

# HyDelta

## **WP1C – Leidingen en binneninstallaties (componenten)**

D1C.6 vraagnummer 61 – De ontwikkeling van binneninstallatiecomponenten geschikt voor 100% waterstof

Status: definitief

Dit project is medegefinancierd door TKI Nieuw Gas | Topsector Energie uit de PPS-toeslag onder referentienummer TKI2020-HyDelta.

## Document samenvatting

### Corresponderende auteur

Corresponderende auteur	Henk Salomons
Verbonden aan	Kiwa Technology B.V.
E-mailadres	henk.salomons@kiwa.com

### Document historie

Versie	Datum	Auteur	Verbonden aan	Samenvatting van de wijzigingen
1	10-11-2021	H.J.M. Rijpkema, H. Salomons	Kiwa Technology B.V.	n.v.t.
2	09-12-2021	H.J.M. Rijpkema, H. Salomons	Kiwa Technology B.V.	Verwerking commentaar Expert- and Assesment group
3	22-12-2021	H. Salomons	Kiwa Technology B.V.	Verduidelijking scope binneninstallaties (wijziging in titel, toevoegingen in de inleiding en samenvatting)

### Verspreidingsniveau

Verspreidingsniveau		
<b>PU</b>	Public	X
<b>R1</b>	Beperkt tot <ul style="list-style-type: none"> <li>Partners inclusief Expert Assessment Group</li> <li>Andere deelnemers aan het project inclusief Sounding Board</li> <li>Externe entiteit gespecificeerd door het consortium (please specify)</li> </ul>	
<b>R2</b>	Beperkt tot <ul style="list-style-type: none"> <li>Partners inclusief Expert Assessment Group</li> <li>Andere deelnemers aan het project inclusief Sounding Board</li> </ul>	
<b>R3</b>	Beperkt tot <ul style="list-style-type: none"> <li>Partners inclusief Expert Assessment Group</li> </ul>	

### Documentbeoordeling

Partner	Naam
Alliander	W.R. Nispeling
Enexis	H. Smit
HSF	V.M.A. Barendregt
Rendo	J. Jonkman
Techniek NL	F. Vos
Kiwa Technology	R. Holtrop
Kiwa Technology	S.L.M. Lueb

## Samenvatting

In het kader van het nationale onderzoeksprogramma HyDelta wordt onderzoek uitgevoerd met als doel barrières voor waterstofprojecten weg te nemen. Werkpakket 1C van HyDelta betreft hoofdleidingen, aansluitleidingen, gasmeteropstellingen en binneninstallaties. Er zijn verschillende onderzoeksvragen opgesteld om deze thema's nader te onderzoeken. Zie Bijlage I.

De onderzoeksvraag die in dit rapport wordt behandeld luidt (vraag 61):

*Hoe sluiten de ontwikkelingen van alle componenten, die geschikt zijn voor 100% waterstof, in het distributienet (inclusief aansluitingen), bij de binneninstallatie en de gasverbruikstoestellen achter de meter op elkaar aan, zodat de hele keten op elkaar afgestemd is?*

De focus ligt hierbij op ontwikkelingen in materialen voor binneninstallaties en gasverbruikstoestellen.

Om deelvraag 61 te beantwoorden is ten behoeve van af te nemen interviews een vragenlijst opgesteld die met de Expert- and Assessmentgroep (EAG) is afgestemd. Deze interviewvragen hebben betrekking op regelgeving en het certificatietraject, op ontwikkelingen bij de fabrikanten en op ervaringen in proefprojecten.

Uit de totaal 26 afgenomen interviews blijkt het volgende:

Op dit moment zijn de onderdelen na de gasmeter nog niet volledig afgestemd op de toepassing van 100% waterstof. Fabrikanten en opstellers van regelgeving zijn daar echter wel volop mee bezig.

Bestaande installaties zijn niet één op één over te zetten op 100% waterstof vanwege de volgende redenen:

- Bestaande toestellen op aardgas zijn vanuit het oogpunt van techniek en regelgeving niet geschikt voor waterstof.
- Bestaande rookgasafvoeren zijn mogelijk niet allemaal geschikt. De geschiktheid moet eerst aangetoond worden door een partij die hiervoor de verantwoordelijkheid kan en wil nemen.
- Bestaande binnenleidingen zijn mogelijk niet allemaal geschikt<sup>1</sup>. Ook hier moet eerst de geschiktheid worden aangetoond door een partij die hiervoor de verantwoordelijkheid kan en wil nemen.

Voor nieuwe installaties zijn of worden de volgende materialen gebruikt in pilotprojecten:

- Cv-combitoestellen (veldtestversie); in het Verenigd Koninkrijk tevens kookplaten en open haarden.
- Rookgasafvoersystemen: met eigen verklaring van de fabrikant
- Leidingmaterialen: alleen nog met Gastec Qa-keurmerk voor aardgas.

---

<sup>1</sup> Het rapport "Toekomstbestendige gasdistributienetten" van Kiwa Technology (2018) benoemt de inzet van gasleidingmaterialen bij de toepassing van waterstof. Echter dat onderzoek omvat alleen materialen die voor distributienetten worden gebruikt. Binnenleidingmaterialen zoals PE-X, meerlagenbuis en de bijbehorende koppelingen zijn in dat onderzoek niet meegenomen.

Op korte termijn komen verschillende fabrikanten met de volgende producten op de (consumenten-) markt:

- Leidingssystemen geschikt voor waterstof met Gastec Qa-keurmerk (vanaf 2022). Het Qa-keurmerk wordt aangevuld met de tekst: “Bestand tegen waterstofgas volgens KE 214” of “Hydrogen ready according to AR 214”
- Cv-combistoestellen geschikt voor waterstof met CE-markering (vanaf 2023)  
Deze waterstofstoestellen zijn niet goedgekeurd om te branden op aardgas, zelfs niet enkele seconden. Dat betekent dat bij het overschakelen van aardgas naar waterstof ook de laatste liters aardgas uit de leiding verwijderd moeten worden.  
Wel worden er H<sub>2</sub>-readytoestellen ontwikkeld. Deze zijn geschikt voor aardgas, maar zijn eenvoudig om te bouwen naar waterstof.

## Inhoud

Document samenvatting .....	2
Samenvatting.....	3
1. Inleiding .....	7
1.1 Algemeen.....	7
1.2 Probleemstelling.....	7
1.3 Doel .....	7
1.4 Onderzoeksvraag 61.....	7
1.5 Werkwijze .....	7
1.6 Leeswijzer .....	9
2. Regelgeving en certificering .....	10
2.1 Gastoestellen.....	10
Regelgeving en certificering .....	10
Normen (huidige situatie) .....	10
Normontwikkeling.....	11
Deelconclusie.....	12
2.2 Rookgasafvoermaterialen .....	12
Regelgeving en certificering .....	12
Normen en normontwikkeling .....	12
Deelconclusie.....	12
2.3 Gasleidingmaterialen en appendages .....	12
Regelgeving en certificering .....	12
Keuringseisen .....	13
Nederland versus andere Europese landen .....	13
3. Fabrikanten.....	15
3.1 Gastoestellen.....	15
100% waterstof .....	15
<b>Deelconclusie: 100%-waterstoftoestellen</b> .....	15
Waterstoftoestel tijdelijk op aardgas? .....	16
Waterstof, toegevoegd aan aardgas .....	17
Kooktoestellen.....	17
3.2 Rookgasafvoersystemen .....	17
3.3 Gasleidingmaterialen en appendages .....	18
4. Proefprojecten.....	20
4.1 Korte omschrijving proefprojecten .....	20

Schotland: H100 .....	20
Wales en Noordwest: HyNet/Homes .....	20
Wagenborgen (Groningen) : Hybride verwarming.....	21
Uithoorn: Leegstaande woningen met oude leidingen en nieuwe toestellen.....	21
Delft: Green Village met waterstofstraat .....	21
Hoogeveen: nieuwe en bestaande woningen.....	22
Evaluatie .....	22
Bestaande leidingen hergebruikt voor waterstof .....	22
Nieuwe gasleidingen .....	22
Gastoestellen.....	22
Mitigerende maatregelen .....	23
4.2 Deelconclusie.....	23
5. Conclusies.....	24
Referenties .....	25
I Overzicht van vragen HyDelta WP1C .....	26
II Samenstelling Expert- and Assessment Group (EAG) deelvraag 61.....	27
III Geïnterviewde personen .....	28
IV Gebruikte vragenlijst .....	29

## 1. Inleiding

### 1.1 Algemeen

Dit onderzoek is uitgevoerd in het kader van het nationale onderzoeksprogramma HyDelta. Dit programma is gericht op het veilig inpassen van waterstof in de bestaande infrastructuur voor gastransport en gasdistributie en heeft als doel om barrières voor innovatieve waterstofprojecten weg te nemen. Het volledige onderzoeksprogramma is ingedeeld in werkpakketten. Voor een toelichting op de verschillende werkpakketten zie [www.hydelta.nl](http://www.hydelta.nl).

