

An aerial photograph of a cityscape. In the foreground, a fenced-in area contains several blue hydrogen production units on a concrete pad. The middle ground is dominated by dense green trees and residential apartment buildings. In the background, an industrial port area with various structures and cranes is visible under a cloudy sky.

# WATERSTOF IN DE GEBOUWDE OMGEVING

Working paper | februari 2020

# Inhoudsopgave

## Samenvatting

### 1. Inleiding

### 2. Waterstof: wat is het en waar kunnen we het voor gebruiken?

Het energiesysteem van de toekomst heeft moleculen nodig

### 3. Onzekerheden

Kostprijs

Waarde van waterstof

### 4. Waterstof in de gebouwde omgeving

Route duurzame gassen

3	Hoe kansrijk is waterstof?	12
4	<b>5. Het gasnet als waardevolle asset</b>	<b>13</b>
6	De hybride warmtepomp als tussenoplossing	13
7	<b>6. Wat doet Stedin op het gebied van waterstof?</b>	<b>14</b>
8	<b>7. Conclusies, standpunten en aanbevelingen</b>	<b>15</b>
8	Conclusies	15
9	Onze standpunten	15
10	Aanbevelingen	15
11	<b>8. Geraadpleegde bronnen</b>	<b>17</b>

# SAMENVATTING

Waterstof is een 'hot topic' in discussies over de energietransitie. In het duurzame energiesysteem van de toekomst krijgt waterstof een belangrijke rol. In eerste instantie vooral in de industrie. Om in 2050 klimaatneutraal te worden, zullen ook in de gebouwde omgeving duurzame gassen nodig zijn. Waterstof kan, naast groen gas, een rol spelen. Maar hoe groot die rol is, is nu nog onduidelijk.

In deze working paper beschrijven we waarom we menen dat waterstof de komende tien jaar in de gebouwde omgeving nog geen significante rol speelt. Gemeenten moeten allereerst aan de slag met andere, nu al logische maatregelen om de gebouwde omgeving te verduurzamen.

Hoewel het onzeker is hoe groot de rol van waterstof in de gebouwde omgeving na 2030 wordt, moeten we er wel alvast mee gaan experimenteren en ervaring opdoen zodat we meer leren over wat die rol kan zijn. Een mogelijke rol van waterstof op de langere termijn mag dus geen reden zijn om niet nu al aan de slag te gaan met de verduurzaming van de gebouwde omgeving.

Kortom, als netbeheerder menen we dat duurzame gassen in ons gasnet een belangrijke rol kunnen spelen in de transitie naar een klimaatneutrale gebouwde omgeving. En waterstof kan daar een onderdeel van zijn. We moeten ons enerzijds niet blindstaren op waterstof als de 'holy grail' en ons anderzijds ook alvast voorbereiden op een toekomst met waterstof in onze gasnetten.

*Deze paper en de input daarop wordt onderdeel van onze bredere visie op de verduurzaming van de bestaande gebouwde omgeving. Deze visie willen we in het voorjaar van 2020 publiceren. Hierin beschrijven we bovendien onze rol als netbeheerder en die van onze assets (gas- en elektriciteitsnetten).*



# 1. INLEIDING

Waterstof is een *hot topic* en terug van weggeweest. Bijna twee decennia geleden schreef bestseller auteur Jeremy Rifkin al zijn bekende boek *The hydrogen economy*, waarin hij waterstof als de energiedrager van de toekomst voorspelde. Inmiddels staat waterstof weer hoog op de agenda. Want waterstof lijkt inderdaad onmisbaar te zijn in het koolstofvrije energiesysteem van de toekomst.

Maar welke rol speelt<sup>1</sup> waterstof in de verduurzaming van de gebouwde omgeving? De regering streeft naar een volledig aardgasvrije gebouwde omgeving in 2050, om zo (bijna) geen broeikasgassen meer uit te stoten. En op die manier bij te dragen aan de mondiale inspanningen om klimaatverandering zoveel mogelijk te beperken. Het verbranden van (fossiel) aardgas<sup>2</sup> zorgt immers voor de uitstoot van CO<sub>2</sub>.

Verschillende gemeenten houden pilots met het aardgasvrij maken van wijken. De alternatieven voor aardgas als energiedrager voor de verwarming van woningen en kantoren kunnen grofweg in drie categorieën ingedeeld worden:

- collectieve warmtelevering via warmtenetten (op verschillende temperatuurniveaus);
- volledige elektrificatie door bijvoorbeeld warmtepompen;
- duurzame gassen (via gasketels met of zonder hybride warmtepomp).

Hoe de uiteindelijke mix van deze verschillende technologieën wordt in 2050, is moeilijk te voorspellen. Duidelijk is wel dat deze mix afhangt van de technische toepasbaarheid van deze technologieën, de kosten en baten die daaraan verbonden zijn, beleid van overheidswege (subsidies, belastingen, ge- of verboden, convenanten, etc.), beschikbaarheid, toegankelijkheid en maatschappelijk draagvlak. Het door Stedin ontwikkelde Openingsbod geeft echter wel inzicht in kansrijke routes.

In het maatschappelijke en politieke debat worden de discussies over de verduurzaming van de gebouwde omgeving en de toepassing van de zojuist beschreven technologieën, soms te smal gevoerd. Als regionale netbeheerder willen we het hele energiesysteem in beschouwing nemen, evenals de betaalbaarheid van de verschillende routes en de leveringszekerheid daarvan. Zo kijken we bijvoorbeeld niet alleen naar de haalbaarheid van volledige elektrificatie van één geïsoleerde wijk.

Maar ook naar de effecten op systeemniveau: wat gebeurt er als we 10%, 50% of 100% van alle woningen volledig elektrificeren? Is dat wenselijk, haalbaar en betaalbaar?

Grootschalige elektrificatie van de warmtevoorziening vraagt in combinatie met variabele duurzame elektriciteitsproductie om een forse capaciteit aan energieopslag. Maar bovenal zijn forse investeringen nodig om elektriciteitsnetten geschikt te maken voor deze elektrificatie.<sup>3</sup> Een volledig elektrische warmtepomp in bestaande woningen betekent ook een (grote) investering in de binneninstallatie en de isolatie van deze woningen.

<sup>1</sup> Belangrijk inzicht is dat Stedin ca. 2.2 miljoen klanten heeft op haar gasnet. Grootverbruikers zijn daarvan 1%, maar zij verbruiken circa 40% van de gasvraag. Bijvoorbeeld voor bijstook in centrales van warmtenetten, een glasfabriek en zwaardere industrie. Hoe deze energievraag verduurzaamd kan worden is een belangrijke vraag, maar ligt buiten de scope van deze paper.

<sup>2</sup> Als we in deze paper schrijven over aardgas, dan bedoelen we daarmee aardgas uit fossiele bronnen.

<sup>3</sup> Hierbij geldt wel steeds de kanttekening dat er meerdere redenen kunnen zijn om een elektriciteitsnet te verzwaren. De noodzaak om te verzwaren kan bijvoorbeeld ook volgen uit de toename van elektrische auto's of teruglevering van elektriciteit door zonnepanelen.

