

# KENNISDOCUMENT WATERSTOF

Versie: 1-5-2025

Waterstof voor ondernemers in  
Flevoland

**EEF - Energie Expertisecentrum Flevoland**

Postbus 2026  
8203 AA Lelystad

085 4000 300  
[info@eef-flevoland.nl](mailto:info@eef-flevoland.nl)

---

## Introductie en leeswijzer

### TWAALF VEEL GESTELDE VRAGEN OVER WATERSTOF:

1. Wat is waterstof?
2. Is waterstof duurzaam?
3. Hoe veilig is waterstof?
4. Hoe zit het met de waterstof backbone?
5. Wat kost waterstof?
6. Hoe wordt waterstof geproduceerd en opgeslagen?
7. Hoe kan waterstof als brandstof gebruikt worden?
8. Hoe kan waterstof in productieprocessen gebruikt worden?
9. Hoe kan waterstof voor verwarming gebruikt worden?
10. Hoe werkt wet- en regelgeving rondom waterstof?
11. Hoe krijg je een waterstofproject van de grond?
12. Wat kan het EEF betekenen voor jouw waterstofproject?

### Hoe dit document te gebruiken?

De eerste vragen van dit document geven een verdere uitleg over waterstof. Vraag 4 en 5 geven algemene informatie over het gebruik van waterstof in de praktijk. Vervolgens zijn hoofdstuk 6 t/m 9 bedoeld om een beeld te schetsen hoe waterstof gemaakt en vervolgens gebruikt kan worden. Daarbij worden ook uitdagingen en voorbeelden in provincie Flevoland gegeven. Mocht je opzoek zijn naar eventuele kansen voor jouw waterstofproject, dan raden we aan om je te richten op vragen 11 en 12.

Wanneer je blijft zitten met vragen of tegen problemen aanloopt binnen uw project, schroom dan niet om contact op te nemen met het Energie Expertisecentrum Flevoland. Het EEF heeft ruime ervaring in het ontwikkelen van duurzame energieprojecten. Wij zijn een initiatief van de Provincie Flevoland om de energietransitie te versnellen en helpen je graag met elke uitdaging richting een duurzamer Flevoland!

---

## 1) Wat is waterstof?

Waterstof ( $H_2$ ) is een gas dat als energiedrager kan functioneren. Een energiedrager is een stof waarin energie kan worden opgeslagen. Deze energie kan dan later én elders om worden gezet naar bruikbare energie. Waterstof wordt op dit moment in Nederland veelal geproduceerd door het kraken van aardgas, een proces waar  $CO_2$  bij vrijkomt. Waterstof kan ook geproduceerd worden door water te splitsen in waterstof en zuurstof door middel van (duurzame) elektriciteit, dit proces heet elektrolyse.

## 2) Is waterstof duurzaam?

Er wordt gesproken over drie typen waterstof:

- **Grijze waterstof:** Waterstof waarbij tijdens de productie  $CO_2$  vrijkomt die niet wordt afgevangen of opgeslagen. Een voorbeeld is productie door het kraken van aardgas. In dit proces worden de methaanmoleculen ( $CH_4$ ) uit aardgas middels stoom gescheiden in waterstof en koolstof.
- **Blauwe waterstof:** Waterstof waarbij tijdens de productie van de waterstof  $CO_2$  vrijkomt, maar waar de  $CO_2$  wordt afgevangen en opgeslagen (bijv. onder de grond).
- **Groene waterstof:** Waterstof waarbij tijdens de productie geen  $CO_2$  vrijkomt. De productie vindt dan plaats door middel van elektrolyse, waarbij duurzaam opgewekte elektriciteit (bijvoorbeeld door windturbines) wordt gebruikt bij het productieproces.

De verschillende typen waterstof laten zien dat waterstof niet per definitie een duurzaam alternatief is. Bij de productie van grijze waterstof komt  $CO_2$  vrij. Dit maakt grijze waterstof geen duurzaam alternatief. Daarnaast is er verschil in kwaliteit. Waterstof gemaakt door elektrolyse kent de hoogste zuiverheid en kan direct goed toegepast worden in bijvoorbeeld een brandstofcel van een voertuig, wat waterstof omzet in elektriciteit.

### 3) Hoe veilig is waterstof?

Net zoals alle brandstoffen die we op dit moment gebruiken, brengt het gebruik van waterstof risico's met zich mee. Waterstof is feitelijk niet gevaarlijker dan de huidige brandstoffen, alleen moeten we wel leren omgaan met specifieke eigenschappen. Deze verschillen sterk van fossiele brandstoffen.