### 1.2 Probleemstelling

De focus van de ontwikkelingen voor het gebruik van waterstof in de gebouwde omgeving ligt momenteel op de distributie van waterstof. Echter voor een veilige introductie van waterstof is het belangrijk dat de hele keten van distributie tot en met binneninstallatie en toestellen op elkaar zijn afgestemd en geschikt zijn voor 100% waterstof. Vooralsnog blijven de ontwikkelingen voor waterstof in binneninstallaties achter bij die op distributiegebied.

### 1.3 Doel

Het in kaart brengen van de ontwikkelingen in verschillende stadia van de keten in de gebouwde omgeving en het identificeren en adresseren van achterblijvende onderdelen<sup>2</sup> en daaruit voortvloeiende risico's.

### 1.4 Onderzoeksvraag 61

Deze rapportage geeft antwoord op de onderzoeksvraag 61 uit het werkpakket 1C Leidingen en binneninstallaties.

De onderzoeksvraag is als volgt:

*Hoe sluiten de ontwikkelingen van alle componenten, die geschikt zijn voor 100% waterstof, in het distributienet (incl. aansluitingen), bij de binneninstallatie en de gasverbruikstoestellen achter de meter op elkaar aan, zodat de hele keten op elkaar afgestemd is?*

Het gaat in deze vraag om de ontwikkelingen van materialen voor binneninstallaties en gasverbruikstoestellen opdat deze kunnen aansluiten op een distributienet met 100% waterstof.

### 1.5 Werkwijze

Om de vraag 61 te beantwoorden zijn er interviewlijsten opgesteld, ten behoeve van de af te nemen interviews, die met de Expert- and Assessmentgroep (EAG) zijn afgestemd. Zie bijlage IV. Deze vragenlijsten hebben betrekking op regelgeving en het certificatietraject, op ontwikkelingen bij de fabrikanten en op ervaringen in proefprojecten. In diverse proefprojecten is gewerkt met bestaande binnenleidingsystemen met componenten, nieuwe toestellen (slechts nog vrijgegeven voor veilig gebruik binnen de proefprojecten) en rookgasafvoersystemen.

Voor de beantwoording van deze vragen zijn interviews gehouden met vertegenwoordigers van certificerende instellingen, fabrikanten en met projecttrekkers van proefprojecten in Nederland, het

---

<sup>2</sup> Achterblijvende onderdelen: onderdelen in de binneninstallatie die niet worden vervangen wanneer een woning wordt overgezet van aardgas naar waterstof. Voor wat betreft risico's; zie het rapport zoals opgesteld in het kader van HyDelta WP1C, D1C.5 deelvraag 101; risico's bij het gebruik van waterstof in plaats van aardgas.

Verenigd Koninkrijk (VK) en Italië. Hoewel niet alle partijen die met waterstof werken (in Nederland en daarbuiten) ondervraagd zijn, geven de interviews een beeld van de stand van zaken voor materiaal dat geschikt en toegestaan is voor het gebruik met waterstof binnenshuis.



## 1.6 Leeswijzer

De uitkomsten van de interviews , aangevuld met beschikbare informatie worden gegeven in hoofdstuk 2: Regelgeving en certificering, hoofdstuk 3: Fabrikanten en hoofdstuk 4: Proefprojecten. In hoofdstuk 5 zijn de conclusies weergegeven.

Na het overzicht met referenties (bladzijde 25) volgen de bijlagen:

In bijlage I staan alle vragen van Werkpakket 1C van HyDelta. In bijlage II zijn de deelnemers van de Expert- and Assessment Group bij dit onderzoek vermeld. Bijlage III is een opsomming van alle geïnterviewde partijen. In Bijlage IV is de Nederlandse versie van de vragenlijst opgenomen.

## 2. Regelgeving en certificering

Dit hoofdstuk is gebaseerd op interviews met Kiwa Gastec VK, Kiwa Italië, Kiwa Nederland en op eigen kennis van de auteurs van voorliggend rapport.

### 2.1 Gastoestellen

#### Regelgeving en certificering

Verbrandingstoestellen op waterstof moeten, evenals aardgastoestellen, zijn voorzien van CE-markering op basis van de Europese Gas Appliance Regulations (GAR) wanneer deze in de handel worden gebracht. Dat betekent dat in elk geval is voldaan aan de volgende twee voorwaarden:

1. Een van overheidswege aangewezen Notified Body heeft vastgesteld dat het product voldoet aan de GAR (heeft het product goedgekeurd).
2. De fabrikant heeft een certificeringscontract afgesloten met een Notified Body



*Figuur 1: CE-markering voor gastoestel op basis van de GAR*

Omdat de eisen in de GAR zeer algemeen gesteld zijn is het moeilijk om een product alleen op deze “Regulations” (NL: Verordening) te beoordelen. De GAR is daarom verbonden met een systeem van normen, die veel concreter van aard zijn. In deze zogenaamde geharmoniseerde normen zijn tests en beoordelingscriteria vastgesteld. “Geharmoniseerd” wil zeggen dat de lidstaten het erover eens zijn dat de norm een correcte invulling is van de GAR. Andere manieren van beoordeling zijn nog steeds mogelijk maar kunnen gemakkelijker ter discussie gesteld worden.

Een nadeel van geharmoniseerde normen is dat het vaak jarenlang duurt voordat deze tot stand komen. Fabrikanten die een innovatief toestel ontwikkelen moeten daarom soms wel teruggrijpen op de GAR, omdat een relevante norm nog niet bestaat.

Voorafgaand aan definitieve CE-markering kan de Notified Body een gastoestel vrijgeven voor een veldtest. Het toestel voldoet aan alle veiligheidseisen maar krijgt nog geen definitieve CE-markering. De fabrikant kan zo ervaring opdoen met dit toestel en dit verwerken in het definitieve ontwerp, voordat hij het in massaproductie neemt.

#### Normen (huidige situatie)

Normen voor waterstofstoestellen zijn, binnen de scope van dit onderzoek, nog niet beschikbaar. Een keuring van een gastoestel zal daarom plaatsvinden op basis van de aardgasnormen in combinatie met een risico-inventarisatie waarin de eigenschappen van waterstof expliciet worden beschouwd. Een nuttig hulpmiddel daarbij kan de PAS 4444 [1] zijn, die is uitgegeven door het Britse normalisatie-instituut. Hoewel de Brexit inmiddels een feit is, zal de wijze van keuren en certificeren voorlopig op dezelfde leest geschoeid zijn als die in de EU.

Er is ook een Duitse norm voor 0 - 20% bijmenging: ZP 3100. Deze omvat de hele range van 0 tot 20% bijmenging van waterstof bij aardgas.

### Normontwikkeling

Binnen de European Gas Research Group (GERG; [www.gerg.eu](http://www.gerg.eu)) werken de Europese lidstaten aan een project met als doel alle gas-gerelateerde EN-normen aan te vullen met eisen en beproevingsmethoden voor de verbranding met waterstof. Er zijn acht werkgroepen actief. Werkgroep 8 werkt aan toepassingen voor eindgebruikers in woningen en utiliteit. In het najaar van 2021 zal deze werkgroep een rapport publiceren met een analyse van de leemtes in kennis die nodig is om deze normen aan te vullen. Volgende stappen zullen bestaan uit aanvullend onderzoek, en uiteindelijk aanpassing van de normen.