Warmtenetten kunnen voor een deel van de gebouwde omgeving een goed alternatief zijn. Zeker voor hoogbouw als een geschikte warmtebron aanwezig is en er al een warmte-infrastructuur in de buurt ligt. Voor laagbouw en in gebieden waar nog geen warmtenet ligt, is het aanleggen van een nieuwe warmte-infrastructuur kostbaar. Ook voor warmtenetten geldt dus: niet in alle situaties is deze optie toepasbaar.

Daarom moeten we de derde optie, namelijk de inzet van hernieuwbare gassen, niet vergeten. We denken dan aan de toepassing van groen gas, biogas en waterstof als energiedrager. Welke rol kunnen deze spelen in de gebouwde omgeving? Wat zijn de feiten en waar zitten de onzekerheden? Wat weten we en wat niet?

En: wat gaan we vervolgens doen?

In deze *working paper* geven we als regionale netbeheerder onze visie op waterstof in de gebouwde omgeving. We baseren deze visie op bestudering van datgene dat met de kennis van nu is beschreven en onderzocht. We claimen geen eindantwoord te geven.

Daarom: een *working paper, work in progress*.

En uitdrukkelijk de uitnodiging aan u, als lezer: geef ons feedback, deel uw kennis en inzichten met ons, zodat wij onze visie verder kunnen nuanceren en verrijken.

### **Openingsbod Warmtetransitie**

Voor het aanpassen van de infrastructuur in een woonwijk, is het belangrijk dat er op tijd keuzes worden gemaakt over welk energiesysteem er komt. Om inzichtelijk te maken welke optie (bijvoorbeeld collectieve warmte, elektrische warmtepomp of duurzaam gas) optimaal is voor welke buurt, zijn veel modellen beschikbaar. Ze verschillen van elkaar in aanpak, input en te overwegen opties en verwachtingen. Dat leidt tot discussie en daardoor tot vertraging.

Daarom hebben we bij Stedin een andere aanpak gekozen, inmiddels bekend als het Openingsbod Warmtetransitie. Dit past niet één model toe, maar de drie meest gebruikte modellen gezamenlijk (CEGOIA, ETM en VESTA). Ook worden de uitgangspunten gelijkgetrokken (gelijke input) en worden drie verschillende scenario's overwogen. Het doel is niet zozeer dat een gemeente het Openingsbod volgt, het is immers geen blauwdruk. Belangrijk is dat er keuzes worden gemaakt en de transitie van start kan gaan.

Het Openingsbod werkt als volgt: als alle drie modellen onder alle drie scenario's dezelfde uitkomst geven (dus negen maal hetzelfde), dan wordt de uitkomst robuuster geacht dan wanneer de modellen onderling verschillende uitkomsten geven en/of verschillen per scenario. Het Openingsbod kan buurten rangschikken op basis van robuustheid. Vervolgens is het faseringsadvies: begin de warmtetransitie in buurten met een robuuste energiesysteemkeuze.

In februari 2020 leveren we voor het eerst een Openingsbod voor alle 3.400 CBS-buurten in ons verzorgingsgebied. Een exercitie die we jaarlijks herhalen en updaten. Uit de resultaten van de wijken met een robuuste uitkomst blijkt dat het voor circa 40% van alle aangeslotenen in het verzorgingsgebied van Stedin maatschappelijk wenselijk is om in de toekomst een duurzaam gas zoals groen gas of waterstof te gebruiken. Deze uitkomsten van het Openingsbod maken het voor ons legitiem om de mogelijkheid van verwarming van de bestaande gebouwde omgeving met waterstof serieus te onderzoeken dan wel te stimuleren.

## 2. WATERSTOF: WAT IS HET EN WAAR KUNNEN WE HET VOOR GEBRUIKEN?

Waterstof is een energiedrager. Net zoals aardgas kan waterstof verbrand worden om woningen te verwarmen. Hiervoor is een geschikte gasketel nodig.

We onderscheiden drie typen waterstof.<sup>4</sup>

- Grijs waterstof wordt gemaakt door het ‘kraken’ van aardgas en het vervolgens scheiden van CO<sub>2</sub> en H<sub>2</sub>. Bij de productie van grijs waterstof komt dus CO<sub>2</sub> vrij. Op dit moment wordt grijs waterstof geproduceerd voor de industrie (raffinage, e.a.).
- Blauw waterstof wordt ook uit aardgas gemaakt, maar de CO<sub>2</sub> die vrijkomt wordt afgevangen en opgeslagen (Carbon Capture and Storage oftewel CSS) of opnieuw toegepast (bijvoorbeeld in kassen). Blauw waterstof is door de koppeling met CCS duurder dan grijs waterstof maar wordt als klimaatneutraal beschouwd.
- Groen waterstof wordt gemaakt door middel van elektrolyse: met behulp van (groene) elektriciteit wordt uit water waterstof en zuurstof gemaakt. De kosten

zijn relatief hoog, omdat de kosten van elektrolyse nog hoog zijn en elektriciteit relatief duur is vergeleken met aardgas. Groen waterstof kan een betaalbaar alternatief worden als de kosten van elektrolyse flink dalen, er veel goedkope elektriciteit beschikbaar is en de transportkosten van waterstof laag zijn.

De vraag naar waterstof in Nederland is op dit moment zo’n 175 Petajoule (PJ). Die vraag komt voornamelijk vanuit de industrie (grondstof voor de productie van ammoniak, biomethanol en in de staalindustrie.) Deze vraag wordt nu ingevuld met grijs waterstof.

Het is goed denkbaar dat de route naar groen waterstof via blauw waterstof gaat. Blauw waterstof kan de bestaande vraag naar grijs waterstof invullen en daarmee zorgen voor een forse CO<sub>2</sub>-reductie. En met het realiseren van een waterstofinfrastructuur, kan blauw

waterstof de weg vrijmaken voor groen waterstof. Groen waterstofproductie kan qua kostprijs pas concurreren met blauw waterstof, wanneer er grote hoeveelheden groene, goedkope elektriciteit beschikbaar zijn.<sup>5</sup> Wanneer waterstof geproduceerd wordt op basis van een elektriciteitsmix die niet voor het overgrote deel uit hernieuwbare bronnen komt, dan draagt deze waterstof niet substantieel bij aan CO<sub>2</sub>-reductie.

Groen elektriciteit direct bij de bron omzetten in waterstof is vanuit energetisch oogpunt niet verstandig (vanwege het omzettingsverlies) wanneer direct verbruik van deze groene elektriciteit mogelijk is. Er kan echter wel een economische reden zijn, omdat er simpelweg vraag naar is of omdat de kosten van elektriciteitsinfrastructuur hoger liggen dan die van gasinfrastructuur. Seizoensopslag van waterstof om de leveringszekerheid te vergroten is zo’n economische reden.

<sup>4</sup> Het betreft uiteraard geen verschil in de waterstof zelf, maar in de wijze waarop deze geproduceerd wordt.

