



TECHNISCH EINDRAPPORT WATERSTOFOMBOUW INSPIRATIEHUIS STAD AARDGASVRIJ

Versie 1.0 | december 2022

INHOUDSOPGAVE

1. VOORWOORD

2. DE ROL VAN GROENE WATERSTOF IN DE WARMTETRANSITIE

3. HET INSPIRATIEHUIS STAD AARDGASVRIJ

4. DE WATERSTOFOMBOUW IN 5 STAPPEN

4.1 Stap 1: Systeemontwerp en risico-inventarisatie

4.3 Stap 3: Waterstofombouw

4.4 Stap 4: Beheerfase

4.5 Stap 5: Afronding en evaluatie

5. CONCLUSIE EN VERVOLG

Colofon & dankwoord



1. VOORWOORD

Groene waterstof gaat in de toekomst een rol spelen in de verduurzaming van woningen. Daarom werkt Stedin sinds 2017 samen met consortiumpartners aan het project Stad Aardgasvrij in Stad aan 't Haringvliet. Om aan bewoners van Stad aan 't Haringvliet te laten zien dat groene waterstof in de praktijk kan worden toegepast voor het verwarmen van woningen, is het lokale aardgasnet tijdelijk omgebouwd van aardgas naar waterstof en is het Inspiratiehuis Stad Aardgasvrij gedurende 2 maanden verwarmd geweest met 100% groene waterstof.

2. DE ROL VAN GROENE WATERSTOF IN DE WARMTETRANSITIE

In het Klimaatakkoord is afgesproken dat de energievoorziening in Nederland in 2050 vrijwel klimaatneutraal is. Eén van de sectoren die hiervoor moet worden verduurzaamd is de gebouwde omgeving. Hier ligt met name voor de bestaande woningvoorraad een uitdaging, aangezien meer dan 80% van het jaarlijkse energieverbruik van een huishouden momenteel wordt voorzien door middel van fossiel aardgas.¹ De alternatieven voor aardgas als energiedrager voor de verwarming van woningen kunnen grofweg in drie categorieën ingedeeld worden:

1. Collectieve warmtelevering via warmtenetten (op verschillende temperaturniveaus);
2. Volledige elektrificatie (all-electric) door middel van bijvoorbeeld warmtepompen;
3. Duurzame gassen, waaronder groene waterstof en groen gas (door middel van CV-ketels, met of zonder een hybride warmtepomp).

Meerdere analyses, waaronder het Openingsbod van Stedin² en de Startanalyse van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL)³, laten zien dat verwarming met een duurzaam gas (zoals groene waterstof) in sommige buurten maatschappelijk het goedkoopste alternatief is voor aardgas. Dit komt onder andere doordat het vergaand isoleren van oude woningen (om de overstap te

kunnen maken naar een all-electric warmteoplossing) zowel financieel als technisch een uitdaging kan zijn. Ook is er niet altijd een (rest-)warmtebron aanwezig of is de aansluitdichtheid van een buurt niet hoog genoeg om de woningen kosten-efficiënt aan te kunnen sluiten op een warmtenet. Voor deze woningen is een duurzaam gas zoals groene waterstof of groen gas vaak een passende warmteoplossing. Bovendien hoeft hiervoor het aardgasnet niet vroegtijdig te worden afgeschreven, aangezien dit ingezet kan worden voor het transport en de distributie van een duurzaam gas in plaats van aardgas. De geschiktheid van de bestaande aardgasinfrastructuur voor waterstof is bovendien ook bevestigd in een landelijk onderzoek dat in 2018 is gepubliceerd door Kiwa⁴, waarbij 100% waterstof is beschouwd.

Er zijn tot nu toe meerdere pilots uitgevoerd door Stedin om aan te tonen dat waterstof als warmteoplossing ook in de praktijk kan worden toegepast in woningen, waaronder de projecten in Rozenburg⁵, The Green Village⁶ en Uithoorn⁷. In Rozenburg is een gebruik gemaakt van een eerder gebruikte aardgasleiding die opnieuw is aangelegd om een gedeelte van de warmtevraag van een appartementencomplex te voorzien door middel van een waterstof CV-ketel. In The Green Village in Delft is gebruik gemaakt van nieuwe installaties en nieuw aangelegde leidingen. In Uithoorn zijn voor het eerst 14 leegstaande woningen verwarmd door gebruik te maken van het lokale

