

Waterstof in het Westland



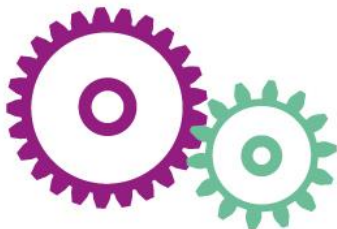
Productie



Transport



Opslag



Toepassing



Sector

Leeswijzer

In dit document wordt het gebruik van waterstof in het Westland uiteengezet door middel van de volgende drie onderdelen: Waterstofketen, Toekomstverkenning Westland & Waterstof en de Conclusie. Het doel is om een overzicht te geven van de rol die waterstof kan spelen in het Westland en is bedoeld voor beleidsmakers. In de waterstofketen wordt de waardeketen van waterstof schematisch weergegeven en besproken. In de toekomstverkenning Westland & Waterstof worden twee mogelijke waterstof scenario's voor het Westland beschreven. Dit document eindigt met een conclusie over het mogelijke gebruik van waterstof in het Westland in de toekomst.

Waterstofketen

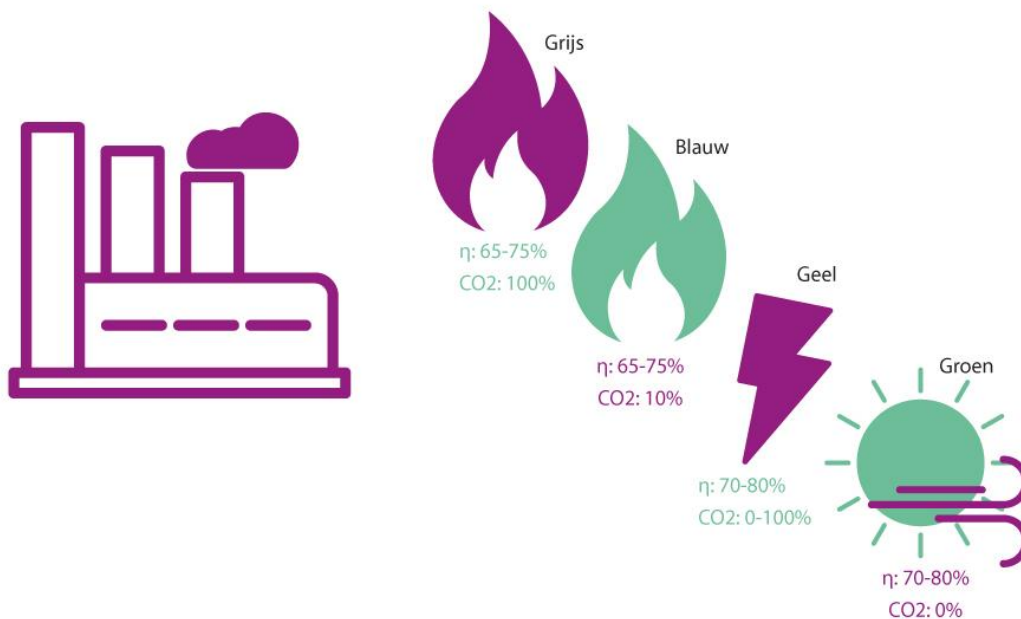
De waterstofketen bestaat uit vijf elementen: Productie, Transport, Opslag, Verbruik en Sector. Elk van de vijf elementen schematisch weergegeven op de voorpagina en wordt hier nader beschreven.

1) Productie



Waterstof (ook wel H₂ genoemd) kan op verschillende manieren geproduceerd worden. Momenteel voornamelijk door het omzetten van aardgas (SMR/ATR) en elektrolyse van water. De productie van waterstof is onder te verdelen in de volgende 4 smaken:

- Grijs: Waterstof wordt geproduceerd met behulp van aardgas bijvoorbeeld door middel van stoomreforming (SMR). De klimaatimpact is groter dan bij het direct gebruik van aardgas vanwege conversieverlies.
- Blauw: Net zoals bij grijze waterstof wordt blauwe waterstof geproduceerd van aardgas, maar de vrijgekomen CO₂ wordt afgevangen en opgeslagen (of gebruikt) (CCS / CCU Carbon Capturam Storage and Utilisation). De klimaatimpact wordt hiermee beperkt.
- Geel: Overtollige elektriciteit wordt gebruikt om waterstof te produceren, bijvoorbeeld door middel van elektrolyse. Hierbij wordt waterstof geproduceerd met zowel duurzame als grijze elektriciteit. De klimaatimpact hangt sterk af van de elektriciteitsbron.
- Groen: Elektriciteit gewonnen uit hernieuwbare bronnen zoals wind en zonne energie wordt gebruikt om waterstof te produceren. De klimaatimpact is hiermee beperkt.