<sup>5</sup> Of als er lokaal goedkope elektriciteit beschikbaar is, maar door het ontbreken van toereikende infrastructuur niet getransporteerd kan worden.

## HET ENERGIESYSTEEM VAN DE TOEKOMST HEEFT MOLECULEN NODIG

Waterstof kan een belangrijke rol spelen in systeemintegratie. Door het elektriciteitssysteem sterker te koppelen aan de gas- en warmte-infrastructuur, kunnen duurzame energiebronnen makkelijker in het energiesysteem worden ingepast. En kan de leveringszekerheid op hoog niveau blijven. Ook het energiesysteem van de toekomst heeft moleculen nodig. In deze systeemintegratie kan waterstof een belangrijke brugfunctie vervullen.

Waterstof kan op verschillende manieren worden toegepast in het energiesysteem van de toekomst. Ten eerste kan waterstof een belangrijke rol spelen voor elektriciteitsproductie op momenten dat er onvoldoende aanbod is van variabele duurzame energiebronnen. Want de zon schijnt niet altijd en de wind waait niet altijd. Het opslaan van waterstof is relatief eenvoudig en goedkoop.

We hebben regelbare elektriciteitsproductie nodig om vraag en aanbod op elkaar af te stemmen. Gascentrales op basis van waterstof kunnen deze rol mogelijk spelen. Het opslaan van waterstof kan in opslagtanks, lege gasvelden en zoutcavernes.

In de tweede plaats kan waterstof een rol spelen in de industrie, bijvoorbeeld als grondstof voor industriële processen of als brandstof voor processen die vragen om hoge temperaturen. Grijs waterstof is nu al een belangrijke grondstof in sommige industrieën. Waterstof kan ook toegepast worden in mobiliteit en lijkt op dit moment vooral interessant voor zwaar vrachtverkeer, zee- en luchtvaart. Deze vormen van transport zijn lastig te elektrificeren. De actieradius van elektrische voertuigen is vooralsnog te klein om grote afstanden met een zware lading te overbruggen.

Tot slot, en dat is de focus van deze paper, kan waterstof ingezet worden in de gebouwde omgeving als energiedrager voor de verwarming van woningen en gebouwen.



### 3. ONZEKERHEDEN

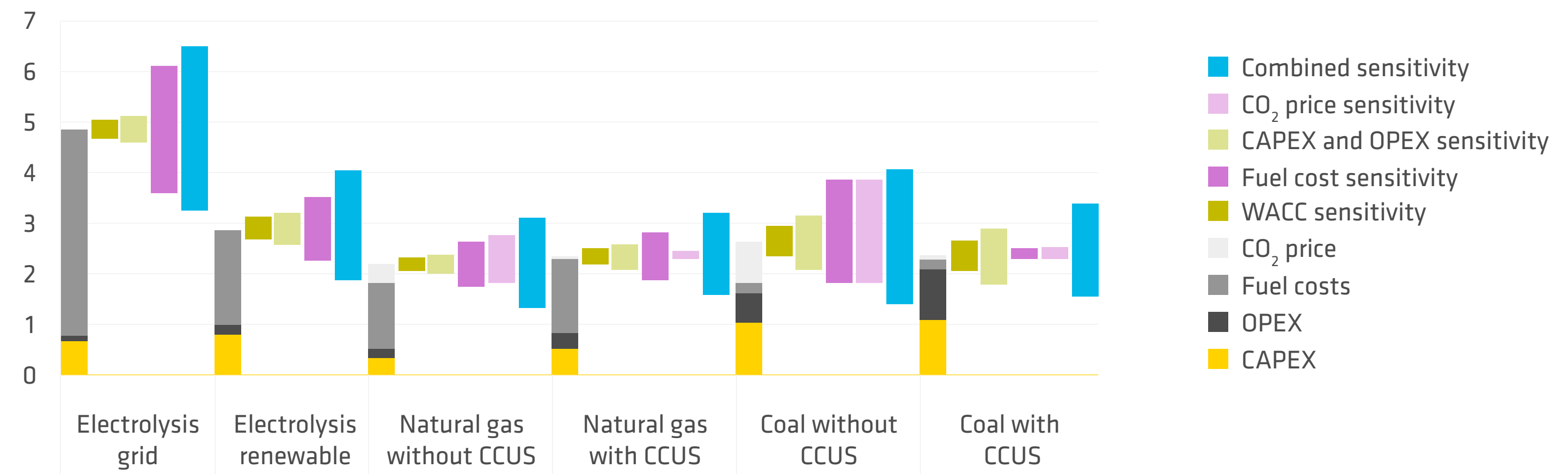
Er zijn nog veel onbeantwoorde vragen over de toekomst van waterstof in het energiesysteem. In deze paragraaf beschrijven we een aantal van deze onzekerheden, zonder daarbij volledig te zijn. We raadpleegden meerdere bronnen en daaruit ontstond onderstaand beeld.

#### KOSTPRIJS

Allereerst de kostprijsontwikkeling van waterstof. Deze kostprijs is van verschillende factoren afhankelijk. Voor blauwe waterstof zijn de kostprijs van aardgas, de kosten van het kraken en de opslag van CO<sub>2</sub>, en de kosten van het transport van invloed. Ook belastingen, heffingen en subsidies spelen uiteraard een rol. Bij een CO<sub>2</sub>-prijs van ongeveer 30 euro per ton wordt blauwe waterstof goedkoper dan grijze.

De kostprijs van groene waterstof wordt onder andere bepaald door de kostprijs van groene elektriciteit en de kosten van elektrolyse. Onderzoek wijst uit dat het onwaarschijnlijk is dat de kostprijs van groene waterstof op afzienbare termijn lager is dan de kostprijs van blauwe waterstof. Onderstaande figuur uit het rapport van het International Energy Agency over waterstof, geeft een indicatie van de productiekosten van waterstof met verschillende technologieën.

Hydrogen production costs for different technology options, 2030 (USD/kgH<sub>2</sub>)



**Notes:** WACC = weighted average cost of capital. Assumptions refer to Europe in 2030. Renewable electricity price = USD 40/MWh at 4 000 full load hours at best locations; sensitivity analysis based on +/-30% variation in CAPEX, OPEX and fuel costs; +/-3% change in default WACC of 8% and a variation in default CO<sub>2</sub> price of USD 40/tCO<sub>2</sub> to USD 0/tCO<sub>2</sub> and USD 100/tCO<sub>2</sub>. More information on the underlying assumptions is available at [www.iea.org/hydrogen2019](http://www.iea.org/hydrogen2019).



De prijs en beschikbaarheid van waterstof is sterk verweven met de internationale energiemarkt. Bij een grote beschikbaarheid van goedkoop aardgas op de internationale gasmarkt, zijn ook het aanbod en de prijs van blauwe waterstof aantrekkelijk. De prijs van elektriciteit bepaalt of groene waterstof op korte termijn een significante rol gaat spelen. Deze elektriciteitsprijs is in toenemende mate gekoppeld aan de elektriciteitsprijs in de ons omringende landen.

