



Leerresultaten waterstof- project Lochem

Deel 5: Uitbedrijfstelling en belangrijkste
leerpunten gehele project

Versie	1.0
Status	Definitief
Datum	Mei 2026
Opdrachtgever	Elbert Huijzer
Projectleider	Hans Rienks
Auteur(s)	Peter Verstegen en Hans Rienks
Verspreidingslijst	Externe versie

INHOUD

1	Inleiding	1
2	Vorbereiding ombouw naar aardgas	2
2.1	Het besluit	2
2.2	Ombouw van het distributienet van waterstof naar aardgas	2
2.3	Afstemming met projectpartners, projectinstallateur	2
2.4	Betrekken deelnemers	2
2.5	Afstemming met de waterstofleverancier	3
2.6	De uitvoeringsplannen	3
2.6.1	Plan Invoedstation	3
2.6.2	Plan distributienet, binneninstallatie woningen en waterstofcombiketels	4
3	De uitvoering, ervaringen en ondersteunend onderzoek	6
3.1	Verloop van de uitvoering	6
3.2	Herbestemming materialen	7
3.3	Ervaringen en leerpunten tijdens de uitvoering	7
3.4	Desorptieonderzoek reukstof THT	8
3.4.1	THT na afkoppelen woningen	8
3.4.2	Laboratoriumonderzoek	8
Deel B: Evaluatie van het project		
4	Belangrijkste leerpunten waterstofproject Lochem	11
4.1	Aanleiding	11
4.2	Aanpak	11
4.3	Belangrijkste leerpunten	12
4.3.1	Techniek	12
4.3.2	Samenwerking	13
4.3.3	Afstemming met betrokken officiële instanties	13
4.3.4	Veiligheid	15
4.3.5	Organisatie netbeheerder	16
5	Conclusies en aanbevelingen	16

1 Inleiding

Doelstelling rapportage

Het H2-Lochem project is een innovatief waterstofproject waar waardevolle resultaten en inzichten zijn behaald.

Dit rapport beschrijft de aanpak en leerervaringen van de uitbedrijfstelling van het gehele waterstofsysteem, bestaande uit de onderdelen invoedstation, distributieleiding, dienstleidingen, binnenleidingen en waterstof-combiketel. Daarna worden enkele van de belangrijkste leerervaringen uit het project samengevat.

Het systeem is bijna drie jaar in bedrijf geweest, dit is conform de projectopzet. Daarbij was het uitgangspunt dat in die periode voldoende ervaring kon worden opgedaan met de bedrijfsvoering van het distributienet en het functioneren van de huisinstallaties alsook het invoedstation.

Leeswijzer

Dit rapport is geschreven in twee delen. Het eerste deel beschrijft de afronding van het project en wat daar voor nodig was. Het tweede deel beschrijft een aantal lessen die geleerd zijn over het geheel van het project.

Dit rapport is het laatste deel in een reeks van rapporten waarin Alliander haar leerervaringen in waterstofproject Lochem beschrijft.

De eerdere delen zijn:

Deel 1: Van de start tot de inbedrijfstelling (2019-2022)

Deel 2: Eerste jaar van de beheerfase (2023)

Deel 3: Tweede jaar van de beheerfase (2024)

Deel 4: Derde jaar van de beheerfase tot de uitbedrijfstelling (2025)

Deel A: Het afronden van het project

2 Voorbereiding ombouw naar aardgas

2.1 Het besluit

De opzet van de pilot in Lochem was om in 3 jaar tijd leerervaringen op te doen met de distributie van waterstof en het verwarmen van woningen met waterstof cv-ketels (2022 - 2025). Daarna zou in principe weer worden overgestapt op aardgas. Dit is ook in de samenwerkings- en deelnemersovereenkomsten opgenomen, met de optie voor verlenging met twee jaar indien een derde partij bereid zou zijn de waterstoflevering voort te zetten. Dit bleek echter niet opportuun. Daarom is eind 2024 besloten om de voorbereiding in gang te zetten om van waterstof terug te gaan naar aardgas vòòr het stookseizoen van 2025 - 2026. Om dit te realiseren, moesten er de volgende zaken worden geregeld:

- Afspraken maken met deelnemers over de ombouw;
- Afstemmen met projectpartners, de projectinstallateur en de waterstofleverancier;
- Afstemmen met de betrokken officiële instanties (SodM, Veiligheidsregio, Brandweer, Gemeente Lochem)
- Aanvullende risico-inventarisatie en controle VWI's;
- Opstellen uitvoeringsplannen voor het distributienet en de woningen, en een plan voor het invoedstation.

Deze zaken zijn in de praktijk als parallelle werksporen uitgevoerd omdat er onderlinge afhankelijkheden waren.

2.2 Ombouw van het distributienet van waterstof naar aardgas

Om ervaring op te kunnen doen voor een eventuele toekomstige grootschalige ombouw, zou het vanuit de netbeheerder gezien voorkeur hebben om de ombouw in één dag uit te voeren. Dit is in theorie mogelijk vanwege het dubbele net in de straat. Naast de waterstofleiding was (en is) er namelijk ook een aardgasleiding aanwezig voor de huizen die niet deelnamen aan de pilot. Door de hoofdleiding met aardgas te

spoelen, kan deze betrekkelijk snel (ca. 1,5 u) op aardgas worden gezet. Voorwaarde is dan wel de ombouw van de waterstofwoningen dezelfde dag plaatsvindt, omdat de deelnemers anders te lang zonder warm tapwater en ruimteverwarming zouden komen te zitten.

Als dat niet haalbaar zou zijn in de praktijk, zou het alternatief zijn om de hoofdleiding in etappes op aardgas over te zetten door gebruik te maken van de aanwezige afsluiters.

2.3 Afstemming met projectpartners, projectinstallateur

Met de projectpartners LochemEnergie en Remeha en de projectinstallateur Kimenai is besproken hoe de ombouw op een veilige en verantwoorde manier zou kunnen worden uitgevoerd, rekening houdend met de bestaande afspraken en de mogelijkheden en de wensen van de deelnemers.

Remeha heeft een aanbod voor de deelnemers opgesteld voor een aardgasketel dan wel een gecombineerd toestel met hybride warmtepomp (zie ook 2.4).

Kimenai gaf aan maximaal drie teams te kunnen leveren, zodat er maximaal drie woningen per dag konden worden omgebouwd naar aardgas. Dit is toen maatgevend geworden voor de ombouw, omdat het uit oogpunt van veiligheid en coördinatie ongewenst is om meer partijen te moeten inschakelen. Daarmee verviel de mogelijkheid om de gehele ombouw in één dag uit te voeren.

Gezien de opbouw van het net met de aanwezige afsluiters heeft dit geleid tot 5 ombouwdagen. Inclusief uitloop- en reservedagen kon dit in twee werkweken worden uitgevoerd, waarbij voorbereidend graafwerk steeds een dag eerder werd gepland zodat men tijdig kon beginnen de volgende dag.

2.4 Betrekken deelnemers

Volgens de afspraken in de deelnemers-overeenkomst met de deelnemers hadden zij bij het beëindigen van de pilot recht op een nieuwe aardgas cv-ketel die gelijkwaardig is aan de oude, dan wel terugplaatsing van de oude cv-ketel. Aangezien de meeste deelnemers een ketel van meer dan 10 jaar oud hadden op

moment van deelname in 2022, was er geen animo om de oude ketel terug te plaatsen (voor zover die nog bewaard zouden zijn). Ook gaven deelnemers aan dat teruggaan naar aardgas voelde als een stap terug, en dat men zich afvroeg of het aardgasverbruik vermeden dan wel verminderd zou kunnen worden door een (hybride) warmtepomp.

Daartoe is samen met de projectpartners een voorstel met keuzemogelijkheden (menukaart) gemaakt dat op 22 januari aan de deelnemers is gepresenteerd. De menu kaart bevatte drie modellen cv-ketels en 2 modellen hybride cv/warmtepomp combitoestellen, door projectpartner Remeha aangeboden. De meerprijs voor een hybridetoestel was voor rekening van de deelnemer.