2) Transport

Transport van waterstof is nodig omdat de productie van waterstof zelden op dezelfde locatie is als de vraag. Er zijn grofweg 4 transportopties mogelijk:

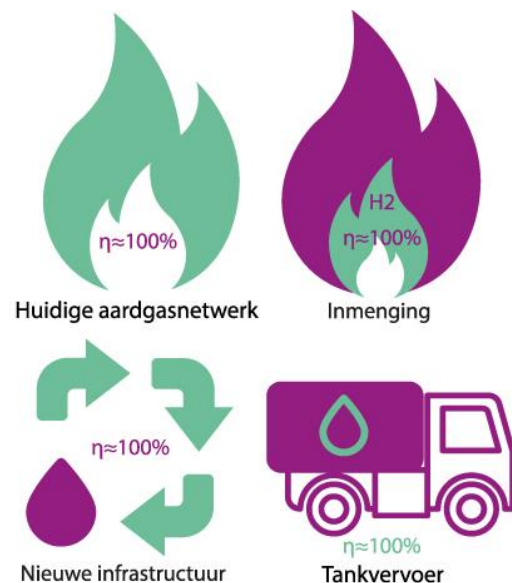
- Huidige aardgasnetwerk: Het huidige aardgasnetwerk kan gebruikt worden om waterstof te vervoeren. Voordat het huidige aardgasnetwerk gebruikt kan worden voor het vervoer van waterstof, zijn er aanpassingen aan het netwerk nodig, bijvoorbeeld in de drukstations. Doordat de energiedichtheid van waterstof lager is dan aardgas moet de stroomsnelheid verdubbeld worden om in dezelfde energievraag te voorzien.
- Inmenging: Waterstof kan over het algemeen tot 20 procent worden ingemengd in het huidige aardgasnetwerk zonder noemenswaardige problemen. Het inmeng percentage is echter wel afhankelijk van de apparatuur van de eindgebruiker en de leeftijd/ het materiaal van het transportnetwerk.
- Nieuwe infrastructuur: Voor het transport van waterstof kan een nieuw netwerk worden gerealiseerd. Hiervoor zijn de kosten substantieel.
- Tankvervoer: Waterstof kan vervoerd worden door middel van truck, schip, trein met behulp van waterstoftanks onder druk (g) of in vloeibare vorm (l). Hoewel de transportkosten doorgaans hoger zijn, is deze vorm flexibeler dan een leidingnetwerk.

Eerste H₂ transport via bestaande gasleiding

Visser & Smit Hanab heeft de bestaande hoofdgastransportleiding van Gasunie geschikt gemaakt voor het vervoer van waterstof. Via de leiding wordt waterstof voor industriële toepassing uitgewisseld via een niet meer in gebruik zijnde gastransportleiding. Het ondergrondse transport via het gasnetwerk zorgt voor een efficiënt en veilig vervoer van waterstof. Deze waterstofleiding van Gasunie tussen Dow Benelux en Yara is eind 2018 in gebruik genomen.

De 12 kilometer lange waterstofleiding is maart 2019 in gebruik genomen. De gastransportleiding is op een paar punten aangepast, zodat deze geschikt is voor het transport van waterstof. De leiding wordt nu op commerciële basis gebruikt voor transport van meer dan vier kiloton waterstof per jaar.

Gerard Jonkergouw – Visser & Smit Hanab

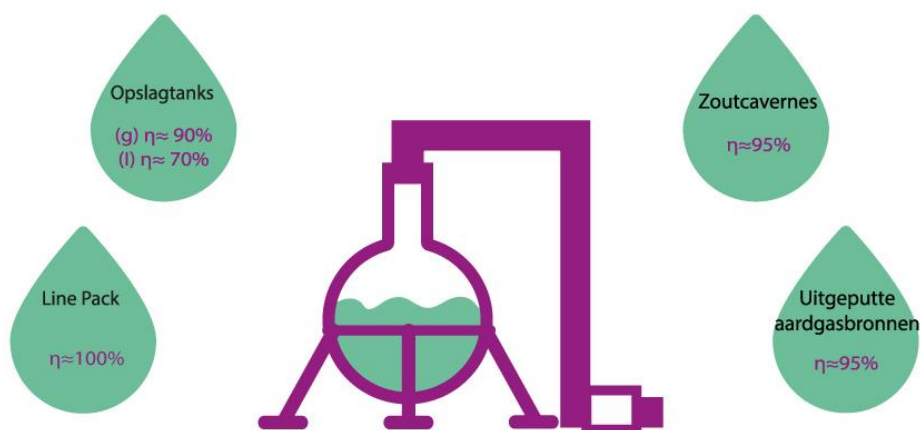




3) Opslag

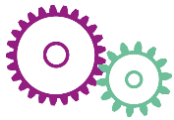
Om de variatie in vraag van minuten tot seizoenen op te kunnen vangen, moet waterstof opgeslagen worden. De huidige mogelijkheden zijn:

