

HyDelta

WP1D – Hoeveelheidsmeting van waterstof

D1D.1 – Eindrapport

Status: definitief

Dit project is medegefinancierd door TKI Nieuw Gas | Topssector Energie uit de PPS-toeslag onder referentie nummer TKI2020-HyDelta.

Document samenvatting

Corresponderende auteur

Corresponderende auteur	Hans de Laat
Verbonden aan	Kiwa Technology BV
Emailadres	Hans.de.laat@kiwa.nl

Document historie

Versie	Datum	Auteur	Verbonden aan	Samenvatting van de wijzigingen
1	11-2-2022	Hans de Laat	Kiwa Technology BV	Draft
2	18-03-2022	Hans de Laat	Kiwa Technology BV	OGH2 en Begeleidingsgroep
3	7-4-2022	Extern		Engelstalige samenvatting

Verspreidingsniveau

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

Documentbeoordeling

Partner	Naam	Functie
Enexis	Ruud Busscher	begeleidingsgroep
Stedin	Leo Kramp	begeleidingsgroep
Gasunie	Robert Kruithof	begeleidingsgroep
Kiwa	Hanneke Peters	Interne review Kiwa
Liander	Arno Tuinman	Beoordeling buiten begeleidingsgroep
		OGH2 Groep

Executive summary

The suitability of measurement principles for standard gas meters for domestic consumers capable of measuring hydrogen was investigated based on gas characteristics, the measurement technology and availability. The availability of the meters was investigated through interviews with meter suppliers. Based on the results, ultrasonic meters and thermal mass flow meters were the two preferred options for selecting hydrogen meters for household pilot projects.

Due to the low density and viscosity of hydrogen, it is possible for the flow in a hydrogen meter to change between laminar and turbulent. At present, it is not known how the meters derive the correct flow pattern when calculating the quantity of gas. In addition, there are major differences in gas properties between hydrogen and air, the gas that is used for field testing the meter. This can cause a widely varying pressure difference across the meter. For the time being, it is assumed that the recently completed first European Type Approval according to MID has verified these two aspects.

Hydrogen of distribution quality may contain gaseous impurities. The thermal conductivity of these impurities differs from that of hydrogen to such an extent that even the permissible quantities result in a change that is within the order of magnitude of the accuracy class of the thermal mass flow meter. Here too, it is tentatively assumed that this aspect has been verified during the European type approval according to the MID of this type of meter. When hydrogen meters are evaluated by network operators, it is useful to examine the three aspects mentioned above in more detail.

The distribution network operators work together within the Meter Pool Small Consumers (Meter Pool KV) to monitor the quality of gas meters. Hydrogen is not yet considered in the Meter Pool KV. Proposals for expanding the scope for the purpose of adapting the KV Metering Regulations and the related Implementing Provisions and Work Instructions on hydrogen have been included in this report. In addition, it is also necessary to adapt control installations in order to be able to inspect hydrogen meters.

In Europe, there is not yet a traceable chain for measuring hydrogen flow. Traceability refers to a continuous series of comparative measurements that use a known national or international standard as a reference for the measurement results of an instrument. Some important steps for traceability have been taken, for example the establishment of a control installation for hydrogen meters at TÜV in Glasgow that can add gaseous impurities. A specification from this kind of an installation has been included in this report. Making hydrogen meters in the Netherlands traceable is expected to increase confidence in the quantity measurement of hydrogen.

Samenvatting

De geschiktheid van meetprincipes voor kleinverbruiksmeters die waterstof kunnen meten is onderzocht aan de hand van gaseigenschappen, de meettechniek en de beschikbaarheid. De beschikbaarheid van de meters is onderzocht door middel van interviews met meterleveranciers. Op basis van de resultaten hebben ultrasone meters en thermische massastroommeters de voorkeur bij selectie van waterstofmeters voor pilotprojecten bij huishoudens.

Wegens de lage dichtheid en viscositeit van het gas is het mogelijk dat de stroming in een waterstofmeter kan veranderen tussen laminair en turbulent. Het is op dit moment nog niet bekend hoe de meters het juiste stromingspatroon afleiden bij de berekening van de hoeveelheid gas. Daarnaast zijn er grote verschillen in gaseigenschappen tussen waterstof en lucht; het gas waarmee de meter in het veld wordt getest. Er kunnen hierdoor grote verschillen ontstaan in het drukverschil over de meter. Voorlopig wordt er vanuit gegaan dat bij de onlangs voltooide eerste Europese typegoedkeur volgens de MID deze twee aspecten zijn geverifieerd.

Waterstof van distributiekwaliteit mag gasvormige onzuiverheden bevatten. De thermische geleidbaarheid van deze onzuiverheden wijken dusdanig af van die van waterstof, dat bij de toegestane hoeveelheden al een verandering optreedt die in de orde grootte ligt van de nauwkeurigheidsklasse van de thermische massaflowmeter. Ook hier wordt er voorlopig vanuit gegaan dat bij de Europese typegoedkeur volgens de MID van deze soort meter dit aspect is geverifieerd. Bij de evaluatie van de waterstofmeters door netbeheerders is het zinvol de drie hiervoor genoemde aspecten nader te onderzoeken.

De distributienetbeheerders werken samen binnen de Meterpool Kleinverbruik om de kwaliteit van gasmeters te bewaken. Waterstof wordt nog niet in de Meterpool KV beschouwd. Voor aanpassing van het Reglement Meterparkbeheer KV en de bijbehorende Uitvoeringsbepalingen en Werkinstructies aan waterstof zijn voorstellen voor de uitbreiding van de teksten in dit rapport opgenomen. Daarnaast is het noodzakelijk dat controle-installaties moeten worden aangepast om waterstofmeters te kunnen controleren.

Er bestaat in Europa nog geen herleidbare keten voor het meten van een waterstofstroom. Herleidbaarheid beschrijft een ononderbroken reeks vergelijkende metingen, die de meetresultaten van een instrument relateren aan een bekende nationale of internationale standaard. Enkele belangrijke stappen voor herleidbaarheid zijn er wel gezet, bijvoorbeeld de realisatie van een controle-installatie voor waterstofmeters bij TÜV in Glasgow die gasvormige onzuiverheden kan toevoegen. Een specificatie van een dergelijke installatie is in dit rapport opgenomen. Door waterstofmeters in Nederland herleidbaar te controleren wordt verwacht dat het vertrouwen in de hoeveelheidsmeting van waterstof wordt vergroot.

Table of contents

Document samenvatting	2
Executive summary	3
Samenvatting.....	4
1. Aanleiding.....	7
2. Doelstelling.....	9
3. Geschiktheid van de meterprincipes.....	10
3.1 Methode om de meetprincipes te beoordelen.....	10
3.2 Gaseigenschappen.....	10
3.3 Uitvraag onder meterleveranciers	16
4. Implementatietraject voor herleidbaar controleren.....	18
4.1 Twaalf fasen voor implementatie in de Meterpool KV	18
4.1.1 Het Reglement Meterparkbeheer KV uitbreiden met waterstofmeters.....	19
4.1.2 Overleg met de toezichthouder Agentschap Telecom over het reglement.....	20
4.1.3 Uitbreiden van de uitvoeringsbepalingen en de werkinstructies met waterstofmeters.	20
4.1.4 De procedure voor het aanvragen van een metercode voor waterstofmeters implementeren bij leveranciers van waterstofmeters.....	23
4.1.5 Implementeren van de procedure voor de controle van de waterstofmeters	24
4.1.6 Integreren van de meterpoolresultaten van de waterstofmeters in de rapportages van de coördinator.....	27
4.1.7 Integreren van de waterstofonderwerpen in de audits van de coördinator.	27
4.1.8 Toelaten van bestaande dan wel nieuwe controle-installaties waarmee waterstofmeters kunnen worden gemeten.	28
4.1.9 Toelaten van metercontroleurs en erkende keurders voor het controleren van waterstofmeters.....	28
4.1.10 Implementeren van een kalibratieprocedure voor waterstofmeters met VSL, voor het periodiek kalibreren van controle-installaties die voor waterstofmeters zijn toegelaten.	29
4.1.11 Uitbreiden van de periodiek op te sturen controleresultaten en inventarisatiebestanden met gegevens van waterstofmeters.....	29
4.1.12 Uitbreiden van het front-office (MPS++) en het back-office (GMS) van de coördinator met de functies voor waterstofmeters.	29
4.2 Specificatie van een kalibratie-installatie voor waterstofmeters	30
5. Resultaat.....	32
6. Conclusies.....	34
7. Aanbevelingen.....	35
Referenties	36
Afkortingenlijst	36

Bijlage 1 WP 1D deliverable 1D1 37

1. Aanleiding

De belangrijkste conclusie uit het onderzoek “toekomstbestendige gasdistributienetten” (Kiwa Technology, in opdracht van Netbeheer Nederland, 2018) is dat het bestaande gasnetwerk met de juiste maatregelen prima ingezet kan worden om duurzame gassen zoals 100% waterstof te distribueren. Belangrijk aandachtspunt is de verrekening van gas en daarmee de meting van de hoeveelheid waterstof.

Netbeheer Nederland heeft een projectplan “Meten en Verrekenen Waterstof” (M&VH2) opgesteld. Het doel van dit plan is om in 2024 een voldoende groot aantal (voorlopig gezet op 1500 stuks) meters ter beschikking te hebben en om inzicht te geven hoe de opschaling van waterstofmeters vanaf 2030 moet plaatsvinden. Dit werkpakket steunt op het voornemen van de distributienetbeheerders om in 2024 ieder een eigen waterstofnet in bedrijf te hebben. In deze netten wordt waterstof correct, betrouwbaar en veilig gemeten en wordt data uit slimme meters beschikbaar gesteld voor verrekening van waterstof.

Een aantal uitdagingen moeten echter worden opgelost om waterstof te kunnen meten en verrekenen met hetzelfde gemak, betrouwbaarheid en veiligheid als bij aardgas.

