

Consultatie naar het vaststellen van de minimale kwaliteitscriteria voor waterstof t.b.v. het transportnet – Reactie Ørsted

Geef in uw reactie svp aan of u potentieel producent, afnemer, infrastructuurontwikkelaar of beide bent

Ørsted is wereldwijd marktleider windenergie op zee en meest groene energiebedrijf. De kennis en ervaring die het bedrijf heeft helpt Nederland in de energietransitie. Daarnaast staan we klaar om met hernieuwbare waterstof aan de slag te gaan. Zo ontwikkelen we verschillende waterstof projecten in onder andere Zeeland ten behoeve van industriële decarbonisatie. In 2026 zal het eerste grootschalige project van Ørsted operationeel zijn, een 100 MW elektrolyser in het havengebied in Zeeland. Via verschillende stappen zal hierna worden opgeschaald naar 1 GW elektrolyse in 2030, het zogenaamde SeaH2Land project.

Vraag 1. Ziet u bezwaren in het starten met een nationale waterstofsificatie teneinde het waterstofnetwerk in Nederland op korte termijn mogelijk te maken in het licht van toekomstige Europese specificaties. En zo ja welke?

Voor ontwikkelaars van waterstofprojecten is het belangrijk om op korte termijn te weten welke minimum specificatie gaat gelden. Een nationale waterstof specificatie is broodnodig om er voor te zorgen dat er een publiek waterstof infrastructuur netwerk beschikbaar komt voor waterstof producenten en afnemers. Dit netwerk zou alle industriële clusters aan zee tegelijkertijd moeten verbinden, én tegelijkertijd de connectie moeten faciliteren met opslagmogelijkheden.

Duidelijkheid over de nationale specificaties is noodzakelijk voor zowel de producent als de afnemer. Er moeten immers transportcontracten worden ontwikkeld voordat definitief geïnvesteerd kan worden in het net. Wachten op een Europese specificatie is onwenselijk aangezien dit de realisatie van de Nederlandse backbone zal vertragen.

Belangrijk is wel dat grensoverschrijdende waterstof transport mogelijk wordt gemaakt, met name met België en Duitsland. Op termijn, wanneer er in meerdere landen een volwassen waterstof economie bestaat inclusief publieke infrastructuur, zullen meer landen aaneengesloten worden zodat een Europese backbone ontstaat, waardoor afstemming van de minimum kwaliteit vereist is.

Vraag 2. Hoe belangrijk is het maken van afspraken over de kwaliteit op Europees niveau voor uw organisatie en is uw organisatie betrokken bij een internationaal gremium ter afstemming van kwaliteitscriteria voor waterstof

Ørsted ontwikkelt ook waterstof projecten in andere Europese landen dan Nederland, zoals in Duitsland en Denemarken. In deze landen, en in internationale gremia, wordt gesproken over de beleidskaders voor waterstof. Waaronder de minimum kwaliteit. Een belangrijk uitgangspunt voor Ørsted is dat grensoverschrijdende waterstoftransport mogelijk wordt gemaakt. Zo kunnen vraag en aanbod samen worden gebracht.

Ørsted gaat er van uit dat er een internationale waterstofmarkt zal ontstaan. Duidelijke kwaliteitstandaarden zijn daarvoor een randvoorwaarde. Nederland kan dan de waterstofrotonde van Europa vormen met export naar het Ruhrgebied, Antwerpen en andere delen van Europa. De havens zijn daarbij een draaischijf van productie en doorvoer. Net als nu, maar dan met hernieuwbare waterstof. Om die stromen te faciliteren is een soepele overgang tussen Nederland en met name België en Duitsland noodzakelijk. Een afgestemde minimum kwaliteit met deze landen zal in eerste instantie benodigd zijn. Op langere termijn is het wenselijk om een Europese minimum kwaliteit te hanteren. Dit zal echter pas mogelijk worden zodra het Europese waterstof netwerk grotendeels ontwikkeld is.

Vraag 3. Zijn de geadviseerde specificaties zoals opgenomen in de tabel op pagina 5 van het KIWA DNV rapport acceptabel voor uw organisatie? En zo niet, op welke onderdelen van de specificatie stelt u wijzigingen voor en met welke redenen?