- Line Pack: Waterstof kan worden opgeslagen door de druk in de leidingen te verhogen. Hiermee kan voorzien worden in de dagelijkse variatie in vraag.
- Opslagtanks: Waterstof kan opgeslagen worden in tanks onder druk en gekoeld als vloeistof voor de dagelijkse variatie in vraag. Het opslaan van waterstof in vloeibare vorm vergroot de energiedichtheid met een factor 4 vergeleken met onder druk, maar is onderhevig aan een groter conversieverlies.
- Zoutcavernes: Het is mogelijk om geproduceerde waterstof op te slaan in ondergrondse zoutcavernes voor de dagelijkse en seizoensgebonden fluctuaties in de energievraag. Hierbij kunnen zoutcavernes gebruikt worden, die momenteel gebruikt worden voor de opslag van aardgas.
- Uitgeputte aardgasbronnen: Lege aardgasvelden kunnen gebruikt worden voor de opslag van waterstof voor de seizoensgebonden fluctuaties, mede vanwege de omvang. Om seizoensgebonden variatie op te kunnen vangen, is een aanzienlijke opslagcapaciteit nodig.



Tabel 1 - Opslagmogelijkheden waterstof Nederland

	Vraag variatie opvang	Capaciteit [m ³]	Haalbaarheid
Line Pack	Dagelijks	-	Onbekend
Gascilinder	Dagelijks	0.05	Vastgesteld
Opslagtank vloeibaar	Dagelijks	5-100	Vastgesteld
Zoutcaverne	Dagelijks/seizoen	3-5 honderd duizend	Vastgesteld
Uitgeput aardgasveld	Seizoen	2-7 miljard	Onbekend



4) Toepassing

Waterstof kan gebruikt worden in verschillende toepassingen voor de productie van warmte of elektriciteit. De mogelijke toepassingen zijn:

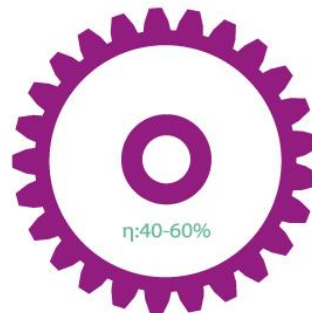
- Warmte middels branders: Op dit moment worden branders, gevoed door waterstof, in de industrie gebruikt. Voor de overstap van aardgas naar waterstof zijn er aanpassingen in het industriële proces nodig. De brandtemperatuur, vlamlengte en kleur verschilt. Hierdoor moet het industriële proces opnieuw worden ingericht. Daarnaast kan waterstof gebruikt worden voor residentiële verwarming d.m.v. waterstof Cv-ketels.
- Warmte en elektriciteit middels turbines (WKK): De huidige waterstof turbines draaien momenteel op mix 40% tot 60% waterstof. De huidige uitdagingen liggen in de efficiëntie en mogelijke NO_x uitstoot van turbines. De eerste 100% waterstof turbine wordt niet eerder verwacht dan 2028 (CE Delft).
- Elektriciteit middels brandstofcel: Met een brandstofcel kan waterstof omgezet worden in elektriciteit met warmte als bijproduct. Er is ontwikkeling nodig in de conversie efficiëntie van de brandstofcel voordat de technologie klaar is voor volledige marktpenetratie.



Warmte middels Branders



Warmte en elektriciteit
middels turbines (WKK)



Elektriciteit middels
brandstofcel



5) Sector

De mogelijke toepassingen van waterstof worden gebruikt in verschillende sectoren met een eigen karakteristieke behoefte. Waterstof wordt gebruikt in de volgende vijf sectoren:

- **Mobiliteit:** In het transport van mensen en goederen kan waterstof worden ingezet als vervanger van huidige brandstoffen. Vooral voor zware mobiliteit (vrachtvervoer/vrachtschip) heeft waterstof door haar energiedichtheid een voordeel t.o.v. volledig elektrisch vervoer.
- **Grondstof voor industrie:** In bepaalde industrieën, zoals de kunstmestproductie, wordt waterstof als grondstof gebruikt.
- **Elektriciteit productie:** Voor de balanshandhaving op het elektriciteitsnet kan waterstof gebruikt worden om de verschillen in vraag en productie uit hernieuwbare bronnen op te vangen.
- **Industrie hoge temperatuur:** Waterstof kan in de industrie gebruikt worden als vervanging van aardgas voor hoge temperatuurprocessen.
- **Gebouwde omgeving lage temperatuur:** Waterstof kan op verschillende manieren in de gebouwde omgeving gebruikt worden. Bij gebouwen waar een all-electric of warmtenet geen oplossing biedt, kan waterstof ingezet worden voor hybride warmtepompen of aangepaste HR-ketels. Daarnaast kan waterstof worden gebruikt voor het opvangen van pieklast in warmtenetten.

Bouwbedrijf uit Drenthe bouwt energieneutraal huis met individuele waterstofopslag

Het bouwbedrijf Broekman uit Drenthe wil energieneutrale huizen bouwen, die ieder een waterstofopslag krijgen. Het werkt daartoe samen met het Belgische Solenco Power dat zo'n opslag heeft ontwikkeld. Overtollige elektriciteit van zonnepanelen wordt omgezet in waterstof.