Calenta Ace-Matic (3 modellen).
(drie uitvoeringen)

<p>Calenta Ace-Matic 30c-CWS Vermogen cv-bedrijf Cv-vermogen 50/30° 3.3 – 27,2kW</p> <p>Tappacapaciteit Maximale tappacapaciteit bij 40°C – 14,5 l/min</p> <p>Afmetingen 795 x 460 x 392 mm</p> <p>Gewicht 26,9 Kg</p>	<p>Calenta Ace-Matic 40c-CWS Vermogen cv-bedrijf Cv-vermogen 50/30° C 4.2 – 38,3kW</p> <p>Tappacapaciteit Maximale tappacapaciteit bij 40°C – 20,3 l/min</p> <p>Afmetingen 795 x 460 x 392 mm</p> <p>Gewicht 38,5 Kg</p>	<p>Calenta Ace-Matic 40l-CWS Vermogen cv-bedrijf Cv-vermogen 50/30° 4.2 – 38,3kW</p> <p>Tappacapaciteit Maximale tappacapaciteit bij 40°C – 24 l/min (incl. 40 liter boilervat)</p> <p>Afmetingen 905 x 605 x 505 mm</p> <p>Gewicht 53 Kg</p>
--	--	---

15 CR remeha

Figuur 1 – Menukaart CV-ketels

Elga Ace All-in-one (2 modellen)

<p>Elga Ace All-in-one 6 MR Onderstaande gegevens gelden voor A17° C/W* 33° C</p> <p>Verwarmingsvermogen warmtepomp 6,37 kW</p> <p>Afmetingen buitendeel 712 x 1008 x 426 mm</p>	<p>Elga Ace All-in-one 8 MR Onderstaande gegevens gelden voor A17° C/W* 33° C</p> <p>Verwarmingsvermogen 8,46 kW</p> <p>Afmetingen buitendeel 860 x 1118 x 523 mm</p>
<p>CV-ketel 28C Vermogen cv-bedrijf Cv-vermogen 50/30° 3.3 – 26,1 kW</p> <p>Tappacapaciteit Maximale tappacapaciteit bij 40°C – 13,4 l/min</p> <p>Afmetingen binnendeel 726 x 395 x 447 mm</p> <p>Gewicht warmtepomp+ketel 48,9 kg</p>	<p>CV-ketel 35C Vermogen cv-bedrijf Cv-vermogen 50/30° 3.8 – 32,8 kW</p> <p>Tappacapaciteit Maximale tappacapaciteit bij 40°C – 16,7 l/min</p> <p>Afmetingen binnendeel 726 x 395 x 447 mm</p> <p>Gewicht warmtepomp+ketel 50,9 kg</p>

16 CR remeha

Meer info: <https://www.remeha.nl/product/elga-ace-all-in-one>

Figuur 2 – Menukaart hybride combitoestellen

Een volledig elektrische warmtepomp werd op basis van een technisch/financiële afweging afgeraden door Kimenai, wat overeenkomt met het uitgangspunt van de Belangenvereniging Beschermd Stadsgezicht Berkeloord dat deze woningen niet geschikt zijn voor ombouw tot “all electric”.

De deelnemers is gevraagd om hun beschikbaarheid eind september/begin oktober door te geven en uiterlijk in maart een keuze te maken uit de menukaart, al dan niet na een kosteloos adviesgesprek met de

projectinstallateur. Dit omdat er dan voldoende tijd resteerde voor de installateur om offertes te maken en de benodigde zaken te bestellen. Een ruime meerderheid van de deelnemers heeft gekozen voor een hybride combitoestel. Vanwege het beschermde stadsgezicht moest elke deelnemer bij de gemeente een vergunning aanvragen voor het plaatsen van de buitenunit van de hybride warmtepomp.

2.5 Afstemming met de waterstofleverancier

De waterstofleverancier Westfalen beheerde zelf het invoedstation van het waterstofnetwerk en was ook verantwoordelijk voor de verwijdering en het schoon opleveren van de kavel die per 1 april 2026 weer wordt overgedragen aan de gemeente Lochem. Er is een aparte afspraak gemaakt over het drukloos en waterstofvrij maken van de koppelleiding tussen het invoedstation en de zogenaamde hinderwetafsluiter van het waterstofdistributienet van Liander.

Westfalen heeft een planning gemaakt voor het amoveren van de installatie. De installatie is vrijwel in zijn geheel overgenomen door Cogas en verplaatst naar de Safety Campus in Enschede.

Tenslotte is er een bodemonderzoek uitgevoerd dat aantoont dat de kavel niet verontreinigd is.

2.6 De uitvoeringsplannen

Er zijn twee uitvoeringsplannen opgesteld. Het plan voor het verwijderen van het invoedstation is door de exploitant Westfalen opgesteld. Het plan voor de ombouw van de woningen en het distributienet is door Liander opgesteld.

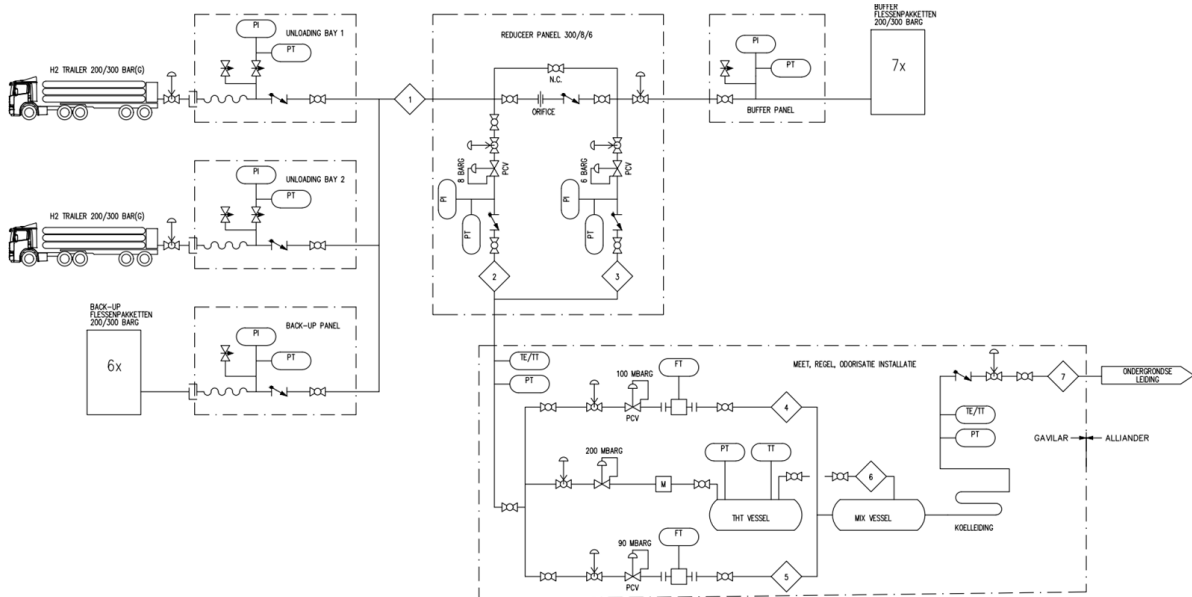
2.6.1 Plan Invoedstation

Het invoedstation moest na de pilot worden verwijderd en de grond moest weer schoon worden opgeleverd aan de gemeente Lochem. Westfalen heeft daarom een uitvoeringsplan opgesteld. Naast een veiligheidsinstructie bevat dit plan de werkwijze om de installatie drukloos en waterstofvrij te maken.

Daartoe zijn eerst de waterstofbronnen, te weten de tubetrailers en de flessenpakketten voor buffer- en noodvoorraad, afgekoppeld en is de inhoud van de verzamelleidingen afgeblazen tot en met de eerste drukreducerinstallatie (van 200 bar naar 8 bar). Dit was noodzakelijk omdat

de aanwezige stikstofinstallatie niet meer dan 8 bar druk kan leveren, waardoor eerst de druk verlaagd moest worden om te kunnen spoelen voor inertiseren.

Na het inertiseren van de gehele installatie was er alleen nog waterstof aanwezig in de koppelleiding tussen de laatste afsluiter van het



Figuur 3 – Vereenvoudigd schema van het invoedstation met links en rechtsboven de waterstofbronnen, midden boven de eerste drukreducerstap en onder de tweede drukreductie en odorisatie. Rechts bevindt zich de koppelleiding naar het net.

De meet-, regel- en odorisatieinstallatie (MRO) heeft een werkdruk onder het drukniveau van 8 bar en is direct met stikstof gespoeld. Speciale aandacht had daar vooral het verwijderen van het THT-vat na inertiseren.

invoedstation en de hinderwetafsluiter van het distributienet van Liander. De waterstof in de koppelleiding is verwijderd door dit af te fakkelen tijdens het spoelen met stikstof.