1. Maximale waterstoftemperatuur bij het entry punt

Begin 2022 presenteerde Hynetwork Services een indicatieve specificatie voor de temperatuur van 5 - 50°C (zie de tabel hieronder)¹. De maximale temperatuur van de waterstof is in de meest recente versie echter verlaagd tot 30°C. Eén van de redenen die hiervoor is aangedragen is dat eventuele verstoringen van landbouwgronden waar de backbone doorheen gaat zoveel mogelijk beperkt wordt.



Tabel 6.2: Netspecificaties waterstof geldig voor zowel de entry- als de exitpunten.
De eenheden zijn gegeven zoals deze in de betreffende standaard zijn vermeld.

Parameter	voorstel distributie NL	DVGW G260(A)	EASEE gas	Indicatieve specificatie Hynetwork services
Wobbe-index	44,85 - 48,35 MJ/m ³ A,B)			
Waterstof	≥ 98 mol%	≥ 98 mol%	≥ 98 mol%	≥ 98 mol%
Totaal niet waterstof				
Inerten			≤ 2 mol% Ar, N ₂ , He	≤ 2 mol% inert N ₂ , Ar, He
Koolwaterstoffen	gelimiteerd door Wobbe		1,5 mol% KWS incl CH ₄	<1,5 mol% incl CH ₄
Gascondensaat	≤ 80	2 °C bij 1 ≤ P(abs) ≤ 70 bar	≤ -2 °C bij heersende druk	
Waterdauwpunt	< -10 °C (at 8 bar(a))	< 50 mg/m ³ bij overdruk ≥10 bar	< -8°C bij 70 baro	-8°C bij 70 baro
Zuurstof	≤ 0,2 mol%	≤ 1 mol%	≤ 10 ppm	≤ 10 ppm
Koolstofdioxide	gelimiteerd door Wobbe		≤ 20 ppm	≤ 20 ppm
Zwavel (anorganisch)	≤ 5 mg S/m ³ (n)			
Zwavel (alkylthiolen)	≤ 6 mg S/m ³ (n)			
Totaal zwavel (piekwaarde voor odorisatie)	≤ 20 mg S/m ³ (n)	≤ 6 mg S/m ³ (n)	≤ 21 mg S/m ³ (n)	≤ 5 ppm
Totaal zwavel (jaarlijks gemiddelde voor odorisatie)	≤ 5,5 mg S/m ³ (n)			
Totaal zwavel (jaarlijks gemiddelde na odorisatie)	-	≤ 10 mg S/m ³ (n)		
Halogenen	-	≤ 50 ppb	≤ 50 ppb	≤ 50 ppb
Koolmonoxide	≤ 2900 mg/m ³ (n)	≤ 0,1 mol%	≤ 20 ppm	≤ 20 ppm
Silicium	-			
Mierenzuur				≤ 10 ppm
Ammoniak		technisch vrij		≤ 10 ppm
Formaldehyde				≤ 10 ppm
Stofdeeltjes (> 5 µm)	≤ 100 mg/m ³ (n)			
Niet benoemde componenten	disclaimer	technisch vrij van stof of vloeistof		disclaimer
Temperatuur	5 - 20 °C			5 - 50 °C

A. De Wobbe-index van het in te voeden gas dient gedurende ten minste 50% van de tijd boven de ondergrens te liggen. Er mag maximaal 200 keer per voortschrijdend jaar een uur zijn waarin een overschrijding (een waarde onder de ondergrens) tussen de 0,2 en 0,3 MJ/m³ voorkomt, terwijl zo'n uur niet vaker dan 1 keer per 12 uren mag voorkomen. Er mag maximaal 10 keer per voortschrijdend jaar een uur zijn waarin een overschrijding van meer dan 0,3 MJ/m³ voorkomt, terwijl zo'n uur niet vaker dan 1 keer per 60 uren mag voorkomen. De waarden voor de Wobbe-index zijn uurgemiddelden.

B. De waarden voor de Wobbe-index dienen altijd boven de absolute ondergrens van 44,35 MJ/m³(n) te zijn onafhankelijk van de meetfrequentie.