De meters die nu bij kleinverbruikers staan opgesteld zijn voornamelijk balgenmeters. De gasstroom drijft een mechaniek in deze meters aan. Aangezien waterstof maar 1/3 van de energiedichtheid van Gronings aardgas bezit, zullen balgenmeters met waterstof driemaal sneller gaan draaien, of zal de meter groter moeten worden. In het eerste geval leidt dit mogelijk tot extra geluidsproductie en in het tweede geval past de meter in de meeste gevallen niet meer in de standaard meterkast. Bestaande gasmeters voor aardgas kunnen niet voor waterstof worden gebruikt. Naast balgengasmeters zullen dan ook alternatieve meetprincipes moeten worden onderzocht.

De netbeheerders controleren steekproefsgewijs de metrologische kwaliteit van hun meters met herleidbare testapparatuur. Het toegepaste testmedium is uit praktische overwegingen lucht. Voor de omrekening van de metrologische miswijzing met lucht naar aardgas wordt een factor gebruikt, maar voor lucht naar waterstof is die vertaling door de meterleveranciers nog niet bekend gemaakt. Er is dus nog geen sprake van een herleidbare controle van waterstofmeters.

Er wordt verwacht dat het gedistribueerde waterstof niet geheel zuiver zal zijn. Internationale normen en Netbeheer Nederland gaan uit van een waterstofgehalte van minimaal 98%. Aangezien de 2% overige gassen ten opzichte van waterstof zeer sterk afwijkende eigenschappen bezitten, kan hun effect op de miswijzing van ultrasone en thermische meters significant zijn ten opzichte van de Europese metrologische eisen. Het mag worden verwacht dat de meter met de overige gassen wordt getest.

Bij zuiverheden van waterstof dicht bij 100% is er een directe relatie tussen de energie-inhoud van waterstof en de hoeveelheid verbruikte kubieke meters. Hierdoor is het mogelijk om de eindgebruiker in kWh af te rekenen, waardoor voor de consument een directe vergelijking met het elektriciteitsverbruik mogelijk wordt. Deze benadering vergt echter aanpassingen aan de in Nederland gebruikelijke verrekenmethode. De zuiverheid van het waterstof in het net kan echter lager zijn, maar er zijn nog geen praktische waarden beschikbaar.

De Nederlandse distributienetbeheerders gebruiken een kwaliteitssysteem voor energiemeters van kleinverbruikers. Het systeem is beschreven in het Reglement Meterparkbeheer KV en is tussen Netbeheer Nederland en de toezichthouder op de Metrologiewet Agentschap Telecom afgesproken.

Waterstofmeters zijn nog geen onderdeel van dit systeem. Het installeren van toegelaten energiemeters en het herleidbaar controleren van energiemeters is vastgelegd in het Reglement Meterparkbeheer KV. Deze bepalingen zullen in de toekomst ook gaan gelden voor waterstofmeters.

Voor dit werkpakket is informatie uitgewisseld met het M&VH2 project en er is informatie uit het Coördinatorschap Meterpool Kleinverbruik en Normalisatie Gasmeting gebruikt. Deze projecten worden uitgevoerd in opdracht van Netbeheer Nederland.

2. Doelstelling

Voor het werkpakket “Gasmeting” van Hydelta zijn de volgende doelen gespecificeerd.

Naast de geschiktheid van balgengasmeters voor waterstof, geeft dit rapport inzicht in de geschiktheid van gasmeters die in plaats van het volume, de snelheid van de gasstroom meten. Dit zijn ultrasone gasmeters en thermische massaflowmeters. De buitenafmetingen van deze meters zijn onafhankelijk van hun capaciteit en ze produceren minder geluid. Voor waterstof zijn deze meters momenteel in ontwikkeling bij Europese gasmeterfabrikanten. Het is van belang dat waterstofmeters, die geschikt zijn voor de Nederlands situatie, tijdig op de markt beschikbaar komen.

Het opstellen van basiskennis voor de plaatsing van deze meters in bestaande en nieuwe meterkasten, waarmee regelgeving voor de veilige installatie tijdig voor installateurs geformuleerd kan worden.

Inzicht verschaffen in de samenstelling van waterstof in Nederlandse gasnetten met de verwachte onzuiverheden, waarmee het effect op de metrologische nauwkeurigheid van de meters op voorhand kan worden berekend.

Definiëren van het implementatietraject voor de methode om ultrasone en thermische waterstofgasmeters herleidbaar te kunnen controleren en deel te laten nemen in het kwaliteitssysteem voor energiehoeveelheidsmeters kleinverbruik. De activiteiten die hier worden beschouwd zijn gelijk aan de activiteiten die in Nederland voor gasmeters gelden, te weten: de beoordeling van een aanvraag van een meterfabrikant voor een Nederlandse metercode (die alleen gehonoreerd wordt door bewijs van een Europese MID – toelating voor waterstof), de metrologische ingangscntrole van de meters bij de netbeheerder, de metrologische controle na één jaar en de verplichte metrologische steekproef iedere vijf jaar.

3. Geschiktheid van de meterprincipes

3.1 Methode om de meetprincipes te beoordelen

Naast de traditionele balgengasmeters, worden in Nederland ook ultrasone gasmeters toegepast. In tegenstelling tot een balgenmeter maakt een ultrasone meter gebruik van een akoestische gaseigenschap, de geluidssnelheid. Een type gasmeter dat nog niet in Nederland in de gasdistributie wordt toegepast is de thermische massastroommeter. Deze maakt gebruik van de thermische geleidbaarheid van het gas.

Aardgas bestaat voor een groot deel uit methaan, echter de gasmeters worden om praktische redenen gecontroleerd met lucht. Voor wat betreft de hiervoor genoemde gaseigenschappen wijkt waterstof nogal af van de “gebruikelijke” gassen, zoals methaan, stikstof en zuurstof. Door de eigenschappen van de verschillende gassen te vergelijken wordt in dit hoofdstuk een beeld geschetst van wat we mogen verwachten van waterstofmeters en hun gedrag met deze gassen. Op basis van de geconstateerde verschillen worden voorstellen gedaan voor de evaluatie van een waterstofmeter.

3.2 Gaseigenschappen

De eigenschappen van waterstof verschillen sterk met die van gebruikelijke gassen. De belangrijkste eigenschappen zijn:

Energie-inhoud

Waterstof bevat minder energie per m³ gas dan aardgas of methaan (Zie Tabel 1).

Tabel 1 Energie-inhoud van waterstof en aardgas

Gas	Energie-inhoud (onderwaarde) MJ/m ³
Waterstof	10,78
Methaan	35,90
Gronings aardgas	31,65
Verhouding	31,65/10,78=2,94

Uit Tabel 1 blijkt dat bij gelijkblijvend vermogen er bijna driemaal zoveel volume waterstof door een balgenmeter stroomt dan in het geval van het laagcalorische Groningse aardgas.

Geluidssnelheid

Traditioneel worden aardgasmeters metrologisch getest met lucht wegens de veiligheid en de geringe verschillen tussen de eigenschappen van aardgas en lucht. Een ultrasone meter is in staat de geluidssnelheid van een gas te bepalen doordat de geluidsgolf heen- en weer wordt gestuurd in de gasstroom. Een ultrasone meter kan het verschil tussen aardgas en lucht onderscheiden. De geluidssnelheden zijn vermeld in Tabel 2.

De snelheid van het gas en de geluidssnelheid van het gas wordt bepaald met het tijdsverschil tussen de heen- en weer gaande geluidsgolf en hoek die de geluidsgolf maakt met de meetbuis (automatische kalibratie van de meter).

De *time of flight* van de geluidsgolf tussen de transducers wordt korter met waterstof. Eén fabrikant claimt een ultrasone meter te kunnen leveren die zowel aardgas als waterstof kan meten. Deze

meter moet zodanig zijn uitgevoerd dat de geluidsgolf tijdens bedrijf met aardgas en met waterstof in beide gevallen de transducers nauwkeurig treft. Bij verminderde weerkaatsing van de geluidsgolf laat de meter automatisch de versterking van het geluid toenemen, wat ten koste gaat van de batterijlading. De frequentie waarmee de geluidsgolven worden geproduceerd moet daarnaast voldoende hoog zijn om de hoge geluidssnelheid in waterstof correct te meten.

In discussies binnen Working Group 9 (Ultrasonic Meters) van CEN/TC 237 zijn deze veranderingen voor waterstof aan bestaande gasmeters regelmatig besproken. De uitkomst is dat de bestaande ultrasontechniek ook voor waterstof gebruikt kan worden.

Wegens het grote verschil tussen de geluidssnelheid van waterstof en die van andere gassen verandert de geluidssnelheid van waterstof significant ten opzichte van de nauwkeurigheidsklasse van de meter als die andere gassen in het distributienet in kleine hoeveelheden aanwezig zijn. Het effect van 2% inerte gassen op de geluidssnelheid is weergegeven in Tabel 2.

Tabel 2 Vergelijking van de geluidssnelheid in verschillende gassen, en de verandering de geluidssnelheid van waterstof door aanwezigheid van inerte gassen, volgens ISO 16487 en specificatie van Netbeheer Nederland

gas	geluidssnelheid m/s	ISO 14687 / NBNI aandeel	gemiddelde geluidssnelheid m/s	verschil t.o.v. H ₂
lucht			343	
L-gas (G25)*			432	
H ₂	1270			
N ₂	349	2%	1252	-1,45%
CO ₂	267	2%	1250	-1,58%
CH ₄	446	1,50%	1258	-0,97%
O ₂	326	0,50%	1265	-0,37%

*L-gas is het referentiegas G25 voor het testen van toestellen met laagcalorisch gas volgens EN 437. Het is een mengsel van 14% stikstof en 86% methaan. G25 is hier gebruikt vanwege de samenstelling uit slechts twee componenten

Uit Tabel 2 blijkt dat de geluidssnelheid in waterstof 3,7 maal zo hoog is dan in lucht. De frequentie van de geluidspulsen moet hoog genoeg zijn om bij hogere geluidssnelheid nauwkeurig te blijven meten.