Als laatste is de stikstofinstallatie van het invoedstation verwijderd.

Alle meetdata van het invoedstation zijn veiliggesteld voor eventuele latere analyse.

Inhoudsopgave	
1 VEILIGHEID	3
1.1 Algemeen	3
1.2 THT Veiligheidsinstructie "werken met odorant"	3
1.2.1 Eigenschappen van THT	3
1.2.2 De risico's van THT zijn	3
1.2.3 Blootstelling aan THT van personeel	3
1.2.4 Contact met THT en gevolgen ervan	4
1.2.5 Eerste hulp bij contact THT	4
1.2.6 Persoonlijke beschermingsmiddelen	4
1.2.7 Wat te doen bij lekkages	4
2 UIT BEDRIJF NEMEN VAN DE WATERSTOF INSTALLATIE	4
2.1 Sluiten van de MRO installatie	4
2.2 Afkoppelen bron voorzieningen	4
2.2.1 Afkoppelen Trailer (Er zijn 2 panelen waarvan er altijd maar 1 aangesloten is op een trailer)	4
2.2.2 Afkoppelen back-up flessenpakketten	5
2.2.3 Afkoppelen buffer flessenpakketten	5
2.3 Systeem drukloos maken	5
3 WATERSTOF INSTALLATIE SPOELEN MET STIKSTOF	5
3.1 Installatie spoelen	6
3.1.1 Controleer de positie van ondergenoemde aansluitingen en afsluiters en pas deze indien nodig aan	6
3.1.2 De volgende manometers mogen geen druk aangeven	7
4 UIT BEDRIJF NEMEN VAN DE MRO INSTALLATIE	8
4.1 Legen van het THT procesvat	8
4.2 Voorbereiding inertiseren MRO installatie	8
4.3 Inertiseren hoofd-straat	9
4.4 Inertiseren reserve-straat	9
4.5 Inertiseren THT straat	9
4.6 Inertiseren koppelleiding (in samenwerking met Liander)	9
5 UIT BEDRIJF NEMEN VAN DE STIKSTOF INSTALLATIE	10
5.1 Nitrogen panel	10
5.2 Trailer control panel	10
5.3 Central control panel	10
5.4 Nitrogen panel	10
6 BIJLAGEN	11
6.1 P&ID Watersofinstallatie	11
6.2 P&ID MRO Installatie	12
6.3 Overzicht locatie panelen	13
6.4 Unloading panel / Docking station	14
6.5 Control panel	15
6.6 Back-up panel / package panel	16
6.7 Buffer panel	17
6.8 Stikstof panel	18
6.9 Regulating / central control panel	19

Figuur 4 – Inhoudsopgave uitbedrijfsnameplan Westfalen

2.6.2 Plan distributienet, binneninstallatie woningen en waterstofcombiketels

Na afstemming met Kimenai en Remeha is er voor gekozen om de woningen en de waterstofhoofdleiding in de Nieuweweg in vijf fasen om te bouwen van waterstof naar aardgas:

- Fase 1: Ombouw verst van het invoedpunt gelegen netsectie en drie woningen en afkoppelen drukmeetpunt
- Fase 2: Ombouw woning met twee cv-ketels
- Fase 3: Ombouw tweede netsectie en drie woningen
- Fase 4: Ombouw twee woningen

- Fase 5: Ombouw derde netsectie en laatste twee woningen. Definitief aankoppelen hoofdleiding op aardgasnetwerk aan de twee uiteinden. Drukloos maken aansluitleiding naar het invoedstation en inertiseren koppelleiding met invoedstation.

In totaal betrof het 11 woningen, aangezien er al één woning in juli was omgebouwd naar aardgas op verzoek van de deelnemer, dit i.v.m. een voorgenomen verbouwing.

Deze vijf fasen zijn over meerdere dagen verspreid gepland in de periode direct voor het stookseizoen van 2025 – 2026, te weten 19 september tot en met 21 oktober.

Tussen de werkdagen zijn uitlooptijden vrijgehouden om tegenvallers te kunnen opvangen. Ook zijn er geen woningen op vrijdagen overgezet om weekendwerk bij tegenvallers te voorkomen.

Het plan beschrijft ook welke VWI's van toepassing zijn en wat de verantwoordelijkheden zijn van de deelnemende partijen Liander, Kimenai en Remeha.

Het plan is volgens een zorgvuldig proces opgesteld, waarin zowel intern Liander als met externe partijen meermaals is afgestemd.

Door omstandigheden kon SodM niet eerder dan eind augustus reageren op het plan, maar het betrof wel punten die tot een wezenlijke aanvullingen leidden vlak voor de uitvoering. Dit betrof twee punten. Het eerste punt was dat het plan was om te spoelen met aardgas in plaats van met stikstof en dat dit niet in een VWI beschreven was. Het tweede punt hing daarmee samen: het voorkomen van het risico op ontstaan van waterstof-aardgasmengsels. Als scheiding tussen de netsecties zou gebruik gemaakt worden van de aanwezige afsluiters, een enkel blok. Als die scheiding niet goed zou functioneren, zouden er mogelijk waterstof-aardgasmengsels kunnen ontstaan. Onder meer omdat niet bekend was hoe de waterstofcombi-ketel zou reageren bij eventuele vermenging, vond de toezichthouder het risico te groot. Na een aanvullende risico-inventarisatie is besloten om met een dubbel blok¹ te werken, door tijdelijk

¹ Dubbel blok is een dubbele barrière aanbrengen

² Veiligheidsregio VNOG was op de hoogte van de terugbouw, zij verzorgde ook de informatie-voorziening richting brandweer. Afgesproken was dat Alliander na

eindkappen te plaatsen naast de betreffende afsluiter die op dat moment de scheiding vormde tussen waterstof en aardgas. Hiervoor moest met gasblazen een tijdelijke afsluiting worden gemaakt. Als extra maatregel is daarbij de druk gemeten, omdat het waterstofnet een lagere bedrijfsdruk (80 mbar) had dan het aardgasnet gaf dat dan een extra controlemogelijkheid. Tenslotte zijn er diverse administratieve handelingen uitgevoerd (tabel 1):

Tabel 1 – Uitgevoerde administratieve handelingen

Handeling
SodM informeren
ACM informeren
NRG-registratie van waterstofgasnet naar aardgasnet
Aansluitschetsen aanpassen op nieuwe situatie
Conserveren dan wel overdragen/verkoopen waterstofaanhangers met specifieke gereedschappen
Drukmeet- en monsternamepunten uit SCADA uithuizen
Controle dat bewoners energiecontract op orde hebben en eventueel verwijderen Hanzebox i.o.m. bewoner (LochemEnergie)
Inleveren H2-sensoren meteropstelling en ketelopstelling
Eisvoorzorgmaatregelen KLIC opheffen
Afmelden bij LKC, veiligheidsregio ² en brandweer dat er geen waterstof gasnet meer aanwezig is.
KLAK, eventuele aanpassingen voor waterstof deactiveren
Veilig stellen meetdata invoedstation
Veilig stellen meetdata gasmeters in woningen

Verder dient nog vermeld te worden dat de aanvoerleiding vanaf de Nieuweweg naar het invoedstation is uitgenomen omdat deze geen functie meer had. Dit onderdeel bevatte geen leerpunten omdat het een regulier werk was, de leiding was drukloos gemaakt.

Tenslotte is in de laatste fase (fase 5) het spoelen en drukloos maken van de aansluitleiding traject Stiggoor- Endepol 3 dagen uitgesteld om THT-desorptie metingen te kunnen doen. De resultaten zijn aan het einde van het volgende hoofdstuk beschreven (par. 3.4.1).

afronding van elk onderdeel (Woningen & leidingnet Nieuweweg, invoedstation, toevoerleiding) aan VNOG meldde dat de werkzaamheden zijn afgerond.

3 De uitvoering, ervaringen en ondersteunend onderzoek

3.1 Verloop van de uitvoering

Begonnen is met het graven van de eerste werkputten op vrijdag 19 september, dit werd steeds voorafgaand aan een ombouwdag gedaan om vertraging op de ombouwdagen zelf te voorkomen.

Elke werkdag werd begonnen met een startwerkbespreking waarbij Liander, Kimenai en, afhankelijk van de werkzaamheden, Remeha aanwezig waren.