De energieneutrale woningen die het bedrijf van plan is op te leveren, hebben zonnepanelen, een warmtepomp, een warmte-koude-opslag (WKO) en een zonneboiler. Voor de piekmomenten zijn de woningen nog aangesloten op het net.

De ambitie van het bouwbedrijf is het bouwen van twee offgrid-koloniewoningen van 85 vierkante meter, waarbij de woningen niet aangesloten worden op de nutsvoorzieningen zoals de drinkwaterleiding, riolering en dus ook de elektriciteitsaansluiting.

Energieia 11-02-19 – Orla McDonald



Mobiliteit



Grondstof voor industrie



Elektriciteit productie



Industrie hoge temperatuur



Gebouwde omgeving lage temperatuur

Import en export

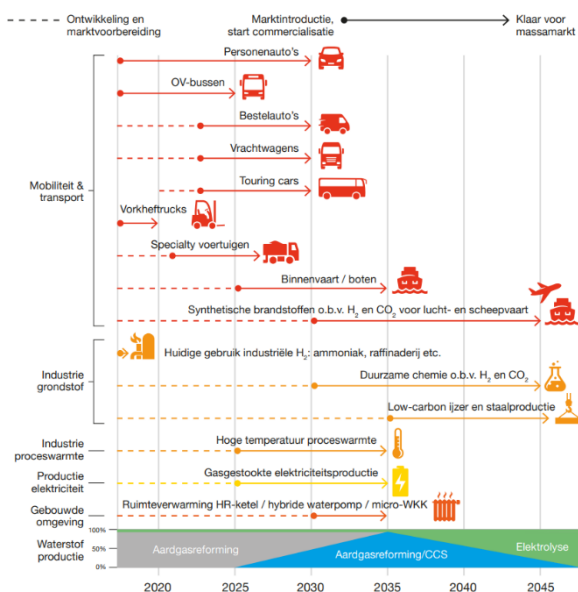
De waterstofketen is niet regio gebonden. Dit betekent dat productie tot consumptie een wereldwijde markt kan omvatten. Locatiegebonden voordelen zoals de beschikbaarheid van grote betaalbare hoeveelheden hernieuwbare energie kan in een mondiale markt benut worden. In een gedistribueerde waterstofketen wordt waterstofconsumptie meer gestuurd door de marktprijs dan lokale beschikbaarheid zoals bij een lokale waterstofketen.

Ontplooiing waterstof sector

De verwachte landelijke ontwikkeling van waterstof in verschillende sectoren is door TKI weergegeven in Figuur 1. Hierin is voor verscheidene sectoren de marktpenetratie voorspeld van waterstof toepassingen. In Figuur 1 is te zien dat op de korte termijn [nu-2030] verwacht wordt dat waterstof de grootste kans heeft bij mobiliteit. De pijl geeft de periode weer van de introductie van het product op de markt tot het moment van massaal gebruik. De mobiliteitssector wordt gevolgd door industrieel proceswarmte en elektriciteitsproductie [2025-2035] en vanaf 2030 het gebruik in de gebouwde omgeving. Het grootschalig gebruik van waterstof in de gebouwde omgeving vindt plaats na 2030, mede door de onvolwassenheid van de huidige technologie. Aan de gebruikerskant zijn de CV-ketel en gas branders nog niet marktrijp. Het gebruik van de huidige gasinfrastructuur voor het vervoeren van waterstof is in ontwikkeling.

Merit order

Het gebruik van waterstof in de verschillende sectoren is afhankelijk van de productie van waterstof. De gehele waterstofketen van productie tot elektriciteit of warmte is onderhevig aan meerdere conversatie stappen en daarmee inherent aan conversie verlies. Vanwege het energieverlies bij de productie en het gebruik van waterstof zal waterstof eerst gebruikt worden in sectoren waar waterstof de grootste voordelen biedt. De grootste potentie van waterstof ligt in de industrie en transport sector, in lijn met Figuur 1. Op het moment dat de waterstofproductie de vraag in deze sectoren overstijgt, komt het gebruik in de gebouwde omgeving aan bod.



Figuur 1- Toekomstontwikkeling waterstof gebruik (TKI routekaart nieuw gas 2018)