De gemiddelde geluidssnelheid in de gemengde gassen is bepaald met het procentuele aandeel van de gascomponenten. De verandering van de geluidssnelheid door aanwezigheid van enkele procenten stikstof, kooldioxide of methaan in waterstof is vergelijkbaar met de nauwkeurigheid¹ van de meter (1,5%).

Een ultrasone meter kan zelf de geluidssnelheid van het gas bepalen waarmee hij wordt doorstroomd. De meter detecteert vervuiling, maar is niet in staat het gas waarmee het waterstof is vervuild te definiëren.

In de software van de waterstofmeter moet de geluidssnelheid in lucht worden opgegeven zodat de meter het gas herkent tijdens een metrologische controle.

¹ De nauwkeurigheidsklasse van gasmeters die bij kleinverbruikers in Nederland zijn geïnstalleerd is doorgaans 1,5. Dit betekent dat de metrologische afwijking binnen het interval van -1,5% tot 1,5% moet liggen.

Thermische geleidbaarheid

Het effect van 2% inerte gassen, methaan en zuurstof op de thermische geleidbaarheid is weergegeven in Tabel 3.

Tabel 3 Verandering van de thermische geleidbaarheid door de aanwezigheid van inerte gassen, volgens ISO 16487

gas	thermische geleidbaarheid W/mK	ISO 14687 / NBNL aandeel	gemiddelde thermische geleidbaarheid W/mK	verschil t.o.v. H ₂
lucht			0,0269	
L-gas (G25)			0,0327	
H ₂	0,174			
N ₂	0,024	2%	0,171	-1,72%
CO ₂	0,015	2%	0,171	-1,83%
CH ₄	0,0341	1,50%	0,172	-1,21%
O ₂	0,0263	0,50%	0,173	-0,42%

Uit tabel 3 blijkt dat de thermische geleidbaarheid van waterstof ruim driemaal zo hoog is dan die van lucht. De thermische massaflowmeter zal op de hoogte moeten zijn van het soort gas dat door het instrument stroomt.

De verandering van de thermische geleidbaarheid door aanwezigheid van enkele procenten stikstof of kooldioxide in waterstof is significant ten opzichte van de nauwkeurigheid² van de meter (1,5%). Een thermische massameter kan niet voor deze invloed corrigeren, tenzij de gassenstelling vooraf bekend is of constant is.

Dichtheid en viscositeit

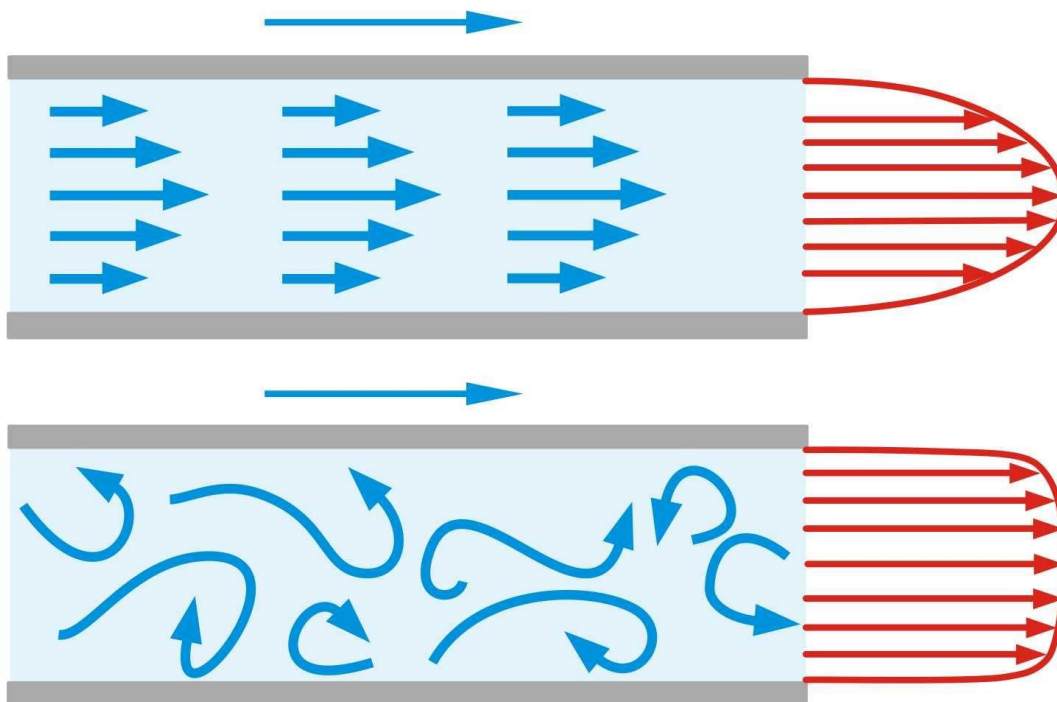
Eén van de manieren om het stromingspatroon in een kanaal te karakteriseren is met het getal van Reynolds (Re). Re heeft geen dimensie. Twee verschillende stromingen die hetzelfde Re hebben zijn met elkaar vergelijkbaar. Re geeft ook aan of een stroming laminair of turbulent is. De dichtheid en de viscositeit van het gas spelen een belangrijke rol bij de berekening van Re.

Voor wat betreft het stromingspatroon zegt Re het volgende:

- Als $Re < 2040$ is de stroming laminair
- Als $Re > 4000$ is de stroming afwisselend laminair en turbulent
- Als $Re > 5000$ is de stroming typisch maar niet noodzakelijk turbulent

² De nauwkeurigheidsklasse van gasmeters die bij kleinverbruikers in Nederland zijn geïnstalleerd is doorgaans 1,5. Dit betekent dat de metrologische afwijking binnen het interval van -1,5% tot 1,5% moet liggen.

Laminaire en turbulente stroming hebben een verschillende snelheidsverdeling. De verdeling van de snelheid over de diameter van een buis is in rood weergegeven in Figuur 1.



Figuur 1 De snelheidsverdeling bij laminaire stroming (boven, parabolisch) en bij turbulente stroming (onder)

Bij de bepaling van de grootte van de gasstroom in snelheidsmeters dient de correcte snelheidsverdeling door de meter te worden aangenomen.

Om het karakter van de stroming in een thermische massastroommeter of ultrasone meter te bepalen is een vergelijking gemaakt tussen het bedrijf van de meter met waterstof en het controleren met lucht. Voor de meetpunten van de Meterpool KV (Q_{max} en $0,2 \cdot Q_{max}$) zijn voor beide gassen Re berekend. De vier uitkomsten, geldend bij de druk vergelijkbaar in een huishoudelijke gasmeter, zijn gegeven in de Tabel 4.

Tabel 4 Voorbeeld van het getal van Reynolds voor waterstof en lucht bij Q_{max} en $0,2*Q_{ma}$ bij stroming in een gasmeter voor kleinverbruik.

gas	lucht	waterstof
dichtheid [kg/m ³]	1,23	0,089
viscositeit [Pa*s]	1,81E-05	8,40E-06
diameter meetkanaal* [m]	0,01	0,01
capaciteit van de meter** [m ³ /h]	18	18
snelheid [m/s]	63,7	63,7
Getal van Reynolds Re [-]	43262	6748
0,2* capaciteit van de meter [m ³ /h]	3,6	3,6
snelheid [m/s]	12,7	12,7
Getal van Reynolds Re [-]	8652	1350

*Op dit moment voor waterstofmeters bij netbeheerders nog onbekend. Waarde is afgeleid van huidige US meters.

** Hier is driemaal de capaciteit van een G4 gasmeter genomen omdat een algemeen geldende capaciteitsindeling voor waterstofmeters nog niet bekend is. Hierbij wordt de overcapaciteit die gasmeters in het algemeen hebben overgenomen.

Uit Tabel 4 blijkt dat de beide stromingsgevallen voor lucht en waterstof een sterk verschillende Re hebben. De stromingen zijn dus niet vergelijkbaar. De volgende conclusies kunnen worden getrokken:

- Bij Q_{max} is de stroming bij lucht turbulent, en in de meeste gevallen bij waterstof ook;
- Bij $0,2*Q_{max}$ is de stroming bij lucht typisch, maar niet noodzakelijk turbulent; bij waterstof altijd laminair.

De correcte meting van de grootte van de gasstroom hangt dus af van de correcte keuze van de snelheidsverdeling. Deze keuze is belangrijk bij lage debieten door de meter. Bij het selecteren van ultrasone of thermische massaflowmeters kunnen de netbeheerders aan de leveranciers vragen in hoeverre de software van de meter in staat is om de juiste keuze tussen laminaire en turbulente stroming te maken, zowel met waterstof als met lucht.

De stromingsweerstand in een gasmeter wordt bepaald door de dichtheid en de snelheid in het kwadraat. De druk in een huishoudelijke gasmeter kan niet worden gewijzigd, waardoor deze niet gebruikt kan worden om de dichtheid van het gas in te stellen.

Uit Tabel 4 blijkt dat de dichtheid van waterstof 13,8 maal lager is dan die van lucht. Het drukverschil over de meter is bij waterstof evenredig lager dan in het geval van doorstroming met een gelijke hoeveelheid lucht. Bij massameters zal het verschil in dichtheid geen effect hebben op de aanwijzing, maar bij balgenmeters en ultrasone meters door het veranderde drukverschil over de meter wel.

Een gasmeter heeft een gasfilter aan de inlaatzijde en een rechte hoek in het uitlaatkanaal. Voor de berekening van de stromingsweerstand in deze situaties werden in de literatuur methoden gevonden voor situaties met $Re > 10^5$. Deze methoden kunnen niet gebruikt worden in een kleinverbruiksgasmeter want de gassnelheid is te laag. De stromingsweerstand van een waterstofmeter bij doorstroming met lucht en waterstof zal experimenteel moeten worden onderzocht.