Kimenai kon op ombouwdagen direct beginnen met het vervangen van de ketels na het sluiten van de hoofdkraan in de meterkast en de aansluitkraan onder de ketel. Met inbedrijfstellen van de nieuwe aardgasketel moest worden gewacht tot de binnenleiding gespoeld was met aardgas en de aansluitleiding beproefd was.

Remeha haalde de waterstofketels op en assisteerde bij de inbedrijfstelling waar nodig.



Figuur 5 – Na gedane arbeid....

Fase 1 (drie woningen) is uitgevoerd op maandag 22 september, fase 2 (één woning) op woensdag 24 september en fase 3 (drie woningen) op donderdag 25 september. Fasen 4 en 5 (vier woningen) zijn uitgevoerd op achtereenvolgens maandag 6 en woensdag 8 oktober.

Bijzonderheid is, dat dinsdag 7 oktober een meting is ingezet van het THT-gehalte in de aanvoerleiding, zie paragraaf 3.3. Deze meting duurde tot vrijdag 10 oktober, toen de aanvoerleiding drukloos is gemaakt.



Figuur 6 – Werkzaamheden aan het Stiggoor

De aanwezige meetpalen zijn verwijderd inclusief de drukopnemer en bijbehorende kast met "remote terminal unit" (RTU) voor het uitlezen op afstand.

Bij de deelnemende woningen zijn de aardgasketels dan wel de hybride toestellen (combinatie van cv-ketel en binnenunit van de warmtepomp) op de dag van ombouw in bedrijf gesteld. Bij de hybride toestellen is het warmtepompgedeelte in de week erna aangesloten op de buitenunit en vervolgens in bedrijf gesteld.

De waterstofgasmeters zijn ingezameld voor onderzoek door de fabrikant. De eindstanden zijn doorgegeven aan LochemEnergie voor de eindafrekening van de waterstoflevering aan de deelnemers. LochemEnergie kon deze uitlezen via de Hanzebox, maar die heeft niet in alle gevallen de eindstand doorgegeven. Afhankelijk van het tijdstip van ontkoppelen van de gasmeter en de "dummy" slimme meter (die ieder uur de meterstanden van de waterstofgasmeter in de meterkast doorgaf aan de Hanzebox) is of de eindstand of de op één na laatste stand doorgegeven.

Het invoerpunt is op maandag 20 oktober drukloos en waterstofvrij gemaakt. De flessenpakketten zijn ontkoppeld, de tubetrailer was al eerder weggehaald. De leidingen zijn met stikstof gespoeld en het restant waterstof is afgeblazen. Dinsdag 21 oktober is de koppelleiding tussen de hinderwetafsluiter van de distributieleiding van Liander en het invoerpunt

met stikstof gespoeld waarbij de waterstof is afgefakkeld.



Figuur 7 – Spoelen koppelleiding invoedstation

De remote terminal unit (RTU) van Liander, waarmee het bedrijfsvoeringscentrum van Liander op afstand de status van het invoedpunt kon uitlezen, is ontkoppeld en opgehaald.

3.2 Herbestemming materialen

Eén van de gereedschapsaanhangers is inclusief gereedschap verkocht aan Cogas voor gebruik in Hyfield, de ander heeft een nieuwe bestemming bij Liander gekregen. De waterstofsensoren uit de woningen zijn meeverkocht.

Westfalen heeft het invoedstation verkocht aan Cogas. Het wordt opnieuw opgebouwd in Hyfield, een samenwerkingsverband tussen Cogas en Twente Safety Campus. Hyfield is een nieuwe test- en opleidingslocatie voor waterstof op de voormalige vliegbasis Twente.



Figuur 8 – Heropbouw in Hyfield

De meet-, regel- en odorisatie-installatie (MRO) is teruggedaan naar de leverancier.

3.3 Ervaringen en leerpunten tijdens de uitvoering

De eerste dag van de uitvoering was SodM aanwezig voor een inspectie, vanaf het moment van de startwerkbespreking tot het afronden van de werkzaamheden van die dag.

SodM heeft daarbij de volgende zaken opgemerkt:

- Keuringsdatum fakkel verlopen;
- Plaats dubbel blok / eindkappen.



Figuur 9 – Dubbel blok Fase 1

De keuringsdatum van de gebruikte grote fakkel bleek verlopen te zijn. Ook voor de kleine fakkels en de fakkels in de reserve aanhangwagen bleek dit het geval te zijn. Gelukkig was de fakkels van Alliander Opleidingen voorzien van een geldig keuringsbewijs, zodat deze vervolgens is ingezet. Terugvaloptie was het lenen van een geschikte fakkel van collega netbeheerder Enexis, deze was reeds klaargezet in Kolham.

Leerpunt is om van te voren alle gereedschappen te controleren op keuringsdatum. Liander had maandelijks de gereedschapsaanhangers gecontroleerd, maar desondanks is dit niet opgemerkt. De standaard gereedschapscontrole bij Liander (Pitstop), bleek niet te voorzien in keuring van de fakkels en de slangen, dit is alsnog uitgevoerd door de betreffende leverancier.

Voor de plaatsing van de eindkappen om het dubbel blok te realiseren, merkte SodM op dat dit, in afwijking van het werkplan, ook aan de aardgaszijde van de afsluiter kon worden geplaatst in plaats van de waterstofaanvoerzijde. Dit bood het voordeel dat er niet tijdelijk een

enkel blok zou zijn wat de kans op vermenging iets groter maakt. Na overleg bij de werkput is deze suggestie van de SodM overgenomen door de aanwezige OIV-er en WV-er en zijn de blaas en daarna de eindkappen aan de aardgaszijde van de afsluiter aangebracht.

Bij het spoelen van alle leidingen is de zogenaamde 5 minuten regel aangehouden. Dit houdt in dat er tweemaal gespoeld is met een wachttijd van 5 minuten. Hiermee worden vertragingseffecten door niet volledig instantane menging van aardgas en waterstof opgevangen, zodat de leiding volledig gespoeld en waterstofvrij is. Vooral bij de hoofdleiding bleek dit effect op te treden, wat met de lengte te maken heeft. Ondanks dat na de eerste spoeling aardgas tegen de 100% werd gemeten, kwam er na de wachttijd nog een golfje waterstof.

Specifiek aandachtspunt tijdens de uitvoering bleek het afdekken van werkputten vanwege onverwacht grote verkeersdrukte de eerste ombouwweek. Een aantal werkputten bleef meerdaags geopend wat behalve de afzetting ook aandacht vroeg voor het afdekken om eventuele schade, al dan niet door vandalisme, tegen te gaan. De verkeersdrukte bleek groter te zijn dan normaal door wegwerkzaamheden in de regio waardoor de Nieuweweg als sluiproute werd gebruikt. Achteraf gezien had een verkeersregelaar hier nuttig werk kunnen doen. Les is om dit van tevoren bij de gemeente na te vragen.

3.4 Desorptieonderzoek reukstof THT

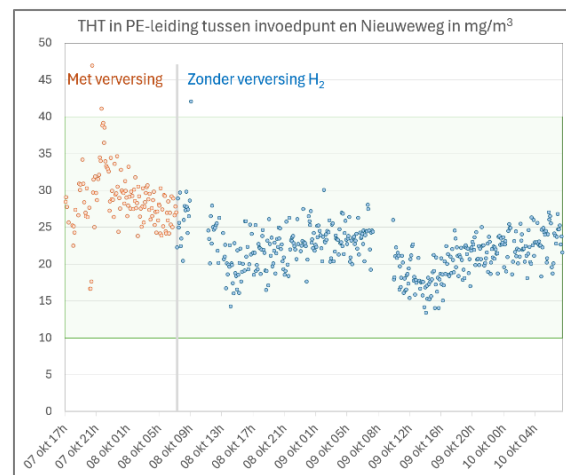
Tijdens de pilotperiode zijn er maandelijks op verschillende plaatsen in het waterstofnet gasmonsters genomen. Daarbij viel op dat bij lage afname in de zomerperiode de gemeten THT-waarden aan de Nieuweweg soms boven de toelaatbare maximale waarde van 40 mg/m^3 lagen, terwijl daar vanuit het invoedstation geen reden toe was. Tijdens gesprekken in het kader van kennisuitwisseling bleek dat dit fenomeen zich ook voordeed bij pilotprojecten in Duitsland en het VK, en dat er veel vragen en onduidelijkheden waren over het gedrag van THT in waterstofnetten. Omdat door het waterstofnet in Lochem inmiddels 3 jaar geodoriseerd waterstof

is getransporteerd, gaf dat een unieke mogelijkheid voor meer inzicht. Dat is vertaald in twee meetprojecten:

Op de eerste plaats is er na het afkoppelen van alle woningen nog enkele dagen THT gemeten met de meetkar van Kiwa. Vervolgens zijn er bij de uitbedrijfname leidingdelen uitgenomen en verder onderzocht in het laboratorium van Kiwa.