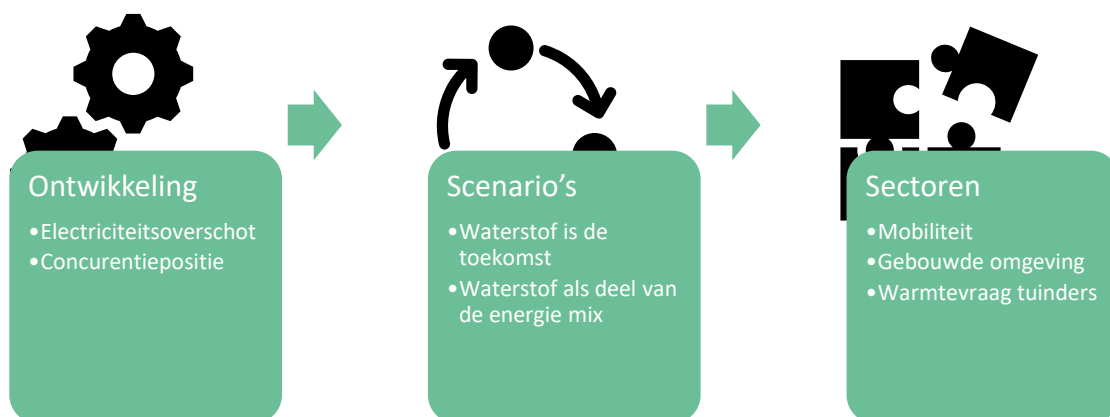
Toekomstverkenning Westland & Waterstof

Het primaire gebruik van waterstof Nederland breed zal volgens CE-Delft¹ voornamelijk plaatsvinden in de mobiliteitssector van personenvervoer tot de scheepvaart en in de industrie voor proceswarmte en gebruik als grondstof. In het Westland ligt het potentiële gebruik van waterstof hoofdzakelijk bij de grootste bedrijfstak: de glastuinbouw. In de glastuinbouw kan het waterstofgebruik worden opgesplitst in de productie van warmte en het vervoer van gewassen. Waterstof kan voor de productie van warmte een rol gaan spelen voor het opvangen van de pieklast, waarbij de deellast wordt verzorgd door warmtenetten.

Scenario's

Om het toekomstig gebruik van waterstof verder te verkennen in het Westland is er gebruik gemaakt van een scenario studie. Hierbij zijn twee scenario's uitgewerkt: 1) Waterstof is de toekomst en 2) Waterstof als deel van de energiemix. In de scenario's wordt de toekomst van het gebruik van waterstof niet voorspeld, maar is er een samenhang van factoren beschreven die kunnen leiden tot het beschreven toekomstbeeld in 2050. In beide scenario's is er uitgegaan van een toekomstbeeld waarbij waterstof een rol speelt in het Westland.

In Figuur 2 is schematisch weergegeven hoe de verschillende scenario's zijn opgebouwd. De scenario's zijn gebaseerd op de toekomstige ontwikkeling van twee factoren die invloed hebben op het toekomstig gebruik van waterstof in het Westland: een landelijk elektriciteitsoverschot en de concurrentiepositie van waterstoftechnologie. De impact van de verschillende scenario's is beschreven voor de volgende sectoren: mobiliteit, gebouwde omgeving en piek warmtevraag van de glastuinbouw. De ontwikkeling van de factoren die aan de basis liggen van de scenario's en de ontwikkeling in de verschillende sectoren is eerst beschreven, waarna de impact per scenario is behandeld.



Figuur 2: Schematisch overzicht scenariostudie

¹ S. Hers, T. Scholten, R. van der Veen, S. van de Water en C. Leguijt (2018). *Waterstofroutes Nederland*. CE Delft.

Ontwikkeling

Het gebruik van waterstof in het Westland is afhankelijk van verschillende factoren. In deze scenariostudie is gekeken naar het landelijke elektriciteitsoverschot en de globale concurrentiepositie van waterstoftechnologie.

Elektriciteitsoverschot

De toekomstige productie van waterstof is afhankelijk van de bron; uit aardgas of water met behulp van elektriciteit. Omdat conversieverlies inherent is aan de productie van waterstof moeten er andere voordelen zitten bij het gebruik en/of de productie.

Hernieuwbare bronnen zoals zon en wind zorgen voor een minder goed voorspel- en beheersbaar elektriciteitsaanbod opwekking. Waterstof kan gebruikt worden om dit patroon te matchen aan de energievraag. In het onderzoek naar verschillende waterstof scenariostudies door Berenschot² komt naar voren dat in de meeste studies waterstof pas een rol gaat spelen bij omvangrijke opwekking uit zon en wind. Kortom, elektriciteitsoverschot is het aandeel oncontroleerbare elektriciteitsproductie in de landelijke elektriciteit mix.

Concurrentie positie

Het gebruik van waterstof in de toekomst is afhankelijk van de mogelijkheid om te concurreren met ander technologieën. Dit betreft enerzijds de ontwikkeling van de waterstoftechnologie zelf en anderzijds de concurrentiepositie met alternatieve technologieën. Op drie vlakken is er technologische ontwikkeling nodig: productie, transport en gebruik. De mate waarin waterstof wordt gebruikt als brandstof/ balansmechanisme ten opzichte van alternatieven is uitgedrukt in de concurrentiepositie.

Sectoren

De ontwikkeling van waterstofgebruik in deze scenariostudie is onderverdeeld in drie sectoren: mobiliteit, gebouwde omgeving en warmtevraag tuinders. Dit zijn de sectoren waarin waterstof een rol kan gaan spelen in het Westland.