Voor zover ons bekend heeft Hynetwork Services geen onderzoek gepubliceerd waarin wordt geëvalueerd welke temperatuur de landbouwgrond kan beïnvloeden en wat de maximaal aanvaardbare temperatuur zou zijn. Het is daarom lastig te beoordelen op welke argumenten de verlaging van de temperatuur is gebaseerd. De conclusie in het rapport 'Kwaliteitseisen voor waterstof t.b.v. het transportnet' van KIWA en DNV over de temperatuurselectie wordt bovendien als volgt samengevat: "De temperatuur is dusdanig gekozen, dat geen problemen met het gastransport en de gastoeepassingen zijn te verwachten."² Andere redenen dan gastransport en toepassing worden niet benoemd voor de beoordeling van de temperatuur. In tabel 6.1 (hieronder) van het rapport wordt gekeken naar specifieke toepassingen. Ook daar zijn geen temperatuuereisen opgenomen.

¹ <https://open.overheid.nl/repository/ron1-385383e0a0db4e2db9f6c1688273f9fefa0c4857/1/pdf/versie-2-22263775.bijlage-3-rapport-h2-specificaties-transportnet.pdf>, bladzijde 36.

² Kwaliteitseisen voor waterstof t.b.v. het transportnet, pagina 45.

Tabel 6.1: Specificaties toepassingen waterstof

Parameter	ISO 14687:2019					SAE-J2719	PAS 4444
	Grade A: verbranding en warmte	Grade B: Industriële kracht and warmte	Grade C: Lucht- en ruimtevaart	Grade D: Tractie PEM	Grade E: PEM stationair	FC PEM tractie	Verbrandings-toestellen
Wobbe-index							42 – 46 MJ/m ³ A
Waterstof (mol%)	> 98	≥ 99,90	≥ 99,995	≥ 99,97	≥ 99,9	≥ 99,97	> 98
Totaal niet waterstof				≤ 300 ppm	< 0,1%	300 ppm, 100 ppm niet He comp.	
Inerten				≤ 300 ppm	≤ 0,1 mol% inert N ₂ , Ar, He		≤ 2 mol% Ar, N ₂ , He
Helium			≤ 39 ppm	≤ 300 ppm	zie inerten		
Argon	≤ 1,9 mol% (O ₂ , Ar en H ₂ O)		O ₂ en Ar samen ≤ 1 ppm	≤ 300 ppm	zie inerten		
Stikstof		400 ppm	H ₂ O, N ₂ en kws ≤ 9 ppm	≤ 300 ppm	(zie inerts)	Ar en N ₂ ≤ 100 ppm	
Koolwaterstoffen	<0,01%	niet condenserend heersende druk	H ₂ O, N ₂ en kws ≤ 9 ppm	CH ₄ ≤ 100 ppm andere kws ≤ 2ppm me haaneq.	CH ₄ < 100 ppm andere kws < 2ppm methaaneq.	≤ 2 ppm	≤ 1 mol% methaan, CO ₂ en KWS
Gascondensaat	≤ -2 °C bij heersende druk						
Waterdauwpunt	-10°C bij 85 baro	niet condenserend heersende druk	H ₂ O, N ₂ en kws ≤ 9 ppm	≤ 5 ppm H ₂ O	niet cond. onder bedrijfs-condities	≤ 5 ppm H ₂ O	
Temperatuur							
Zuurstof	≤ 1,9 mol% (O ₂ , Ar en H ₂ O)	100 ppm	O ₂ en Ar samen ≤ 1 ppm	≤ 5 ppm	< 50 ppm	≤ 5 ppm	< 0,2 %
Koolstofdioxide	≤ 1 ppm (CO en CO ₂)		≤ 1 ppm totaal CO en CO ₂	≤ 2 ppm	< 2 ppm	≤ 1 ppm	≤ 2 mol%
Zwavel (anorganisch)							≤ 5 mg/m ³ H ₂ S
Totaal zwavel (piekwaarde voor odorisatie)	≤ 2 ppm	≤ 10 ppm		≤ 4 ppb	≤ 4 ppb	≤ 1 ppb	
Totaal zwavel (piekwaarde na odorisatie)							≤ 50 mg/m ³
Chloor				≤ 50 ppb halogenen	≤ 50 ppb halogenen		
Fluor				≤ 50 ppb halogenen	≤ 50 ppb halogenen		
Koolmonoxide	≤ 1 ppm		≤ 1 ppm totaal CO en CO ₂	≤ 200 ppb	≤ 200 ppb	≤ 0,1 ppm	≤ 20 ppm
Silicium							
Mierenzuur				≤ 200 ppb	≤ 200 ppb	≤ 200 ppb	
Ammoniak				≤ 100 ppb	≤ 100 ppb	≤ 100 ppb	
Formaldehyde				≤ 200 ppb	≤ 200 ppb		
Kwik		≤ 4 ppb					
Patogene microben							
Stofdeeltjes (> 5 µm)				≤ 1 mg/kg			
Niet benoemde soen stof		afpraak	afpraak	≤ 1 ma/ka stof	≤ 1 mg/kg stof en		
Temperatuur							