3.4.1 THT na afkoppelen woningen

Aan het einde van de pilot is er nog enkele dagen THT gemeten in de aanvoerleiding tussen de invoedinstallatie en Nieuweweg. Uit de meetresultaten bleek dat de THT-concentratie ongeveer 28 mg/m^3 was in de periode dat er nog afname c.q. verversing was. Zie figuur 10.



Figuur 10 - THT metingen einde van de pilot

Na het afkoppelen van de woningen is de toevoerleiding op 80 mbar druk gehouden. In de periode zonder verversing (rechterdeel grafiek) bleef de THT-waarde redelijk constant op gemiddeld 22 mg/m^3 . De spreiding in de meetresultaten bleek groot en wordt toegeschreven aan meeton nauwkeurigheden en temperatureffecten. Blijkbaar ontstaat er dus een evenwichtssituatie. Deze kon niet worden toegeschreven aan de verzadigde dampdruk³ van THT in waterstof, die onder de vigerende condities hoger dan 80.000 mg/m^3 is.

3.4.2 Laboratoriumonderzoek

Om meer inzicht te krijgen zijn er bij de uitbedrijfname leidingstukken uitgenomen en

³ De druk die een damp (gasfase) uitoefent wanneer deze in evenwicht is met de vloeistof waaruit hij is ontstaan.

onderzocht door Kiwa⁴. Het ging daarbij om:

- PVC ø160, uit het leidingdeel aan de Nieuweweg, voorheen op aardgas;
- HDPE ø110 en 160, uit het nieuw aangelegde leidingdeel tussen de invoedinstallatie en Nieuweweg.

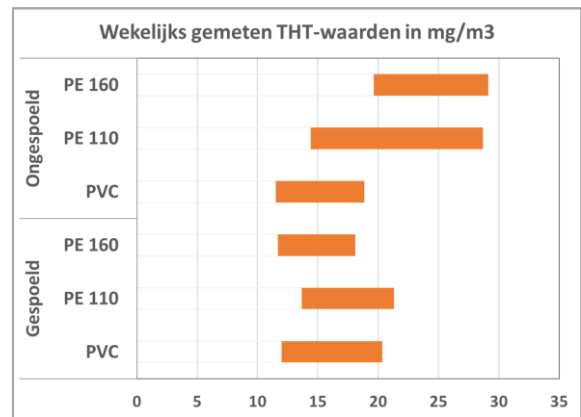
Daarbij is gekeken naar 1) de evenwichtsconcentratie die ontstaat wanneer er niet wordt gespoeld en 2) het THT-verloop in de tijd bij steeds periodiek spoelen met THT-vrije waterstof.



Figuur 11 - Meetopstelling uitgenomen leidingdelen bij Kiwa

THT-eventwichtsconcentratie niet-gespoelde leidingdelen

Bij de niet-gespoelde leidingdelen ontstond er na een inlooperperiode van enkele weken bij PE een evenwichtsconcentratie van ongeveer 23 mg/m³, voor PVC was dat 16 mg/m³. Ook hier was de spreiding in de meetwaarden vrij groot (zie figuur 12).



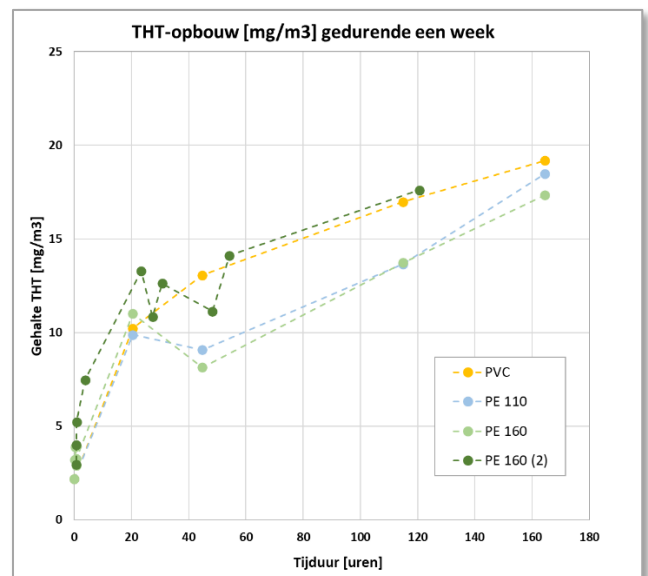
Figuur 12 - Wekelijks gemeten THT-waarden in mg/m³

THT-verloop in de gespoelde leidingdelen

Bij de gespoelde leidingen werd de gassamenstelling minimaal wekelijks gemeten, en meteen daarna gespoeld met THT-vrije waterstof. Bij deze metingen bleek dat er na een meetperiode van 10 weken nog geen zichtbare afname van de evenwichtsconcentratie was.

THT-opbouw direct na spoelen

Om meer inzicht te krijgen in de THT-opbouw in de tijd is er enkele keren meermalen per week gemeten, zie figuur 13. Uit de metingen bleek dat na 20 uur de THT-concentratie meestal boven de ondergrens van 10 mg/m³ ligt.



Figuur 13 – THT-opbouw gedurende een week (168 uur)

⁴ Rapport Kiwa GT 260111 "THT-desorptie uit buizen na 3 jaar waterstof", op aanvraag beschikbaar.

Conclusie aanvullende THT-metingen

Uit de aanvullende metingen blijkt dat er in de uitgenomen leidingdelen steeds een evenwichtsconcentratie ontstaat. Deze ligt binnen de wenselijke range van 10-40 mg/m³ THT, ook wanneer de leidingdelen periodiek worden gespoeld.

Het is aannemelijk dat de evenwichtsconcentratie ontstaat door adsorptie/desorptie van THT uit de leidingdelen, maar voor de hoogte van de evenwichtsconcentratie is geen duidelijke verklaring gevonden.

Aanvullend onderzoek en meer kennisuitwisseling kan helpen om hierin meer inzicht te krijgen.

Deel B: Evaluatie van het project

4 Belangrijkste leerpunten waterstofproject Lochem

4.1 Aanleiding

Alliander heeft in 2019 een realisatieprogramma voor waterstof in het leven geroepen. Eén van de projecten is de pilot “Waterstoflevering voor verwarming monumentale woningen in Lochem”. Deze pilot laat ten eerste de potentie zien van het bestaande gasnet en de impact op snelheid/kosten van de energietransitie en ten tweede leert Liander wat er allemaal komt kijken bij een ombouw zodat zij de verwachtingen naar haar stakeholders kan managen en de impact van een dergelijke omschakeling op haar organisatie kent.

Deze pilot is uitgevoerd in samenwerking met de partners Remeha en LochemEnergie. Beiden vanuit hun eigen doelstelling, namelijk het ontwikkelen van cv-ketels voor waterstof en het verduurzamen van monumentale panden. In dit project vonden wij elkaar in de gezamenlijke hoofddoelstelling:

‘Het demonstreren van waterstof (via de bestaande gasinfrastructuur) als hernieuwbare energiedrager in monumentale panden met behoud van het monumentale beschermde stadsbeeld dat als economische en technische showcase dient voor een snelle en succesvolle uitrol naar andere wijken’.

Om tot bovengenoemde hoofddoelstelling te komen zijn de volgende subdoelen gedefinieerd:

1. Vaststellen van minimale technische specificaties en key performance indicators(KPI's) voor woningen in de demo-omgeving die toepasbaar zijn voor monumentale wijken met diverse kenmerken – van belang voor een snelle succesvolle uitrol.
2. Onderzoeken en verkrijgen van inzicht in geschikte maatregelen met een positieve bijdrage aan het milieu per monumentale woning in de wijk.
3. Geïnstalleerde waterstofketels in 10 tot 15 woningen met draagvlak en tevreden bewoners in de demo-omgeving.

