en chemisch



omgezet in waterstof wanneer de brandstofcel erom vraagt. Deze ontwikkelingen staan nog aan het begin.

Woningen verwarmen met waterstof

Internationaal wordt er ervaring opgedaan met het verwarmen van huizen met waterstof. In diverse landen lopen hiervoor proefprojecten, ook in Nederland. Hier zijn de regionale net-beheerders met verschillende proefprojecten bezig:

- Waterstofwijk Wagenborgen - 40 woningen
- Waterstofpilot Hoogeveen - 518 woningen
- Tijdelijke ombouw Uithoorn
- Demo- en trainingswoning Apeldoorn
- Waterstofpilot Lochem 15 woningen
- Waterstofombouw Stad aan 't Haringvliet - 650 woningen

In Graft de Rijp (gemeente Alkmaar) zijn plannen gemaakt voor een initiatief om maar liefst 2500 woningen duurzaam te verwarmen. In slecht-geïsoleerde woningen wordt dan een waterstofketel geplaatst, in de goed-geïsoleerde woningen een warmtepomp. En een hybride systeem: een combinatie van een warmtepomp met een waterstofketel, is voorzien voor de redelijk geïsoleerde woningen. Dit project kreeg echter geen PAW (Programma Aardgasvrije Wijken) subsidie toegekend en gaat daarom nog niet van start.

Sowieso kan worden gesteld dat als er haalbare duurzame alternatieven zijn, zoals aardwarmte, een warmtenet of warmtepompen, dat dit de voorkeur moet krijgen. Vanuit duurzaamheidsoogpunt zou alleen bij bijvoorbeeld historische gebouwen waar isoleren niet mogelijk is, een brandstof als waterstof (of biogas) ingezet kunnen worden voor verwarming.

Waterstof is niet altijd de beste keus

Waterstof kan vrijwel overal voor ingezet worden, maar dit is niet altijd de beste keus. Over het algemeen kan worden gesteld dat waterstof alleen moet worden ingezet waar geen goed alternatief voorhanden is, terwijl het in publicaties vaak lijkt alsof waterstof overal ingezet zou moeten worden. Ondanks dat waterstof een belangrijke rol kan gaan spelen in een volledig duurzame samenleving, blijft het nu belangrijk om te blijven inzetten op besparen, isoleren en elektrificeren.

Waterstof: de waterstofladder | Natuur & Milieu
natuurenmilieu.nl

<https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/duurzame-energie/overheid-stimuleert-de-inzet-van-meer-waterstof>