¹ <https://www.cbs.nl/nl-nl/cijfers/detail/81528NED>

² <https://www.stedin.net/zakelijk/branches/overheden/het-openingsbod>

³ <https://www.pbl.nl/publicaties/startanalyse-aardgasvrije-buurten-2020>

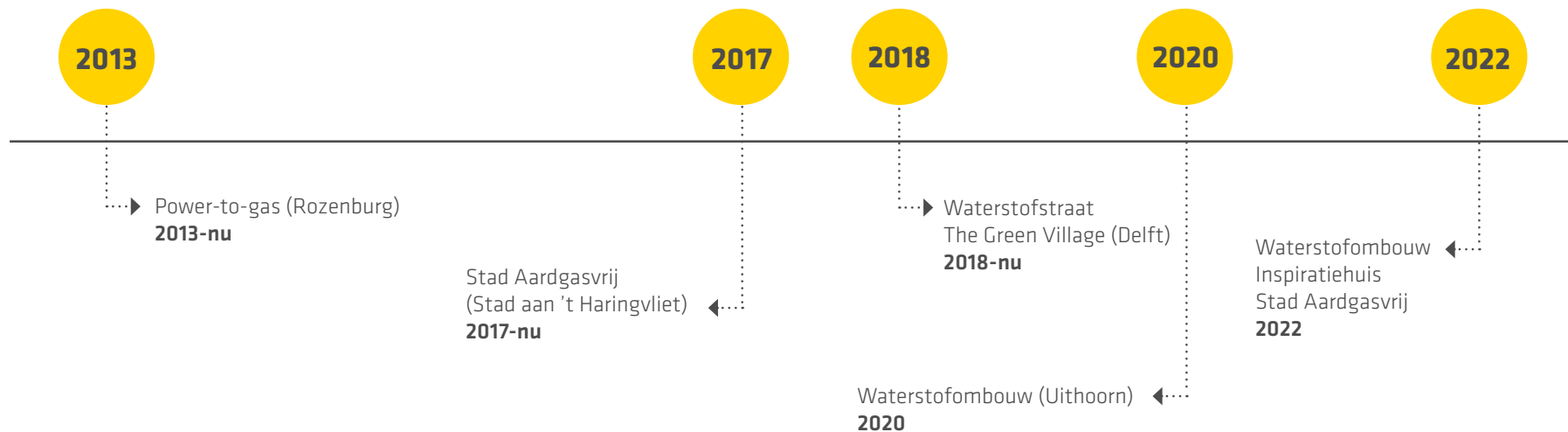
⁴ <https://www.kiwa.com/4aca64/globalassets/netherlands/kiwa-technology/downloads/kiwa-toekomstbestendige-gasdistributienetten-gt170272-2018-07-05-definitief1.pdf>

⁵ <https://www.stedin.net/over-stedin/duurzaamheid-en-innovaties/een-nieuw-energiesysteem/power2gas>

⁶ <https://www.tudelft.nl/3me/over/afdelingen/process-energy/facilities/the-green-village>

⁷ <https://www.stedin.net/over-stedin/duurzaamheid-en-innovaties/waterstof/uithoorn>

bestaande distributienet. De waterstofombouw van het Inspiratiehuis Stad Aardgasvrij, beschreven in dit rapport, bouwt voort op de ervaringen die zijn opgedaan in Uithoorn, aangezien hier ook waterstof is gedistribueerd door het bestaande lokale distributienet. Dit is gedaan ter voorbereiding op de mogelijke waterstofombouw van het dorp Stad aan 't Haringvliet in 2025.



3. HET INSPIRATIEHUIS STAD AARDGASVRIJ

Sinds 2017 werkt Stedin samen met verschillende partners aan het project Stad Aardgasvrij in Stad aan 't Haringvliet, een dorp dat deel uitmaakt van de gemeente en het schiereiland Goeree-Overflakkee. In 2025 zal Stad aan 't Haringvliet als eerste dorp in Nederland volledig worden verwarmd met groene waterstof, mits minstens 70% van de bewoners van Stad aan 't Haringvliet hiermee instemt én aan alle andere zeven beloften (veilig of anders niet, altijd warm, betaalbaar, groen, het mag, het kan, vertaalbaar)⁸ wordt voldaan. Het is de bedoeling dat dan alle 651 adressen die momenteel een aardgasaansluiting hebben van het aardgas af zullen gaan. Groene waterstof wordt dan aangeboden als het collectieve alternatief. Voordat bewoners hun stem uit kunnen brengen, worden zij geïnformeerd over wat een dergelijke waterstofombouw voor hen betekent. Om bewoners te kunnen informeren over de impact van een mogelijke waterstofombouw is een leegstaande woning van woningcorporatie Oost West Wonen aan de Jan van Halfwassenaerstraat in Stad aan 't Haringvliet tijdelijk omgebouwd tot 'Inspiratiehuis Stad Aardgasvrij', en gedurende 2 maanden (maart en april 2022) verwarmd met groene waterstof. Op deze manier konden de bewoners kennismaken met waterstof en konden de projectpartners vragen over de mogelijke waterstofombouw van Stad aan 't Haringvliet beantwoorden. Bovendien bood het Stedin ook de kans om voort te bouwen op de kennis en ervaringen die zijn opgedaan met voorgaande waterstofpilots.