Dit betekent echter niet dat het normalisatiewerk voor waterstof stil ligt totdat GERG het werk heeft voltooid. Ook nu al zijn er diverse commissies actief binnen de Europese normalisatiekoepel CEN om aangevulde normen gestalte te geven. Hierna volgen de ontwikkelingen van normen voor gassamenstelling, cv-toestellen en overige toestellen.

Zie ook de resultaten van HyDelta Werkpakket 3, beschreven in het rapport “Normontwikkeling voor waterstof”.

### Gassamenstelling/gassoorten

NEN-EN 437 [2] is een overkoepelende norm voor **alle** gastoestellen. In deze norm zijn de verschillende gascategorieën vastgesteld, bijvoorbeeld de gascategorie voor aardgas met een lage Wobbe-index of voor handelspropan. Voor elke gascategorie is een nominale gassamenstelling gedefinieerd, en daarnaast enkele grensgassen. Dit zijn gassen die qua samenstelling enigszins buiten de normale bandbreedte liggen maar waarmee toch getest moet worden.

Op dit moment (najaar 2021) is waterstof nog niet opgenomen in NEN-EN 437. Wel zijn in de serie van toestelnormen NEN-EN 15502 [3] (waarover meer onder de kop “cv-toestellen”) testgassen tot 20% bijmenging opgenomen, vooruitlopend op de publicatie in NEN-EN 437.

### Cv-toestellen

Een ad-hocwerkgroep van de normcommissie<sup>3</sup> van de normserie NEN-EN 15502 (‘Met gas gestookte centrale verwarmingsketels’) werkt aan twee onderwerpen:

1. Bijmenging tot 20% waterstof, en
2. 100% waterstof.

De stukken voor 20% zijn bijna gereed om in te dienen bij CEN<sup>4</sup> (Technische commissie 109 Werkgroep 1). Als CEN deze stukken goedkeurt wordt het stuk als voorlopige norm (prEN) uitgebracht en volgt er nog een openbare commentaarronde voordat het wordt gepubliceerd als EN-norm.

De commissie neemt op dit moment (najaar 2021) de werkzaamheden voor 100% waterstof ter hand.

### Kooktoestellen

Een belangrijke norm voor kooktoestellen is NEN-EN 30. Er zijn nog geen belangrijke stappen gezet in normalisatie voor kooktoestellen op waterstof.

<sup>3</sup> Dit is NEN-normcommissie 349.057

<sup>4</sup> CEN (Comité Européen de Normalisation, [www.cenelec.eu](http://www.cenelec.eu))

## Deelconclusie

Het is in theorie al mogelijk om onder de huidige regelgeving (GAR) cv-toestellen op de markt te brengen die op waterstof werken. Zowel fabrikanten als het van overheidswege aangewezen keuringsinstanties kunnen documenten als de Britse PAS 4444 gebruiken voor de ontwikkeling en keuring van een 100%-waterstoftoestel.

Voor lagere concentraties tot 20% wordt binnenkort een eerste normversie ingediend bij de Europese normalisatiekoepel CEN.

## 2.2 Rookgasafvoermaterialen

### Regelgeving en certificering

De regelgeving en wijze van certificering van rookgasafvoermaterialen lijkt sterk op die van gastoestellen zoals hierboven beschreven. Ook rookgasafvoermaterialen kennen het systeem van CE-markering en van Europese normen. De vigerende Europese verordening is doorgaans de CPR (Construction Products Regulations). Een afvoersysteem kan echter ook worden gekeurd als toebehoren bij een specifiek gastoestel. Het valt dan, net als het betreffende gastoestel, onder de GAR (zie “Regelgeving en certificering” in paragraaf 2.1).

### Normen en normontwikkeling

Twee verschillende technische commissies van CEN werken op dit moment aan EN- normen:

1. Een ad-hocwerkgroep van TC109 werkt aan technische voorschriften voor 20% en 100% waterstof:
  - Het onderdeel 20% is in een vergevorderd stadium.
  - Het onderdeel 100% wordt binnenkort opgepakt.
2. TC 166 zoekt uit onder welke corrosieklasse een rookgasafvoersysteem voor waterstofgestookte toestellen moet vallen.

#### TOELICHTING

Een corrosieklasse geeft aan voor welke corrosieve omstandigheden afvoermateriaal geschikt moet zijn, en dus onder welke omstandigheden dit getest dient te worden. Vooralsnog wordt aan klasse 1 gedacht ( de lichtste klasse, waar ook normale fossiele gassen toe behoren).

## Deelconclusie

Net als voor aardgastoestellen geldt dat het nu al mogelijk is om onder de huidige regelgeving rookgasafvoermaterialen op de markt te brengen voor toestellen op waterstof. Echter er zijn nog geen definitieve EN-normen beschikbaar. Wel werken twee commissies aan de ontwikkeling hiervan.

## 2.3 Gasleidingmaterialen en appendages

### Regelgeving en certificering

Voor keuring en certificering van gasleidingmaterialen en appendages bestaat geen verplicht regime zoals voor gastoestellen. Wel vallen gasleidingen onder de Europese Construction Products Regulations (CPR). Dit brengt met zich mee dat, zodra er een relevante norm onder de CPR van kracht wordt, het betreffende materiaal hieraan moet voldoen. Er is echter geen keuringsregime zoals bij de GAR.

In Nederland moeten gasleidingen voldoen aan enkele prestatie-eisen, die genoemd worden in NEN 1078 [4] (nieuwbouw) of NEN 8078 [5] (ondergrens kwaliteit bestaande bouw). Nederland heeft deze

normen in lijn gebracht met de Europese normen NEN<sup>5</sup>-EN 1775 [6] en NEN-EN 15001 deel 1 en 2 [7]. Maar hoewel elk materiaal in theorie gebruikt mag worden, is in Nederland materiaal met het Gastec Qa-keurmerk gemeengoed<sup>6</sup>: fabrikanten gebruiken het keurmerk om de geschiktheid van hun materialen mee aan te tonen, installateurs op hun beurt gebruiken het materiaal om aan te tonen dat hun installaties met geschikte componenten zijn gebouwd.



Figuur 2: Keurmerk Gastec Qa

### Keuringseisen

Om te beoordelen of een bepaalde materiaalsoort of appendage voor gas het Gastec Qa-keurmerk mag voeren bestaat er een set met keuringseisen (KE); een soort normen. Bijvoorbeeld KE 5 voor koperen buis of KE 168 voor zelfsluitende gaskleppen. Deels betreffen deze KE's distributiematerialen en deels installatiematerialen.

De keuringseisen zijn in het verleden opgesteld voor de toepassing van aardgas. Vanwege de vraag uit de markt zijn deze onlangs uitgebreid naar waterstof. Hiertoe is echter niet elke afzonderlijke KE aangepast, maar is er een overkoepelende KE ontwikkeld, namelijk KE 214 [8]. Dit document is een aanvulling op bestaande keuringseisen voor aardgas. De ontwikkeling hiervan gebeurt via een versneld traject. Keuringen voor waterstof op grond van KE 214 vallen onder accreditatie en hebben dus een gelijkwaardig kwaliteitsniveau als veel andere Gastec Qa-keuringseisen.

In eerste instantie betrof deze aanvulling alleen distributiematerialen, maar er is inmiddels een nieuwe conceptversie ontwikkeld waarin ook binnenleidingmaterialen zijn meegenomen. In veel gevallen kan de uitbreiding van goedkeuring voor aardgas naar goedkeuring voor waterstof worden uitgevoerd aan de hand van materiaaltabellen in KE 214. Echter er zijn ook aanvullende eisen die in het laboratorium onderzocht moeten worden. Deze hebben vooral betrekking op:

- Lekdichtheid (kogelkranen mogen voor waterstof bijvoorbeeld veel minder lekkage hebben dan voor aardgas).
- Werking van componenten met bewegende delen (doorstroombegrenzers, drukregelaars etc. )

### Nederland versus andere Europese landen

Vooraf bij binnenleidingmaterialen speelt het een rol dat in Nederland veel wordt gewerkt met systeemcertificaten, met name voor kunststof- en meerlagenbuizen. Bijvoorbeeld een certificaat

<sup>5</sup> In Nederland worden NEN-normen gebruikt. Europese (EN-) normen worden daarom door het Nederlandse normalisatie-instituut NEN gepubliceerd met het voorvoegsel NEN. Dus in dit geval: NEN-EN 1775.