A. De waarden zijn gebaseerd op de referentie (IE-1E) dit wil zeggen een referentiewaarde voor de volumemeting van 15 °C bij 1013,25 mbar en een referentiewaarde voor de verbranding bij 15 °C en 1013,25 mbar. Deze waarden komen overeen met 44,85-48,35 MJ/m³ voor de in Nederland gehanteerde condities: [0,25] volumemeting bij 0 °C en 1013,25 mbar en de verbranding bij 25 °C en 1013,25 mbar.

In het rapport van KIWA en DNV, wordt daarnaast ook onvoldoende achtergrond gegeven voor de nieuwe temperatuur. In het document is een volledig onderzoek gedaan naar belangrijke parameters zoals waterstofzuiverheid of verontreinigingen, maar een analyse van de maximumtemperatuur lijkt te ontbreken. Dat is opvallend aangezien Hynetwork Services in maart 2022 concludeerde dat 50°C aanvaardbaar was³. Internationale normen (ISO 14687:2019, SAE-J2719 en PASS 4444, zoals vermeld in tabel 6.1 van het document Kwaliteitseisen voor waterstof t.b.v. het transportnet) specificeren bovendien geen temperatuureis.

Gebaseerd op de bovenstaande redenen, vragen wij om de maximale temperatuur te verhogen tot minimaal 44°C. Deze temperatuur is ingeschat, rekening houdend met⁴:

- Het gebruik van koelwater in een gesloten kringloop om de waterstof af te koelen. Dit is de meest kosteneffectieve oplossing.
- Het koelen van de terugstroom van het koelwater gebeurt met lucht via ACHE (Air Cooling Heat Exchanger). Dit is de voorkeursttechnologie voor waterstofinstallaties tot 200-300 MW op basis van CAPEX, OPEX, veiligheid en footprint.

³ <https://open.overheid.nl/repository/ronl-385383e0a0db4e2db9f6c1688273f9fefa0c4857/1/pdf/versie-2-22263775.bijlage-3-rapport-h2-specificaties-transportnet.pdf>, tabel 4.2 op bladzijde 24.

⁴ De maximale waterstof uitlaattemperatuur kan als volgt worden berekend:

$$T_{H2}(^{\circ}C) = DBT(^{\circ}C) + TD_1(^{\circ}C) + TD_2(^{\circ}C)$$

$$T_{H2}(^{\circ}C) = 26,7^{\circ}C + 11^{\circ}C + 6^{\circ}C \approx 44^{\circ}C$$

Deze temperatuur kan lager zijn als de luchttemperatuur lager is (bijv.: in de winter), maar het zal de maximaal haalbare temperatuur zijn door een koelwatersysteem. Een lagere waterstoftemperatuur kan alleen worden bereikt door middel van een koeling unit.

- De maximale *dry-bulb air temperature* (DBT) wordt berekend op basis van de 20-jarige maximum dagtemperaturen gerapporteerd door het KNMI, voor het Westdorpe weerstation. Dit resulteert in 26,7°C.
- Het temperatuurverschil (TD₁) tussen de maximale luchttemperatuur van de *dry-bulb air temperature* en het afgekoelde koelwater 11°C is. Dit is de industrie standaard.
- Het temperatuurverschil (TD₂) tussen afgekoelde waterstof en koelwater 6°C is.