4. Werkzame veilige waterstof invoedinstallatie inclusief (opstelplaats) tubetrainers en koppeling aan waterstof aanvoerleiding naar de demo-omgeving.
5. Het krijgen van inzicht in digitale realtime gegevens op het gebied van waterstofverbruik in monumentale woningen.
6. Het stimuleren van andere partijen dan projectpartners (zoals toeleveranciers) om hun product/service aan te passen op de waterstofinfrastructuur.
7. Het monitoren van het opgeleverde waterstofsysteem en het daarmee verkrijgen van inzicht in de werking om optimale economische en technische instellingen te bepalen die als blauwdruk kunnen dienen voor uitrol naar andere monumentale wijken.

4.2 Aanpak

De pilot Lochem betrof het distribueren en leveren van waterstof aan 12 woningen. Hiertoe is in 2019 begonnen met het zoeken van partijen om dit mogelijk te maken, het werven van huishoudens als deelnemers alsook het opstellen van een plan van aanpak en een investeringsplan. De realisatie is in 2022 gebeurd. Er is een invoedpunt gebouwd voor de aanvoer van waterstof dat met een nieuwe gasleiding aangesloten is op een gesectioneerd deel van het bestaande aardgasnet. In de woningen zijn waterstofcombiketels geplaatst voor verwarming van de woningen en warm tapwater, als vervanging van de aardgasketels. Kooktoestellen zijn afgesloten en men is overgegaan op elektrisch koken. De aansluitleidingen zijn overgezet van het aardgasnet naar het waterstofdistributienet. De distributie van waterstof is gestart in november 2022 en beëindigd in oktober 2025.

In de ontwerp-, voorbereiding- en aanlegfase is al heel veel geleerd. In de beheerfase lag de nadruk op het leren van het beheer van het netwerk in een werkende situatie (naast de klantbeleving van de deelnemers) en het hebben van een leerplan op de doelen van de netbeheerder. Daartoe zijn gericht de benodigde gegevens verzameld en bijgehouden tijdens de pilot. Het Leerplan is een intern Alliander document met 83 leerpunten, waarvan er 53 betrekking hebben op de periode voorafgaand

aan de beheerfase, dus tot en met de inbedrijfstelling.

Hiermee biedt de pilot voor de netbeheerders, landelijk, maar ook wereldwijd, belangrijke meerwaarde voor de opbouw van kennis over distributie van waterstof in bestaande (lage druk) gasnetten.

4.3 Belangrijkste leerpunten

4.3.1 Techniek

Alle voorbereidingen hebben er aan bijgedragen dat er geen lekkage van betekenis of veiligheidsincidenten zijn geweest en dat de techniek goed gefunctioneerd heeft.

Belangrijk leerpunt is om de binnenleidingen tijdig voorafgaand aan een ombouw naar waterstof op lektheid te controleren. In Lochem is een half jaar van te voren de binnenleiding met aardgas beproefd op dichtheid. Ongeveer 20% van de binneninstallaties voldeed niet aan de norm.

Hiermee was er voldoende tijd om de binnenleiding te repareren.

De aanwezige extra veiligheidsmaatregelen zoals afsluiters, gasstoppers en waterstofsensoren zijn niet aangesproken tijdens de beheerfase.

Gereedschappen:

- Er kan keuze zijn uit veel modellen met grote prijsverschillen, bijvoorbeeld bij warmtecamera's, kijk dan goed welke functionaliteit echt nodig is.
- De waterstofgereedschappen vereisten veel extra aandacht ten aanzien van keuring en kalibratie, omdat dit niet aansloot bij de standaard gereedschapskeuring van Liander;
- Kies voor oplaadbare apparaten in plaats van batterij gevoede, om te voorkomen dat altijd reserve batterijen meegenomen moeten worden.

Odorisatie:

Odorisatie van waterstof is een terrein waar weinig ervaring mee is. Het systeem dat hier gebruikt is, werkt op basis van verzadigde damp. In de praktijk bleek de odorisatie goed te werken bij voldoende afname in het stookseizoen, dat wil zeggen dat de maandelijkse meetwaarden dan binnen de vereiste bandbreedte zaten.

Buiten het stookseizoen, bij lage of geen afname werden met name 's zomers hogere waarden gemeten bij de meetpunten in het distributienet. Dit wijst op het verschijnsel teruglevering door desorptie van odorant uit de buiswand.

Waterstofbestendige componenten

Belangrijk leerpunt is, dat goed gecontroleerd moet worden of waterstofbestendige onderdelen worden gebruikt. Zo bleek de leverancier van de Meet-, Regel-, en Odorisatie-installatie een standaard rotormeter uit zijn magazijn te hebben genomen, waarvan de pulsmagneten niet waren verzegeld waardoor ze in contact kwamen met waterstof en begonnen te verpulveren. Daardoor werd er een te laag waterstofdebiet gemeten en werd er te weinig geurstof toegevoegd in het invoedpunt.

Dit is opgelost door de waterstofbestendige variant van deze rotormeter te plaatsen.

Lektheid:

Er is in de beheerfase geen lekkage van betekenis geconstateerd.

Gaskwaliteit

Tijdens de zomerperiode bleek het vochtgehalte toe te nemen door permeatie door de buiswand in combinatie met vrijwel geen afname van waterstof. Ook is er methaan en aromaten in lage gehalten gemeten. Dit zijn bestanddelen van aardgas die kennelijk waren achtergebleven in de buiswand en bij stilstaand gas een meetbare concentratie opbouwen.

Er zijn geen effecten op de ketels geconstateerd bij controle van de gasblokken.

Gasmeters

Over de gehele pilotperiode was het gemeten verbruik van de woningen ongeveer 2,5% hoger dan het gemeten verbruik op de invoedinstallatie (er was dus een negatief meetverlies). Uit detailanalyse is gebleken dat het verschil vooral werd veroorzaakt door de perioden met een laag verbruik, wat met name buiten het stookseizoen vaak het geval was (zie deel 4). Bij een laag verbruik van de woningen zit de meter op het invoedstation onderaan in zijn meetbereik, waar de meetnauwkeurigheid het laagst is.

Waterstofcombinatietoelaten

Het waterstofproject in Lochem heeft aangetoond dat de technologie operationeel kan zijn, maar er zijn wat aandachtspunten. Daarbij moet worden

bedacht dat deze waterstofketels nog pre-productieapparaten zijn, die juist in pilotprojecten als deze worden doorontwikkeld en geoptimaliseerd.

De leerpunten waren achtereenvolgens:

1. Storingen bleken geconcentreerd rond specifieke componenten:
 - Het sifonprobleem was de meest voorkomende storing en vereiste retrofitmaatregelen. De waterstandsensor in de sifon in de ketel zelf bleek te snel te worden aangesproken waardoor de ketel werd uitgeschakeld;
 - Communicatieproblemen (WFX-modem voor uitlezen besturing op afstand, e-Twist wifi thermostaat) kwamen regelmatig voor.
2. Softwarekwaliteit en parameterinstellingen zijn cruciaal:
 - Een aantal storingen was gerelateerd aan onjuiste softwareparameters, deze zijn aangepast door middel van software-updates;
 - Regelmatige updates en kalibraties hebben het aantal storingen significant verminderd.
3. Onderhoud en upgrades zijn effectief:
 - Na installatie van retrofit -onderdelen en software-updates is een duidelijke daling in storingen zichtbaar;
 - Periodieke inspecties en preventief onderhoud waren nodig om vast te stellen of slijtage van pakkingen en componenten ook binnen het verwachtingspatroon vallen.

4.3.2 Samenwerking

Projectpartners

De samenwerking liep over het algemeen goed. Leerpunt is wel om elkaar tijdig te blijven informeren om zo adequaat te kunnen reageren op eventuele door en bij de deelnemers levende/geconstateerde zaken.

Deelnemende huiseigenaren/bewoners

Een vast contactpersoon in het projectteam heeft heel goed gewerkt om een goede relatie en vertrouwen op te bouwen en te houden. Daarnaast bleek het contact met monteurs tijdens de controles elk kwartaal heel waardevol te zijn als contactmoment om ongevroegd informatie op te doen.

Persoonlijk contact leverde een essentiële bijdrage aan het succes van de pilot. Door het aantal van 12 huishoudens was dit in de praktijk ook goed te doen.