<sup>6</sup> <https://www.kiwa.com/nl/nl/markten/energie-en-energiemanagement/energy/energy-using-products/gasdistributie-materialen/gastecqa-keuringseisen/>

voor een leidingsysteem waarvan alles (buizen, koppelingen, appendages en ook montagegereedschap zoals perstangen) deel uitmaakt van het systeem.

In het buitenland worden systeemcertificaten veel minder toegepast. En ook kunststof in het algemeen wordt minder breed toegepast. In andere lidstaten worden vaak dezelfde EN-normen gebruikt voor productkeuringen van aardgasmaterialen als die wij in Nederland gebruiken. Het huidige concept van KE 214 [8], waarin ook binnenleidingmaterialen zijn opgenomen, sluit daar dan goed bij aan. Eerst gaat deze conceptversie ter kritiek naar certificaathouders, daarna naar het college van deskundigen. Naar verwachting wordt dit concept eind 2021 of begin 2022 bekrachtigd.

In CEN/TC 234 wordt er gewerkt aan de afstemming van werkzaamheden in de diverse werkgroepen om de reeds beschikbare Europese Normen aan te vullen voor de toepassing van 0-100% waterstof in leidingsystemen. Hiertoe is recent een voorlopig concept van een technisch document opgesteld vanuit CEN TC 234 [9]. De stemming over dit document in de Europese lidstaten loopt tot in december 2021. Een positieve stemming zal leiden tot de werkzaamheden in de diverse Europese werkgroepen onder CEN/TC 234 “Gasinfrastructure” en in uiteindelijk aanpassing van de Europese normen. Dit traject zal naar verwachting enkele jaren in beslag kunnen nemen. Uiteindelijk heeft dit traject ook consequenties voor de Nederlandse normen en praktijkrichtlijnen.

## 3. Fabrikanten

### 3.1 Gastoestellen

Geïnterviewd: Intergas, Remeha en Nefit Bosch, Kiwa NL en Kiwa VK

#### 100% waterstof

De geïnterviewde bedrijven hebben alle drie een werkend prototype ontwikkeld van een cv-combitoestel. Alle drie hebben ze een voorlopige versie op een bescheiden schaal (10 tot 100-tallen) ingezet in veldtests.

**Nefit Bosch** komt met een H<sub>2</sub>-readytoestel, gebaseerd op de bestaande productlijn met de naam Worcester. Dit merk/type wordt vooral in het VK veel ingezet. Op dit moment draait er een veldtest.

**Intergas** komt met een 100%-waterstoftoestel gebaseerd op het huidige aardgastype Intergas Extreme 30 qua formaat en uiterlijk. De tapwaterklasse zal op CW3 of CW4 uitkomen. Dit type is door Notified Body Kiwa Nederland gekeurd en toegelaten voor demonstratiedoeleinden.<sup>7</sup> Het toestel is in gebruik in het “waterstof-tiny house” van de gemeente Hoozevee; een demonstratiewoning voor energiecoaches en andere belanghebbenden bij de energietransitie.

Verder gaat Intergas de toestellen leveren voor een veldtest in Wagenborgen<sup>8</sup> (Groningen), in totaal circa 30 wooneenheden van een woningcorporatie.

**Remeha** werkt toe naar een situatie met vier productlijnen voor cv-toestellen, op basis van de gassoort:

1. Aardgas (zoals de huidige toestellen)
2. Aardgas, geschikt voor een fluctuerende bijmenging met 0-20% Waterstof (reeds beschikbaar)
3. Waterstof (100%); één type in massaproductie vanaf 2023, meerdere typen (diverse vermogens) vanaf 2024.
4. H<sub>2</sub> ready: een toestel geschikt voor aardgas en eenvoudig om te bouwen naar 100% waterstof door gekwalificeerd personeel. Beoogde massaproductie vanaf 2024.

#### **Itho Daalderop**

Een fabrikant die de overstap naar waterstof **niet** gaat maken is **Itho Daalderop**; een fabrikant van veel elektrische apparatuur en met een klein marktaandeel van gastoestellen. Op 25 oktober 2021 publiceerde “Installatienieuws” namelijk het bericht dat het bedrijf gaat stoppen met cv-toestellen [10] om zich geheel te richten op warmtepompen.

N.B. Itho Daalderop is voor dit HyDelta-project niet geïnterviewd.

#### **Deelconclusie: 100%-waterstoftoestellen**

Voor de 100%-waterstoftoestellen en 100% H<sub>2</sub>-readytoestellen geldt: De toesteltypen voor de veldtests zijn nog niet vrijgegeven als consumentenproduct en hebben dus nog geen CE-markering. Dit heeft verschillende redenen:

---

<sup>7</sup> Demonstratie: een vorm van veldtest als voorstadium voor CE-markering. Over veldtests valt te lezen in paragraaf 2.1 onder “Regelgeving en certificering”.

<sup>8</sup> In hoofdstuk 4 wordt dieper ingegaan op diverse proefprojecten.

- Enkele veiligheidsrelevante onderdelen van een cv-toestel (branderautomaat, veiligheidsklep) moeten op hun beurt ook van CE-markering zijn voorzien voordat het toestel als geheel CE-markering kan krijgen. De toeleveranciers van deze producten hebben dit traject bijna voltooid.
- De resultaten van de veldtests worden verwerkt in het definitieve toestelontwerp. Het eindontwerp dat wordt gekeurd voor CE mag daarna niet meer worden gewijzigd, tenzij een deel van de keuring opnieuw wordt gedaan.

### Waterstoftoestel tijdelijk op aardgas?

Voor een soepele ombouw van een deel van het gasdistributienet zou het een voordeel zijn wanneer een 100%-waterstoftoestel korte of langere tijd tijdelijk op aardgas zou kunnen branden. Immers dan konden eerst alle betrokken aardgastoestellen door waterstoftoestellen vervangen worden en daarna kon het gasnet worden “overgezet” naar waterstof zonder tussenkomst van een monteur binnenshuis.

Echter geen van de geïnterviewde fabrikanten heeft deze eigenschap ingebouwd in het toestel. Eén fabrikant gaf aan dat het toestel dan te duur zou worden en daardoor niet aantrekkelijk voor de consument.

Ook zou het bij de ombouw van het gasnet een pré zijn als de waterstofketel veilig uit gebruik gaat indien er aardgas wordt toegevoerd.

De fabrikanten geven aan dat het toestel hier niet op is ontworpen en gekeurd, echter dat niet is uit te sluiten dat het toestel veilig uit bedrijf gaat. Eén fabrikant geeft aan dat de vlam gaat afblazen door de veel lagere verbrandingssnelheid van aardgas, waardoor het toestel uitschakelt door vlamstoring. Omdat de toestellen er niet op zijn ontworpen is het niet de bedoeling dat het toestel aardgas krijgt toegevoerd, zelfs niet kortstondig.

#### **Technische uitdagingen voor een 100%-waterstoftoestel t.o.v. een aardgastoestel zijn onder meer:**

##### Vlambeveiliging:

- Op basis van ionisatie werkt niet want er zijn geen radicalen<sup>9</sup> in de vlam die voor geleiding zorgen.
- Op basis van een lichtcel werkt niet want de vlam geeft geen zichtbaar licht.

##### Temperatuurbestendigheid:

- De voet van de vlam is heter. Dat stelt hogere eisen aan het brandermateriaal.

##### Voorkomen van inslag van de vlam

- Waterstof heeft een hogere verbrandingssnelheid en een lagere minimale ontstekings-energie. Daarom is extra aandacht nodig voor het scenario van vlaminslag in de brander (en vervolgens in de leidinginstallatie), mocht daarin -naast waterstof- nog lucht aanwezig zijn.

##### Scholing van installarend personeel.

- Zorgen dat er tijdig geschikt personeel beschikbaar is voor ombouw-operaties. Hiertoe contact onderhouden met de opleidingsinstituten.

<sup>9</sup> Radicaal: atomen of moleculen met één of meerdere ongepaard(e) elektron(en). Bij ionisatie-  
vlambeveiliging maken deze transport van lading (elektrische stroom) mogelijk tussen de ionisatiepen en de  
massa van het toestel.