Voorafgaand aan de realisatie van de waterstofombouw zijn de volgende technische en niet-technische doelstellingen opgesteld:

- Inzicht verkrijgen in de asset kwaliteit van het lokale distributienet, waaronder het controleren van het materiaal (materiaaltype en conditie) en de ligging. **(Technisch)**
- Ervaring opdoen met nieuw technisch materiaal, waaronder het werken met een gecertificeerde waterstofgasmeter, een door DNV nieuw ontwikkeld veiligheidssysteem voor de binnenhuisinstallatie en een warmtebeeldcamera. **(Technisch)**
- Het verbeteren van de waterstofombouw methodiek ten opzichte van de eerdere waterstofombouw pilot in Uithoorn, waaronder het overslaan van de helium-stap tijdens het spoelen en beproeven van de hoofd-, aansluit-, en binnenhuisleiding en het verkorten van de doorlooptijd. **(Technisch)**
- Samenwerken met verschillende (lokale) partners, waaronder de lokale installateur, gemeente en milieu- en veiligheidsdiensten. **(Niet-technisch)**
- Laten zien dat een waterstofombouw veilig kan worden uitgevoerd en bewoners informeren over de mogelijke waterstofombouw in 2025 door het inzichtelijk maken van de benodigde veranderingen binnenshuis en in de wijk. **(Niet-technisch)**

Hoe de waterstofombouw is gerealiseerd en welke lessen hieruit zijn geleerd is in dit rapport beschreven.

⁸ <https://stadaardgasvrij.nl/beloften/>

4. DE WATERSTOFOMBOUW IN 5 STAPPEN



4.1 STAP 1: SYSTEEMONTWERP EN RISICO-INVENTARISATIE

Allereerst is voor de waterstofombouw in samenwerking met verschillende partijen een systeemontwerp opgesteld. Het waterstofsysteem dat is toegepast bij deze pilot bestond uit een drietal onderdelen:

1. De waterstofinvoedinstallatie (ook wel 'waterstof-container' genoemd), waar vanuit de verschillende gassen (stikstof en waterstof) zijn ingevoerd in de hogedruk (8 bar) gasdrukregel installatie om vervolgens in te voeden op het bestaande lagedruk (LD) 100 mbar gasdistributienet;
2. De hoofd- en aansluitleiding, waardoor de waterstof naar het Inspiratiehuis Stad Aardgasvrij is gedistribueerd;
3. De binnenhuisinstallatie, waaronder de binnenhuisleiding, meteropstelling met gecertificeerde waterstofgasmeter, een door DNV nieuw ontwikkeld veiligheidssysteem en waterstof-CV-ketels.

Aan de hand van dit systeemontwerp heeft adviesbureau DNV een Taak Risico Analyse (TRA) uitgevoerd. De doelstelling van deze TRA is het inventariseren van aanwezige risico's om zo deze risico's tijdens de waterstofombouw en de beheerfase door middel van een aantal veiligheidsmaatregelen te minimaliseren tot aanvaardbare grenzen. Aangezien er nog geen wettelijk kader is voor waterstof zijn de veiligheidsmaatregelen opgesteld in een veiligheidsdocument, waar zoveel mogelijk gerefereerd is naar bestaande normen, praktijkinstructies en leidraden. De veiligheidsmaatregelen zijn vervolgens in samenwerking met de Milieudienst Rijnmond (DCMR), Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond (VR-RR) en lokale brandweer getoetst en waar nodig aangescherpt.

4.2 STAP 2: VOORBEREIDENDE WERKZAAMHEDEN

Voorafgaand aan de waterstofombouw is er een aantal voorbereidende werkzaamheden uitgevoerd. Om de bestaande leiding te kunnen gebruiken en aan te tonen dat deze geschikt is voor de distributie van waterstof, is deze losgekoppeld en zijn de omwonenden aangesloten op een nieuwe hoofdgasleiding die is aangelegd in de straat. Op deze manier bleven de omwonenden voorzien van aardgas. Nadat de omwonenden zijn overgezet op de nieuwe hoofdleiding, zijn de bestaande kunststof hoofdleiding en aansluitleiding buiten gebruik gesteld, geïnspecteerd en afgeperst. De bestaande hoofdgasleiding is vervolgens verlengd naar de plek van de waterstofcontainer door middel van een nieuw gelegde leiding.

Naast de bestaande gasdistributieleiding is ook de binnenhuisinstallatie aangepast voor de toepassing van waterstof. Om alle verbindingen en koppelingen in de woning in kaart te brengen is een schouw uitgevoerd. Tijdens deze schouw zijn de volgende koppelingen, verbindingen en componenten in kaart gebracht:

- Knelkoppelingen
- Persverbindingen
- Draadverbindingen
- Huisdrukregelaars
- Gasmeters
- Stalen leidingen
- Verpakkingsmateriaal