Hieronder zijn een aantal feiten opgesomd over de veiligheidsaspecten van waterstof.

- Waterstof is kleur- en geurloos, daarom kan het onopgemerkt ophopen in ruimtes.
- Waterstof is niet giftig en vormt geen gevaar bij inademing.
- Waterstof wordt al decennialang op enorme schaal gebruikt in industrie en kent in deze vorm een zeer positieve veiligheidsgeschiedenis.
- Waterstof wordt gebruikt onder hoge druk. In auto's en bussen is de benodigde druk 700 bar.
- Waterstof is reactief en heeft de neiging andere materialen aan te tasten.
- Waterstof ontvlamt sneller dan bijvoorbeeld aardgas.
- Waterstof is explosief in besloten ruimtes bij aanwezigheid van zuurstof en een ontstekingsbron.
- Waterstofmoleculen zijn kleiner dan aardgasmoleculen. Het nadeel hiervan is dat het makkelijker ontsnapt of lekt.
- Waterstof is een lichter gas dan aardgas en kan daarom makkelijker ontsnappen. Dit is bevorderlijk voor de veiligheid aangezien het bij calamiteiten snel afgelaten kan worden.

## 4) Hoe zit het met de waterstof backbone?

De Nederlandse industrie is verantwoordelijk voor zo'n 25% van de nationale CO<sub>2</sub>-uitstoot en met elektrificatie is verduurzaming beperkt mogelijk. Het is daarom van belang dat de industrie makkelijker toegang krijgt tot waterstof. De waterstof backbone is een nationaal waterstofnetwerk dat wordt gebouwd door de GasUnie. Alle industriële clusters worden verbonden door deze backbone. Het wordt een netwerk met opslaglocaties, productielocaties en een verbinding met de waterstofinfrastructuur in onze omringende landen. Het netwerk zal grotendeels gerealiseerd worden met behulp van bestaande leidingen.

De GasUnie is gestart met de bouw en het grootste deel van de backbone moet in 2030 af zijn. Hieronder kan je zien hoe het netwerk door Nederland zal lopen. Het deel tussen Wieringermeer (hoogste punt in Noord-Holland) en Friesland is uitgesteld tot na 2030. Wat opvalt is dat de geplande backbone niet door provincie Flevoland loopt. In het platform [FLHY](#) (Flevoland Hydrogen Valley) zijn meer dan 20 grote Flevolandse partijen verenigd om samen de waterstofeconomie in Flevoland te ontwikkelen. Een belangrijk onderdeel hiervan is de lobby voor het doortrekken van de waterstofbackbone naar Flevoland. Ook stimuleert FLHY de ontwikkeling van zelfstandige lokale waterstofnetwerken die later op de backbone aangesloten kunnen worden.



Figuur 1: Huidige planning van de toekomstige waterstof backbone (bron: GasUnie)

## 5) Wat kost waterstof?

Waterstof is kostbaar. Dit komt doordat de productie van waterstof substantiële verliezen kent. Wanneer de waterstof wordt omgezet naar energie of andersom, treedt energieverlies op. Het is dus altijd verstandiger om de energie direct te gebruiken wanneer dit mogelijk is.

Zoals in hoofdstuk 2 omschreven bestaat er grijze, blauwe en groene waterstof. De kosten van blauwe (klimaatneutrale) waterstof zijn hoger dan die voor grijze waterstof. Dit komt door de koppeling met CO<sub>2</sub>-afvang en -opslag. De kosten van groene waterstof zijn relatief hoog ten opzichte van blauwe en grijze waterstof. Dit komt doordat de kosten van elektrolyse hoog zijn en elektriciteit in vergelijking met aardgas duur is. De productie van groene waterstof kan een betaalbaar alternatief worden, als de kosten van elektrolyse flink dalen en er veel goedkope duurzaam opgewekte elektriciteit beschikbaar is.