## Waterstof, toegevoegd aan aardgas

Er zijn inmiddels al diverse toestellen gecertificeerd voor aardgas met 20% bijmenging van waterstof. Alleen al Kiwa Nederland heeft twee fabricaten hiervoor gecertificeerd.

### Kooktoestellen

Geïnterviewd: Atag Keukentechniek

Het bedrijf is voornemens toestellen op waterstof te gaan ontwikkelen binnen een “zichtbare horizon”, orde grootte binnen 5 jaar. Op dit moment is er echter nog te veel onzeker om hiermee van start te gaan: Het is nog niet duidelijk welke gassamenstelling de toekomstige duurzame gassen zullen hebben (vooral welke concentratie waterstof er wordt bijgemengd, dan wel of dit 100% waterstof is). Evenmin is de samenstelling van de testgassen bekend. Het is onzeker of er voldoende (Nederlandse) markt is voor toestellen op waterstof: de berichten in de media dat we “van het gas af” moeten heeft de verkoop geen goed gedaan. Specifiek in Nederland lijken consumenten eerder geneigd voor elektrisch koken te kiezen.

Een mengsel met enkele tientallen procenten waterstof is technisch goed te doen, want het vraagt waarschijnlijk niet zo veel aanpassingen. Het huidige grensgas G24 voor aardgas bevat nu al 20% waterstof. Eerdere onderzoeken toonden namelijk al aan dat bijmenging van aardgas met 20 tot 25% waterstof goed mogelijk is.

Afhankelijk van de bijmenging zal mogelijk blijken dat het ontwerp van de branders aangepast moeten worden. Bijvoorbeeld andere materialen of een andere branderconfiguratie.

#### Technische uitdagingen voor een 100%-waterstofkooktoestel zijn onder meer:

- Zichtbaarheid van de vlam
- Materiaal van de brander
- Vlambeveiliging

## 3.2 Rookgasafvoersystemen

Geïnterviewd: Muelink en Grol, Kiwa NL, Kiwa Italië

Muelink en Grol (M&G) geeft aan dat zij het afvoermateriaal van PP (polypropyleen, onder handelsnaam: Burgerhout) al ter keuring hebben aangeboden bij een Notified Body. Op dit moment is echter nog niet duidelijk of er aanvullende testen moeten plaatsvinden op materiaal dat al een keurmerk voor aardgas heeft. De diverse normcommissies (zie paragraaf 2.2) werken nog aan de aanpassing van de normen.

Vooruitlopend hierop heeft M&G in 2019 een beperkte theoretische analyse laten doen door Kiwa Nederland van de geschiktheid van het materiaal in een afvoermateriaal van PP. Op basis van de resultaten lijkt het huidige materiaal voor afvoerbuizen en afdichtingsringen geschikt voor condenserende toestellen (“HR-toestellen”) op 100% waterstof [11].

De Nederlandse en Italiaanse Notified Body’s hebben hierop geen aanvullingen met betrekking tot ontwikkelingen die bij andere fabrikanten dan M&G plaatsvinden.

**Technische uitdagingen voor een rookgasafvoer van een waterstoftoestel zijn onder andere:****Recirculatie dakdoorvoer**

Hoeveel mag een dakdoorvoer (gecombineerde toe- en afvoerconstructie) afgevoerd rookgas opnieuw aanzuigen (recirculeren) opdat het toestel/de verbranding niet geschaad wordt? Voldoet een dakdoorvoer voor aardgastoestellen automatisch voor waterstof?

**Condensopvang**

Bij de verbranding van waterstof komt meer waterdamp vrij dan bij aardgas. Deze damp condenseert deels in de afvoer en wordt condensatiewater. Heeft de huidige condensopvang voldoende vrije doorlaat voor de afvoer hiervan?

**Corrosievastheid**

Mogelijk is condensatiewater corrosiever dan dat van aardgas. De levensduur zou minimaal gelijk moeten zijn aan rookgasafvoersysteem voor aardgas (doorgaans ten minste 15 jaar).

**Afschot pijpdelen rookgasafvoer**

Omdat er meer condenswater vrijkomt geldt ook de vraag of de huidige eis voor afschot van liggende leidingdelen volstaat bij waterstof.

**Verbinding pijpdelen**

In hoeverre moeten de verbindingen bestand zijn tegen de kracht van een explosieve ontsteking van een waterstoftoestel. Volstaat materiaal, geschikt voor aardgastoestellen ook bij waterstof?

**Verdunningsafstand**

Wijzigt de verdunningsfactor  $f$  in de bouwregelgeving? Verandert hierdoor de afstand tussen uitmonding en inlaatopening voor ruimteventilatie? Rookgassen van waterstoftoestellen bevatten o.a. NO<sub>x</sub>, dit is schadelijk bij inademing, een correcte afvoer naar buiten is om die reden noodzakelijk.

**Visuele hinder**

Wordt de condenspluim bij de uitmonding intensiever? Wat betekent dit voor visuele hinder?

### 3.3 Gasleidingmaterialen en appendages

Geïnterviewd: Aalberts integrated piping systems, Henco, Uponor, Viega

De geïnterviewde fabrikanten hebben allen op hun leidingsystemen het vrijwillige keurmerk Gastec Qa voor aardgas, maar nog niet voor waterstof. Dat kan ook nog niet, omdat de Gastec Qa-keuringseisen nog niet definitief van kracht zijn (zie paragraaf 2.3). Zodra dit mogelijk is willen de fabrikanten hun producten laten certificeren voor Gastec Qa. Dit betreft in elk geval de systemen van koper en meerlagenbuis. De systemen met buizen uit een enkele laag kunststof worden mogelijk niet voor waterstof gecertificeerd omdat de markt voor aardgas nu ook al klein is.

De fabrikanten doen, vooruitlopend op de keuring, al de volgende werkzaamheden:

- input leveren voor keuringseisen;

- informatie inwinnen bij toeleveranciers over de geschiktheid van de toegepaste materialen voor waterstof (HDPE, PVDF plus HNBr rubber):
- testen met waterstof in (buitenlandse) testlaboratoria (m.b.t. mechanische eigenschappen, permeatie, lekdichtheid); en
- deelnemen aan proefprojecten.

Zo gauw de keuringseisen definitief worden zullen diverse fabrikanten hun systemen ter keuring aanbieden.

## 4. Proefprojecten

Voor dit onderzoek zijn projecttrekkers geïnterviewd van twee buitenlandse (VK<sup>10</sup>) en vier Nederlandse proefprojecten. In dit hoofdstuk worden de projecten eerst kort omschreven (paragraaf 4.1) en daarna wordt beschouwd wat dit betekent voor het voorliggende onderzoek (paragraaf 0 en 4.2).

### 4.1 Korte omschrijving proefprojecten

Schotland: H100

Geïnterviewd: Kiwa Gastec UK

Oorsprong waterstof:	Groene waterstof, gegenereerd met elektriciteit uit een 7 MW offshore windturbine.
Verbruikers:	300 a 1000 wooneenheden
Binnenleidingsysteem:	Standaard koperleidingsysteem zoals voor aardgas.
Verbrandingstoestellen:	Cv-combitoestellen, kookplaten, open haarden op waterstof.
Geschiktheid materiaal beoordeeld:	Op basis van Kiwa-NL-rapportage plus testwerk Kiwa VK.
Extra mitigerende maatregelen t.o.v. aardgas?	Ja <sup>11</sup>

Wales en Noordwest: HyNet/Homes

Geïnterviewd: Kiwa Gastec UK

Oorsprong waterstof:	Blauwe waterstof, lokaal gefabriceerd
Verbruikers:	Circa 2000 wooneenheden
Binnenleidingsysteem:	Nog niet bekend, project is nog in definiëeringsfase
Verbrandingstoestellen:	Nog niet bekend
Geschiktheid materiaal beoordeeld:	Nog niet bekend
Extra mitigerende maatregelen t.o.v. aardgas?	Nog niet bekend

<sup>10</sup> Opmerking bij de projecten in het VK:

In het projectvoorstel bij onderzoeksvraag 61 (7 mei 2021) worden de projecten Hy4Heat en H21 genoemd. In de betreffende programma's zijn onbewoonde testlocaties gebruikt. Deze projecten zullen worden beschreven in de rapportage van WP1A. Op de websites van Hy4Heat en H21 is al veel informatie beschikbaar. De echte pilots in het VK moeten nog van start gaan en staan nu hier kort samengevat (bron: Kiwa Gastec UK).