NIEUW ONTWIKKELD VEILIGHEIDSSYSTEEM BINNENHUISINSTALLATIE

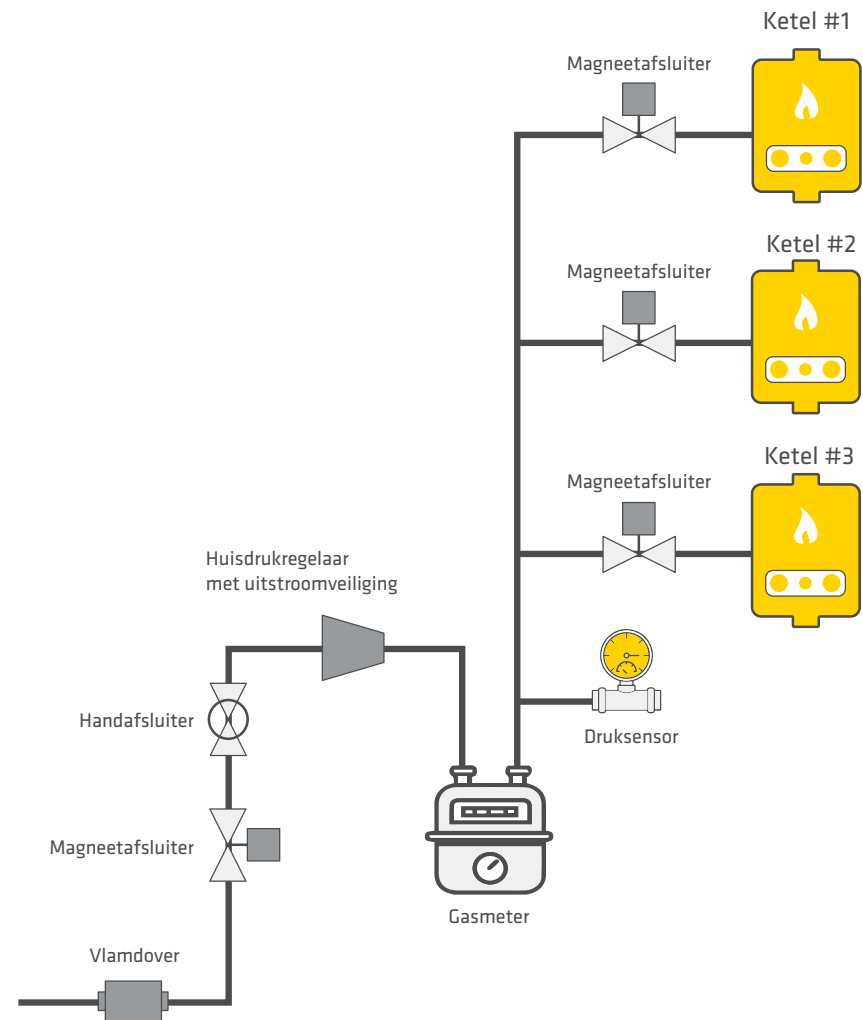
Stedin en DNV zijn betrokken bij vele pilot- en demonstratieprojecten, waarbij bestaande aardgasinstallaties in de woningen worden hergebruikt voor waterstof. Om de veiligheid in en om de woning te kunnen waarborgen zijn methoden nodig om snel eventuele lekkages te kunnen waarnemen. Een van deze methoden is om een geur toe te voegen aan het gas. Net zoals aardgas momenteel ook wordt geodoriseerd zal daarom waterstof in de toekomst ook worden geodoriseerd.

Een andere oplossing is het plaatsen van waterstofdetectie-apparatuur. De plaats waar deze sensoren worden gemonteerd is afhankelijk van de indeling van de woning, de loop van de gasleiding en de plaats van de CV-ketel in de woning. Inspectie van de leiding is niet altijd mogelijk, omdat in veel situaties de leidingen weggewerkt zijn in of achter muren. In de praktijk leidt dit tot veel discussie over de locatie en de hoeveelheid te plaatsen sensoren die nodig zijn om de veiligheid te kunnen waarborgen. Dit leidt tot maatwerk en relatief hoge kosten. DNV heeft daarom voor deze waterstofpilot een nieuw veiligheidssysteem voor de binnenhuisinstallatie ontwikkeld.

De filosofie achter het door DNV ontwikkelde systeem is dat als je kunt aantonen dat als een leiding niet lekt, aanvullende gasdetectie in de woning niet meer noodzakelijk is. Met dit concept zijn zowel kleine lekkages als grote lekkages (door schade aan leidingen) eenvoudig en snel te detecteren. Het systeem, dat bestaat uit een druksensor en magneetklep, die op de gasmeterbeugel na de gasmeter zijn geplaatst, een magneetklep bij de ketel en een kastje, met daarin de computer voor de aansturing van de magneetkleppen. Het systeem meet continu de gasdruk en sluit bij te lage of te hoge druk de gastoevoer door de magneetkleppen te sluiten. Tevens wordt de drukval over een tijdsperiode gemeten op het moment dat de ketel geen gasvraag heeft. De ingestelde voorwaarden zijn:

- Minimale druk (na de gasmeter): 20 mbar(g);
- Maximale druk (na de gasmeter): 60 mbar(g);
- Maximale drukval gedurende de nachtelijke periode (00:00-06:00 uur) waarin geen waterstof werd verbruikt: 3 mbar(g).