Binnen CEN/TC 237 is in 2020 een inventarisatie [1] gemaakt van aanpassingen aan bestaande gasmeternormen voor waterstof. Eén van de beschouwde clausules is het toegestane drukverschil over de gasmeter. Er werd geconcludeerd dat met waterstof de huidige eis (voor aardgas, tot en met G16) van 2 mbar gemakkelijk kan worden gehaald. Er is echter geen specifieke eis voor het drukverschil met het controlemedium lucht. Als de waterstofmeter met lucht wordt doorstroomd bedraagt het maximaal te verwachten drukverschil $2 \cdot 13,8 = 27,6$ mbar. Balgenmeters en ultrasone meters die in Nederland worden toegepast corrigeren niet voor een dergelijk groot drukverschil.

Het is op dit moment binnen CEN/TC 237 nog niet besloten of voor waterstof de eis voor drukval wordt aangescherpt of dat de eis voor aardgas wordt overgenomen. In Nederland zijn de slimme meters standaard uitgerust met temperatuurcorrectie maar niet met drukcorrectie. Het bereik van de drukmeting in de controle-installatie zal voldoende moeten zijn om het drukverschil tijdens de doorstroming met lucht goed te kunnen meten.

3.3 Uitvraag onder meterleveranciers

In 2021 is aan vijf leveranciers van gasmeters gevraagd wat de stand van de ontwikkeling van waterstofmeters bij hun was en op welke termijn zij waterstofmeters aan Nederlandse netbeheerders denken te kunnen leveren. De vragen werden door Netbeheer Nederland en Kiwa Technology opgesteld.

De resultaten van de uitvraag zijn samengevat in de matrix van Tabel 1.



Tabel 5 Resultaat van de informatie-uitvraag onder vijf meterleveranciers

leverancier	1	2	3	4	5
Meetprincipe	Thermische massa-stroom	Ultrasoon	Ultrasoon	Balgen	Balgen
Gassoorten	Voor waterstof een aparte meter	Huidige aardgas US-meter aanpasbaar voor waterstof	kan zowel aardgas als waterstof meten. Automatische omschakeling	alle omdat het volume wordt gemeten	alle omdat het volume wordt gemeten
implementatie binnen NL meterketen	Functionaliteit moet ontwikkeld worden	Beschikbaar	Functionaliteit nog in ontwikkeling	Beschikbaar. Mogelijk wel nieuw hardware ontwerp voor Nederland	Er kan gebruik gemaakt worden van huidige module
Aansluitingen en capaciteit	NL 220 mm niet in portfolio. Huidige bandbreedte is tot en met G25.	NL 220 mm in portfolio; alleen voor US tot en met de G6.	NL 220 mm niet in portfolio.	NL 220 mm is al in portfolio en kan daarmee in principe tot en met G25 aanbieden voor de KV-meter.	NL 220 mm is al in portfolio en kan daarmee in principe tot en met G25 aanbieden voor de KV-meter.
Testgassen	Gebaseerd op ISO 14687	Gebaseerd op ISO 14687	Gebaseerd op ISO 14687	In samenwerking met NoBo's	geen informatie
Controle van de meter met lucht	correlatie tussen lucht en waterstof is bekend	correlatie tussen lucht en waterstof wordt onderzocht	correlatie tussen lucht en waterstof wordt onderzocht	correlatie tussen lucht en waterstof wordt onderzocht	Geen probleem voor balgenmeter
Metrologie en inzetbaarheid	Voor huishoudens tot 20m ³ /h. Voor commercieel tot 120m ³ /h	Gepland tot 30m ³ /h.	Focus op kleinverbruik tot 20m ³ /h.	Geen informatie	Focus is op 20m ³ /h voor waterstof
Risico bij verkeerde inzet	mogelijk werkt de meter dan niet goed	Geen verhoogd veiligheidsrisico	Geen verhoogd veiligheidsrisico	Geen verhoogd veiligheidsrisico	Geen verhoogd veiligheidsrisico
Materiaal geschikt voor waterstof	Onvolledig bekende onderdelen zijn geïdentificeerd	Geen probleem	Geen probleem	Materiaal uitgezocht op geschiktheid	Materiaal nog niet uitgezocht op geschiktheid
Veiligheid	voor toelating wordt met 100% waterstof getest op lekkage	ATEX classificering moet veranderen van 2B naar 2C	Mengsels met > 20% waterstof vereist aanpassing ATEX	ATEX aanpassing nodig	Geen informatie
Beschikbaarheid	Q2/3 2022 meters beschikbaar voor Hy4Heat	Q2/3 2023	Verwachting MID toelating Q4-2021, prototypes Q2/3 2022	Onbekend	Onbekend

Naast de indruk die in de gesprekken werd verkregen en het filteren op concurrentiegevoelige informatie is de evaluatie per onderwerp uit Tabel 5 als volgt:

- Meetprincipe: snelheidsmeters 1, 2 en 3 hebben de voorkeur boven volumemeters vanwege de compacte bouwvorm.
- Gassoorten: de automatische schakeling tussen aardgas en waterstof is interessant.
- Implementatie binnen de meterketen: onvolledige functionaliteit kan een lang ontwikkeltraject vergen.
- Aansluitingen en capaciteit: de snelheidsmeters zullen een adapter nodig hebben want de 220 mm hartafstand is niet beschikbaar; de volumemeters hebben geen adapter nodig. De capaciteit is geen probleem.
- Testgassen: meters die toegelaten worden met waterstof inclusief toelaatbare verontreinigingen volgens ISO 14687 hebben de voorkeur.
- Controle van de meters met lucht: hier scoren de leveranciers uniform laag. Het valt op dat bij de geïnterviewde personen de aanwezige kennis op dit onderwerp te beperkt was.
- Metrologie en inzetbaarheid: de leveranciers met meer bandbreedte score hoger.
- Risico bij verkeerde inzet: op basis van de antwoorden werd geen onderscheid gemaakt.
- Materiaal geschikt voor waterstof: leverancier 5 scoorde hier lager dan de overige leveranciers.
- Veiligheid: De noodzaak om de ATEX classificatie van de meter te veranderen is voldoende bekend en dit punt levert dan ook geen onderscheid.
- Beschikbaarheid: de leveranciers 1 en 2 scoren hier veruit het beste.

Op basis van het bovenstaande hebben de netbeheerders geconcludeerd dat de meterleveranciers 1, 2 en 3 het meeste potentieel bieden voor het leveren van waterstofmeters op korte termijn.

4. Implementatietraject voor herleidbaar controleren

Het herleidbaar controleren van gasmeters wordt door distributienetbeheerders toegepast bij de ingangscntrole en bij steekproeven onder meters in het veld. Ook aan zogenaamde kwestiemeters, waarvan de aangeslotene de stand niet vertrouwd, worden controles uitgevoerd. De procedures voor deze controles zijn beschreven in het Reglement Meterpool KV en de documenten die naar het Reglement verwijzen.

In de volgende paragraaf zijn twaalf fasen onderscheiden voor de implementatie. Het betreft een inventarisatie van de punten die uitgebreid moeten worden en per punt wordt een voorstel gedaan voor de uitbreiding. Het is de bedoeling dat ze met de betrokken vertegenwoordigers van Netbeheer Nederland worden afgestemd en uitgewerkt.

4.1 Twaalf fasen voor implementatie in de Meterpool KV

De twaalf fasen zijn weergegeven in de onderstaande Tabel 6.

Tabel 6 Fasen voor integratie van waterstofmeters in de Meterpool KV

Fase	Taak
1	Het Reglement Meterparkbeheer KV [2] uitbreiden met waterstofmeters.
2	Overleggen met de toezichthouder Agentschap Telecom over het uitgebreide reglement met als resultaat dat het mag worden toegepast.

Fase	Taak
3	Uitbreiden van de uitvoeringsbepalingen [3] en de Werkinstructie 3 [4] met waterstofmeters.
4	De procedure voor het aanvragen van een metercode voor waterstofmeters implementeren bij leveranciers van waterstofmeters.
5	Implementeren van de procedure voor de controle van de waterstofmeters bij de controlerende bedrijven (Liander IJklaboratorium en CIJ Borculo).
6	Integreren van de meterpoolresultaten van de waterstofmeters in de meterpoolrapportages van de coördinator.
7	Integreren van de waterstofonderwerpen in de technische audits gas en administratieve audits van de coördinator.
8	Toelaten van bestaande dan wel nieuwe controle-installaties waarmee waterstofmeters kunnen worden gemeten door de coördinator.
9	Toelaten van metercontroleurs en erkende keurders voor het controleren van waterstofmeters door de coördinator.
10	Implementeren van een kalibratieprocedure met VSL, voor het periodiek kalibreren van controle-installaties die voor waterstofmeters zijn toegelaten.
11	Uitbreiden van de periodiek op te sturen controleresultaten en inventarisatiebestanden met gegevens van waterstofmeters.
12	Uitbreiden van de front-office (MPS++) en de back-office (GMS) van de coördinator met de functies voor waterstofmeters.

Het werk in de fasen wordt hieronder beschreven. De verwijzingen naar paragrafen in de documenten van het Reglement Meterparkbeheer KV is voor het onderscheid in zwart weergegeven met vierkante haakjes. De verwijzingen zijn aan het begin van de alinea vermeld voor snel opzoeken.

4.1.1 Het Reglement Meterparkbeheer KV uitbreiden met waterstofmeters

[3.1.2] De kenmerkentabel voor gasmeters gaat uit van één niet nader omschreven gas. De kenmerkentabel wordt uitgebreid met de letter die het gas dat door de meter stroomt beschrijft. Nu staat “G” voor aardgas. Voor waterstofmeters wordt een nieuwe letter ingevoerd die voor de metercontroleur begrijpelijk is, bij voorkeur “W”.

[4.1.3] Bij gasmeters die automatisch omschakelen tussen aardgas en waterstof meldt de netbeheerder voorafgaand aan het samenstellen van de steekproef bij de coördinator welk gas door de meter stroomt.

[11.1.1] Nadat het gas wat door een omschakelbare gasmeter stroomt van aardgas naar waterstof is veranderd, wordt bij deze populatie bij voorkeur geen nieuwe controle uitgevoerd. Voorwaarde hiervoor is dat de meters slechts korte tijd in het net aanwezig zijn op het moment van de overgang naar waterstof.