Officiële instanties

Noemenswaardig zijn de “voortgangs-bijeenkomsten” met diverse overheidsorganisaties die een taak/rol hebben op waterstofgebied. Tijdens de voortgangsbijeenkomsten in oktober 2022 en oktober 2023 hebben SodM, ACM, ministerie van EZK, Veiligheidsregio Noord- en Oost Gelderland, Gemeente Lochem, Omgevingsdienst Achterhoek en Rijksinspectie Digitale Infrastructuur hun inzichten gedeeld en zijn ze door Alliander geïnformeerd over de bevindingen en resultaten. Dit bleek heel behulpzaam om tot gezamenlijk gedragen besluiten te komen.

4.3.3 Afstemming met betrokken officiële instanties

H2-Lochem was wereldwijd de eerste waterstofpilot in de bebouwde omgeving. Dat betekende dat er veel vooroverleg en afstemming met officiële instanties nodig was. Onderstaand staan de relevante partijen, welke daarna individueel worden toegelicht:

1. Staatstoezicht op de Mijnen (SodM)
2. Gemeente Lochem
3. Veiligheidsregio Noord- en Oost-Gelderland (VNOG)
4. Brandweer Lochem
5. Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK, tegenwoordig Klimaat en Groene Groei KGG)
6. Autoriteit Consument & Markt (ACM)
7. Omgevingsdienst Achterhoek (ODA)
8. Provincie Gelderland

1. SodM — Staatstoezicht op de Mijnen

Rol: Toezichthouder op veiligheid van het waterstofdistributienet.

SodM is toezichthouder voor de regionale aardgasnetten en in het verlengde daarvan door EZK gevraagd om die rol ook voor de waterstofpilots te vervullen.

SodM was actief betrokken bij de pilot in Lochem. Onder meer via het becommentariëren van

HAZOP's en veiligheidswerkinstructies (VWI's). Daarnaast heeft SodM meerdere inspecties uitgevoerd, waarbij o.a. is gekeken naar de veiligheid van het waterstofnet, de operationele procedures, de kwalificaties van personeel en de naleving van veiligheidsmaatregelen. Over de bevindingen zijn meerdere rapporten gepubliceerd. Zie <https://www.sodm.nl/>.

2. Gemeente Lochem

Rol: Vergunningverlener en toezichthouder voor de binneninstallaties in de woningen.

De gemeente heeft formeel de toezichthoudende rol op binneninstallaties in de woning, vergelijkbaar met de rol bij aardgasinstallaties. Voor waterstof zijn er echter nog geen voorschriften voor binneninstallaties vastgesteld. Daarom heeft gemeente Lochem akkoord gegeven op de pilot op basis van een door Kiwa opgestelde gelijkwaardigheidstoets. In die toets is vastgesteld dat het veiligheidsniveau van de binneninstallatie bij het gebruik van waterstof, niet lager is dan bij aardgas en dat wordt voldaan aan de relevante regelgeving vanuit het Bouwbesluit.

3. Veiligheidsregio Noord- en Oost-Gelderland (VNOG)

Rol: Advies en toezicht op veiligheid en crisisbeheersing

Voorafgaand en tijdens de pilot is er regelmatig afstemming geweest met VNOG, ze heeft o.a. waardevolle input geleverd voor de risico-inventarisaties, veiligheidsplannen en noodprocedures.

Daarnaast hebben Alliander, VNOG en brandweer Lochem gezamenlijk twee keer een incidentenoefening gehouden. Zie de deel 2 en 3 rapporten voor de details.

4. Brandweer Lochem

Rol: Operationele (brand-)veiligheid

Brandweer Lochem heeft via VNOG input geleverd voor de veiligheidsplannen en noodprocedures. Daarnaast heeft ze een

onmisbare actieve bijdrage geleverd aan de incidentenoefeningen.

5. Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK, voorheen Klimaat en Groene Groei KGG)

Rol: Beleidsmaker en kadersteller

EZK maakte de pilot in Lochem mogelijk door tijdelijke beleidskaders vast te stellen, toezicht te beleggen bij SodM en ACM, en de pilot expliciet te positioneren als leerproject voor toekomstige wetgeving.

Omdat er nog geen wettelijke basis bestond voor waterstof distributie in woonwijken, heeft EZK in 2022 twee beleidsstukken opgesteld:

- 'Generiek richtsnoer waterstofveiligheid'
- 'Aanvullend richtsnoer voor vier waterstofpilots in de gebouwde omgeving'.

Zie www.rvo.nl. Zonder deze richtsnoeren was de pilot juridisch en bestuurlijk niet uitvoerbaar. Daarnaast zorgde EZK voor de bestuurlijke voorwaarden en kaders waaronder ACM kon handelen.

6. Autoriteit Consument & Markt (ACM)

Rol: juridisch-toezichthouder

ACM heeft ervoor gezorgd dat de pilot kon worden uitgevoerd binnen het bestaande energierecht. De (toenmalig van toepassing zijnde) Gaswet stond netbeheerders namelijk alleen activiteiten met aardgas toe. Waterstof viel daarbuiten. ACM heeft daarom een gedoogverklaring afgegeven voor Liander voor de rol van netbeheerder in de pilot in Lochem op basis van het 'Tijdelijk kader waterstofpilots'. Zie www.acm.nl/nl/publicaties. Dit kader was overigens breder van toepassing, namelijk voor alle waterstofpilots in de gebouwde omgeving. Mede om die reden heeft Liander alle opgedane kennis ook met de andere netbeheerders gedeeld.

Daarnaast heeft ACM de voorwaarden voor Liander opgesteld die de consumentenbescherming voor de deelnemers aan de pilot borgen, de marktordening faciliteren en de leerdoelen voor Liander vaststelt. Een en ander in afwachting van waterstofwetgeving.

7. Omgevingsdienst Achterhoek (ODA)

Rol: Vergunning toezicht en handhaving op milieu- en veiligheidseisen

ODA was betrokken bij het milieutoezicht en de vergunningverlening rondom de waterstofinvoedinstallatie.

Ze speelde een belangrijke rol bij het beoordelen van de externe veiligheidsrisico's van de invoedinstallatie en het bepalen van de route van de waterstoftrailers (transport gevaarlijke stoffen).

8. Provincie Gelderland

Rol: Regionale overheidsbetrokkenheid, medefinanciering en beleidsmatige ondersteuning

De provincie Gelderland ondersteunde de pilot, onder meer door het verstrekken van financiële middelen en beleidsmatige steun. Ze ziet verduurzaming van woningen én behoud van erfgoed als belangrijke doelstellingen. De waterstofpilot paste daar goed in.

Daarnaast was de provincie beleidsmatig en organisatorisch partner binnen een consortium van overheden en bedrijven dat innovatie stimuleert rondom de energietransitie en leert over de toepasbaarheid van waterstof in bestaande bebouwing.

4.3.4 Veiligheid

Veiligheidsmaatregelen

In de voorbereiding van deze pilot zijn veel onderzoeken gedaan naar de risico's van lekkages, verspreiding en ontsteking van waterstof. Vaak door deze te vergelijken met aardgas, omdat dat risico's zijn die bekend en geaccepteerd zijn. Uit deze onderzoeken bleek dat het bij waterstof belangrijk is om onderscheid te maken tussen de onderste ontbrandingsgrens (LFL) en de onderste explosiegrens (LEL), een onderscheid dat bij aardgas in de praktijk verwaarloosbaar klein is.

De beoordeling van het risico is gedaan door te classificeren op vier grenswaarden:

criterium/ parameter	Aardgas	Waterstof
Veilig werken <10% LFL	< 0,6 %	< 0,4 %
Reukbaarheid	< 1 %	< 1 %
Brandrisico LFL	< 5,9 %	< 4 %
Explosierisico LEL	< 6,6 %	< 9 %

LFL = onderste ontbrandingsgrens

LEL = onderste explosiegrens

Reukbaarheid betreft detectie bij gelijke toepassing van geurstof

Het onderzoek heeft geleid tot de volgende hoofdconclusies:

- Aardgas en waterstof hebben vergelijkbare risico's bij lekkage binnenshuis, mits het percentage waterstof onder de 9 % blijft;
- Ventilatie is daarom essentieel om risico's te beperken;
- Boven de 9 % zijn de risico's van waterstof groter (kans op ontsteking en effect van ontsteking)

Onafhankelijke toetsing veiligheidsmaatregelen

Alle veiligheidsmaatregelen en -documenten zijn door een speciaal daartoe in het leven geroepen intern orgaan beoordeeld en vastgesteld. Het betreft het H2-Safety Board onder voorzitterschap van de installatie-verantwoordelijke Gas. Hiermee is een projectonafhankelijke toetsing gewaarborgd die vanuit een breder toetsingskader voorkomt dat vanwege projectbelang onveilige keuzes gemaakt zouden worden.