Indien niet aan alle drie voorwaarden kan worden voldaan, worden de magneetkleppen gesloten, waardoor er geen waterstoftoevoer kan plaatsvinden en de waterstof in de leiding wordt ingeblokkt. De ketel kan in deze situatie niet opstarten en door een te lage gasdruk in storing gaan. Na het herstellen van de lekkage kan het systeem worden gereset en op de ketel opnieuw worden opgestart. Het systeem is succesvol toegepast in het Inspiratiehuis en kan naar de toekomst toe mogelijk grootschaliger worden uitgerold. Naar verwachting zal dit systeem voor de eerste serie (voor de eventuele waterstofombouw in 2025) ca. 200 euro gaan kosten. Deze kosteninschatting betreft zowel de kosten voor de componenten als de software die nodig is voor de aansturing van het systeem. Ook wordt er samen met ketelleveranciers gekeken of het ontwikkelde veiligheidssysteem kan worden geïntegreerd in de CV-ketel, wat zal leiden tot een kostenreductie als deze onderdelen op grote schaal worden geproduceerd.



Tijdens de schouw is een stalen binnenhuisleiding aangetroffen met afgedichte schroefdraadverbindingen. Deze leiding is op lekdichtheid gecontroleerd (volgens VIAG richtlijnen), en omdat deze niet lekdicht bleek, is de binnenhuisleiding tot en met de waterstof-CV-ketels door installateur Kievit Warmte vervangen door een koperen binnenhuisleiding.

Na de werkzaamheden van Kievit Warmte heeft DNV het veiligheidssysteem met de aansturingsmodule, druksensor en magneetkleppen geïnstalleerd (zie kader). Ook heeft Stedin een vlamdover en H2-readybeugel met huisdrukregelaar en waterstofgasmeter geïnstalleerd. Verder zijn CO-melders, waarvan bekend is dat deze ook kunnen worden ingezet voor waterstofdetectie, geplaatst in de meterkast (1), CV-ruimte (1) en op zolder (2).

Op dagen dat er geen waterstof stroomde naar het Inspiratiehuis, is ervoor gekozen om het Inspiratiehuis te verwarmen met aardgas door middel van een nieuw aangelegde aardgasaansluiting. De woning had hierdoor in de maanden maart en april zowel een aardgas- als waterstofaansluiting. Daarnaast is hiervoor parallel aan de waterstofbinnenhuisleiding een aardgasbinnenhuisleiding aangelegd naar de bestaande aardgas CV-ketel.

4.3 STAP 3: WATERSTOFOMBOUW

Spoelen en beproeven van hoofd-, aansluit- en binnenhuisleiding

Tijdens de waterstofombouw is allereerst voor de opslag van de werkvoorraad van waterstof een veiligheidscontainer geplaatst. Hierin zijn de stikstof- en waterstofgasflessen geïnstalleerd. Voorafgaand aan de ombouw is de waterstofinvoedininstallatie in de container door DNV uitgebreid getest op lekdichtheid en functionaliteit. Nadat de waterstofinvoedininstallatie is aangesloten op de hoofdleiding in de straat en in bedrijf is genomen, is de hoofd- en aansluitleiding eerst gespoeld met stikstof. Vervolgens heeft er een lekdichtheidsbeproeving plaatsgevonden met stikstof (verschilddrukmeting, lekzoeken en visuele inspectie). Nadat hier geen lekkages zijn aangetroffen, is de binnenhuisleiding gespoeld en heeft hier ook een lekdichtheidsbeproeving

plaatsgevonden met stikstof. Hier zijn ook geen lekkages aangetroffen.

Na het spoelen en beproeven met stikstof is in de waterstofinvoedininstallatie overgeschakeld naar waterstof. Vervolgens is stikstof verdreven uit de hoofd- en aansluitleiding door invoeding van waterstof. Bij het verdringen van stikstof door waterstof is gebruikt gemaakt van een affakkelininstallatie die geschikt is gemaakt voor waterstof. Aangezien de vlam niet zichtbaar is bij het affakkelen van waterstof, is gebruik gemaakt van een warmtebeeldcamera om zowel het profiel als de temperatuur van de vlam zichtbaar te maken. De verdringing van stikstof met waterstof is probleemloos verlopen. Vervolgens heeft er nogmaals een lekdichtheidsbeproeving plaatsgevonden met waterstof. Nadat hier geen lekkages zijn aangetroffen is ook de binnenhuisleiding met waterstof gespoeld en beproefd op lekdichtheid.

Keteltesten

Na het spoelen en beproeven van de hoofd-, aansluit- en binnenhuisleiding hebben de ketelleveranciers Remeha, Nefit-Bosch en GasTerra/DNV hun ketel geïnstalleerd. Na installatie zijn de ketels getest op lekdichtheid en op functionaliteit. Hier hebben zich geen bijzonderheden voorgedaan.



Doorlooptijd

Tijdens de waterstofombouw van het Inspiratiehuis is ervoor gekozen om de leidingen alleen te spoelen en beproeven met stikstof en waterstof, niet met helium. Dit is tijdens de waterstofombouw in Uithoorn wel gedaan, maar hieruit is geconcludeerd dat deze stap technisch geen meerwaarde heeft. Door de helium-stap in de ombouw te schrappen is de doorlooptijd van de waterstofombouw met maximaal 1,5 uur verkort; 1 uur doorlooptijdverkorting voor het spoelen en beproeven van de hoofd- en aansluitleiding en ~0,5 uur verkorting voor het spoelen en beproeven van de binnenhuisleiding.