4.1.2 Overleg met de toezichthouder Agentschap Telecom over het reglement

In het kader van dit project is overleg geweest met Agentschap Telecom. Bij aanpassingen aan het Reglement Meterparkbeheer KV wordt het nieuwe reglement voorgelegd aan Agentschap Telecom voordat het in werking treedt.

4.1.3 Uitbreiden van de uitvoeringsbepalingen en de werkinstructies met waterstofmeters.

Werkinstructie 3 Uitvoeren van controlemetingen [4]

[2] Toepassingsgebied. Het toepassingsgebied omvat nu balgen- en ultrasone gasmeters. Thermische massastroommeters worden in de toekomst geïnstalleerd waardoor deze in het toepassingsgebied worden opgenomen.

[5.1.2.3] De metergegevens die de metercontroleur verifieert worden uitgebreid met de soort gas waarvoor de meter is ontworpen: aardgas of waterstof, of beide gassen als de meter voor beide gassen geschikt is. Het onderscheid van metercodes door eerste letter kan hier goed bij ondersteunen: G(aardgas), W (Waterstofgas), H(Hybride: waterstof- of aardgas). De meter die voor twee gassen geschikt is wordt gecontroleerd voor het gas dat op het moment van de controle in het net aanwezig is.

Werkinstructie 3 gaat ervan uit dat de testinstallatie geschikt is voor het uitvoeren van de controlemetingen. Dit betekent dat de testinstallatie voor waterstof nog ontworpen en gebouwd moet worden. De eisen aan een testinstallatie worden verderop besproken in Tabel 12.

Werkinstructie 5 Aanmelden en beheer van controle-installaties [5]

[2] Het toepassingsgebied noemt controle-installaties voor gasmeters. Dit wordt uitgebreid naar aardgas- en waterstofmeters. De soorten meters die worden gecontroleerd wordt uitgebreid met ultrasone en thermische massastroommeters voor waterstof.

De bovengrens van de volumestroom gas voor waterstofmeters bij kleinverbruikers is nog niet vastgesteld door het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat. Op basis van de verhouding van de energie-inhoud van waterstof en aardgas is de vereiste capaciteit van de testinstallatie ongeveer 120 m³ per uur. Na de vaststelling wordt de bovengrens voor waterstof in de werkinstructie opgenomen. De controle-installatie mag alleen voor controles van waterstofmeters worden ingezet door metercontroleurs die bekwaam zijn in het controleren van waterstofmeters.

[5.2.1] Aanmelding van de installatie bij de coördinator van de Meterpool KV

Op het aanmeldingsformulier moet waterstof worden vermeld als de controle-installatie hiervoor ontworpen is.

Uitvoeringsbepalingen [3]

[3.2.1] De populaties meters die in een jaar worden gecontroleerd, worden door de coördinator van de Meterpool vooraf omschreven. Het variëren van de controlefrequentie is toegestaan. Wegens de nieuwheid van de waterstofmeters moeten netbeheerders vaststellen of een gewijzigde controlefrequentie voor deze meters van toepassing is. Het is belangrijk om de waterstofmeters nauwlettend te volgen, waarbij op basis van de resultaten van de gegevens van de eerste keur door de fabrikant en op één jaar na bouwjaar kan worden besloten tot een extra controle in een bepaald jaar.

[4.2.1] De netbeheerder legt in zijn meterregister vast wat de soort gas is dat door de meter stroomt; in dit geval waterstof.

[4.2.1.1] De metercode bestaat uit een letter en vier cijfers. Voor waterstofmeters is de letter “W” van toepassing.

In het geval van een meter die omgeschakeld kan worden tussen aardgas en waterstof hebben we te maken met twee verschillende meetinstrumenten in één behuizing. Het verschil zit in de capaciteit van de meters want voor waterstof is die driemaal zo groot. Op de index van een omschakelbare meter zijn zowel een W als een G metercode aangebracht.

De omschakelbare meter die op dit moment in ontwikkeling is, is een ultrasone meter die zelf de gassoort kan detecteren op basis van de geluidssnelheid van het gas. Als de netbeheerder de gassoort in het net verandert pas de meter zich automatisch aan. De metercode die tijdens de periodieke controle van een omschakelbare geldig is, dient door de netbeheerder te worden opgegeven.

[4.2.1.5] Het kan zijn dat voor waterstofmeters aanvullende kenmerken nodig zijn, die op dit moment nog niet bekend zijn. Deze kunnen aan de kenmerkentabel worden toegevoegd na overleg met Agentschap Telecom.

[4.2.3.4] Als een meterleverancier bij de coördinator een aanvraag neerlegt voor een metercode voor een waterstofmeter, wordt de beoordelingsprocedure uitgebreid met een onderzoek naar de mogelijkheid om de meter te controleren met lucht. Een belangrijk onderdeel van dit onderzoek zijn de metrologische afkeurgrenzen van de meter en de gasdebieten waarbij de meter met lucht wordt gecontroleerd. Deze gegevens worden door de coördinator gemeld aan het bedrijf dat de controles uitvoert.

[4.6.2.1.1] Bij de aanmelding van een controle-installatie bij de coördinator wordt vermeld dat de installatie geschikt is voor het controleren van waterstofmeters. Bij de beoordeling van de controle-installatie evalueert de coördinator door het controleren van enkele waterstofmeters.

Een controlebedrijf kan de controle-installaties tussentijds testen met één of meerdere referentie-gasmeters, zogenaamde *Golden Samples*. Voor waterstofmeters bestaan die nog niet; indien gewenst mogen deze toegepast worden.

[4.7.1] De criteria voor de controle zijn identiek voor balgengasmeters, ultrasone meters en thermische massadebietmeters, ongeacht de gassoort.

[4.7.2.2] Bij de specifieke eisen per metersoort is op dit moment geen informatie genoemd. Mocht het in de toekomst blijken dat voor ultrasone en thermische massadebietmeters voor waterstof specifieke eisen gelden, dan worden ze hier vermeld.

[4.7.3.1] De afkeurcriteria voor waterstofmeters volgen uit de klasse van de meter en of deze gecompenseerd zijn voor temperatuur. De netbeheerder bepaalt deze twee aspecten bij het opstellen van de specificaties waaraan de waterstofmeters moeten voldoen.

[4.7.3.4.1] Het spoelvolume voor ultrasone en thermische massaflowmeters voor waterstof, waarmee de meters voorafgaand aan de metrologische controle wordt doorstroomd, is met lineair schalen berekend vanuit de waarden die voor aardgasmeters gelden. De schaalfactor is gelijk aan de verhouding van de energie-inhoud van aardgas en waterstof, te weten drie.

Het spoelvolume voor ultrasone en thermische massaflowmeters voor waterstof bedraagt minimaal 300 liter bij $Q_{\max}=18 \text{ m}^3/\text{h}$ en 750 liter bij $Q_{\max}=30 \text{ m}^3/\text{h}$.

De uitvoeringsbepalingen gaan uit van ultrasone meters tot en met $Q_{\max}=10 \text{ m}^3/\text{h}$ voor aardgas. Grotere meters zijn op dit moment niet in de uitvoeringsbepalingen beschreven.

[4.7.3.2.4] De meettijd voor een metrologische controle wordt voor de Meterpool kleinverbruik vastgesteld op basis van het minimale meetvolume en de minimale meettijd.

De uitgangspunten zijn de afleesnauwkeurigheid en de afkeurgrens van de meter. De afkeurgrens van een klasse 1,5 meter in het veld is tweemaal de toegelaten miswijzing van 1,5%, te weten 3%.

Het minimaal door te laten volume volgens de uitvoeringsbepalingen is weergegeven in Tabel 7.

Tabel 7 Minimaal door te laten volume van meters met 3% afkeurgrens

Metersoort	Afleesnauwkeurigheid = $0,1 \text{ dm}^3$	Afleesnauwkeurigheid = 1 dm^3
Snelheidsmeter met 3% afkeurgrens	43 dm^3	425 dm^3

In Tabel 8 is de meettijd voor waterstofmeters gegeven in geval van een afleesnauwkeurigheid van $0,1 \text{ dm}^3$ en 1 dm^3 .

Tabel 8 Meettijd voor ultrasone en thermische massadebietmeters voor waterstof

Q_{\max} dm^3/h	Afleesnauw- keurigheid dm^3	test	debiet dm^3/h	minimaal door te laten volume dm^3	meetijd min
18000	0,1	Q_{\max}	18000	900	3
18000	0,1	$0,2^* Q_{\max}$	3600	180	3
30000	0,1	Q_{\max}	30000	1500	3
30000	0,1	$0,2^* Q_{\max}$	6000	300	3
18000	1	Q_{\max}	18000	900	3
18000	1	$0,2^* Q_{\max}$	3600	425	7,5
30000	1	Q_{\max}	30000	1500	3
30000	1	$0,2^* Q_{\max}$	6000	425	4,5

In Tabel 8 blijkt dat waterstofmeters met een afleesnauwkeurigheid van 1 dm^3 een langere meettijd nodig hebben bij het meetpunt $0,2^* Q_{\max}$. Een logische wens van de netbeheerders voor eigenschappen van waterstofmeters is een afleesnauwkeurigheid van $0,1 \text{ dm}^3$.

[4.7.4] De eisen aan een controle-installatie voor waterstofmeters zijn gelijk aan die van de huidige controle-installaties voor aardgasmeters, behalve voor de capaciteit. Die wordt vergroot naar de grens voor kleinverbruiksmeters. De controle-installatie met een capaciteit van $120 \text{ m}^3/\text{h}$ moet nog ontworpen en gebouwd worden. Als de waterstofmeters met lucht kunnen worden getest, is het zinvol om op korte termijn waterstofmeters voor kleinverbruikers te controleren met een controle-installatie die slechts door softwarematige aanpassing de testprocedure voor waterstofmeters kan doorlopen. De huidige controle-installaties hebben een capaciteit van $40 \text{ m}^3/\text{h}$, daarmee zijn waterstofmeters gelijk aan G4 en G6 voor aardgas die tot $30 \text{ m}^3/\text{h}$ kunnen controleren.