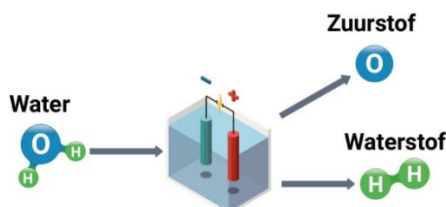
| Kosten brandstof (excl. BTW) |                                            |                                                                                                                                                                       |
|------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aardgas                      | 4 € / energie equivalent kg H <sub>2</sub> | 1 €/m <sup>3</sup> aardgas<br>energie 1 kg H <sub>2</sub> = energie 4 m <sup>3</sup> aardgas                                                                          |
| Grijze waterstof             | 1,50 – 2 € / kg H <sub>2</sub>             |                                                                                                                                                                       |
| Blauwe waterstof             | 2,5 – 3 € / kg H <sub>2</sub>              | Kosten grijze waterstof per kg H <sub>2</sub> +<br>transportopslag van CO <sub>2</sub><br>(0,03 €/kg CO <sub>2</sub> en 16 kg CO <sub>2</sub> per kg H <sub>2</sub> ) |
| Groene waterstof             | 15 € / kg H <sub>2</sub>                   | Verwachting 2030:<br>1,27 – 3,75 €/kg H <sub>2</sub>                                                                                                                  |

## 6) Hoe wordt waterstof geproduceerd en opgeslagen?

*Interessant als: er een overschot is van duurzaam opgewekte elektriciteit en directe  $H_2$ -afname mogelijk is.*

Een overschot van duurzame opgewekte elektriciteit kan een goede reden zijn om waterstof te gaan produceren, vooral als het niet meer mogelijk is om deze elektriciteit terug te leveren op het elektriciteitsnet van Nederland. Het elektriciteitsnet van Nederland raakt namelijk 'vol', dit noemen we: netcongestie. Dat betekent onder andere dat het in veel gebieden van Nederland niet meer mogelijk is om (extra) stroom terug te leveren. Wil je meer weten over netcongestie? Bekijk dan ons kennisproduct over netcongestie op de [EEF kennisbank](#).

Onder andere in het geval van netcongestie kan de productie van waterstof een belangrijke rol spelen. Het energieoverschot kan dan op piekmomenten (wanneer er meer stroom wordt opgewekt dan gebruikt) gebruikt worden om waterstof te produceren. Dit kan met behulp van elektrolyse (oftewel P2G, power-to-gas): het splitsen van water naar zuurstof en waterstof door middel van elektriciteit (zie figuur 1). Dit is de enige manier om groene waterstof te produceren. Het produceerde gas kan bijvoorbeeld gebruikt worden als brandstof voor voertuigen of in productieprocessen.



Figuur 2: Elektrolyse van water

Het is van belang om rekening te houden met de 30% energieverlies die optreedt bij elektrolyse. Hierdoor is het in veel gevallen goedkoper om andere energiedragers te gebruiken. In het geval van energieopslag moet er rekening mee gehouden worden dat het ook energie kost om waterstof op te slaan, met name omdat het onder druk gebracht en gehouden moet worden.

## 6.1 WATERSTOFPRODUCTIE MET EEN ELEKTROLYSER

Groene waterstof kan dus gemaakt worden aan de hand van het elektrolyseproces. Tijdens dit proces kan met 50 kWh elektriciteit ongeveer 1 kg waterstofgas gemaakt worden, daarbij is de precieze hoeveelheid elektriciteit afhankelijk van de efficiëntie van de elektrolyser. Er zijn een aantal parameters belangrijk wanneer men elektrolyzers vergelijkt, namelijk:

- Type elektrolyser, veel voorkomend zijn PEM en Alkaline;
- Uitlaatdruk (tussen 1 tot 350 bar);
- Vermogen, hierbij kunnen verschillende categorieën worden gedefinieerd:
  - Klein: 50 kW voor 16 tot 20 kg waterstof per dag;
  - Gemiddeld (container grootte): 1 MW voor 500 kg waterstof per dag;
  - Groot: 12 MW voor 7000 kg waterstof per dag.

Om een idee te krijgen van de hoeveelheden: stel je hebt een elektrolyser van 50 kW en je kunt 16 kg waterstof per dag produceren. Je kunt dan iedere dag met 4 auto's tanken, die vervolgens ieder 500 km rijden. Een elektrolyser met een vermogen tussen 50 kW en 1 MW kan de vorm hebben van een container (zie Figuur 3). Zo'n waterstof productie container is makkelijk te plaatsen en voorzien van een waterbehandelingsunit, opslagunit en afgiftepunt voor de geproduceerde waterstof.