4.4 STAP 4: BEHEERFASE

Nadat het volledige waterstofsysteem veilig was bevonden, is deze in beheer genomen door Stedin. Het Inspiratiehuis is 24 februari 2022 geopend en is in de periode van 2 maart t/m 23 april iedere week op woensdagmiddag, vrijdagmiddag, en zaterdag verwarmd geweest met waterstof en opengesteld voor bewoners.

Tijdens de beheerfase konden bewoners op de opengestelde dagen een timeslot boeken waarin zij werden rondgeleid door het Inspiratiehuis. De rondleidingen zijn verzorgd door de bewonersvertegenwoordiging in dienst van de gemeente Goeree-Overflakkee. Personeel van Stedin heeft hierbij de informatievoorziening met betrekking tot techniek en veiligheid verzorgd. Bewoners zijn geïnformeerd over:

- De acht beloftes van het project Stad Aardgasvrij die aan bewoners worden gedaan als er wordt gekozen voor een overstap naar groene waterstof in 2025 (veilig of anders niet, altijd warm, betaalbaar, voldoende draagvlak, groen, het mag, het kan, vertaalbaar);
- De verschillen tussen verschillende warmtetechnieken (warmtepomp, hybride warmtepomp en waterstof-CV-ketels). Vanwege de relatief lage aansluitdichtheid en het gebrek aan een lokale warmtebron in Stad aan 't Haringvliet zijn de bewoners niet geïnformeerd over een warmtenet als alternatief voor aardgas;

- Elektrisch koken, aangezien bewoners bij een overstap naar groene waterstof op een elektrische kookplaat zullen gaan koken;
- De (mogelijke) aanpassingen in de meterkast, binnenhuisleiding en CV-ketel bij een eventuele waterstofombouw in 2025;
- Woningverbetering, waaronder mogelijke oplossingen voor isolatie, ventilatie en zonnepanelen.

De directe bezoeken van bewoners aan het Inspiratiehuis Stad Aardgasvrij hebben een wezenlijke bijdrage geleverd aan het kennisniveau van bewoners en tegelijkertijd ook het draagvlak voor de waterstofombouw in 2025 vergroot. Naast de directe bezoeken door bewoners heeft de realisatie van het Inspiratiehuis geleid tot meer zichtbaarheid van het project Stad Aardgasvrij. Ook is het Inspiratiehuis bezocht door externe partijen, waaronder onderwijsinstellingen, overheidsinstellingen, netbeheerders, bedrijven en brancheorganisaties. Dit heeft niet alleen geleid tot meer zichtbaarheid binnen Nederland maar ook op Europees niveau.⁹

4.5 STAP 5: AFRONDING EN EVALUATIE

De belangrijkste bevindingen, conclusies en aanbevelingen die uit deze waterstofpilot zijn voortgekomen zijn:

- **Asset kwaliteit aardgasnet.** Uit de waterstofombouw van het Inspiratiehuis Stad Aardgasvrij kan worden geconcludeerd dat alle materialen die zijn toegepast in de hogedrukaansluitset (HAS) en het lokale 100 mbar lagedruk distributienet op het gebied van lekdichtheid en functionaliteit geschikt zijn voor waterstof. Dit komt overeen met de conclusies die eerder zijn getrokken uit de waterstofombouw in Uithoorn. Daarnaast hebben de inspectie en beproevingen van de hoofd- en aansluitleiding een duidelijker beeld gegeven van de conditie en ligging van het lokale net in Stad aan 't Haringvliet. Deze bevindingen zullen mee worden genomen in het bredere netonderzoek dat voor de waterstofombouw in 2025 plaats zal vinden.

⁹ <https://stadaardgasvrij.nl/wp-content/uploads/2022/05/ECH2A-newsletter-May-2022-1.pdf>