[4.7.4.9] De software van controle-installaties dient te worden uitgebreid met controle-procedures voor het controleren van waterstofmeters. De debieten en meettijden die vermeld zijn in Tabel 8 worden ingesteld bij het afroepen van de metercode van de bijbehorende waterstofmeter.

[4.7.4.11] Op dit moment zijn er in de uitvoeringsbepalingen nog geen specifieke eisen aan de controle-installatie per soort gasmeter vastgelegd. Voor de controle van waterstofmeters met lucht dient men rekening te houden met een groter drukverlies over de meter met lucht dan in de praktijk met waterstof het geval is. De oorzaak is dat de dichtheid van lucht 13,8 maal zo hoog is als die van waterstof. Bij gelijkblijvend debiet door de meter wordt de drukval 13,8 maal zo hoog met lucht. De drukmeting in de controle-installaties moet gekalibreerd worden op het verwachte drukinterval.

Op dit moment geldt voor de drukval over gasmeters de bepaling in de (EU) normen. Het is echter geen afkeurcriterium in de Meterpool KV.

[4.9] De statistische analyse van de controleresultaten is voor waterstofmeters gelijk aan die van andere meters in de Meterpool KV. In de jaarlijkse rapportages van de coördinator worden de gasmeters gekarakteriseerd met de populatie, de metercode, het bouwjaar en de Q_{max} van de meter in m^3/h . Waterstofmeters worden op dezelfde manier gekarakteriseerd en kunnen in dezelfde tabellen als gasmeters worden opgenomen. Aan de jaarlijkse rapportages kunnen zonder inhoudelijke wijzigingen waterstofmeters worden toegevoegd.

[4.11.2] De netbeheerder houdt van zijn meters een inventarisatiebestand bij. Waterstofmeters zijn herkenbaar in dit bestand door de metercode die begint met een "W". Meters die automatisch omschakelen tussen aardgas en waterstof dienen overeenkomstig in het inventarisatiebestand te veranderen.

[4.11.6] De gegevens van de meters zoals zij van de productielijn afkomen bij de fabrikant ("eerste keur" gegevens) worden door de coördinator opgevraagd. Bij de aanschaf van de meters is het aan te bevelen dat de netbeheerder de vraag van de coördinator opneemt in de bestelling.

[B5.2] De beginletters van de metercode in de defectenregistratie worden uitgebreid met "W" voor waterstofmeters.

4.1.4 De procedure voor het aanvragen van een metercode voor waterstofmeters implementeren bij leveranciers van waterstofmeters

De procedure voor de aanvraag van waterstofmeters bevat nieuwe elementen:

- De soort gas waarvoor de meter bedoeld is. Tot nu toe was er geen aanduiding voor de soort gas, maar nu wordt dit gegeven geïntroduceerd met een nieuw gegevensveld. De gassoort is op voorhand bekend. Een mogelijke typering in het gegevensveld is G voor aardgas en W voor waterstof. Het soort gas bepaalt in de praktijk de te volgen controleprocedure. Op de waterstofmeter moet waterstof worden vermeld als gassoort. De verwachting is dat dit kan met een verwijzing naar ISO-16487.
- De afkeurgrenzen van de waterstofmeter bij de metrologische controle met lucht. Deze afkeurgrenzen worden bepaald door de Aangewezen Instantie of Notified Body (Nobo). In tegenstelling tot de afkeurgrenzen met waterstof kunnen de afkeurgrenzen met lucht voor

de twee meetpunten $0,2 \times Q_{\max}$ en Q_{\max} van elkaar verschillen. De boven- en ondergrenzen kunnen asymmetrisch ten opzichte van de nullijn liggen.

De vertaling van het gedrag van de meter met waterstof naar controleren met lucht volgt uit een vergelijkende meting van een aantal meters met zowel waterstof als lucht. Deze gegevens worden vermeld door de Notified Body die de toelating van de meter afgeeft. Op dit moment is het nog niet bekend welke informatie geleverd gaat worden, maar deze moet minimaal bestaan uit de waarden in Tabel 9.

Tabel 9 Afkeurgrenzen bij de controle met lucht

Meetpunt	$0,2 \times Q_{\max}$	Q_{\max}
Onderste afkeurgrens	$MPE_{0,2 \times Q_{\max}; \text{laag}}$	$MPE_{Q_{\max}; \text{laag}}$
Bovenste afkeurgrens	$MPE_{0,2 \times Q_{\max}; \text{hoog}}$	$MPE_{Q_{\max}; \text{hoog}}$

MPE=maximum permissible error

4.1.5 Implementeren van de procedure voor de controle van de waterstofmeters

Binnen de Meterpool KV worden door twee bedrijven gasmeters steekproefsgewijs gecontroleerd. Dit zijn het Liander IJklaboratorium en CIJ Borculo.

Binnen CEN/TC 237³ verband wordt vooralsnog aangenomen dat het testen van waterstofmeters voor kleinverbruik met lucht zal gebeuren.

Voor de Meterpool KV wordt de miswijzing van een gasmeter bepaald op de debieten $0,2 \times Q_{\max}$ en Q_{\max} . Op dit moment wordt de toegestane miswijzing van een gasmeter bepaald door zijn nauwkeurigheidsklasse. Bij de controle van meters in het veld is de klasse van de meter bekend uit het meterregister van de netbeheerder en de automatische beoordeling van de meter is hierop gebaseerd.

Als het gedrag bij lucht afwijkt van waterstof, dan zal niet de nauwkeurigheidsklasse gelden, maar de vertaling naar het gedrag met lucht. De vertaling van het gedrag van een gasmeter op waterstof naar het gedrag met lucht is op dit moment nog niet bekend.

Het verband tussen waterstof en lucht hangt af van het meetprincipe⁴, het model van de meter en de justering van de meter die door de leverancier in de productie wordt toegepast. De Nederlandse netbeheerders kennen aan een gasmeter een metercode toe, die gebaseerd is op de toelating en het model van de meter. Voor elk jaar dat meters van een bepaalde metercode worden geproduceerd wordt door Netbeheer Nederland steekproefsgewijs een vijfjaarlijkse controle doorgevoerd. Er mag daarom worden verwacht dat voor elke combinatie van metercode en bouwjaar een specifiek verband moet worden vastgelegd voor de controle met lucht.

De eis voor levensduur van gasmeters is doorgaans 15 of 20 jaar. De capaciteit van de batterij in moderne meters is op deze levensduur gebaseerd. Uit recent onderzoek⁵ blijkt dat de capaciteit van de batterijen van invloed kan zijn op de vervangingsstrategie van slimme gasmeters. Uitgaande van 15 jaar levensduur en de huidige gegevensverzameling van de Meterpool KV kan het controleschema in Tabel 10 worden aangenomen.

³ CEN/T 237 normcommissie "Gas Meters"; uitspraak van de voorzitter.

⁴ EURAMET project NEWGASMET

⁵ Rijkema, restcapaciteit batterijen, Kiwa Technology in opdracht van Netbeheer Nederland

Tabel 10 Tijdstippen voor dataverzameling voor de Meterpool KV

Tijdstip in de levensduur van een waterstofmeter	Statistische data	Herkomst van de data
Bij aankoop	Gegevens eerste keur	Fabrikant
Na één jaar	Miswijzing na één jaar	Vrijwillig door de Netbeheerder
Na vijf jaar	Miswijzing, Vijfjaarlijkse controle	Netbeheerder, onder controle van de toezichthouder
Na tien jaar	Miswijzing, Vijfjaarlijkse controle	Netbeheerder, onder controle van de toezichthouder
Voorafgaand aan vijftien jaar	n.v.t.	In deze periode kan de meter vervangen worden ⁶ .

Uit Tabel 10 blijkt dat een populatie van waterstofmeters gedurende de operationele levensduur minstens driemaal statistisch wordt gecontroleerd. Bij 20 jaar levensduur is dat viermaal.

De toelating van de waterstofmeter vermeldt alleen zaken die betrekking hebben op het medium waarvoor de meter is toegelaten. Er hoeft dus geen informatie over het gedrag met lucht in de toelating te worden vermeld⁷. De netbeheerder zal deze informatie bij de leverancier moeten opvragen of door een geschikte partij laten vastleggen.

In de software van de controle-installaties zal de vertaling moeten worden ingebouwd. Momenteel wordt op basis van de metercode de controleprocedure automatisch aangepast aan de meter die wordt onderzocht. Hetzelfde principe kan voor waterstofmeters worden gebruikt. Na het invoeren van de metercode worden de volgende parameters ingesteld:

- Het debiet van de test ($0,2 \cdot Q_{\max}$ of Q_{\max})
- De toelaatbare miswijzing. In het veld is dit tweemaal de eis uit de MID; voor klasse 1,5 meters geldt een toelaatbare miswijzing van +/- 3%.
- Het debiet dat gedurende de test door de meter stroomt.

Door het raadplegen van een tabel in de software worden de juiste data voor de test automatisch door de controle-installatie ingesteld.

Als een meter in het veld op basis van een ontoelaatbare miswijzing wordt afgekeurd, is er een nader onderzoek naar deze meter vereist⁸. Bij een waterstofmeter zal dit nadere onderzoek naar de miswijzing met waterstof als medium moeten worden uitgevoerd om afwijkingen, die voortkomen uit de vertaalslag naar lucht, geen rol te laten spelen. De uitslag van het onderzoek met waterstof prevaleert daardoor boven de uitslag van het onderzoek met lucht. Bij het onderzoek met waterstof gelden de toegelaten miswijzingen volgens de klasse van de meter. Het kan zijn dat een waterstofmeter in tweede instantie alsnog metrologisch wordt goedgekeurd. Dit kan belangrijke gevolgen hebben voor de beoordeling van de bijbehorende populatie in het veld. Het aanvullende onderzoek moet dus tijdig vóór de totstandkoming van het jaarlijkse populatiebesluit van de coördinator worden uitgevoerd.