*Figuur 3: Voorbeeld waterstof elektrolyse container (~ 1 MW vermogen)*

## 6.2 KOSTEN PRODUCTIE EN OPSLAG WATERSTOF

Waterstof produceren is kostbaar en er komen verschillende kosten bij kijken. In de tabel is een grove inschatting gegeven van deze kosten. Sommige operationele kosten zijn afhankelijk van de stroomprijs. Naast de ondergenoemde kosten, zijn er ook kosten voor onderhoud, verzekering, opstalkosten en overige benodigheden zoals gedemineraliseerd water en elektrolyt (bijv. KOH).

|                                                   | Investering                     | Toelichting                                                                         |
|---------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Elektrolyser (1 MW)                               | € 1-2 miljoen                   |                                                                                     |
|                                                   | Operationele kosten (schatting) |                                                                                     |
| Waterstofproductie                                | 50 kWh / kg = €5 / kg           | Afhankelijk van stroomprijs<br>(aanname: €0,10 / kWh)                               |
| Compressor                                        | 3 kWh / kg = €0,30 / kg         | O.b.v. 8000 uur en 15 jaar<br>Afhankelijk van stroomprijs<br>(aanname: €0,10 / kWh) |
| Waterstofopslag                                   | €0,70 /kg                       | O.b.v. 200 bar en 14 dagen<br>opslagcyclus                                          |
| <b>Totaal (als elektriciteit wordt ingekocht)</b> | <b>€6 / kg</b>                  |                                                                                     |

## 6.3 UITDAGINGEN PRODUCTIE EN OPSLAG WATERSTOF

- **Creëren van voldoende afzetmarkt**

Voor een succesvol waterstofproject is het essentieel om voldoende afnemers te vinden. Waterstof enkel gebruiken als opslag voor elektriciteit is namelijk (nog) niet opportuun. In de waterstofwereld wordt vaak gesproken over het bekende kip-ei probleem. Zonder afname investeren ondernemers niet in waterstofproductie of tankgelegenheden, maar zonder verzekering van waterstofaanbod investeren andere ondernemers niet in technieken die werken op waterstof.

- **Opslag van waterstof**

Waterstof moet opgeslagen worden onder hoge druk omdat het anders veel ruimte inneemt. Dit maakt opslag van waterstof duur. Het is voordeliger om waterstof direct te vervoeren of gebruiken.

- **Distributie van waterstof**

Er is op dit moment nog geen gasleiding voor waterstof. De distributie van waterstof kan bijvoorbeeld via vrachtverkeer, maar daarbij geldt dat waterstof onder druk vervoerd moet worden. Dit maakt de distributie duur, onder andere door de veiligheidsmaatregelen. Het beste is om waterstof op de locatie van opwek direct te kunnen afnemen en gebruiken.

- **Productie met variabele elektriciteitsprijzen**

Wanneer de elektriciteitsprijzen hoog zijn, is het ongunstig om waterstof te produceren met elektriciteit uit het net. Een mogelijke oplossing is om elektrolyzers alleen in te schakelen wanneer de elektriciteitsprijzen laag zijn. Dit brengt echter enkele nadelen met zich mee: het is voor veel elektrolyzers schadelijk om ze regelmatig aan- en uit te schakelen; het leidt tot een beperkt aantal operationele uren en daarmee een lage benutting van de elektrolyzers, waardoor de hoge investeringskosten moeilijk kunnen worden terugverdiend. Een mogelijke oplossing is door windturbines en/of zonnepanelen aan te sluiten op de elektrolyzers, op die manier beperk je de afhankelijkheid van de marktprijs van energie. De combinatie van wind- en zonne-energie biedt een redelijk constante toevoer van energie, maar door de hoge investeringen is de business case van een elektrolyser in deze context vaak slechter dan wanneer de elektriciteit wordt teruggeleverd aan het net. Ten tijde van netcongestie (wanneer er geen vermogen beschikbaar is op het net) kan het echter zeker een oplossing bieden.

## 6.4 WATERSTOF OMZETTEN NAAR EEN VLOEIBARE ENERGIEBRON

Opslag van waterstof moet onder hoge druk. Deze vorm van energieopslag neemt veel ruimte in beslag en kost energie. Daarom wordt er soms gekozen om waterstof om te zetten in een vloeibare energiedrager, dit kan op de onderstaande 3 manieren.