Import van groene waterstof uit andere landen achten wij voor 2030 niet realistisch. Deze landen voorzien eerst in hun eigen waterstofvraag. Daarnaast zorgen de kosten van transport ervoor dat geïmporteerde groene waterstof niet goedkoper is dan lokaal geproduceerde waterstof.

### **WAARDE VAN WATERSTOF**

De prijs van waterstof wordt in de markt niet alleen bepaald door de kostprijs, maar ook door de waarde die waterstof heeft in verschillende sectoren. Wat is de klant bereid te betalen? De alternatieven die voorhanden zijn in de verschillende sectoren, bepaalt ook de waarde. Als een wijk met bestaande woningen aardgasvrij gemaakt wordt, dan is de prijs die men wil betalen voor waterstof wellicht hoger dan in andere sectoren.

Bijvoorbeeld omdat alternatieven als stadswarmte en warmtepompen wellicht nog duurder zijn. Of niet op draagvlak bij bewoners kunnen rekenen.

Klimaatbeleid – nationaal, regionaal, lokaal – speelt hierin een belangrijke rol: de overheid kan de toepassing van fossiele brandstoffen verder beperken en het verbruik ervan duurder maken. De overheid heeft dus een sturende rol in de waarde die de verschillende alternatieven voor de klant hebben. Ook de beschikbaarheid en prijs van andere duurzame gassen, zoals groen gas, bepaalt hoe populair waterstof wordt.

Daarnaast kan de aanwezigheid van transport- en distributie-infrastructuur een belangrijke factor zijn. De waarde van waterstof wordt niet alleen bepaald door de kostprijs van de productie. Maar ook door de kosten van transport en de aanpassingen die nodig zijn bij de eindverbruiker. We moeten dus naar het hele systeem kijken en ieders rol daarin. Infrastructuur is een belangrijke factor. Moet er nieuwe infrastructuur komen of kunnen we bestaande infrastructuur gebruiken?

Een voorbeeld is windenergie op zee: om relatief duur elektriciteitstransport te voorkomen, kan waterstofproductie in combinatie met het gebruik van (bestaande) gasinfrastructuur tot lagere kosten leiden. Daarnaast is het denkbaar dat er andere 'niches' ontstaan waarin groene waterstofproductie een oplossing is om knelpunten in infrastructuur op te lossen.

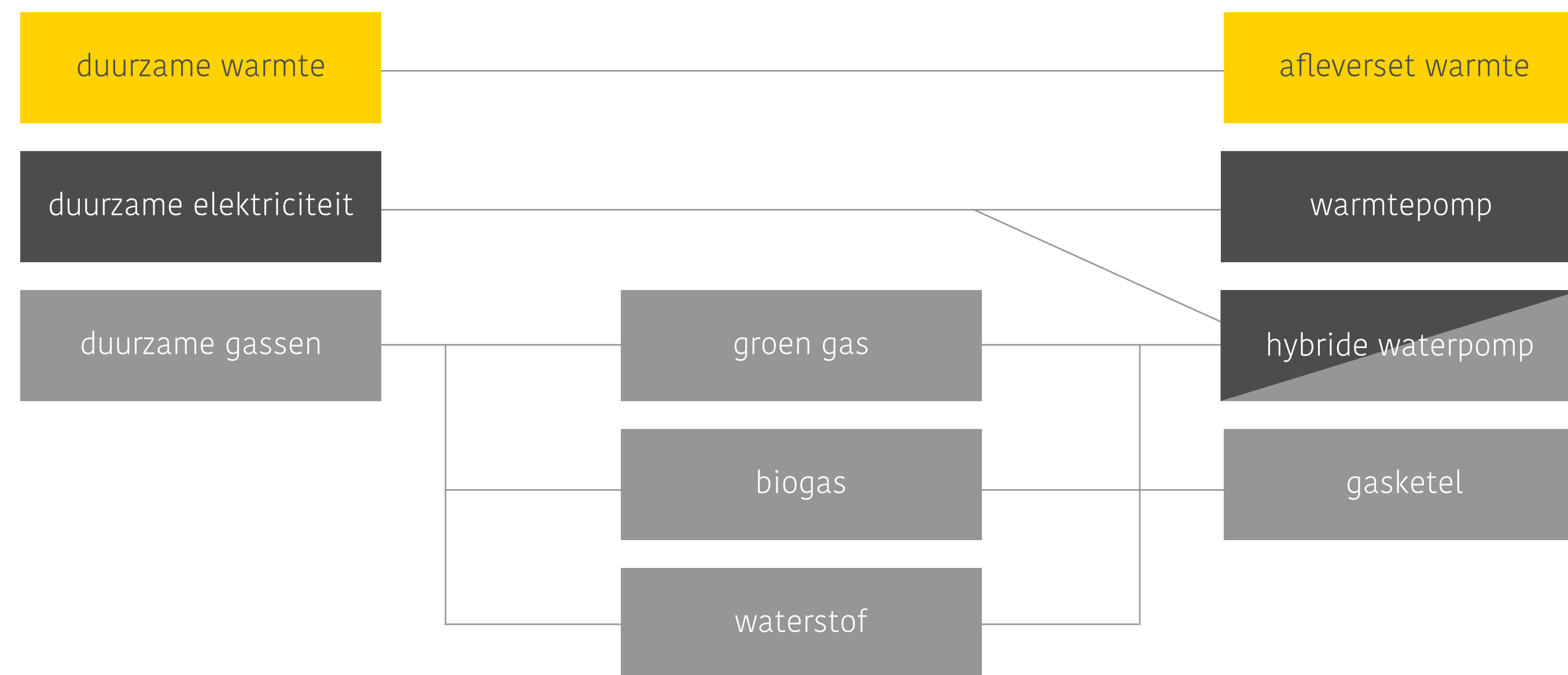
## 4. WATERSTOF IN DE GEBOUWDE OMGEVING

De meeste woningen in Nederland worden verwarmd met aardgas; meer dan 90% van de woningen. Inmiddels worden bijna geen nieuwbouwhuizen meer aangesloten op het aardgasnet. Deze huizen worden verwarmd met een warmtepomp of zijn aangesloten op een warmtenet. De grote uitdaging zit in de verduurzaming van de bestaande woningvoorraad.

Bestaande woningen kunnen op een aantal manieren verduurzaamd worden, maar elke manier heeft voor- en nadelen. Hiernaast geven we de verschillende routes weer, die per situatie naast elkaar gelegd en beoordeeld moeten worden (zoals ook gedaan wordt in het Openingsbod).

### Duurzame warmte

Een deel van de woningen is geschikt voor aansluiting op een warmtenet. Dit geldt vooral voor wijken met een hoge woningdichtheid (stedelijk, hoogstedelijk). De benodigde aanpassingen in de woning zijn beperkt vergeleken met volledige elektrificatie. De hoge aansluit- en afsluitkosten en warmtetarieven kunnen een belangrijk nadeel zijn voor de bewoner. Ook is een geschikte warmtebron niet altijd aanwezig en de aanleg van nieuwe warmte-infrastructuur is duur. Warmte is overigens niet automatisch duurzaam: het verduurzamen van warmtenetten is de komende jaren een belangrijke opgave.