Het nut van een kalibratiefaciliteit op waterstof kan als volgt worden omschreven:

⁶ Er is aangenomen dat het vervangen van de gehele meter wordt verkozen boven het vervangen van alleen de batterij.

⁷ Informatie van Henri Schouten, NMI, mei 2021

⁸ Zie het *Reglement Meterparkbeheer* van Netbeheer Nederland.

- Onderzoek naar waterstofmeters vindt binnen Nederland plaats, waardoor kennis over gashoeveelheidsmeting wordt opgebouwd
- Het vertrouwen in de hoeveelheidsmeting van waterstof wordt versterkt
- Bij geschillen tussen de aangeslotene en de netbeheerder over de meterstand kan snel en gefundeerd een extra controle van de meter worden uitgevoerd met waterstof

Verwacht wordt dat bij toename van het gebruik van waterstof de vraag naar een dergelijke faciliteit urgenter zal worden.

4.1.6 Integreer van de meterpoolresultaten van de waterstofmeters in de rapportages van de coördinator

Over de kwaliteit van de gasmeters en kWh-meters wordt door de coördinator van de Meterpool KV afzonderlijk gerapporteerd. De rapportage is jaarlijks. De kwaliteit van de waterstofmeters wordt opgenomen in het populatiebesluit en de populatieaanbevelingen voor de gasmeters.

De populaties waterstofmeters worden beschreven met een combinatie van metercode en bouwjaar. De metercode geeft aan dat het een waterstofmeter betreft. Daarmee is voldoende onderscheid met gewone gasmeters. In de rapportages wordt de capaciteit van gasmeter aangeduid in m³/h; de waterstofmeters kunnen in deze systematiek worden opgenomen.

4.1.7 Integreer van de waterstofonderwerpen in de audits van de coördinator.

Technische audits gas

De technische audits behandelen de controles van de waterstofmeters in het veld en de vakbekwaamheid van de metercontroleurs. Het belangrijkste aandachtspunt van de audit is dat de controle op de juiste wijze wordt uitgevoerd.

Een mobiele testinstallatie (MTI) reageert op de invoer van een metercode door de testparameters aan de metercontroleur te tonen. Dit zijn de debieten die tijdens de test moeten worden ingesteld en de afkeurgrenzen waarmee de tellerstanden worden vergeleken. Als een waterstofmeter wordt getest gelden er andere debieten dan voor aardgasmeters gebruikelijk is. De software kiest uit een aparte tabel met debieten die voor waterstofmeters van toepassing zijn. De metrologische afkeurgrenzen zijn gelijk aan die voor gasmeters zoals ze in de MID zijn vastgelegd.

Het drukverschil over de gasmeter tijdens de Q_{max} test wordt door de installatie vastgelegd, maar is geen reden tot afkeur binnen de meterpool KV. Aangezien tijdens de test met lucht wordt gewerkt is een groter drukverschil te verwachten dan in de EN-normen voor de gasmeters is vermeld.

Een conventionele ijktafel met een natte-trommelmeter kan niet in capaciteit worden verhoogd. Het toepassingsgebied van een dergelijke controle-installatie kan niet worden uitgebreid. Voor de sonic-nozzle stationaire ijkinstallaties bij Liander geldt dat de reeks aanwezige spuitstukken moet worden uitgebreid met exemplaren die het verhoogde debiet kunnen leveren.

Administratieve audits gas

De administratieve audits gas worden door de coördinator bij de netbeheerders uitgevoerd. Het Meterpoolsysteem levert aan de coördinator informatie waarop hij zijn audit bij de netbeheerder kan uitbreiden:

- De aanvraag van een “W” metercode vooraf.
- Een ontvangen een testexemplaar van de waterstofmeter ter evaluatie
- De controle-installaties waarop het controleren van de watermeter is toegestaan

- De resultaten van de plausibiliteitscontrole van MPS++
- De resultaten van de metrologische controle
- De uitslag van de statistische analyse van de meters in een populatie
- De gegevens van de eerste keur.

Gewoonlijk selecteert de coördinator de kritische metercode-bouwjaar combinaties in het lopende controlejaar. Bij de komst van een populatie waterstofmeters is het zinvol om de kwaliteit van het administratieve proces van deze meters nauwlettend te volgen.

4.1.8 Toelaten van bestaande dan wel nieuwe controle-installaties waarmee waterstofmeters kunnen worden gemeten.

De toelatingsprocedure die is omschreven in werkinstructie 5 is voldoende algemeen om nieuwe controle-installaties voor waterstofmeters toe te laten. De capaciteit van de installaties is nu met 40 m³/h gelijk aan de grens tussen groot- en kleinverbruik gasmeters. De grens moet worden verhoogd naar de bovengrens voor waterstofmeters voor kleinverbruik, ongeveer 120 m³/h. De definitie van het exacte grensdebiet is de verantwoordelijkheid van de minister van Economische Zaken en Klimaat. De dienstverleners die werken voor de Meterpool KV hebben geen controle-installaties met de verhoogde capaciteit voor waterstofmeters. Wellicht is een MTI voor grootverbruik van CIJ Borculo toe te laten voor de Meterpool KV.

4.1.9 Toelaten van metercontroleurs en erkende keurders voor het controleren van waterstofmeters.

Metercontroleurs

De metercontroleurs van CIJ Borculo doorlopen een intern examen van bekwaamheid voordat zij kunnen worden toegelaten tot de Meterpool KV. Dit interne examen wordt uitgebreid met het controleren van waterstofmeters met een mobiele testinstallatie. Met een eerste audit door de coördinator wordt de metercontroleur toegelaten tot de Meterpool KV. Deze eerste audit wordt uitgebreid met het controleren van waterstofmeters.

Als een metercontroleur reeds is toegelaten tot de Meterpool KV volstaat een aanvullende audit voor alleen waterstofmeters om de controleur waterstofmeters te laten werken.

Erkende keurders

Bij het Liander IJklaboratorium werken erkende keurders die door het Nederlands Meetinstituut (NMI) worden geauditeerd. Zij hebben naast de metrologische controle ook bevoegdheden om meters te beoordelen.

De eisen voor de toelating tot de Meterpool KV zijn identiek aan die van Metercontroleurs van CIJ Borculo. De toelating volgt op het demonstreren van de controleprocedures. Liander werkt met sonic-nozzle ijkbanken. Een overzicht van de erkende keurders en controle-installaties is weergegeven in Tabel 11.

Tabel 11 De soort ijkbanken en erkenning van metercontroleurs bij de controlerende bedrijven

Controlerend bedrijf	Liander ijklab	CIJ Borculo
Technische leiding	voert geen controles uit	erkend keurder
Metercontroleurs	erkend keurder (beleid)	niet noodzakelijk erkend
ijkbank met volumemeter	nee	ja
sonic-nozzle ijkbank	ja	nee
mobiele testinstallatie	nee	ja

De installaties zijn niet ingericht voor waterstofmeters. De installaties moeten worden gewijzigd voordat waterstofmeters kunnen worden gecontroleerd.

4.1.10 Implementeren van een kalibratieprocedure voor waterstofmeters met VSL, voor het periodiek kalibreren van controle-installaties die voor waterstofmeters zijn toegelaten.

Als de controle van waterstofmeters met lucht mogelijk is, dan kunnen de controle-installaties voor de Meterpool KV met de referentiemeters van VSL worden gekalibreerd. De capaciteit van de referentiemeter moet wel geschikt zijn voor de hogere debieten van de waterstofmeters.

4.1.11 Uitbreiden van de periodiek op te sturen controleresultaten en inventarisatiebestanden met gegevens van waterstofmeters.

Het format waarmee de controleresultaten door de deelnemende netbeheerders aan de coördinator worden verzonden is voldoende algemeen om gebruikt te worden voor waterstofmeters. De metercode die voor waterstofmeters wordt gebruikt begint met de letter "W" en is mogelijk binnen het toegepaste alfanumerieke format.

Op dit moment is het nog niet bekend hoe de capaciteit van waterstofmeters op Europees niveau zal worden aangeduid. Als de aanduiding significant gaat wijzigen van dat van de huidige G-waarde zal het format van de controleresultaten moeten worden aangepast.

4.1.12 Uitbreiden van het front-office (MPS++) en het back-office (GMS) van de coördinator met de functies voor waterstofmeters.

De data die door de netbeheerder wordt geüpload doorloopt in MPS++ een plausibiliteitscontrole. De informatie van waterstofmeters mag daarbij niet als fout worden gekenmerkt. De volgende wijzigingen zijn noodzakelijk:

- De letter "W" wordt een geaccepteerde aanduiding voor het soort gas.
- De capaciteitsaanduiding van de meter wordt omschreven in MPS++ en de data wordt hiermee vergeleken.

4.2 Specificatie van een kalibratie-installatie voor waterstofmeters

Het grote verschil in gaseigenschappen maakt dat een herleidbare kalibratie van een waterstofmeter met waterstof als medium wenselijk is. Een kalibratie-installatie met waterstof is in Nederland niet beschikbaar. De Duitse Physikalische Technische Bundesanstalt (PTB) [6] ontwikkelt een dergelijke faciliteit. Het Nederlands Meetinstituut (NMI) is een aangewezen instantie voor het toelaten van gasmeters volgens de Measurement Instrument Directive (MID). Zij maakt gebruik van een kalibratie installatie in Glasgow (Schotland).

In het kader van dit project is met het Van Swinden Laboratorium (VSL) in Delft overleg geweest over de mogelijkheden om een dergelijke installatie voor Nederland te ontwikkelen. Het bleek dat een programma van eisen aan de installatie veel duidelijkheid schept om een project te definiëren. De eisen in Tabel 12 zijn opgesteld naar aanleiding van het overleg tussen Netbeheer Nederland, Kiwa Technology en VSL in 2021.