- Liquefactie, waarbij waterstof wordt gekoeld tot ca.  $-253\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Koelen en koel houden tijdens transport kost energie.
- Het chemisch verbinden van waterstof aan een organische substantie in de vorm van een liquid organic hydrogen carrier (LOHC).
- Door waterstof te binden aan stikstof ontstaat er vloeibaar ammoniak. Ammoniak is giftig, waardoor extra voorzorgmaatregelen getroffen moeten worden.

| Liquefactie                                       | LOHC                                                     | Ammoniak                                                 |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <i>Conversiekosten:</i><br>~ €0,80 / kg waterstof | <i>Conversiekosten:</i><br>~ €1,10 – 2,10 / kg waterstof | <i>Conversiekosten:</i><br>~ €1,50 – 1,90 / kg waterstof |

## 6.5 VOORBEELDEN WATERSTOFPRODUCTIE

- **Proeftuin Wageningen Universiteit en TNO**

In Lelystad is een proeftuin opgestart voor kleinschalige opwekking van waterstof bij boerenbedrijven. De energiebronnen zijn zon- en windenergie. Hier werken Wageningen Universiteit (WUR) en TNO aan een proef op het gebied van subsidies van het ministerie van Economische Zaken.

- **Groene waterstoffabrieken Flevoland**

In Flevoland zijn twee losse partijen bezig met concrete plannen voor het realiseren van een groene waterstoffabriek. Eén van de fabrieken zal een totaal vermogen tussen de 50 en 100 MW krijgen in de omgeving van Lelystad. Een onderdeel van de plannen is om te proberen groene waterstof beschikbaar te maken voor heel Flevoland, bijvoorbeeld door te lobbyen voor het doortrekken van de backbone naar Flevoland.

## 7) Hoe kan waterstof als brandstof gebruikt worden?

*Interessant als: je gebruik maakt van grote vervoersmiddelen (bijv. vrachtwagens of tractors).*

In het klimaatakkoord van Nederland is afgesproken dat de mobiliteit in 2050 volledig emissievrij is. Om dit doel te halen worden er nu al structurele veranderingen aangebracht. Zo moet vanaf 1 januari 2025 minimaal 30 steden een zero-emissie zone hebben ingesteld en dat betekent voor ondernemers met wagenparken dat ze aan de slag moeten.

Elektrische voertuigen worden steeds normaler, waardoor het accubereik steeds groter wordt en accu's steeds betaalbaarder worden. Echter blijft elektrische aandrijving voor grote en zware voertuigen die lange afstanden moeten afleggen beperkt. Waterstof kan een eventuele rol gaan spelen in de elektrificatie van auto's en vrachtwagens. Het kan namelijk gebruikt worden om elektriciteit op te wekken in een brandstofcel. Dubbele omzetting kost veel energie, maar de waterstof brandstofcel kan ingebouwd worden naast het normale accupakket. In dit geval functioneert waterstof als zogenaamde "range extender" en kan het bijvoorbeeld een rol gaan spelen in (elektrisch) internationaal transport.

Waterstof kan daarnaast ook dienen als brandstof voor een verbrandingsmotor. De voordelen van waterstof aangedreven voertuigen ten opzichte van elektrische voertuigen zijn hieronder opgesomd.

- Grotere actieradius dan de meeste elektrische auto's, namelijk 500-800 km.
- Tanken gaat sneller dan laden. Tanken kost slechts zo'n 3 minuten.

- De voertuigen zijn lichter, omdat er geen grote zware accu's nodig zijn. Een volle 90 liter tank zou bevat slechts 6 kg waterstof. Deze tanks zijn echter wel een stuk sterker (en zwaarder) dan normale tanks, aangezien de waterstof onder een druk van 700 bar gehouden moet worden.

De technologie ontwikkelt zich snel. Bestaande voertuigen kunnen al omgebouwd worden. Op dit moment zijn bovendien meerdere Nederlandse partijen bezig met het bouwen van waterstof gedreven voertuigen. Eén van die partijen heeft de ambitie om in 2025 minimaal 1000 vrachtwagens in Nederland, België en West-Duitsland op waterstof te laten rijden.

## 7.1 KOSTEN WATERSTOF ALS BRANDSTOF

De aanschafkosten van een voertuig op waterstof zijn relatief hoog, maar deze zullen steeds goedkoper worden. De vraag is of dit ook geldt voor de brandstofkosten. Stel, we vergelijken een personenauto die op waterstof rijdt met een personenauto op diesel. In de tabel vind je de berekening, waaruit blijkt dat de huidige gebruikskosten voor rijden op diesel en waterstof vergelijkbaar zijn.

|                       | Diesel       | Waterstof    |
|-----------------------|--------------|--------------|
| Hoeveelheid           | 1 L          | 1 kg         |
| Afstand               | 20 km        | 100 km       |
| Prijs per hoeveelheid | €1,70 / L    | €10 / kg     |
| Prijs per afstand     | ~ €0,09 / km | ~ €0,10 / km |

## 7.2 UITDAGINGEN WATERSTOF ALS BRANDSTOF

- Beschikbaarheid van groene waterstof

De groene waterstof zal ergens gemaakt moeten worden. Op dit moment zijn er nog een beperkt aantal H<sub>2</sub> tankstations.