Mobiliteitssector

Volgens CE-Delft is de mobiliteitssector een van de eerste sectoren waarin waterstof een rol kan gaan spelen. Het gebruik van waterstof in de mobiliteitssector is afhankelijk van de technologische ontwikkeling en de geografische aanwezigheid van waterstof. Technisch gezien is waterstof als brandstof in de mobiliteitssectors marktrijp, maar wordt het gebruik beperkt door infrastructuur/ beschikbaarheid en prijs van waterstof. Deze sector is daarnaast in constante competitie met de sterk ontwikkelende elektrische auto.

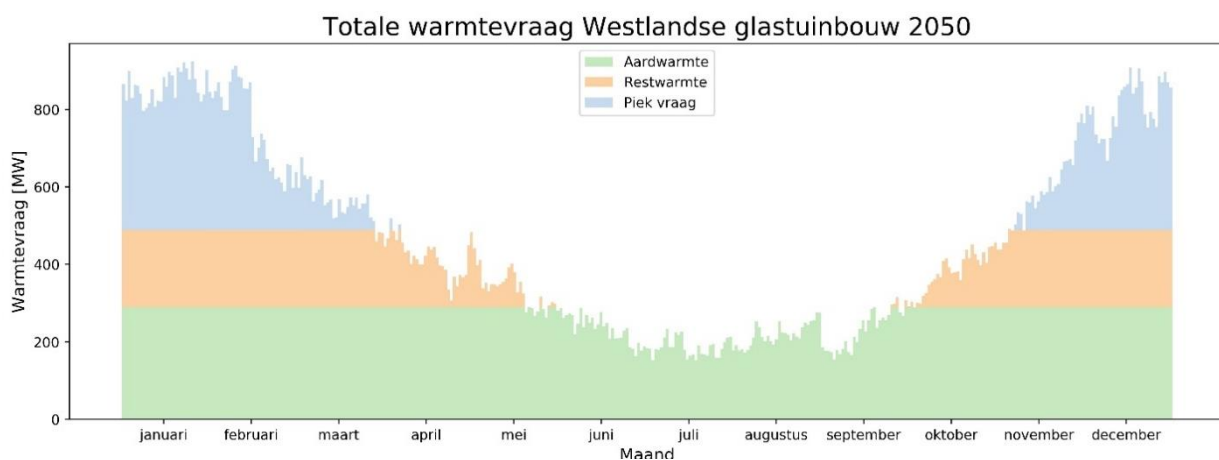
Gebouwde omgeving

De gebouwde omgeving speelt in de totale energievraag een relatief kleine rol in het Westland. Waterstof kan voornamelijk een rol spelen bij huizen met een lage isolatiegraad waarbij een warmtepomp niet kan voldoen aan de piekwarmtevraag. Daarnaast is het gebruik van waterstof in de gebouwde omgeving afhankelijk van de beschikbaarheid van alternatieven zoals een warmtenet. In het Westland kan waterstof een rol gaan spelen bij woningen buiten de dorpskernen met een lage isolatie graad.

² B. den Ouden, N. Lintmeijer, R. Bianchi en J. Warnars (2019). *Richting 2050: systeemkeuzes en afhankelijkheden in de energietransitie*. Berenschot

Warmtevraag glastuinbouw

In het Westland is de energiebehoefte van de tuinders dominant. Voor het telen van de gewassen is o.a. warmte, licht en CO₂ nodig. Waterstof kan faciliteren in de warmtevoorziening met behulp van WKK en een ketel. Voor verlichting kan elektriciteit opgewekt worden met een WKK en brandstofcellen. Omdat waterstof onderhevig is aan meerdere conversiestappen en daarmee een efficiëntie verliest, zal waterstof waarschijnlijk alleen ingezet worden wanneer het belang (en dus betalingsbereidheid) het grootst is; de piekwarmtevraag. Alternatieve warmtebronnen zoals een warmtenet is doorgaans goedkoper. In de scenariostudie is daarom alleen de piekvraag in de tuinbouw mee genomen, weergegeven in Figuur 3. Hierbij is uitgegaan van een gebiedsdekkend warmtesysteem met lokale aardwarmtebronnen en een verbinding voor restwarmte uit de Rotterdams haven in 2050. Aardwarmte en restwarmte leveren ongeveer 80% van de totale warmtevraag. Het resterende deel in de winter (blauw) is de piekvraag in Figuur 3³.



Figuur 3: Warmtevraag glastuinbouw

Overzicht scenario's

De verschillende scenario's zijn gebaseerd op de mogelijke ontwikkeling van het aanwezige elektriciteitsoverschot in Nederland en de concurrentiepositie van waterstof. Het aanwezige elektriciteitsoverschot en de concurrentiepositie beïnvloed het gebruik van waterstof in de verschillende sectoren. In Tabel 2 staat een overzicht van de scenario's ten opzichte van de ontwikkeling en beweging in de verschillende sectoren voor het Westland. In de komende twee paragrafen wordt een beeld geschetst hoe de ontwikkeling en de verandering in de sectoren in 2050 hebben bijgedragen aan de totstandkoming van het geschetste scenario.