Drie verschillende routes

## Duurzame elektriciteit

Volledige elektrificatie is een andere optie. Belangrijke randvoorwaarde is echter dat de woning goed geïsoleerd is. Ook de warmte-afgifte-installatie in de woning moet geschikt zijn (lage temperatuur-afgiftesysteem). Als isolatie en een geschikte binneninstallatie niet of onvoldoende aanwezig zijn, moet daarin worden geïnvesteerd. Daar kunnen flinke kosten (en bijbehorende overlast voor de bewoner) mee gemoeid zijn. Volledige elektrificatie met behulp van goede isolatie en een warmtepomp is dus lang niet voor alle woningen een geschikte route.

## Duurzame gassen

In situaties waarin een warmtenet of volledige elektrificatie niet mogelijk of wenselijk is, kunnen duurzame gassen een goed alternatief zijn. Bijvoorbeeld groen gas en waterstof. Deze gassen kunnen toegepast worden in een gasketel, maar ook in een hybride warmtepomp.

## ROUTE DUURZAME GASSEN

Waterstof kan dus onderdeel zijn van deze derde route. Deze derde route – via duurzame gassen – kan op verschillende manieren gerealiseerd worden. Duurzame gassen kunnen in de eerste plaats ingevoerd, bijgemengd en getransporteerd worden in het bestaande gasnet.

Invoeding van groen gas gebeurt nu al. Waterstof kan ook in het gasnet worden ingevoerd.

Deze route hebben we ook bij Stedin al gedemonstreerd.<sup>6</sup> In andere landen wordt hier ook naar gekeken. In de tweede plaats is methanisering van waterstof ook een optie: van waterstof wordt methaan gemaakt en met aardgaskwaliteit in het bestaande aardgasnet ingevoerd. Het huidige aardgasnet kan in de derde plaats ook geschikt gemaakt worden voor de distributie van pure waterstof. Daarbij kan het ook alleen in lokale netten toegepast worden. Waterstof kan, ten vierde, ook dienen als brandstof voor een lokaal warmtenet.

Wanneer waterstof in pure vorm naar de woningen wordt gedistribueerd, kan deze door een gasketel of hybride warmtepomp worden omgezet in warmte. De hybride warmtepomp werkt samen met de cv-ketel op gas. De verwarmingsvraag wordt dan voor een belangrijk deel gegenereerd met elektriciteit. Maar op momenten dat het te koud wordt en de warmtepomp te hoge vermogens vraagt, schakelt de hybride warmtepomp over op de ‘ouderwetse’ gasketel. De hybride warmtepomp combineert daarmee het beste van twee werelden. De hybride warmtepomp reduceert de gasvraag met 50% tot 80%. Als de resterende gasvraag met duurzame gassen wordt ingevuld, is ook hier sprake van een klimaatneutrale route.

Een wat minder bekende route, is de route via een brandstofcel in huis. Deze ‘domestic fuel cell’ produceert met behulp van gas (groen gas, waterstof) elektriciteit en warmte. De kosten zijn nog hoog, maar ook deze technologie moeten we in de gaten houden.

<sup>6</sup> Zie hiervoor: <https://www.stedin.net/over-stedin/duurzaamheid-en-innovaties/een-nieuw-energiesysteem/power2gas>. De beperkende factor daarbij is niet het gasnet, maar de apparatuur (bijv. de gasketels) van de eindgebruiker.

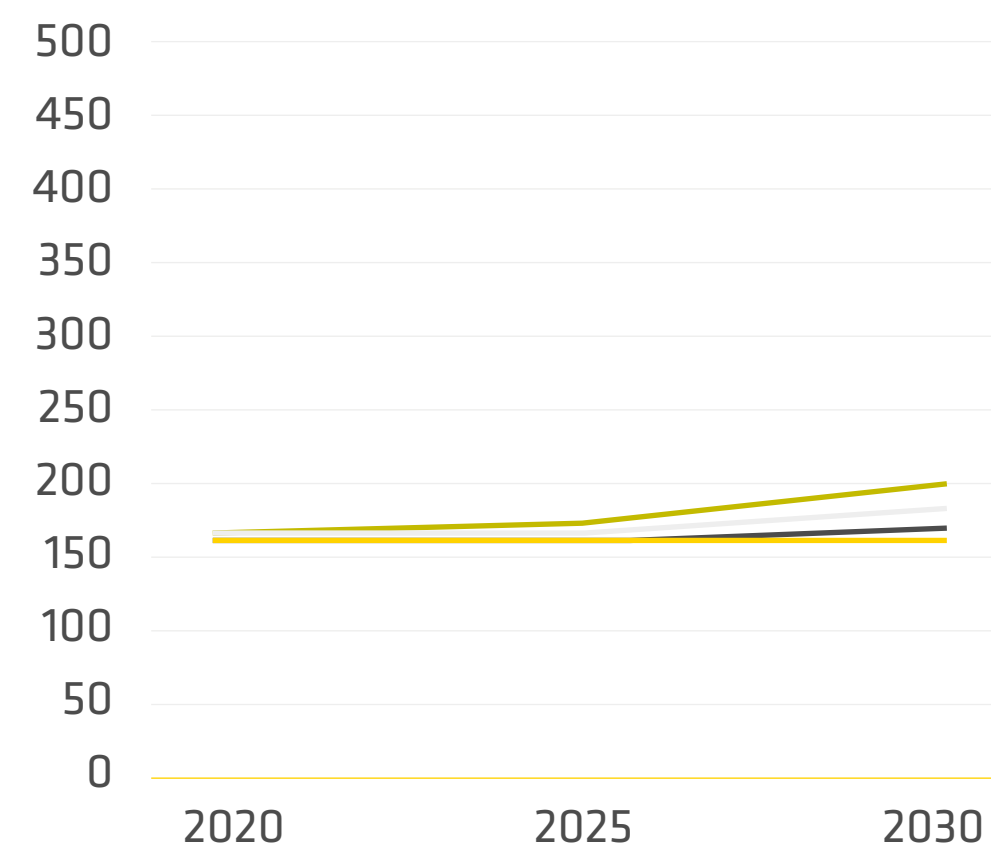
## HOE KANSRIJK IS WATERSTOF?

Op basis van alle studies concluderen we dat waterstof in de gebouwde omgeving een zeer beperkte rol speelt tot 2030. De vraag naar waterstof in de industrie, het nog beperkte aanbod en de kostprijs maken waterstof nog geen aantrekkelijke optie voor structurele toepassing in de gebouwde omgeving in de periode tot 2030. Dat is ook de reden dat het Klimaatakkoord terughoudend is over de potentie van waterstof in de gebouwde omgeving. Onderstaande afbeelding uit een scenariostudie van Gasunie maakt dit goed inzichtelijk. Hoe kansrijk waterstof in de gebouwde omgeving is in de periode ná 2030, is op dit moment niet goed te voorspellen. Er zijn verschillende scenariostudies gedaan en de conclusies lopen op dit punt uiteen.