- Investeringskosten

De financiering van de projecten is een uitdaging voor ondernemers. Een waterstofproject brengt vaak hoge investeringskosten met zich mee. Een diesel vrachtwagen is op dit moment nog veel goedkoper dan een vrachtwagen op waterstof.

## 7.3 VOORBEELDEN MOBILITEIT EN WATERSTOF

- Stadsboerderij Almere

Stadsboerderij Almere is bezig met het realiseren van een elektrolyser om groene waterstof te produceren, een waterstof tankstation en een trekker die op waterstof kan rijden. De ondernemers van de Stadsboerderij zien in dat ze uiteindelijk geen diesel meer kunnen gebruiken. Bovendien wordt er een zonnepark aangelegd en willen ze de kans grijpen om hiermee groene waterstof te produceren.

- Waterstof tankstations

Op dit moment zijn er drie waterstof tankstations in Nederland en wordt er druk onderzocht of er op meer plekken waterstof tankstations gebouwd kunnen worden. Zo werken er twee Flevolandse partijen aan het ontwikkelen van waterstof tankstations in Flevoland. Bovendien wordt er hard gewerkt aan de doorontwikkeling van waterstofauto's, -vrachtwagens en -tractors.

## 8) Hoe kan waterstof in productieprocessen gebruikt worden?

Vanwege het energieverlies bij de productie waterstof, blijft het voordeliger om elektriciteit direct te gebruiken. Bij bepaalde productieprocessen is er veel kracht en warmte nodig, waardoor elektriciteit niet volstaat als energievorm. Op dit moment gebruikt de industrie al waterstof op grote schaal, bijvoorbeeld om olie te kraken of om kunstmest en andere chemicaliën te maken. Op dit moment wordt vooral grijze waterstof gebruikt in industriële processen. Verduurzaming van deze processen kan dus door grijze waterstof te vervangen door groen geproduceerde waterstof. Bovendien kan waterstof in de toekomst worden toegepast in industriële processen waarvoor nu nog aardgas gebruikt wordt en/of die lastig te elektrificeren zijn.

## 9) Hoe kan waterstof voor verwarming gebruikt worden?

Waterstof kan een rol spelen in de verwarming van bijvoorbeeld huizen en kantoren. Echter, dit is het alleen haalbaar als er geen mogelijkheid is voor een warmtenet en een huis niet goed geïsoleerd kan worden, waardoor elektrisch verwarmen geen mogelijkheid is. Het kost namelijk 6 keer zoveel elektriciteit om je huis te verwarmen met groene waterstof dan met een warmtepomp. Op dit moment lopen er op een aantal plekken in Nederland pilots. In sommige van deze pilots wordt een waterstof ketel gecombineerd met een hybride warmtepomp.

## 10) Hoe werkt wetgeving rondom waterstof?

De huidige wet- en regelgeving met betrekking tot waterstof is vooral gebaseerd op het gebruik als industrieel gas en als grondstof voor de chemie. Voor productie van waterstof op kleine schaal of het gebruik van waterstof als brandstof is beperkte specifieke regelgeving. Zo gelden momenteel voor waterstof tankstations dezelfde regels als voor een normaal tankstation. Omdat waterstof meer en meer in kleinschalige toepassingen wordt geproduceerd en gebruikt, zal er waarschijnlijk specifiekere wet- en regelgeving worden geformuleerd. Hieronder vind je de belangrijkste regels die op dit moment van toepassing zijn op alle waterstoftoepassingen, en vervolgens de regels voor grotere installaties.

### 10.1 ONTWERP ELEKTROLYSE-UNIT

Een waterstofelektrolyse-unit dient te voldoen aan Nederlandse en Europese wet- en regelgeving. Als jouw installatie een CE-keurmerk heeft, verklaart de fabrikant dat het apparaat voldoet aan alle Europese eisen:

- Europese richtlijn drukapparatuur conform het Warenwetbesluit drukapparatuur.
- Europese machinerichtlijn: geïmplementeerd in het Warenwetbesluit machines.
- Europese richtlijn ATEX: conform het Warenwetbesluit explosieveilig materieel 2016.