Demonstratie- en trainingswoning:

Voorafgaand aan de pilot is bij Kiwa een demonstratie en trainingswoning gebouwd. Naast het demonstratiekarakter was dit vooral een locatie om monteurs en installateurs op te leiden en te laten oefenen in het werken met waterstof en stikstof. Ook de samenwerking bij het ombouwen van een woning kwam hierbij aan de orde.

De demonstratie- en trainingswoning heeft gefunctioneerd zonder veiligheidsincidenten.

Veiligheidswerkinstructies (VWI's)

Voor alle werkzaamheden zijn op basis van de onderzoeken en ervaringen nieuwe Veiligheidswerkinstructies opgesteld. Deze

hebben hun waarde bewezen in de praktijk van de pilot.

Er is elk jaar een nieuwe versie van de VWI's uitgebracht waarin op basis van nieuwe inzichten van het jaar ervoor wijzigingen zijn doorgevoerd. Deze zijn steeds gedeeld met de toezichthouder en de andere waterstofpilots.

Opleiding

Technisch uitvoerend personeel is geregeld getraind. De terugkoppeling van de deelnemers tijdens herhaaltrainingen heeft geleid tot enkele kleine wijzigingen in de werkinstructies, bijvoorbeeld dat een fakkelopstelling ook een werkgebied is dat afgezet moet worden, dat spoelen van aansluitleiding, meteropstelling en binnenleiding in één keer kan en verduidelijking over wie ter plaatse waarvoor verantwoordelijk is. Ook zijn enkele aanpassingen/toevoegingen opgenomen ten aanzien van het risico op verstikking bij het werken met stikstof en het controleren van een binnenleiding op lekkage met een waterstofdetectiemeter.

De parate kennis is voldoende geborgd door de herhaaltrainingen die iedere drie maanden ingepland waren. Wel blijken deze niet altijd door iedereen te kunnen worden gevolgd in verband met onverwachte prioritaire werkzaamheden en personeelstekort. Daarnaast waren er weinig tot geen werkzaamheden en storingsaan het waterstofnet waardoor de motivatie een continu aandachtspunt was.

Evaluatie risico-inschatting

De in 2021 uitgevoerde HAZOP voor het distributienet en binneninstallaties woningen is in 2024/2025 geëvalueerd. De HAZOP-methode is een procesveiligheidsanalyse die gebruikt wordt om gevaren en werkingsproblemen van een proces of operatie te bestuderen.

Een aantal risico's is daarbij als lager beoordeeld op basis van voortschrijdend inzicht ten opzichte van doorgevoerde maatregelen die nog niet bekend waren tijdens het uitvoeren in 2021. Ook is aangegeven wat met de aanbevelingen uit 2021 is gedaan.

Tijdens de looptijd van de pilot

Extra controles gaven inzicht in het functioneren van het waterstofsysteem.

Het distributienet en de binnenleidingen in de woningen zijn elk kwartaal gecontroleerd op lekdichtheid. Daarbij zijn alleen kleine zaken geconstateerd als een lekje van een wartel in een

meetpaal, een moer van een aansluitkraan die nog een slagje moest hebben en een batterij van een waterstofsensoren die vervangen moest worden.

4.3.5 Organisatie netbeheerder

Benodigde aanpassingen

Een aantal IT-systemen moest worden aangepast voor waterstof:

- KLIC – Geodienst (Kabels en Leidingen Informatie Centrum);
- NRG (Netwerk Registratie GIS, een applicatie voor het vastleggen en beheren van netwerkgegevens);
- BAR (Basis Asset Register);
- Monteursapp MAG (Mobiële Applicatie GIS).

Het bestaande gereedschapsbeheer bleek niet in staat om het keuren, kalibreren en onderhoud van het waterstofgereedschap effectief uit te voeren.

In de pilot zijn veel meer metingen gedaan dan standaard voor aardgas en is bovendien alles gedocumenteerd en vastgelegd voor latere analyse en onderzoek. Dit vroeg extra aandacht en een extra inspanning van alle betrokken medewerkers.

Drukdalingsproeven worden voor aardgas niet standaard opgeslagen, voor de binnenhuiscontroles zijn aparte formulieren in Word gemaakt die handmatig met de pen zijn ingevuld, ingelezen en als PDF opgeslagen. Het project hield een apart logboek bij waarin ook aangegeven is wat de uitkomst van de uitgevoerde controles is. Daarnaast worden ook de werkplannen opgeslagen.

In de storingsregistratie in KLAK kan niet op waterstof worden gezocht. Echter door middel van adressen is het wel mogelijk om een registratie terug te vinden.

De speciaal ingerichte KLIC-meldingsprocedure blijkt in de praktijk te werken.

5 Conclusies en aanbevelingen

Conclusies

Pilot Lochem heeft laten zien dat toepassing van waterstof in aardgasleidingen en gebouwen mogelijk is. Door de pilot zijn standaarden en

kennis ontwikkeld voor beleid, veiligheid, netbeheer en vervolgprojecten.

Daarmee vormt dit een belangrijke bouwsteen voor vervolginiciatieven in Nederland en daarbuiten.

Enkele hoogtepunten uit de conclusies:

- Aangetoond is dat het bestaande netwerk met relatief beperkte aanpassingen geschikt én veilig is voor waterstof distributie;
- Eerste leerschool voor de overheid en vele toezichthouders zoals SodM, die hebben kunnen beoordelen dat het waterstofproject qua veiligheidsniveau tenminste gelijk is als bij aardgas distributie;
- Er is een opleidingstraject voor monteurs opgezet, dat ook al voor andere bedrijven is ingezet;
- Ketelbouwers hebben praktijkervaring opgedaan die verbeteringen hebben opgeleverd voor de volgende series cv-toestellen voor waterstof. Verbeteringen die ook toepasbaar zijn voor industriële toestellen;
- Er zijn “in de praktijk-bewezen” veiligheidswerk instructies opgesteld, die zowel nationaal als internationaal zijn overgenomen;
- Maar ook is geleerd dat dit soort projecten op sommige gebieden soms lastig zijn in te passen in de bestaande bedrijfsvoering en dat een grootschalige uitrol door middel van veel woningen ombouwen op één dag erg veel personele inzet vraagt;
- Wereldwijd het eerste praktijkvoorbeeld en bewijs dat het kan heeft geleid tot meer dan 600 bezoekers uit 14 verschillende landen met bijbehorende kennisuitwisseling!

Aanbevelingen

Doe pilot projecten!

Eigenlijk is dat de belangrijkste aanbeveling die gedaan kan worden naar aanleiding van het pilotproject in Lochem.

Dank zij het besluit om een pilotproject te gaan uitvoeren moest theoretische kennis worden getoetst en omgezet in praktisch hanteerbare werkinstructies. Het dwingt keuzes af en confronteert met kennislacunes. Zorg daarbij voor toetsing van conclusies door kritische vragen van buiten het projectteam. Is iets niet uit te leggen dan is het onvoldoende onderzocht of onvoldoende begrepen.

Door het besluit om een pilotproject te gaan uitvoeren moest er samenwerking gezocht worden met allerlei stakeholders om een gezamenlijke visie te vormen en gezamenlijke uitdagingen aan te gaan. Dat levert nieuwe inzichten en zorgt voor aanpassing en verscherping van de eigen toekomstbeelden. Communicatie op allerlei niveaus verdient daarbij de nodige aandacht.

Zorg dat het pilotproject past in een bredere visie. Het is niet het startpunt en niet het eindpunt, maar een deel van een groter verhaal. Dat verhaal moet gedragen worden door de organisatie om medewerking te krijgen, ook op lastige momenten.

Maak een pilotproject groot genoeg om breed toepasbare conclusies te kunnen trekken, maar hou het klein genoeg om hanteerbaar te zijn. In pilotproject Lochem moesten alle aspecten van netbeheer worden ingericht en moesten alle aspecten van veiligheid worden begrepen. Maar er was wel de mogelijkheid tot persoonlijk contact en maatwerk bij de deelnemers. De eindigheid (een beheerfase van 3 jaar) van dit project maakte het inschatten van kosten en risico's ook hanteerbaar.

Wees open en transparant. Deel alle kennis en wees ook eerlijk over waar kennis ontbreekt of zaken niet goed gaan. Alleen op die manier kun je samen in vertrouwen werken naar een goede oplossing.