De achterliggende argumenten voor een minimum van 44°C zijn de volgende:

- Het materiaal gebruikt voor de constructie van de backbone zou geschikt zijn om temperaturen hoger dan 30 °C aan te kunnen. Het ontwerp temperatuur voor de gekozen materialen is 70 °C.
- Een waterstoftemperatuur van 44 - 50°C lijkt niet schadelijk voor de eindgebruikers (zoals ammoniakfabrieken, raffinaderijen, staalfabrieken) of voor opslag in een zoutcaverne.
- De warmteoverdracht van de ondergrondse leidingen is afhankelijk van buisdiameter, constructiemateriaal, thermische geleidbaarheid van de grond (beïnvloed door vochtgehalte en type grond), en uiteraard de waterstoftemperatuur. De verwachting is dat een waterstoftemperatuur van 44°C enkele centimeters grond (<10 cm) van de buis kan beïnvloeden. Dit is in het ergste geval waarin de temperatuur van het buitenoppervlak van de pijp gelijk is aan de temperatuur van het binnen oppervlak van de pijp (44 °C). In werkelijkheid zal de warmteoverdrachtsweerstand van het leidingmateriaal (koolstofstaal) en vooral het binnen- en buitencoatingmateriaal (plastic coating heeft een lage warmteoverdracht), de temperatuur van het buitenoppervlak van de pijp enkele graden verlagen.
- Er is geen onderzoek ingesteld, of gepubliceerd, met daarin een evaluatie van de impact van een pijpleiding bij 50°C op landbouwgronden.
- In de introductie van de studie wordt gesteld dat de te definiëren specificaties in principe dezelfde overwegingen gelden als het huidige aardgasnet. "Ruime gaskwaliteitsspecificaties zijn gunstig voor het aantrekken van nieuwe producenten, die minder kosten hoeven te maken voor de gasbehandeling". De huidige temperatuurspecificatie wordt echter ervaren als een beperking waardoor juist extra kosten gemaakt moeten worden. De economische implicaties van het bereiken van die temperatuur kunnen worden vertaald in een toename van LCOH (*Levelized Cost Of Hydrogen*).

2. Maximale afwijkingstijd per parameter en maximaal afwijkingpercentage.

Op dit moment is nog onduidelijk of deviaties van de genoemde waarden mogelijk zijn. De tabel uit het rapport van KIWA en DNV bevat enkel de parameters en de eenheid, maar geeft niet aan of een afwijking mogelijk is. Indien dat het geval is, zou ook per parameter aangegeven kunnen worden wat het afwijkingpercentage is (de bovenste/onderste afwijkingswaarde) en de tijd waarvoor de deviatie toegestaan is. Dergelijke informatie helpt ontwikkelaars met de design van de plant. De specificatie zou er als volgt uit kunnen zien:

Parameter	Unit	Maximum	Allowed deviation	Deviation time
Wobbe index	MY/m ³ (s)	44.85-48.35 A		
Hydrogen	mol%	>98		
Inerts	mol%	< 2 inert N ₂ , Ar,		
Hydrocarbons	mol%	<1.5 incl. CH ₄		
Hydrocarbon dew	°C	< -2 at 1 - 70		
Water dew point	°C	-8 at 70 bar(o)		
Oxygen	molppm	< 10		
Carbon dioxide	molppm	<20		
Total S content	molppm	<3		
Halogens	molppb	<50		

Carbon Monoxide	molppm	<20		
Antic acid	molppm	< 10		
Ammonia	molppm	< 10		
Formaldehyde	molppm	< 10		
Dust particles (>)		DisclaimerB		
Temperature	°C	5 - 30 °		
Temperature	°C	5-30°		

De mogelijkheid tot een (korte) deviatie vermindert het aantal onnodige 'plant trips'⁵ van de waterstoffabriek. Deze 'plant trips' zijn waarschijnlijker wanneer de werking van de installatie hervat wordt na de stand-by-modus (koud of warm), bij het opstarten of opnieuw opstarten vanuit de stopmodus. 'Plant trips' resulteren uiteindelijk in een productieverlies. Het reduceren van dergelijke trips is een belangrijke manier om de LCOH te verlagen.