### 10.2 ATEX-ZONE

Nabij een elektrolyse-unit kan een explosieve atmosfeer ontstaan, waardoor dit een zogenoemde ATEX-zone is. Apparaten binnen de ATEX-zone van de elektrolyse-unit dienen te voldoen aan de Europese productrichtlijn 2014/34/EU. Hiernaast stelt de ARBO [speciale veiligheidseisen binnen de ATEX-zone](#).

### 10.3 ARBOWET

Als je personeel in dienst hebt ben je nu al verplicht tot een Risico-Inventarisatie en -Evaluatie (RI&E) uit te voeren. Hiermee wordt onderzocht of het werk gevaarlijk of schadelijk is voor de gezondheid van het personeel. De risico's van een elektrolyse-unit vallen ook onder dit onderzoek. Volgens het Arbobesluit ben je verplicht tot het volgende:

- Beschermende maatregelen die volgens wet- en regelgeving standaard nodig zijn.
- Good practice; bewezen standaardmaatregelen voor ontwerp, constructie, in bedrijf nemen, gebruik, onderhoud, aanpassing, inspectie of uit bedrijf nemen.
- Good housekeeping; netheid en orde waardoor gevaarlijke situaties worden voorkomen.
- U zorgt dat uw personeel de vaardigheden heeft om goed, veilig en gezond te werken.
- Aparte veiligheidsregels in de ATEX-zone van jouw installatie om explosiegevaar te voorkomen.

### 10.4 WET VEILIGHEIDSREGIO'S (WVR)

De veiligheidsregio (en de brandweer als onderdeel hiervan) heeft onder andere als taak om advies te geven wat betreft het voorkomen van brand, en het veilig werken met gevaarlijke stoffen. Als je de brandweer vooraf betreft bij jouw plannen wat betreft waterstof, kunnen zij je adviseren over de benodigde veiligheidsmaatregelen in uw situatie.

### 10.5 MILIEU EFFECT RAPPORTAGE (MER)

Voor productie van waterstof geldt een MER-beoordelingsplicht. Bij een productiecapaciteit tot 100.000 ton per jaar volstaat een vormvrije MER-beoordeling. [U kunt hier zien of u hieronder valt en wat dit betekent.](#)

## 10.6 BIJ MEER DAN 5 TON OPSLAG: BESLUIT RISICO'S ZWARE ONGEVALLLEN (BRZO)

Als je een bepaalde hoeveelheid waterstof opslaat, val je onder de Europese Seveso III richtlijn en de BRZO. Of een installatie onder deze regels valt wordt bepaald door de hoeveelheid waterstof die je volgens de vergunning mag opslaan.

- Minder dan 5 ton opslag: geen regels.
- Meer dan 5, maar minder dan 50 ton opslag geldt als een lagedrempelinrichting.
- Meer dan 50 ton opslag geldt als een hogedrempelinrichting.

## 10.7 BIJ GROOTSCHALIGE PRODUCTIE VOOR GEBRUIK ELDERS: IPPC INSTALLATIE

Als je op industriële schaal waterstof produceert geldt de installatie als IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control) installatie, waarvoor verschillende regels gelden vanuit de Europese Richtlijn Industriële Emissies (RIE). De RIE heeft een aantal Best Beschikbare Technieken (BBT) beschreven op het gebied van chlooralkali, afgas en waterbehandeling, energie-efficiëntie, koelsystemen, op- en overslag bulkgoederen. Bij een IPPC-installatie is het verplicht om deze technieken toe te passen. [Meer informatie vindt u hier.](#)

- Kleinschalige opwek van waterstof voor gebruik op locatie geldt niet als IPPC-installatie.
- Of jouw installatie een IPPC-installatie is vind je in bijlage 1 van de RIE.

# 11) Hoe krijgt u een waterstof project van de grond?

Om het 'kip en ei' verhaal te voorkomen, is het aan te raden om samen te werken met andere bedrijven. Waterstof staat nog in de kinderschoenen, deels omdat ondernemers die waterstof willen maken geen afnemers hebben. Ondernemers die waterstof nodig hebben, weten niet waar ze het kunnen afnemen. Wil je aan de slag met waterstof? Ga dan vooral met bedrijven in de buurt praten. Wie weet vind je daar de producent of afnemer die je nodig hebt.