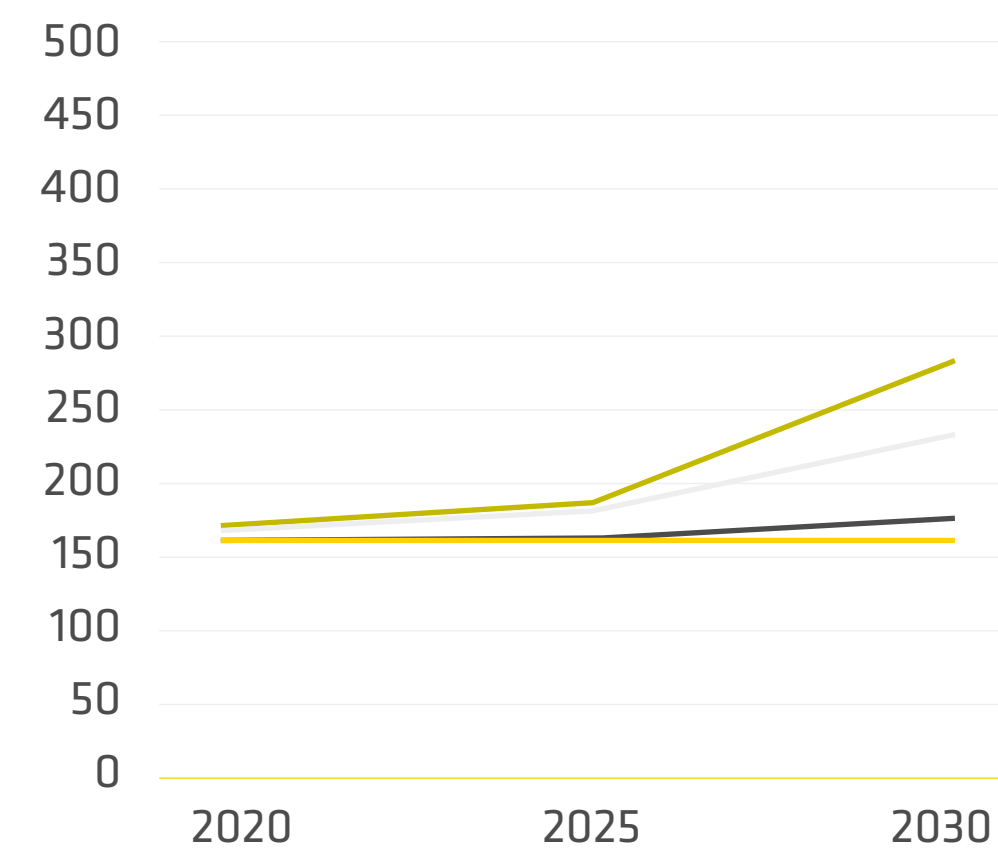
Dat we het grootschalig toepassen van waterstof in de gebouwde omgeving op de korte termijn niet kansrijk achten, betekent echter niet dat we moeten stilzitten. Want als we pas in 2030 beginnen met innovaties voor waterstof in de gebouwde omgeving, zijn we te laat. En ook al blijken de mogelijkheden in de toekomst beperkt te zijn, dan nog is het nodig om te innoveren en experimenteren. Alleen zo kunnen we de techniek en wetgeving op tijd klaar hebben. In het Klimaatakkoord is dit ook zo afgesproken.

### Drie scenario's voor 2030

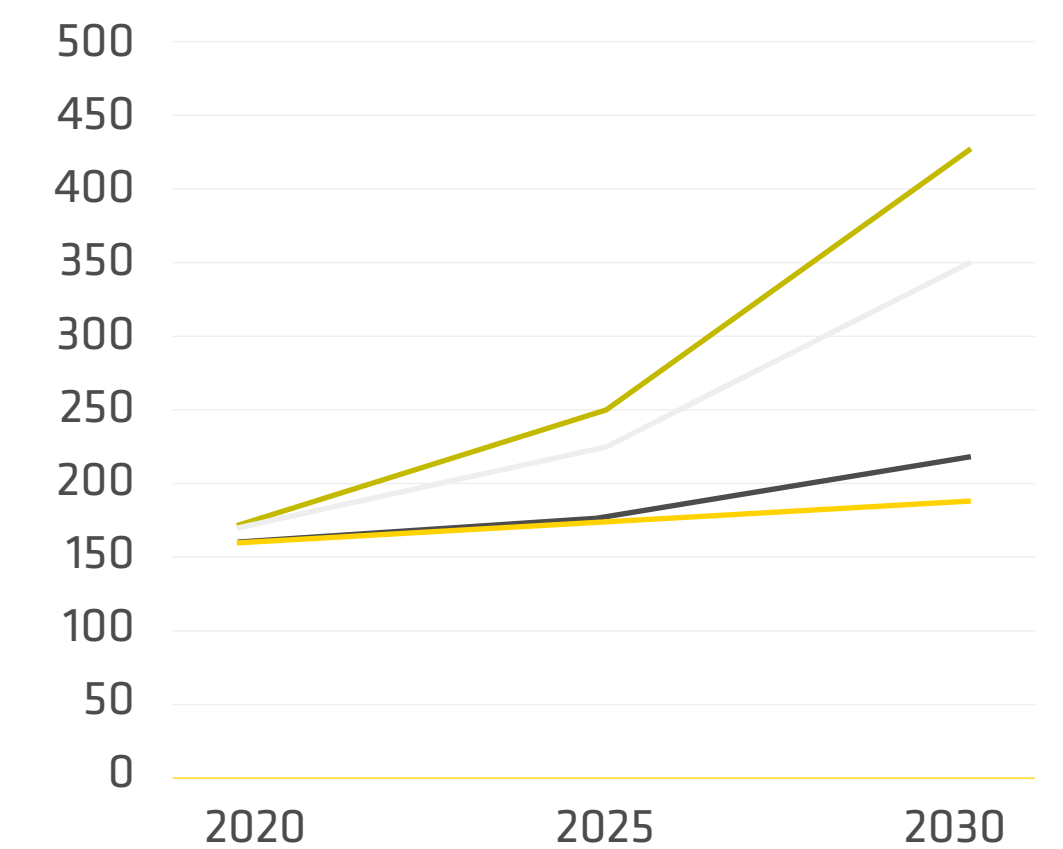
Vraag laag (waterstofvraag PJ/jaar)



Vraag midden (waterstofvraag PJ/jaar)



Vraag hoog (waterstofvraag PJ/jaar)



- Industrie - feedstock
- Mobiliteit
- Gebouwde omgeving
- Elektriciteit
- Industrie - energie

Bron: Gasunie, 2019. Waterstof: vraag en aanbod nu – 2030; november 2019

## 5. HET GASNET ALS WAARDEVOLLE ASSET

Waar we als samenleving naar zouden moeten streven, is een kostenefficiënte route naar een duurzame gebouwde omgeving zonder CO<sub>2</sub>-uitstoot, die ook kan rekenen op draagvlak onder de bewoners.