<sup>11</sup> Voor de overzichten in deze paragraaf is alleen van belang **of** er mitigerende maatregelen zijn toegepast, want dat betekent dat er nog ervaring moet worden opgedaan in een veilige omgeving. **Welke** maatregelen dat zijn is geen onderwerp in voor onderzoeksvraag 61.

## Wagenborgen (Groningen) : Hybride verwarming

Geïnterviewd: Enexis

Oorsprong waterstof:	Groene waterstof, geproduceerd door een agrarisch ondernemer op enkele kilometers afstand. Distributie naar Wagenborgen via nieuwe leiding.
Verbruikers:	30 bestaande rijtjeshuizen
Binnenleidingsysteem:	Waarschijnlijk meerlagenbuizen
Verbrandingstoestellen:	Piekverwarming en warm tapwater met hybride warmtepompen op waterstof.
Geschiktheid materiaal beoordeeld:	Op basis van Gastec Qa keurmerk op basis van de herziene KE 214
Extra mitigerende maatregelen t.o.v. aardgas?	Ja

## Uithoorn: Leegstaande woningen met oude leidingen en nieuwe toestellen

Geïnterviewd: Stedin

Oorsprong waterstof:	Flessengas
Verbruikers:	14 leegstaande woningen
Binnenleidingsysteem:	Bestaande leidingen variërend van 60 jaar (ten tijde van de bouw) tot heden, zoals koper, staal en meerlagen.
Verbrandingstoestellen:	Remeha en Nefit-Bosch toestellen (types goedgekeurd voor veldtests).
Geschiktheid materiaal beoordeeld:	Tijdens en na afloop van de testperiode zijn de materialen beoordeeld. Najaar 2020 pilot opgebouwd en eind 2020 weer afgebroken. Circa 1 week op aardgas, 1 week test op stikstof, 1 week helium, 1 week waterstof en 1 week zijn huizen verwarmd op waterstof. Ervaringen: Alle materialen zijn geschikt voor waterstof. Bij het testen met helium zijn lekke koppelingen aangetroffen en gerepareerd (nagetrokken). Het systeem was daarna gasdicht voor waterstof. De waterstofketels werken goed.
Extra mitigerende maatregelen t.o.v. aardgas?	Ja

## Delft: Green Village met waterstofstraat

Geïnterviewd: gAvar, Aalberts Hydronic Flow Control

Oorsprong waterstof:	Flessengas
Verbruikers:	Publieke experimenteerruimte met o.a. drie bewoonde woningen.
Binnenleidingsysteem:	Nog niet bekend
Verbrandingstoestellen:	Remeha Hydra toestel.
Geschiktheid materiaal beoordeeld:	Eigen laboratoriumonderzoek en algemene rapporten.
Extra mitigerende maatregelen t.o.v. aardgas?	Ja

Hoogeveen: nieuwe en bestaande woningen

Geïnterviewd:

Oorsprong waterstof:	Grijze waterstof (tube trailers), daarna Groene waterstof (opgewekt op nabijgelegen RWZI), daarna Groene waterstof (aansluiting op hoofdtransportnet Gasunie (H <sub>2</sub> -backbone))
Verbruikers:	Eerst nieuwbouwwoningen (2022) en in een volgende fase bestaande woningen. In totaal vier fasen met uiteindelijk 518 wooneenheden (2027)
Binnenleidingsysteem:	Op basis van keurmerk
Verbrandingstoestellen:	Voor de eerste tranche is gekozen voor Remeha
Geschiktheid materiaal beoordeeld:	Op basis van (voorstadium van) CE-markering (cv-toestel) dan wel via andere keurmerken (binnenleidingen).
Extra mitigerende maatregelen t.o.v. aardgas?	Ja

### Evaluatie

Veel projecten zijn nog in voorbereiding of in elk geval niet voltooid. In het onderstaande staat alleen de informatie zoals die tot nu toe bekend is.

#### Bestaande leidingen hergebruikt voor waterstof

Bestaande leidingen zijn hergebruikt in de projecten in Wales en Uithoorn. Het project in Wales is echter nog niet uitgevoerd zodat er nog geen resultaten bekend zijn. Van het project in Uithoorn werden de binnenleidingen eerst met helium beproefd. Hierbij werden drie koppelingen met een geringe lekkage gevonden. Na herstel van de lekkende koppelingen is het systeem twee weken gevuld geweest met waterstof. Hierbij bleek het systeem gasdicht voor waterstof.

#### Nieuwe gasleidingen

Nieuwe gasleidingen worden aangelegd in het project in Wagenborgen en in fase 1 van het project in Hoogeveen. In Wagenborgen wordt waarschijnlijk gekozen voor meerlagenbuizen. In beide projecten zal naar verwachting materiaal toegepast worden met het keurmerk Gastec Qa voor waterstof (mits dan beschikbaar).

#### Gastoestellen

In alle zes projecten is of wordt gekozen voor nieuwe gastoestellen, ontworpen voor 100% waterstof.

Van de projecten in het VK is alleen van het project in Wales bekend welke toestellen worden toegepast: cv-combitoestellen, kookplaten en open haarden. Deze worden eerst uitgebreid onderzocht op veiligheid alvorens ze worden toegepast.

In de Nederlandse projecten worden alleen cv-combitoestellen toegepast en geen andere gastoestellen. Voor deze projecten geldt EU-regelgeving, zodat gastoestellen CE-markering moeten hebben (zie paragraaf 2.1). In de aanloopfase naar CE-markering is echter het gebruik van veldtest-toestellen toegelaten. De certificerende instantie geeft dan toestemming om een bepaald type toestel op beperkte schaal in te zetten in de praktijk. Deze toestellen zijn veilig in gebruik maar de fabrikant bouwt nog een of meer controlemomenten in de gebruiksfase in om hiervan te leren voor de definitieve uitvoering die in massaproductie gaat.

Op dit moment zijn er enkele typen cv-combistoestellen goedgekeurd voor veldtests. De toestellen die in de genoemde pilots zijn of worden gebruikt hebben zo'n goedkeuring.

De eerste cv-toestellen met CE-markering zijn naar verwachting in 2023 beschikbaar voor de consument.

#### Mitigerende maatregelen

In alle pilotprojecten zijn of worden er aanvullende mitigerende maatregelen getroffen, om zo in een extra veilige omgeving ervaring op te kunnen doen.

#### 4.2 Deelconclusie

De praktijkervaring met bestaande aardgasleidingen, overgezet op waterstof, is beperkt tot 2 weken. Hierbij zijn geen gebreken opgetreden die niet bij aardgas aan de orde waren. Er zijn nog geen projecten waaruit langeduurresultaten bekend zijn.

Voor nieuwe leidingen in Nederland zijn nog geen praktijkervaringen. In proefprojecten zal men kiezen voor materiaal met het Gastec Qa keurmerk op basis van Keuringseisen 214 (versie inclusief binnenleidingmaterialen, gereed begin 2022).

Voor praktijkproeven maakt men in Nederland gebruik van veldtest-exemplaren met een toelating door de Certificerende Instantie (Notified Body).

## 5. Conclusies

Op dit moment zijn de onderdelen na de gasmeter en de bijbehorende regelgeving nog niet in volledigheid afgestemd op een toepassing van 100% waterstof. Fabrikanten en opstellers van regelgeving zijn daar echter wel volop mee bezig. Het ontwikkelen van voorschriften en van producten gaat hierbij ongeveer gelijk op.

Uit de interviews met vertegenwoordigers van certificatie, fabrikanten en met projecttrekkers van proefprojecten in Nederland is het volgende gebleken:

Bestaande installaties zijn niet één op één over te zetten op 100% waterstof vanwege de volgende redenen:

- Bestaande toestellen op aardgas zijn vanuit het oogpunt van techniek en regelgeving niet geschikt voor waterstof.
- Bestaande rookgasafvoeren zijn mogelijk niet allemaal geschikt. De geschiktheid moet eerst aangetoond worden door een partij die hiervoor de verantwoordelijkheid kan en wil nemen.
- Bestaande binnenleidingen zijn mogelijk niet allemaal geschikt. Ook hier moet eerst de geschiktheid worden aangetoond door een partij die hiervoor de verantwoordelijkheid kan en wil nemen.