## 11.1 UITDAGINGEN SAMENWERKING

- **In gesprek komen**

Het kost vaak tijd om in gesprek te komen met andere ondernemers en de belangen op tafel te krijgen. Het is altijd goed om te beginnen het voeren van gesprekken met ondernemers die dezelfde duurzame ambities hebben als jouw onderneming. Zodra er met een kleiner groepje concrete plannen zijn voor de toekomst is het makkelijker om meer bedrijven aan tafel te krijgen. [Horizon](#) en [EEF](#) kunnen je helpen om in contact te komen met andere partijen.

- **Afspraken maken**

Het is voor dergelijke samenwerkingen van groot belang om gedegen afspraken te maken. Als je afhankelijk bent van de afname of productie van jouw buurbedrijf, dan moet je bijvoorbeeld wel weten wat er gebeurt als zij onverhoopt failliet zouden gaan.

## 11.2 VOORBEELDEN SAMENWERKING

- **FLHY (Flevoland Hydrogen Valley)**

FLHY is een platform van meer dan 20 Flevolandse partijen met als doel de ontwikkeling van de waterstofeconomie te stimuleren en het lobbyen voor het doortrekken van de waterstofbackbone in Flevoland.

- **Bedrijventerrein de Vaart**

Op bedrijventerrein De Vaart in Almere zitten o.a. bedrijven, gemeente, netbeheerder en experts bij elkaar aan een zogenaamde waterstof tafel. Hier wordt besproken wat de kansen en bedreigingen waterstof meebrengt en wanneer waterstof toegevoegde waarde kan hebben voor een bedrijf. Men maakt op basis hiervan een stappenplan om ideeën concreet uit te werken.

- **Bedrijventerrein Zutphen**

Op bedrijventerrein De Mars in Zutphen ligt een plan voor een duurzame waterstoffabriek, een waterstoftankstation, een slim energienetwerk (ook wel Smart Energy Hub genoemd) en mogelijk ook nog een warmtenet. De vergunningen voor de realisatie van de waterstoffabriek liggen er al.

## 12) Wat kan het EEF betekenen voor uw waterstofproject?

Het Energie Expertisecentrum Flevoland heeft als doel ondernemers, non-profit organisaties en energiecoöperaties in Flevoland te helpen bij de ontwikkeling en realisatie van hun duurzame energie- en energiebesparingsprojecten. Op deze manier dragen we bij aan het versnellen van de energietransitie in Flevoland en daarmee het versterken van de lokale economie. Het EEF ondersteunt ook bij de ontwikkeling van waterstofprojecten. Via de hieronder benoemde opties kan EEF een ondernemer ondersteunen in een waterstofproject:

- **Samenwerkingsverbanden**

*Met ons brede netwerk (en dat van ontwikkelmaatschappij Horizon) kunnen wij je in contact brengen met de juiste partijen. Waterstofprojecten staan vaak nog in de kinderschoenen. Het werken in samenwerkingsverbanden zorgt ervoor dat je kennis kunt delen en van elkaar kunt leren.*

→ [Neem contact op als je op zoek bent naar partners.](#)

- **Projectpartner**

*EEF heeft ruime ervaring bij de ontwikkeling van duurzame energieprojecten. Wanneer je blijft zitten met vragen of tegen problemen aanloopt binnen jouw project, schroom dan niet om contact op te nemen met het EEF voor advies.*

→ [Neem contact op als je advies nodig hebt.](#)

- **Financier**

*Het EEF kan optreden als (co-)financier van een waterstofproject. Kijk op de EEF-website wat de mogelijkheden zijn en neem contact op als je meer wilt weten.*

→ [Naar de financiering mogelijkheden.](#)

## Disclaimer

Het Energie Expertisecentrum Flevoland (EEF) gaat zorgvuldig om met het verstrekken van betrouwbare en actuele informatie in onze kennisproducten alsmede het onderhouden ervan. EEF kan echter niet garanderen dat de informatie altijd foutloos, volledig en actueel is. Daarom kunnen aan onze kennisproducten alsmede eventueel advies geen rechten worden ontleend. Verder aanvaardt het EEF geen aansprakelijkheid voor directe of indirecte schade als gevolg van onjuistheden of onvolledigheden in de verstrekte informatie. In onze kennisproducten worden hyperlinks of verwijzingen naar informatie van andere instellingen en organisaties opgenomen. EEF is niet verantwoordelijk voor de inhoud van die websites en informatie van derden. Wij aanvaarden hiervoor geen aansprakelijkheid. Verder is het niet toegestaan zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van EEF de informatie en/of huisstijl te kopiëren en te bewerken anders dan voor persoonlijk, niet-commercieel gebruik.