

Factsheet | Conversie: elektrolyse naar waterstof

Conversie

- Elektrolyse naar waterstof
- Vergisting en vergassing
- CO₂-vrije regelbare centrales



Bron: [DeKoersen.nl](https://dekoersen.nl).

Algemeen: wat is het?

Elektrolyse is een technologie die met elektriciteit water (H₂O) splitst in waterstof (H₂) en zuurstof (O₂). Indien de waterstof is geproduceerd met hernieuwbare elektriciteit, wordt het 'groene waterstof' genoemd. Elektrolyse vindt plaats in een elektrolyser die zowel op land als op zee (offshore-platform) kan staan. Meerdere elektrolyzers vormen samen een waterstoffabriek.

Elektrolyse vereist een aansluiting op het elektriciteitsnet en de geproduceerde waterstof zal afgevoerd worden via pijpleidingen (bij grote hoeveelheden) of via tanktransport met vrachtwagens of schepen (kleinere hoeveelheden). Er is momenteel nog geen landelijk waterstofnetwerk, echter worden hiervoor wel al voorbereidingen getroffen. Het huidige gasnet kan gedeeltelijk worden omgebouwd voor waterstoftransport (zie factsheet 'Transport: aardgasnetwerk en waterstofbackbone'). Ook zal aanzienlijke opslagcapaciteit nodig zijn voor buffering van de waterstof (zie factsheet 'Opslag: waterstofopslag in ondergrond').

Kenmerken

Vermogen: vermogen varieert tussen een paar en enkele honderden MW. Na 2030 zou elektrolysecapaciteit naar GW-schaal kunnen gaan per locatie.

EU-wetgeving: in Europese wetgeving zijn de voorwaarden vastgelegd wanneer waterstof groen is. Eén van de voorwaarden is dat de elektrolyser uitsluitend gebruik maakt van hernieuwbaar opgewekte elektriciteit. Ook is vanuit de EU een afnameverplichting voor de industrie vastgelegd voor groene waterstof ([EU, 2023](#)). De afnameverplichting voor groene waterstof vanuit EU-wetgeving vereist dat industrieën en transportsectoren een minimumpercentage hernieuwbare waterstof gebruiken om de CO₂-uitstoot te verminderen en de energietransitie te versnellen.

Waterstofwinning: waterstof kan op verschillende manieren geproduceerd of gewonnen worden, via elektrolyse (groene waterstof), via aardgas met CO₂-afvang (blauwe waterstof), of uit natuurlijke bronnen (witte waterstof) ([TNO](#)).

Toepassing

Waterstofproductie: elektrolyzers produceren groene waterstof als de elektriciteit hiervoor duurzaam is opgewekt. Deze groene waterstof kan worden gebruikt voor elektriciteitsproductie (dan heeft de waterstof dus een opslagfunctie), brandstof of als grondstof in de industrie.

Netbalancing: elektrolyzers kunnen mogelijk de netbelasting op het elektriciteitsnet verminderen, mits ze op een geschikte locatie op het elektriciteitsnet worden geplaatst. Doordat elektrolyzers de opgewekte stroom verbruiken, hoeft deze stroom namelijk niet meer door het elektriciteitsnet getransporteerd te worden. In Groningen is met name de Eemshaven geschikt voor grootschalige elektrolyse, aangezien hier veel elektriciteit van wind op zee aanlandt.

Specifieke punten

Energieverliezen: bij productie en conversie van groene waterstof naar elektriciteit vinden energieverliezen plaats. De elektrolysertechnologie, compressie en opslagmethode, en conversie naar elektriciteit hebben invloed op de totale efficiëntie van het proces. Ter indicatie is per stap weer-gegeven wat de energieverliezen zijn:

- energieverlies productie: 30% ([CE Delft, 2023](#));
- energieverlies compressie en opslag: 10% ([TNO](#));
- energieverlies conversie naar elektriciteit: 40% ([Renewable Energy, 2024](#));
- Round Trip Efficiency¹: circa 40% (60% energieverlies).

Een deel van de energie gaat verloren in warmte. Deze (rest-)warmte kan gedeeltelijk worden teruggewonnen en via een warmtenet aan de gebouwde omgeving worden geleverd, als er een warmtenet in de buurt ligt. Hiermee kan de totale efficiëntie van de waterstofproductie worden verhoogd.

Stand van zaken in Groningen

Hydrohub MegaWatt Testcentrum: dit is een state-of-the-art onderzoeksfaciliteit in Groningen, waar onderzoekers en marktpartijen elektrolyzers kunnen testen en ontwikkelen. **North2:** is een consortium van Eneco, Equinor, RWE en Shell Nederland. Gezamenlijk onderzoeken ze de haalbaarheid van grootschalige productie, opslag en transport van groene waterstof. Ze hebben de ambitie om tussen 2030 en 2035 een groenewaterstoffabriek op gigawattschaal te realiseren.

Plannen uit de CES 2022: in de [CES Noord-Nederland](#) is de projectie opgenomen voor 4.700 MW elektrolyse in de Eemshaven voor 2030, en bijna 400 MW in Delfzijl. Voor 2040 is geprojecteerd dat er 10.130 MW in de Eemshaven staat en ook ongeveer 400 MW in Delfzijl.