Voor nieuwe installaties zijn de volgende materialen gebruikt in pilotprojecten:

- Cv-combistoestellen (veldtestversie)
- Rookgasafvoersystemen: met eigen verklaring van de fabrikant
- Leidingmaterialen: alleen nog met Gastec Qa-keurmerk voor aardgas.

Op korte termijn komen verschillende fabrikanten met de volgende producten op de (consumenten-) markt:

- Leidingssystemen geschikt voor waterstof met Gastec Qa-keurmerk (vanaf 2022). Het Qa-keurmerk wordt aangevuld met de tekst: “Bestand tegen waterstofgas volgens KE 214” of “Hydrogen ready according to AR 214”
- Cv-combistoestellen geschikt voor waterstof met CE-markering (vanaf 2023).  
Deze waterstoftoestellen zijn niet goedgekeurd om te branden op aardgas, zelfs niet enkele seconden. Dat betekent dat bij het overschakelen van aardgas naar waterstof ook de laatste liters aardgas uit de leiding verwijderd moeten worden.  
Wel worden er ready-toestellen ontwikkeld. Deze zijn geschikt voor aardgas, maar zijn eenvoudig om te bouwen naar waterstof.



## Referenties

- [1] BSI, „PAS 4444 - Hydrogen-fired gas appliances. Guide,”  
<https://shop.bsigroup.com/products/hydrogen-fired-gas-appliances-guide>, 2020.
- [2] NEN, „NEN-EN 437: Proefgassen - Proefdrukken - Toestelcategorieën,” Delft, 2021.
- [3] NEN, „NEN-EN 15502; Met gas gestookte centrale verwarmingsketels (meerdere delen),” Delft.
- [4] NEN, NEN 1078: Voorziening voor gas met een werkdruk tot en met 500 mbar - Prestatie-eisen - Nieuwbouw, Delft: NEN, 2018.
- [5] NEN, NEN 8078: Voorziening voor gas met een werkdruk tot en met 500 mbar - Prestatie-eisen - Bestaande bouw, Delft: NEN, 2018.
- [6] NEN, NEN-EN 1775: Gasvoorziening - Gasleidingen in gebouwen - Maximale werkdruk kleiner of gelijk aan 5 bar - Functionele aanbevelingen, Delft: NEN, 2007.
- [7] NEN, NEN-EN 15001-1 en- 2: Gasinfrastructuur - Gasinstallatieleidingen met bedrijfsdrukken groter dan 0,5 bar voor industriële en groter dan 5 bar voor industriële en niet-industriële gasinstallaties, Delft: NEN, 2009 en 2008.
- [8] CvD productcertificatie Gastec Qa, „Keuringseis 214 - "Geschiktheid van gasdistributie- en installatiematerialen voor bijmenging met waterstof en volledig waterstofgas (concept)",” Kiwa Nederland, Apeldoorn, Oktober 2021.
- [9] CEN/TC234, FprCEN/TR 17797: “Gas infrastructure - Consequences of hydrogen in the gasinfrastructure and identification of related standardization need in the scope of CEN/TC 234”, CEN, 2021.
- [10] Installatienieuws, [https://www.installatie.nl/nieuws/itho-daalderop-stopt-met-cv-ketels/?utm\\_source=nieuwsbrief&utm\\_medium=email&utm\\_campaign=10/28/2021&goal=0\\_2c2171aa1b-96e7165d97-219864957&mc\\_cid=96e7165d97&mc\\_eid=25deee8bd1](https://www.installatie.nl/nieuws/itho-daalderop-stopt-met-cv-ketels/?utm_source=nieuwsbrief&utm_medium=email&utm_campaign=10/28/2021&goal=0_2c2171aa1b-96e7165d97-219864957&mc_cid=96e7165d97&mc_eid=25deee8bd1), 28 oktober 2021 geraadpleegd.
- [11] H. Bruining, Blog 3: Burgerhout Primeur, Waterstof en Energietransitie,  
] <https://burgerhout.nl/burgerhout-primeur-waterstof-en-energietransitie/>, 28 oktober 2021 geraadpleegd.

## I Overzicht van vragen HyDelta WP1C

In dit werkpakket worden de volgende vragen behandeld:

- Vraagnummer HyDelta 187: Onderzoek naar het veilig in- en uitbedrijf nemen van leidingsecties bij distributie van waterstof tijdens de ombouw naar een waterstofnet en wat zijn de daaraan gepaarde kosten.
- Vraagnummer HyDelta 124: Onderzoek naar uitvoering van de sterkte- en dichtheidsbeproevingen.
- Vraagnummer HyDelta 135: Wat is het effect van het bestaande gasnet op de kwaliteit van waterstof bij distributie en transport? (Zoals onder andere stof en vuil en THT).
- Vraagnummer HyDelta 185: Huisdrukregelaar: Wat is het risico indien deze niet aangepast wordt?
- Vraagnummer HyDelta 101: Onderzoek naar de risico's met betrekking tot bestaande gasinstallaties (bij de klant) bij omzetting van aardgas naar 100% waterstof.
- Vraagnummer HyDelta 61: Hoe sluiten de ontwikkelingen van alle componenten , die geschikt zijn voor 100% waterstof, in het distributienet (incl. aansluitingen), bij de binnen installatie en de gasverbruikstoestellen achter de meter op elkaar aan, zodat de hele keten op elkaar afgestemd is?
- Vraagnummer HyDelta 55: Hoe gaat een ombouw naar een waterstofnet eruit zien?

## II Samenstelling Expert- and Assessment Group (EAG) deelvraag 61

Tabel 1. Samenstelling Expert- and Assessment Group (EAG)

Naam	Werkgever
D. Nieuwenhuizen	Stedin
H. Smit	Enexis
W. Koppenol	Enexis
W.R. Nispeling	Alliander
R. den Hartog	Westland Infra
J. Jonkman	RENDO
R. Scholten	RENDO
C.H. Hermsen	Hermsen Installatiegroep
F. van Gijtenbeek	Henco
D. Vroman	Henco
F. Vos	Techniek NL
R. van den Tempel	Remeha
V.M.A. Barendregt	HSF
S.L.M. Lueb	Kiwa Technology
H.J.M. Rijpkema	Kiwa Technology
H. Salomons	Kiwa Technology

### III Geïnterviewde personen

Tabel 2. Geïnterviewde personen

Onderwerp		Naam	Werkgever
Keuren en certificeren	Gastoestellen	J. Meuleman	Kiwa Nederland
	Leidingsystemen en appendages	F. van Halem	Kiwa Nederland
	Leidingsystemen en appendages	W. Blumink	Kiwa Nederland
	Rookgasafvoersystemen	M. Breda	Kiwa Italië
	Gastoestellen VK	A. Pittaway /G. Kaval	Kiwa Gastec VK
	Gastoestellen VK	S. Faderani/B. Higinbotham	Kiwa Gastec VK
	Gastoestellen VK	M. Crowther	Kiwa Gastec VK
	Gastoestellen VK	Ph. Brain	Kiwa Gastec VK
	Gastoestellen VK	I. Summerfield	Kiwa Gastec VK
	Gastoestellen VK	P. McLaughlin	Kiwa Gastec VK
Betrokken bij pilot	Wales (HyNet Homes)	I. Summerfield	Kiwa Gastec VK
	Schotland (H100)	P. McLaughlin	Kiwa Gastec VK
	Uithoorn	F. van Alphen	Stedin
	Wagenborgen	W. Koppenol	Enexis,
	Hoogeveen	B. Meijer	N-Tra
	Delft, H2@Home	L. Mostert	gAvilar
	Delft, H2@Home	B. Mureau	Aalberts Hydronic Flow Control
Producersen	Keukenapparatuur	M. van Bruggen	Atag Keukentechniek
	Rookgasafvoersystemen	H. Bruining	Muelink en Grol
	Leidingsystemen	F.van Gijtenbeek/D.Vroman	Henco
	Leidingsystemen	P. Broest	Aalberts Integrated Pipe Systems
	Leidingsystemen	C. Verlinden	Viega
	Leidingsystemen	M. Bohl	Uponor
	Gastoestellen	R. van den Tempel	Remeha
	Gastoestellen	H. Wierenga	Nefit Bosch
Gastoestellen	G. Zijlstra	Intergas Verwarming	