Stedin en andere netbeheerders investeerden decennialang (en investeren nog steeds) in gasnetten die in de transitie naar een duurzame gebouwde omgeving een zeer waardevolle asset kunnen zijn. Omdat de netbeheerders in publieke handen zijn, zijn deze gasnetten van ons allemaal. De waarde van het gasnet in Nederland is ongeveer 7 miljard euro; de waarde van de netten van Stedin Groep is ongeveer 2 miljard euro.

In het debat over de verduurzaming van de gebouwde omgeving blijven de kosten van infrastructuur vaak onderbelicht. Het energieverbruik van een huishouden bestaat voor circa 80% uit het verbruik van aardgas en circa 20% uit elektriciteit. Daarbij wordt het aardgas vooral in de wintermaanden verbruikt. Elektrificatie van de warmtevraag leidt dus tot een forse stijging van het elektriciteitsgebruik en het gevraagde vermogen. Elektriciteitsnetten moeten vaak verzwakt worden om dit aan te kunnen. De kosten voor het verzwaken worden doorberekend aan onze klanten.

Ook blijft onderbelicht dat het aanleggen van nieuwe of het uitbreiden van bestaande infrastructuur voor de nodige overlast kan zorgen. In drukke gebieden is dat geen sinecure: winkels en woningen kunnen daardoor enkele weken slecht bereikbaar zijn. Zeker in drukke steden is dat een argument dat we moeten meewegen.

Als netbeheerder zijn we van mening dat ook in een duurzame gebouwde omgeving een rol is weggelegd voor gasnetten. Gastransport is een kostenefficiënte wijze van energietransport. Duurzame gassen kunnen in combinatie met energiebesparende maatregelen de huidige vraag naar aardgas voor een deel vervangen.

### DE HYBRIDE WARMTEPOMP ALS TUSSENOPLOSSING

Een belangrijke route die helaas tot nu toe onderbelicht blijft, is die van de hybride warmtepomp. De hybride warmtepomp vraagt een beperkte investering, maar levert een flinke reductie van de aardgasvraag op.

De leveringszekerheid van warmte blijft gewaarborgd, het comfort blijft gelijk en hoge kosten voor de verzwaring van elektriciteitsnetten kunnen (deels) achterwege blijven. Een voordeel van de hybride warmtepomp is bovendien dat de woning niet heel goed geïsoleerd hoeft te zijn. Ook hoeft het warmteafgiftesysteem niet geschikt te zijn voor laagtemperatuurverwarming. Hiermee kan de hybride warmteoplossing een goede tussenoplossing zijn.

Een inspirerend voorbeeld is het advies van de *Committee on Climate Change* in het Verenigd Koninkrijk<sup>7</sup>. Deze commissie adviseert de regering om de hybride warmtepomp in te zetten als route naar een klimaatneutrale gebouwde omgeving. Daarbij moeten deze hybride warmtepompen vanaf een bepaald jaar 'waterstof ready' zijn. Daarnaast kan de hybride warmtepomp een goede tussenstap zijn als er nog veel onzekerheden zijn. De route van de hybride warmtepomp kan meer tijd opleveren die nodig is om technologieën te ontwikkelen en deze goedkoper te maken.

Als voorbereiding op een mogelijke rol van waterstof in de gebouwde omgeving na 2030, is het van belang dat we ervaring opdoen met de distributie van waterstof door onze (bestaande) netten. Niet alleen technisch, maar ook operationeel en beleidsmatig. We zijn daarom met verschillende innovatieprojecten gestart. In de volgende paragraaf lichten we ze toe.

<sup>7</sup> <https://www.theccc.org.uk/wp-content/uploads/2019/05/Net-Zero-Technical-report-CCC.pdf>

## 6. WAT DOET STEDIN OP HET GEBIED VAN WATERSTOF?

Stedin bereidt zich voor op een toekomst waarin waterstof in de gebouwde omgeving een rol speelt. Hoe groot die rol is, is nog onzeker zoals we in deze paper laten zien. Het huidige aardgasnet is een waardevolle asset, die we als samenleving moeten willen benutten in de nieuwe energievoorziening.

Zo kunnen we de energietransitie goedkoper realiseren. Als netbeheerder willen we ons voorbereiden op een toekomst waarin duurzame gassen een rol spelen. Dat betekent dat we ons de komende jaren al moeten voorbereiden op de toepassing van duurzame gassen in ons gasnet. Dat vraagt om innovatie, vervolgonderzoek en aanpassing van wet- en regelgeving.

- **Ameland:** Tussen 2007 en 2011 voerden we bij Stedin een veldexperiment uit waarbij duurzaam geproduceerde waterstof tot een percentage van 20% werd bijgemengd in een lokaal bestaand aardgasnet. De apparatuur van eindgebruikers werd vooraf in een laboratorium getest op een aantal bijmengpercentages om zo de veiligheid van de bewoners te garanderen.

- **Rotterdam-Rozenburg:** In Rozenburg wordt duurzame elektriciteit omgezet in waterstof dat vervolgens gebruikt wordt voor de verwarming van een appartementencomplex in Rozenburg. Dit gebeurt met behulp van drie verschillende waterstof HR-ketels van projectpartners GasTerra, Bekaert Heating en Remeha.
- **The Green Village:** Samen met de netwerkbedrijven Alliander en Enexis Groep hebben we een gasnet aangelegd in The Green Village in Delft. Hier doen we onderzoek naar de toepassing van waterstof voor de verwarming van huizen. Het gasnet in The Green Village is een aardgasnet zoals we dat in de praktijk gebruiken. Zo krijgen we als netbeheerders inzichtelijk waar de infrastructuur aanpassingen vereist voor de veilige distributie van waterstof.

- **Stad aan 't Haringvliet:** We werken op dit moment aan een pilot waarbij zo'n 600 huizen in Stad aan 't Haringvliet mogelijk overgaan op verwarming door middel van waterstof in plaats van aardgas. In 2019 hebben Stedin en onderzoeksinstituut Kiwa onderzocht hoe we ons bestaande aardgasnet kunnen ombouwen zodat het geschikt wordt voor waterstof. Stad aan 't Haringvliet wil graag in 2025 overgaan op waterstof.
- **Middelburg:** Samen met energiecoöperatie Zeeuwind analyseerden we of het beoogde warmtenet (dat grotendeels wordt gevoed met restwarmte uit de industrie) verder kan worden verduurzaamd met de productie van waterstof. En dit vervolgens toe te passen als back-up in plaats van aardgas. De eerste vooruitzichten zijn veelbelovend en dit wordt verder uitgewerkt.
- **St. Philipsland:** Op initiatief van burgers wordt onderzocht op welke wijze het eiland een (of meerdere) windturbine(s) kan krijgen. Inpassing in het elektriciteitsnet gaat niet, dat kan het net niet aan. Maar mogelijk biedt het direct omzetten van elektriciteit in waterstof een oplossing voor de warmtetransitie.