- **Binnenhuisinstallatie.** De binnenhuisinstallatie is na aanpassing geschikt bevonden voor de toepassing van waterstof. In de woning zijn voorafgaand aan de ombouw stalen leidingen aangetroffen met afgedichte schroefdraadverbindingen. Deze leidingen zijn door Stedin getest op lekdichtheid (volgens VIAG richtlijnen) en niet lekdicht bevonden, waarna het leidingwerk door installateur Kievit Warmte is vervangen door een nieuwe koperen binnenhuisleiding. Naar verwachting zullen we in Stad aan 't Haringvliet meer vergelijkbare (delen van) binnenhuisleidingen tegen gaan komen en zal per situatie worden beoordeeld hoe daarmee omgegaan moet worden. Om bewoners hier goed over te kunnen informeren, zullen de binnenhuisinstallaties vroegtijdig worden geschouwd.
- **Toepassing nieuw ontwikkeld veiligheidssysteem, waterstofgasmeter en warmtebeeldcamera.** Omdat de veiligheidsnormen op het gebied van waterstof nog in ontwikkeling zijn, is het van belang dat ook nieuwe veiligheidsmethodieken worden getest. Daarom is in deze waterstofpilot het door DNV nieuw ontwikkelde veiligheidssysteem voor de binnenhuisinstallatie als eerste toegepast. Doormiddel van een druksensor en een aantal magneetkleppen kon dit systeem ingrijpen bij te hoge drukverschillen door het sluiten van de magneetkleppen waardoor er geen waterstoftoevoer meer mogelijk was naar de CV-ketels. Dit systeem heeft naar behoren gefunctioneerd gedurende de gehele pilot. De toekomst zal uitwijzen of het nuttig is om dit systeem grootschalig uit te rollen bij de toepassing van waterstof in de gebouwde omgeving. Mogelijk kunnen sommige componenten dan geïntegreerd worden in de meter en/of de CV-ketel, wat zal leiden tot een kostenreductie en minder hardware in de meterkast. Verder is er tijdens deze pilot voor het eerst gewerkt met de eerste door het Nederlands Meetinstituut (NMI) gecertificeerde waterstofgasmeter (Domusnext® 2.0 MMU6 H2 residential meter)¹⁰. Deze certificering garandeert de nauwkeurigheid en betrouwbaarheid van het meetinstrument. Gedurende de pilot heeft deze waterstofgasmeter goed gefunctioneerd. Echter is deze meter nog niet afgestemd op de maatvoering

¹⁰ <https://nmi.nl/nmi-certifies-100-hydrogen-meter-for-market-access/>



van de meterbeugels die momenteel worden toegepast in Nederland. Verder is er voor het eerst gewerkt met een warmtebeeldcamera tijdens het affakkelen van waterstof, dat is gedaan tijdens het spoelen van de hoofd- en aansluitleiding. Met de warmtebeeldcamera kan zowel het profiel als de temperatuur van de vlam zichtbaar worden gemaakt. Dit biedt extra inzicht en veiligheid bij het affakkelen van waterstof. Daarom wordt aanbevolen om een warmtebeeldcamera ook bij toekomstige waterstofpilots in te zetten.

- **Waterstofombouw procedure en doorlooptijd.** Door de helium-stap in de waterstofombouw te schrappen is de doorlooptijd van de waterstofombouw met maximaal 1,5 uur verkort; 1 uur doorlooptijdverkorting voor het spoelen en beproeven van de hoofd- en aansluitleiding en ~0,5 uur verkorting voor het spoelen en beproeven van de binnenhuisleiding. Naar verwachting is bij de uiteindelijke waterstofombouw van Stad aan 't Haringvliet de meeste tijdswinst te behalen bij het uitvoeren van de voorbereidende werkzaamheden. Het grondig uitvoeren van netonderzoek (en indien nodig vervanging van netdelen) en het vroegtijdig schouwen en eventueel aanpassen van de binnenhuisinstallatie zijn de belangrijkste werkzaamheden waarmee onnodige vertraging tijdens de waterstofombouw kan worden voorkomen. Ook kan het installeren van waterstof-ready ketels een significante doorlooptijdverkorting opleveren, aangezien dit de installatietijd van de CV-ketel zal verkorten naar maximaal 1 uur per ketel¹¹.
- **Veiligheid.** Gedurende het gehele project hebben zich geen veiligheidsincidenten voorgedaan. De veiligheidsmaatregelen die zijn geïmplementeerd tijdens dit project hebben zich met name gericht op het voorkomen van risicovolle situaties door ventilatie en detectie (door middel van druksensoren en koolmonoxidesensoren die zeer lage concentraties van waterstof in lucht kunnen waarnemen). Hierdoor kon in geen enkele situatie de grenswaarde van 10% van de onderste ontvlambaarheidslimiet van waterstof worden overschreden. Daarnaast is er tijdens de waterstofombouw minutieus naar lekkages gezocht en waar gevonden ook hersteld om risico's

uit te sluiten. Toekomstige normen voor waterstof zullen uit moeten wijzen of het gevoerde veiligheidsbeleid, onder andere met betrekking tot het volledig uitsluiten van minimale lekkages, realistisch is voor de praktische toepassing van waterstof in de gebouwde omgeving.

- **Samenwerking met uitvoeringspartners en stakeholders.** Tijdens dit project is er samengewerkt met meerdere externe partijen, zowel in de planvorming als uitvoering. Tijdens het opstellen van de veiligheidsmaatregelen is er samengewerkt met de Milieudienst Rijnmond (DCMR) en Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond (VR-RR). Deze samenwerking is vroegtijdig geïnitieerd en als positief ervaren. Ook zijn er door Stedin informatieavonden georganiseerd in de brandweerkazerne in Stad aan 't Haringvliet om de lokale brandweer mee te nemen in de genomen veiligheidsmaatregelen. Dit project benadrukt nogmaals dat het vroegtijdig betrekken van deze stakeholders van belang is, mede door het ontbreken van een wettelijk kader voor waterstof en voor het verkrijgen van draagvlak.
- **Informereren van bewoners.** De directe bezoeken van bewoners aan het Inspiratiehuis Stad Aardgasvrij hebben een wezenlijke bijdrage geleverd aan het kennisniveau van bewoners en tegelijkertijd ook het draagvlak voor de waterstofombouw in 2025 vergroot. Ook is de conclusie getrokken dat de bewoners behoefte hebben aan een aanbod op maat. De isolatie in huizen verschilt immers en ook de wensen en behoeften van bewoners zijn niet allemaal hetzelfde. Daarom is er vanuit het project Stad Aardgasvrij voor gekozen om alle woningen in Stad aan 't Haringvliet met een aardgas aansluiting te schouwen. Hierdoor krijgen bewoners inzicht in welke stappen er technisch nodig zijn om hun woning over te zetten op groene waterstof. Naast de directe bezoeken door bewoners heeft de realisatie van het Inspiratiehuis ook geleid tot meer zichtbaarheid van het project Stad Aardgasvrij in Nederland en ook op Europees niveau.