Vraag 4. Hoe kijkt u aan tegen het advies van KIWA en DNV om een minimale waterstofzuiverheid van 98 mol% te hanteren en om drie jaar na ingebruikname van het waterstoftransportnetwerk te reviewen? Is het werkbaar om de criteria een aantal jaar na ingebruikname van de infrastructuur te herzien op basis van dan beschikbare Europese criteria en opgedane ervaringen? En zo niet, welke concrete barrières voorziet u?

Een hoge standaardkwaliteit bevordert de ontwikkeling van hernieuwbare (groene) waterstof
Ørsted voorziet een rol voor zichzelf als invoeder van hernieuwbare waterstof geproduceerd via elektrolyse. De kwaliteit van dergelijke waterstof is erg hoog, met puurheden die bereikt kunnen worden met PEM en Alkaline technologieën. Dat maakt de waterstof geschikt voor elke (hoogwaardige) toepassing.

Het eindperspectief voor 2050 is een volledig koolstofvrije economie met een prominente rol voor hernieuwbare waterstof. Het is belangrijk om vanuit dat eindperspectief terug te redeneren welke stappen nu kunnen worden gezet om wind op zee capaciteit en hernieuwbare waterstofproductie sneller te realiseren. Dat betekent dat nu al nagedacht moet worden over het toekomstige beleid, de financiële instrumenten, maar ook infrastructuur.

De standaardkwaliteit van het netwerk zal mede bepalend zijn bij het opschalen van hernieuwbare waterstof. Door direct een hoge standaard vast te stellen zullen producenten gestimuleerd worden om zo hoog mogelijke kwaliteit waterstof te produceren. Bijgevolg zorgt een hogere standaardkwaliteit ook voor meer beschikbaarheid van bruikbare waterstof voor hoogwaardige toepassing. Gebruikers van hernieuwbare waterstof zouden niet in de situatie moeten worden gebracht waarbij ze opdraaien voor het purificeren van waterstof uit het transportnet die als zeer pure waterstof is ingekocht. Het is efficiënter om maatregelen te treffen voorafgaand aan het invoeden op het waterstofnet.

Een hogere standaardkwaliteit kan echter op de korte termijn betekenen dat purificatiestappen noodzakelijk zijn om de kwaliteit in het transportnet hoog te houden. Om die stap te faciliteren zouden verbonden kosten in de eerste jaren gefinancierd kunnen worden middels publieke financiering.

Gelet op het eindperspectief van een duurzaam energiesysteem, de noodzaak om fossiele brandstoffen sneller uit te faseren i.v.m. afhankelijkheden en de zekerheid over de toekomstige vraag naar hernieuwbare waterstof (bijvoorbeeld door RED 3 eisen), ligt een hoge standaardkwaliteit meer voor de hand. Op een niveau dat haalbaar is met PEM en Alkaline technologieën. Door stevig in te zetten op het ontwikkelen van vraag en aanbod van hernieuwbare waterstof zal het volume van direct in te voeden hoge kwaliteit waterstof de overhand hebben in het netwerk, en wordt purificeren stapsgewijs minder noodzakelijk.

⁵ Een 'Plant trip' is een actie die de installatie naar een veilige stand brengt als gevolg van een signaal dat afgegeven wordt zodra een bepaalde parameter wordt overschreden boven de operationele marge.

5. Bij de totstandkoming van het advies van KIWA en DNV is ook gekeken naar de ontwikkelingen binnen Europa. De kwaliteitscriteria op Europees niveau en meer specifiek Duitsland zouden daarmee op hoofdlijnen goed vergelijkbaar moeten zijn met dat advies. Indien dit volgens u niet het geval is zou u dan kunnen aangeven op welke punten er sprake is van een afwijking? Zie de eerdere antwoorden over de noodzaak om grensoverschrijdende waterstof transport te faciliteren en de zorgen over de temperatureisen voor de backbone.