Waterstofopslag in Zuidwending: GasUnie onderzoekt de mogelijkheden om grootschalige ondergrondse waterstofopslag te realiseren in zoutlagen.

Betaalbaarheid

Productiekosten in €/MWh: dit zijn de kosten voor de productie van 1 kg waterstof over de gehele levensduur van de installatie. Dus totale kosten (€)/totale productie (kg).

Productiekosten groene waterstof 2030:

- € 6,50-12 per kg;
- € 165-305 per MWh (waterstof omzetten in gascentrale).

Sterk afhankelijk van aantal draaiuren: hoe meer uren een elektrolyser kan draaien, hoe goedkoper (per kg) deze is. Elektrolyzers kunnen groene waterstof maken als er een overschot aan hernieuwbare elektriciteit beschikbaar is. Momenteel zijn de uren met overschotten aan hernieuwbare elektriciteit nog beperkt, echter zal dit in de toekomst toenemen met meer zon- en windenergie.

Betrouwbaarheid

Volwassen technologie: elektrolyse is een volwassen technologie en hier is al tientallen jaren ervaring mee. De schaal waarop waterstof in de toekomst gaat worden geproduceerd, is echter nog niet eerder toegepast.

Verskillende technologieën: er zijn verschillende elektrolysertechnologieën. Alkaline elektrolyse is het meest ontwikkeld ([Energy.nl, 2018](#)) en is commercieel verkrijgbaar, gevolgd door Proton Exchange Membrane ([PEM, 2019](#)). Solid Oxide Elektrolyser (SOE) of Anion Exchange Membrane (AEM) bevinden zich nog in de onderzoeksfase.

Hergebruik van aardgasnetten: waterstof kan veilig en betrouwbaar worden getransporteerd door het (aangepaste) aardgasnetwerk ([GasUnie](#)). Hiermee kunnen aanzienlijke kosten worden bespaard op transportkosten van waterstof, ten opzichte van de bouw van een geheel nieuw netwerk.

Bestendigheid

Onzekere waterstofvraag in de toekomst: waterstof heeft alle waarschijnlijkheid om een rol te spelen in het toekomstige energiesysteem. Het is echter nog niet duidelijk hoe groot die rol van waterstof gaat zijn in de toekomst; dit is afhankelijk van de uiteindelijke vraag naar waterstof. Daarnaast is er ook nog onzekerheid in welke mate er binnen- en buitenlandse productie van waterstof gaat plaatsvinden.

Beschikbaarheid

Hernieuwbare elektriciteit vereist: om via elektrolyse groene waterstof te maken, is (overschot) hernieuwbare elektriciteit nodig. In Nederland kan dit uit zon of wind komen. In Nederland zal wind op zee de grootste rol spelen in de productie van waterstof, aangezien dit de grootste energiebron is. Overschotten van elektriciteit kunnen worden omgezet in waterstof. Daardoor hoeven de wind- en zonneparken niet uitgeschakeld te worden als er te veel hernieuwbare opwek is.

¹ Round Trip Efficiency betekent: de totale efficiëntie van elektriciteit naar waterstof, en weer terug.

Groenewaterstofmarkt zit in opstartfase: zowel de productie- als de afnamekant van de markt zijn nog maar beperkt in omvang. Vanwege onzekerheid in zowel vraagontwikkeling als aanbod van groene waterstof, zijn zowel afnemers als producenten huiverig om te investeren. Met subsidies en andere beleidsinstrumenten kan de overheid de markt helpen op te starten.

Import: groene waterstof kan ook worden geïmporteerd uit landen waar veel goedkope hernieuwbare elektriciteit kan worden opgewekt. De Rijksoverheid is in gesprek met andere landen voor toekomstige productie en levering van waterstof ([RVO, 2024](#)).

Ruimtegebruik

Ruimtereserving bij aanlanding wind op zee: om groot-schalige elektrolyzers te realiseren, moet er ruimte worden gereserveerd, en bij voorkeur op locaties van aanlanding van wind op zee. Hierdoor is minder kostbare hoogspannings-infrastructuur nodig landinwaarts. De Eemshaven en Delfzijl zijn door het Rijk als voorkeurslocatie aangewezen voor grootschalige elektrolyse ([Programma Energiehoofdstructuur, Rijksoverheid](#)).

Groote elektrolyser en waterstoffabriek: een elektrolyser-unit is ongeveer zo groot een zeecontainer. Meerdere elektrolyzers aan elkaar geschakeld vormen gezamenlijk een waterstoffabriek. Ter illustratie: de waterstoffabriek van Shell, genaamd [Holland Hydrogen 1](#), zal een vermogen krijgen van 200 MW op een landoppervlakte van 4 hectare, oftewel acht voetbalvelden.

Overig

N.v.t.

Colofon

Delft, CE Delft, februari 2025

Deze publicatie is geschreven door:

Charley Bakker

Frans Rooijers

Joeri Vendrik

Marieke Nauta

Publicatienummer: 25.240321.003-1

Opdrachtgever: Provincie Groningen

Alle openbare CE-publicaties zijn verkrijgbaar via www.ce.nl

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft

Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al sinds 1978 werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.