## IV Gebruikte vragenlijst

### Vragenlijst



Deze vragenlijst maakt onderdeel uit van HyDelta Work Package 1C Leidingen en binneninstallaties en heeft betrekking op onderzoekvraag 61. Deze vragenlijsten dienen voor interviews van de volgende partijen:

Kiwa Netherlands:	Afdelingen voor het testen en certificeren van toestellen, leidingsystemen en rookgasafvoersystemen.
Kiwa UK & H21 UK	Afdelingen betrokken bij testen en certificeren van apparatuur en de afdelingen betrokken bij projecten gedefinieerd onder Hy4heat in de UK. Van UK- H21: DNV-GL Betrokken bij projecten gedefinieerd onder H21 in de UK, voor zover betrekking op binneninstallaties.
Pilot projecten	Partijen betrokken bij proefprojecten
Fabrikanten	Fabrikanten van gastoestellen, gasleidingsystemen en rookgasafvoersystemen.

**Bijlage: Vragenlijst per geïnterviewde categorie**

Vraag nummer	Vragenlijst onderzoeksvraag 61	Geïnterviewde categorie								
		Kiwa NL			UK		fabrikan- ten			
		Kiwa NL toestellen	Kiwa NL leidingen en	Kiwa NL rg.afvoeren	Kiwa UK	H21	Proefobjecten H2	fab. toestellen	fab. leidingen	fab. rg.afvoersyst.
<b>Vragen over keuren en certificeren</b>										
1	Welke normen en keuringseisen zijn er op dit moment beschikbaar voor het keuren van <b>gastoestellen</b> in relatie tot waterstof? Is waterstof bijvoorbeeld opgenomen in NEN-EN 437 (testgassennorm)?	V			V	V				
2	Welke normen en keuringseisen zijn er op dit moment beschikbaar voor het keuren van <b>gasleidingmaterialen en componenten</b> in relatie tot waterstof?		V		V	V				
3	Welke normen en keuringseisen zijn er op dit moment beschikbaar voor het keuren van <b>rookgasafvoersystemen</b> ?			V	V	V				
4	Op welke specifieke toestellen/componenten zijn deze normen en keuringseisen van toepassing?	V	V	V	V	V				
5	Welke normen en keuringseisen zijn er in ontwikkeling voor certificering in relatie tot waterstof?	V	V	V	V	V				
6	Welke fabrikanten hebben reeds toestellen/componenten ter “waterstofkeuring” aangeboden? Over welke componenten gaat het dan?	V	V	V	V	V		V	V	V
7	Worden toestellen die gekeurd worden voor waterstof ook gekeurd voor het <b>kortstondig</b> (uren) functioneren op aardgas? Zo ja, tot welke percentages aardgas in waterstof kan zo’n waterstoftoestel functioneren? <i>Toelichting: Dit kan nuttig zijn tijdens het omzetten van een woning van aardgas op waterstof, wanneer er nog wat rest-gas aardgas uit de binneninstallatie of aansluitleiding in het toestel komt.</i>	V			V	V		V		
8	Wordt er bij keuringen rekening gehouden met de mogelijkheid om het toestel <b>langdurig</b> (dagen/weken/jaren) op aardgas te laten functioneren? <i>Toelichting: Dit kan nuttig zijn bij het omzetten van (delen van) straten, wijken etc. Zo kunnen eerst de toestellen worden omgewisseld en daarna kan worden omgeschakeld op waterstof (eventueel na een kleine aanpassing aan het toestel).</i>	V			V	V		V		
9	Worden toestellen die gekeurd worden voor waterstof ook gekeurd voor het veilig <b>uitschakelen</b> als er aardgas wordt aangeboden? Zo ja, bij welk percentage aardgas?	V			V	V		V		
<b>Vragen over het fabriceren van producten en/of op het op de markt brengen</b>										
10	Zijn uw componenten op dit moment geschikt voor 100% waterstof?							V	V	V
11	Zijn uw componenten op dit moment geschikt voor mengsels van aardgas en waterstof? Welke mengverhoudingen?							V	V	V
12	Zijn antwoorden <sup>9</sup> en <sup>10</sup> aantoonbaar met keuringsrapportages?							V	V	V
13	Zijn antwoorden <sup>9</sup> en <sup>10</sup> aantoonbaar met eigen testen of praktijkervaringen?							V	V	V
14	Bent u bezig met de ontwikkeling van componenten specifiek voor de toepassing met waterstof of aardgas/waterstofmengsels?							V	V	V
15	Zijn uw componenten geschikt om kortstondig (uren) te functioneren op aardgas en vervolgens op waterstof?							V	V	V
16	Zijn uw componenten geschikt om dagen/weken/maanden te functioneren op aardgas en vervolgens op waterstof?							V	V	V
17	Worden er gashaarden geschikt voor waterstof ontwikkeld?	V			V	V	V	V		
18	Worden er gaskookplaten geschikt voor waterstof ontwikkeld?	V			V	V	V	V		
19	Worden er andere soorten huishoudelijke gastoestellen ontwikkeld?	V			V	V	V	V		
20	Worden er producten ontwikkeld die bijvoorbeeld het spoelen, afblazen c.q. affakkelen van aardgas uit de binneninstallatie veilig mogelijk maken?	V	V		V	V	V	V	V	

Vraag nummer	Vragenlijst onderzoeksvraag 61	Geïnterviewde categorie								
		Kiwa NL			UK		fabrikan- ten			
		Kiwa NL toestellen	Kiwa NL leidingen en Kiwa NL rg.akoeren	Kiwa UK	H21	Proefprojecten H2	fab. toestellen	fab. leidingen	fab. rg.,afvoersyst.	
<b>Vragen over proefprojecten</b>										
21	Wat is de doelstelling van dit project?					V	V	V		
22	Hoe is het project opgezet?					V	V	V		
23	Welk deel van de keten omvat het project? <i>Bedoeld is de keten: Opwekking → transport → meet-en regelstation → gasdistributie → huisdrukregelaar → gasmeter → binnenleidinginstallatie → gastoestel(len) en opstellings-/stookruimte → rookgasafvoer → uitmondning.</i>					V	V	V		
24	Wat is de bron van het waterstofgas? <i>Flessen, lokale opwekking, ....?</i>					V	V	V		
25	Welke gebruikers van waterstoftoestellen betreft het project <i>Bijvoorbeeld: consumenten, utiliteit, ... etc</i>					V	V	V		
26	Is het gas geodoriseerd? Zo ja welke odorant is gebruikt?					V	V	V		
27	Welke soorten gastoestellen zijn er in de pilot gebruikt voor aansluiting op het 100% H <sub>2</sub> -net? <i>Bijvoorbeeld: cv-ketels, boilers, combiketels, kookplaten, sfeerhaarden, .....</i>					V	V	V		
28	Welk materieel is er gebruikt voor: (materiaal, merk en type)					V	V	V		
28a	- Gasleidingmaterialen en verbindingen (koppelingen e.d.)					V	V	V		
28b	- Leidingappendages					V	V	V		
28c	- Gastoestellen					V	V	V		
28d	- Rookgasafvoersystemen					V	V	V		
28e	- Reduceerinstallatie (gasdrukregelaar, veiligheden etc).					V	V	V		
29	Hoe is van tevoren aangetoond dat deze materialen geschikt zijn? (test- en keuringsrapporten), onderzoeksrapporten, etc.					V	V	V		
30	Wat zijn de ervaringen in de praktijk met al deze materialen?					V	V	V		
31	Wat is geprobeerd, maar bleek in de praktijk niet te werken? En waarom niet? Welke alternatieven zijn er geprobeerd (ervaringen?)					V	V	V		
32	Wat bleek wel goed te werken?					V	V	V		
33	Welke mitigerende maatregelen zijn getroffen t.o.v. gebruik bij aardgas?					V	V	V		