Tabel 2: Overzicht invulling scenario's

Scenario	Ontwikkeling		Sectoren		
	Elektriciteitsoverschot	Concurrentiepositie	Mobiliteit	Gebouwde omgeving	Warmtevraag glastuinbouw
Waterstof is de toekomst	Maximale inzet duurzame bronnen	Volledig concurrerend	Volledig in het straatbeeld	Waterstof als warmte-alternatief	Piekvraag volledig door waterstof opgevangen
Waterstof als deel van de energiemix	Meeste energie wordt duurzaam opgewekt	Deels concurrerend	Lokale initiatieven	-	-

³ LTO glaskracht (2018). *Haalbaarheidsstudie Warmte Systeem Westland*.

Waterstof is de toekomst

In dit scenario wordt de elektriciteitsproductie volledig ingevuld door hernieuwbare bronnen. Naast de windturbines op zee zijn zonnepanelen en windturbines volledig verweven in het straatbeeld. Door de onvoorspelbaarheid van de elektriciteitsproductie uit deze bronnen, zijn er middelen nodig om het net stabiel te houden. Waterstof is volledig concurrerend en wordt veelal ingezet om het elektriciteitsoverschot op te vangen, waarbij waterstof centraal wordt geproduceerd of geïmporteerd. De productie vindt plaats op de locaties waar kabels vanuit de windparken op zee aan land komen of op boorplatformen waar aardgas wordt omgezet in waterstof en de CO₂ wordt afgevangen en opgeslagen. Hierbij is de productie van waterstof groter dan de vraag in de industrie en voor de balanshandhaving op het net. De overproductie van waterstof wordt verder landinwaarts getransporteerd met behulp van een landelijk waterstofnet.

De aanwezige productie van waterstof en de ontwikkeling van waterstoftechnologie ten opzichte van de alternatieven faciliteert het gebruik in de mobiliteit. Waterstof wordt naast elektrisch rijden gebruikt voor het vervoer van personen en goederen. In het Westland liggen de mogelijkheden om het vervoer van gewassen volledig met waterstof in te vullen.

Met de ontwikkeling van het Warmte Systeem Westland zijn de dorpskernen aangesloten op een warmtenet. Waterstof wordt veelal gebruikt in buitengebieden nabij voor waterstof aangepaste gasnetten. Hierbij wordt waterstof voornamelijk gebruikt voor verwarming en mogelijk ook om te koken.

De volledige warmtepiekvraag in de glastuinbouw wordt verzorgd door waterstof. Hierbij wordt er gebruik gemaakt van een combinatie tussen WKK's op waterstof en brandstof cellen.

Waterstof als deel van de energiemix

In dit scenario wordt het grootste deel van de energievraag duurzaam opgewekt. Dit betekent dat er elektriciteit wordt geproduceerd op momenten dat er geen vraag is. Maar de waterstofvolumes zijn aanzienlijk lager dan in het "Waterstof is de toekomst" scenario. De waterstoftechnologie is dusdanig volwassen, maar concurrerend ook met andere technologieën.

In dit scenario wordt waterstof voornamelijk ingezet in de industrie en voor balanshandhaving van het elektriciteitsnet. Er is geen landelijk dekkende waterstofinfrastructuur, waardoor de Westlandse mobiliteit, gebouwde omgeving en de glastuinbouw afhankelijk zijn van lokale initiatieven.

Omdat waterstof in dit scenario onderhevig is aan sterke concurrentie en door beperkte beschikbaarheid is waterstof gebruik voornamelijk lokaal. In het Westland is het mogelijk dat lokaal geproduceerde waterstof wordt ingezet voor openbaar vervoer, het transport van gewassen of personenvervoer. Voor de gebouwde omgeving betekent dat in dit scenario waterstof niet gebruikt wordt. Immers, de benodigde waterstof infrastructuur is niet aanwezig. In de glastuinbouwsector is waterstof door alternatieve biobrandstoffen/ elektrificatie verdrongen op de markt op een enkele lokaal initiatief na.

Implicaties waterstofscenario's

In de scenariostudie zijn waterstof ontwikkelingen geschetst met betrekking tot het gebruik in het Westland. Het gebruik van waterstof in het Westland is echter afhankelijk van factoren breder dan het Westland zelf. Om het complete beeld te schetsen van de ontwikkeling van waterstof wordt er naar de volgende drie bepalende factoren gekeken:

1. Technologische ontwikkeling
2. Waterstof beleid
3. Afhankelijkheden in de waterstofketen

De technologische ontwikkeling vindt plaats op een wereldwijd niveau en raakt de gehele waterstofketen. Het gebruik van waterstof wordt bepaald door de technische ontwikkeling/ volwassenheid van elk onderdeel in de waterstofketen, weergegeven in Figuur 4.