5. CONCLUSIE EN VERVOLG

Met de waterstofombouw van het Inspiratiehuis Aardgasvrij is aangetoond aan de bewoners van Stad aan 't Haringvliet dat een woning op een veilige manier overgezet kan worden van aardgas naar groene waterstof. Om de waterstofombouw in 2025 daadwerkelijk uit te kunnen voeren zullen er de komende tijd door het consortium van het project Stad Aardgasvrij nog meerdere activiteiten worden uitgevoerd. Het project Stad Aardgasvrij gaat alleen door als er **draagvlak is onder bewoners**. Dit is één van de acht beloften die aan bewoners is gedaan door het project Stad Aardgasvrij. Hierom zal er een draagvlakmeting worden gedaan onder bewoners, waar minstens 70% van de bewoners met een aardgasaansluiting voor zal moeten stemmen om de waterstofombouw in 2025 door te kunnen laten gaan. Omdat zowel de technische specificaties van de woningen als de wensen en behoeften van bewoners verschillen, is er voor gekozen om iedere bewoner een aanbod op maat te doen. Om dit te kunnen doen, wordt aan iedere bewoner met een aardgasaansluiting de gelegenheid geboden om zijn of haar woning te laten schouwen. Deze schouw geeft inzicht in welke ingrepen er technisch nodig zijn om over te stappen naar groene waterstof, hoeveel deze overstap gaat kosten en hoe dit wordt vergoed. Hierna zal een aanbod op maat worden gedaan op basis waarvan iedere bewoner zijn stem uit kan brengen tijdens een door de gemeente Goeree-Overflakkee georganiseerde draagvlakmeting. Daarnaast zal er door Stedin een **breder netonderzoek** worden verricht om te verifiëren dat alle componenten in het distributienet, waaronder de hoofd- en aansluitleidingen, geschikt zijn voor de distributie van waterstof.

Ook is het van belang dat er **een (tijdelijk) wettelijk kader is voor de toepassing van waterstof**. Daarom werkt het project Stad Aardgasvrij mee aan de Green Deal H2 wijken.¹² Hier wordt gewerkt aan de randvoorwaarden voor de realisatie van de waterstofpilots, waaronder de wijk Erflanden in Hoogeveen en



Stad aan 't Haringvliet. Een belangrijk onderdeel hiervan is om bestaande technische en juridische belemmeringen weg te nemen. Eén van deze juridische belemmeringen is dat het momenteel mogelijk is dat één of meer bewoners om diverse redenen weigert om over te stappen van aardgas naar een andere warmteoplossing. Dit terwijl er bij een waterstofombouw een nieuwe collectieve warmtevoorziening wordt geboden door gebruik te maken van het bestaande aardgasnet. Om het bestaande aardgasnet te kunnen hergebruiken voor groene waterstof is het daarom van belang dat de lokale overheid (gemeente) doorzettingsmacht krijgt om de aardgasvoorziening te laten vervallen en te kiezen voor groene waterstof.

Het Inspiratiehuis Stad Aardgasvrij zal, ondanks dat deze niet meer wordt verwarmd met waterstof, openblijven tot de draagvlakmeting om eventuele vragen van bewoners te beantwoorden.

Kijk op de website www.stadaardgasvrij.nl voor de actuele openingstijden.

¹² <https://www.greendeals.nl/green-deals/green-deal-h2-wijken>



COLOFON & DANKWOORD

Dit eindrapport is geschreven door Stedin Netbeheer B.V. en energie-expert DNV. Voor vragen kunt u Tjebbe Vroon (tjebbe.vroon@stedin.net) van Stedin of Harm Vlap (Harm.Vlap@dnv.com) van DNV benaderen.

Het ombouwproject in Stad aan 't Haringvliet is gerealiseerd dankzij de voorspoedige samenwerking met de gemeente Goeree-Overflakkee, woningcorporatie Oost West Wonen, DNV, Kievit Warmte, Remeha, Nefit Bosch en GasTerra.

Stedin Netbeheer B.V.
Postbus 49
3000 AA Rotterdam

 twitter.com/Stedin

 facebook.com/stedinnetbeheer

 [linkedin Stedin](https://linkedin.com/company/stedin)