# 7. CONCLUSIES, STANDPUNTEN EN AANBEVELINGEN

## CONCLUSIES

- Tot 2030 speelt waterstof naar verwachting geen significante rol in de gebouwde omgeving. Beschikbare waterstof wordt eerst gebruikt in andere sectoren, zoals de industrie, zwaar transport en elektriciteitsvoorziening.
- Of waterstof na 2030 een grote rol gaat spelen in de gebouwde omgeving, hangt van een aantal factoren af. De kostprijs van waterstof, de kosten van alternatieven (waaronder andere duurzame gassen), de prijs die de bewoner bereid is te betalen, het beleid dat de overheid voert (wetgeving, fiscaliteit, subsidie, etc.), de belasting van CO<sub>2</sub> en de elektriciteitsprijs.
- Vooralsnog is blauwe waterstof dominant en de wegbereider naar een toekomst met groene waterstof. Groene waterstof is de komende jaren nog duurder dan blauwe waterstof.
- Het aanbod van blauwe en zeker groene waterstof is nog beperkt en wordt op dit moment vooral gebruikt in de industrie. De vraag naar waterstof in de industrie is zo groot, dat het aanbod de komende jaren qua volume

alleen al door de industrie kan worden gebruikt. Of dit daadwerkelijk zo zal zijn, wordt mede bepaald door de waarde die waterstof krijgt in verschillende sectoren. Opschaling van waterstof in de industrie is nodig om het ook in andere sectoren toepasbaar te krijgen.

## ONZE STANDPUNTEN

- De verduurzaming van de gebouwde omgeving moeten we starten door de realisatie van warmtenetten en geheel of gedeeltelijke elektrificatie, als dit maatschappelijk goede opties zijn (betaalbaar en met draagvlak van bewoners).
- Waterstof kan na 2030 een rol spelen in de verwarming van de gebouwde omgeving. Daarom moeten we nu al aan de slag gaan met innoveren. Nieuwe technologie, wet- en regelgeving is nodig. Om in 2030 echt aan de slag te kunnen met waterstof, moeten we daarom nu al inzetten op kleinschalige projecten met waterstof.
- Het aardgasnet is een waardevolle asset. Het is maatschappelijk onverstandig om deze waardevolle asset niet maximaal te benutten. Daarom zetten we

ons actief in voor toepassingen van duurzame gassen (groen gas, waterstof, etc.) in het gasnet.

- Ook wanneer waterstof na 2030 beschikbaar komt voor de gebouwde omgeving is een selectieve inzet nodig. Daarom is de route via de hybride warmtepomp in combinatie met een beperkte inzet van waterstof of groen gas, een maatschappelijk efficiënte route voor de verduurzaming van de gebouwde omgeving.

## AANBEVELINGEN

- Waterstof is een van de duurzame gassen die in de gebouwde omgeving kan worden toegepast. Groen gas is een andere optie die nu al wordt toegepast en een substantiële rol kan spelen, bijvoorbeeld in combinatie met de hybride warmtepomp. Blijf waterstof bekijken in de context van deze andere duurzame gassen. Er zijn meerdere opties, met elk hun eigen voor- en nadelen, beschikbaarheid en betaalbaarheid.
- Verder onderzoek naar de kosten en baten van de verschillende verduurzamingsroutes op systeemniveau is nodig. De kosten van de benodigde aanpassingen in de transport- en distributie-infrastructuur van de verschillende verduurzamingsroutes hoort daar onderdeel van te zijn. Evenals de kosten voor het beschikbaar houden van voldoende productiecapaciteit

en het garanderen van voldoende leveringszekerheid.

- Begin met het aardgasvrij maken van wijken waar een all-electric oplossing of collectieve warmte een robuuste uitkomst is van verschillende analyses. Een mogelijke rol van waterstof in de gebouwde omgeving mag geen reden zijn om niet aan de slag te gaan met deze wijken.

‘Het aardgasnet is een waardevolle asset. Het is maatschappelijk onverstandig om deze waardevolle asset niet maximaal te benutten. Daarom zetten we ons actief in voor toepassingen van duurzame gassen (groen gas, waterstof, etc.) in het gasnet.’





## 8. GERAADPLEEGDE BRONNEN

1. Berenschot, 2018. *Elektronen en/of Moleculen: Twee transitiepaden voor een CO<sub>2</sub> neutrale toekomst*
2. Kalavasta & Institute for Sustainable Process Technology, 2019. *HyChain II: The cost implications of importing renewable electricity, hydrogen and hydrogen carriers into the Netherlands from a 2050 perspective*
3. IEA, 2019. *The Future of Hydrogen*
4. Werkgroep H<sub>2</sub>, 2019. *Waterstof in het klimaatakkoord*
5. Committee on Climate Change, 2018. *Hydrogen in a low-carbon economy*
6. Navigant, 2019. *Gas for Climate: A path to 2050*
7. IRENA, 2019. *Hydrogen: A renewable energy perspective*
8. Machiel Mulder, Peter Perey & José L. Moraga, 2019. *Outlook for a Dutch hydrogen market: economic conditions and scenarios*
9. Institute for Sustainable Process Technology, 2019. *HyChain I: Assessment of future trends in industrial hydrogen demand and infrastructure*
10. H-vision, 2019. *Blue hydrogen as accelerator and pioneer for energy transition in the industry*
11. Klimaatakkoord, 2019.
12. KVGn, 2018. *Op weg naar CO<sub>2</sub>-neutraal in 2050*
13. TNO & Berenschot, 2017. *CO<sub>2</sub>-vrije waterstofproductie uit gas*
14. Berenschot, 2018. *Richting 2050: systeemkeuzes en afhankelijkheden in de energietransitie*
15. PBL, 2019. *Klimaat- en Energieverkenning 2019*
16. Patrick Larscheid, Lara Lück & Albert Moser, 2018. *Potential of new business models for grid integrated water electrolysis*
17. Jörg Gigler & Marcel Weeda, 2018. *Contouren van een Routekaart Waterstof*
18. Investeringsagenda Waterstof Noord Nederland 2019
19. Jaco Reijerkerk (Ekinetix) en Gigi van Rhee (Stratelligence), 2019. *Waterstof: kansen voor de Nederlandse industrie*
20. Gasunie, 2019. *Waterstof: vraag en aanbod nu – 2030; update november 2019*
21. Stedin, *Openingsbod 1.0*, januari 2020
22. Netbeheer Nederland, *Net voor de Toekomst*, 2017

## Colofon

Deze working paper is geschreven door  
Amy van Groot Battavé (Amy.vanGrootBattave2@stedin.net),  
Katinka van Beek (Katinka.vanBeek@stedin.net) en  
Henri Bontenbal (Henri.Bontenbal@stedin.net)  
van de afdeling Strategie & Regulering van Stedin.  
Voor vragen kunt u hen benaderen.

Stedin Netbeheer B.V.  
Postbus 49  
3000 AA Rotterdam

-  [twitter.com/Stedin](https://twitter.com/Stedin)
-  [facebook.com/stedinnetbeheer](https://facebook.com/stedinnetbeheer)
-  [linkedin Stedin](#)