Figuur 4: Waterstofketen

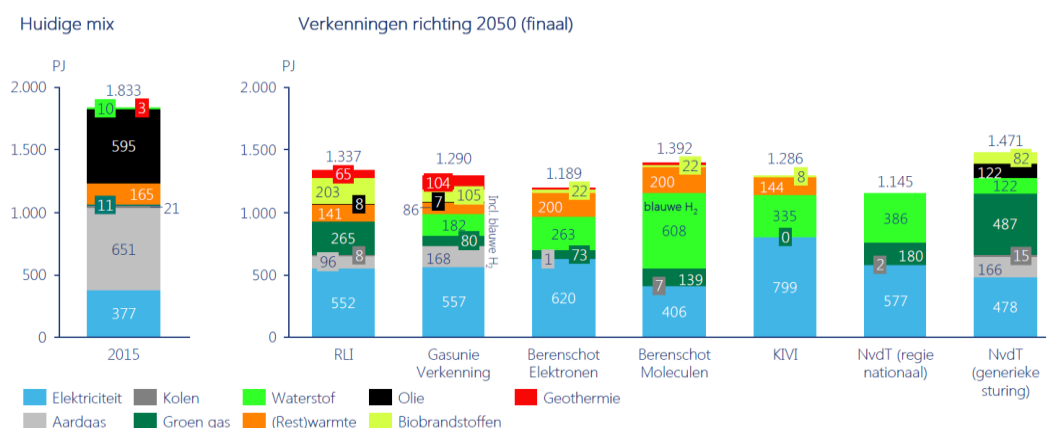
Het waterstofbeleid op landelijk en mondiaal niveau bepaalt de beschikbaarheid van waterstof voor de Nederlandse markt m.b.t. productie en import. Voor elk onderdeel van de waterstofketen geldt dat er stimulering nodig is voordat de technologie/infrastructuur marktrijp is.

De 5 elementen in de waterstofketen zijn afhankelijk van elkaar. Elk onderdeel dient marktrijp te zijn voordat de geproduceerde waterstof de eindgebruiker kan bereiken. Elk van de onderdelen in de waterstofketen kan de bottleneck vormen voor de gehele keten.

In totaal wordt er in Nederland 2324 PJ verbruikt in de mobiliteit, gebouwde omgeving en landbouw. Om het energieverbruik in het Westland in perspectief te stellen, het Westland verbruikt in dezelfde sectoren 24PJ nagenoeg 1 procent van het landelijke energieverbruik.

In de toekomstverkenning van Berenschot⁴ zijn meerdere onderzoeken met elkaar vergeleken waarbij de verwachte waterstof productie in 2050 sterk varieert, weergegeven in Figuur 5. Er zit een significant verschil tussen de verwachte waterstofproductie in 2050, gemiddeld 270 PJ en de huidige energievraag 1824PJ in de mobiliteit en industrie. Dit verschil blijft significant ondanks de verwachte daling in energieverbruik in de industrie en mobiliteit. De geschatte brandstofprijs van waterstof is velen malen hoger dan de klassieke energiedragers in 2050 volgens Berenschot. In de onderzoeken zijn twee smaken te onderscheiden, lokale productie van waterstof of waterstofproductie op mondiale schaal waarbij import een belangrijke rol speelt.

Vergelijking energiemixen per verkenning richting 2050



Figuur 5: Toekomstverkenning Berenschot - Eindrapportage systeemvraagstukken

Conclusie

Het gebruik van waterstof is onderhevig aan meerdere conversiestappen waarbij op verschillende plekken in de keten energie verloren gaat. Bovendien is voor elk van de vijf onderdelen in de waterstofketen de technologische ontwikkeling nog niet volwassen. Waterstof zal het eerst in sectoren gebruikt worden waar het de grootste voordelen heeft en men bereid is er meer voor te betalen. Dit zijn de industrie, balanshandhaving op het elektriciteitsnet en de mobiliteitssector.

In het Westland zijn de mobiliteitssector, gebouwde omgeving en de piekwarmtevraag van de glastuinbouw de sectoren die baad hebben bij een waterstofvoorziening. Echter, deze zullen pas ná de invulling van de waterstofbehoefte van de industrie aan bod komen. Deze sector is op dit moment nagenoeg niet aanwezig in het Westland. Dit betekent dat het gebruik van waterstof in het Westland afhankelijk is van de landelijke productie en import van waterstof. Het eerste gebruik van waterstof zal naar verwachting in de mobiliteitssector plaatsvinden; met focus op het goederenvervoer. Daarna kan waterstof een rol spelen in de gebouwde omgeving en piekwarmtevraag in de glastuinbouw bij zeer grootschalige waterstofproductie en/of import.

⁴ B. den Ouden, N. Lintmeijer, R. Bianchi en J. Warnars (2019). *Richting 2050: systeemkeuzes en afhankelijkheden in de energietransitie*. Berenschot

Het toekomstig gebruik van waterstof in het Westland hangt sterk af van de technologische ontwikkeling, overheidsbeleid en lokale initiatieven. In verschillende onderzoeken gedaan naar de energiemix in 2050 ligt de waterstofproductie significant onder de huidige energievraag in de industrie en mobiliteitssector⁴. Hoe vraag en aanbod in verschillende sectoren elkaar richting 2050 gaan vinden is nog onzeker en sterk afhankelijk van (inter)nationaal beleid en benodigde technologische ontwikkeling.