Tabel 12 Eisen aan een kalibratiefaciliteit voor waterstofmeters

Nr.	eis	waarden	Bron / opmerkingen	
1	medium	Waterstof of lucht/stikstof	Het verschil in gedrag van een gasmeter tussen waterstof en lucht moet worden vastgelegd.	
2	Typen meters	Ultrasoon en thermisch	Deze hebben de voorkeur wegens hun compacte afmetingen	
		Balg	Metten van dit type is een wens.	
3	Capaciteit	Waarden in m ³ /h	EN 1359; tabel 1: debieten van G4 en G6 aardgasmeters. EN 14236; tabel 2: Klasse 1,5 meters. Vermenigvuldigd met factor 3 voor de verhouding van de energie-inhoud.	
		Minimaal	$\leq 0,12$	Gebaseerd op $Q_{\max}/Q_{\min} \geq 150$
		Maximaal	40	CEN/TC 237 : voorstel voor nieuwe norm voor ultrasone gasmeters
		Meetpunten (H ₂ equivalent van aardgas)	3,6	Meterpool KV: $0,2 \times Q_{\max}$ van G4
			18	Meterpool KV: Q_{\max} van G4
			6	Meterpool KV: $0,2 \times Q_{\max}$ van G6
30	Meterpool KV: Q_{\max} van G6			
4	Verontreinigingen waterstof	Testgas bevat > 99,9 % waterstof	Specificatie flessengas waterstof 3.0	
			Meters uit het net dienen voorafgaand aan de test gespoeld te worden.	
		Stikstof, gecontroleerd aandeel tot 3%	Netbeheer NL, Verkenning waterstofsificatie	
	Verontreinigingen in lucht	Omgevingslucht	Gebruikelijk in Nederland	
5	Onzekerheid van de gashoeveelheid	$\leq 0,33 \%$	Vergelijkbaar met de onzekerheid van de huidige VSL reisstandaard voor het kalibreren van controle-installaties voor gasmeters	

Nr.	eis	waarden	Bron / opmerkingen
6	Druk ⁹ (onderdrukinstallatie)	Voldoende laag om de vereiste capaciteit te behalen	Zonder het gedrag van de meter te beïnvloeden
	Druk (overdrukinstallatie)	Minimaal 20 mbar overdruk	5 mbar lager dan de instelling van huisdrukregelaars in NL
		Maximaal 100 mbar overdruk	Distributiedruk van aardgas
7	Temperatuur	Laboratoriumtemperatuur: 22 °C met afwijking max 5 K dicht bij de testopstelling; variatie over 24 uur < 2 K; variatie tijdens de test bij temperatuurgecorrigeerde meters < 0,3 K	PTB testing instructions; Band 29; Measuring instruments for gas (table 5)
		Temperatuurgradient per hoogtemeter in de ruimte: < 0,5 K	

Deze eisen zijn richtinggevend voor de ontwikkeling van een kalibratiefaciliteit.

De in de Tabel 12 genoemde debieten gelden voor waterstofmeters die gelijkwaardig zijn aan G4 en G6 gasmeters voor aardgas. Het toepassingsgebied van de huidige Meterpool KV is tot en met G25. Een waterstofmeter gelijk aan G25 heeft een waterstofcapaciteit van 120 m³/h nodig. Uiteindelijk is dit testdebiet voor waterstof noodzakelijk. Dit kan een rol spelen bij de keuze van de technische oplossing. Twee mogelijke technische configuraties zijn beschreven in [7]:

Kringloop met flessengas

De gasmeter wordt gemonteerd in een gesloten kringloop, die met waterstof uit flessen wordt gevuld. Een compressor zorgt voor de benodigde gasstroom in de kringloop. Om de temperatuur van het gas constant te houden wordt na de compressor een warmtewisselaar geplaatst die het gas verwarmt.

Het voordeel van een deze oplossing is een laag gasverbruik. De regeling voor de hoeveelheid gas is echter complex en de kringloop bevat dure componenten.

Open uitstroming met flessengas

De gasmeter wordt in een leiding geplaatst waar met de druk van de flessen een stroom waterstof wordt aangedreven. Nadat het waterstof door de meter is gestroomd, wordt het met lucht gemengd en verbrand.

Dit is een technisch eenvoudige opstelling, die echter veel waterstof verbruikt. Met de temperatuurstijging van het waterstof door de expansie moet rekening worden gehouden.

De TÜV-SÜD [8] heeft in Glasgow een testopstelling voor huishoudelijke gasmeters gerealiseerd waarmee de meter met waterstof en percentages ander gas kan worden doorstroomd. Waterstof van distributiekwaliteit, dat enkele procenten stikstof of methaan kan bevatten, kan met deze opstelling worden gegenereerd.

⁹ Of de meting met overdruk of onderdruk wordt uitgevoerd, is nog niet vastgesteld.

De menggasstroom wordt geregeld met het drukverschil over spuitstukken. Iedere gascomponent heeft een aantal schakelbare spuitstukken. Een dergelijke methode om de gasstroom te regelen is ook aanwezig in de sonic nozzle ijkbanken van Liander in Apeldoorn. Het type opstelling is een open opstelling met uitstroom van flessengas [9]. Het waterstof wordt in de buitenlucht geventileerd zodat de stromingsweerstand stroomafwaarts van de spuitstukken geen invloed heeft op de meting. De onzekerheid van de opstelling in Glasgow is vermeld in Tabel 13.

Tabel 13 De onzekerheid van de opstelling van TÜV-SÜD in Glasgow.

Component	Onzekerheid	k-waarde*
Waterstof	+/- 0,3%	2
Stikstof	+/- 0,2%	2
Methaan	+/- 0,5%	2

*De k-waarde van 2 betekent dat het onzekerheidsinterval de breedte heeft van 4 maal de standaardafwijking (+/- 2 maal).

De onzekerheid van een mengsel dat uit waterstof en een ander gas bestaat volgt uit de wortel van de kwadratische optelling van de onzekerheden, vermenigvuldigd met hun aandeel in de gastroom.

Bijvoorbeeld met de waarden uit Tabel 13: een mengsel dat bestaat uit 98% waterstof en 2% methaan heeft een onzekerheid van 0,31%. Zie Tabel 14.

Tabel 14 De gecombineerde onzekerheid bij waterstof en methaan

concentratie waterstof	a	98%
onzekerheid waterstof	b	0,30%
concentratie methaan	c	2%
onzekerheid methaan	d	0,50%
a x (b)^2	e	0,00000882
c x (d)^2	f	0,0000005
wortel (e + f)		0,31%

Deze waarde valt binnen de eis die gesteld is in Tabel 12. Bij een hoger methaangehalte neemt de onzekerheid echter toe en kan het de eis overschrijden. Wanneer stikstof wordt toegevoegd daalt de onzekerheid.

5. Resultaat

Er is een voorkeur voor meetprincipes uitgesproken voor het meten van waterstof bij kleinverbruikers. De reden voor de voorkeur is omschreven en maakt een gefundeerde afweging van producten en leveranciers van dit moment mogelijk. Er mag worden verwacht dat bij verbreding van het aanbod van waterstofmeters er ook meer keuze uit meetprincipes ontstaat.

De verschillen tussen de stroming van waterstof en lucht in een gasmeter zijn beschreven. Met deze kennis kunnen netbeheerders gericht experimenten definiëren om een waterstofmeter te evalueren op nauwkeurigheid.

Met de voorstellen voor uitbreiding van de tekst in de documenten van de Meterpool KV kunnen de deelnemers eenvoudig het reglement, de uitvoeringsbepalingen en de werkinstructies gaan uitbreiden met waterstof. De controle-installaties voor het meten van waterstofmeters zijn beschreven.

Het maatschappelijk nut van een kalibratie-installatie voor waterstofmeters is omschreven en er is een technisch eisenpakket voor een dergelijke installatie opgesteld. Het is aan de belanghebbende partijen om te besluiten over de ontwikkeling van deze installatie.

6. Conclusies

De uitspraak van diverse meterleveranciers, dat hun ultrasone of thermische waterstofmeter met lucht kan worden gecontroleerd, kan op dit moment door afnemers van de meters nog niet worden geverifieerd.

Wegens de grote verschillen tussen de fysische eigenschappen van waterstof en lucht is het niet logisch om op voorhand aan te nemen dat een ultrasone of thermische waterstofmeter voldoende nauwkeurig kan worden gecontroleerd met lucht. Nadere informatie hierover komt van de aangewezen instantie die een waterstofmeter evalueert voor een Europese toelating.

Pas als een meter ter beschikking wordt gesteld kunnen tests met waterstof en lucht worden uitgevoerd. De meters komen beschikbaar nadat een Notified Body een toelating volgens de MID voor een meter heeft afgegeven.

Voor het M&VH2 project van Netbeheer Nederland, dat tot eind 2024 verwacht toegelaten waterstofmeters beschikbaar te hebben voor plaatsing in het veld, is er nog voldoende voorbereidingstijd om de meters op tijd gereed in bezit te hebben. Ondanks uitspraken van meterleveranciers, dat eind 2021 of begin 2022 toegelaten waterstofmeters geleverd kunnen worden, is het op dit moment niet geheel zeker dat waterstofpilotprojecten bij kleinverbruikers die op korte termijn starten tijdig over een toegelaten meter kunnen beschikken.

De aanpassingen aan het Reglement Meterparkbeheer Kleinverbruik voor het integreren van waterstofmeters, de onderliggende uitvoeringsbepalingen en werkinstructies kunnen op basis van de informatie in dit rapport worden doorgevoerd.

Om het gedrag van een waterstofmeter met waterstofgas herleidbaar te beoordelen is een kalibratiefaciliteit nodig die met waterstof werkt. Er is een specificatie opgesteld voor een kalibratiefaciliteit voor waterstofmeters voor kleinverbruik. Een dergelijke faciliteit is aanwezig in Duitsland en in Schotland, maar niet in Nederland. De mogelijkheid om een waterstofmeter in eigen land te laten beoordelen met waterstof zal het consumentenvertrouwen in de nieuwe meters en waterstof als energiedrager versterken.

De gasnetbeheerders hebben behoefte aan een scheiding tussen het gereguleerde domein en het vrije domein voor waterstofmeters, die sterk lijkt op de scheiding die nu voor aardgasmeters wordt gehanteerd.

7. Aanbevelingen

Analyseer het verschil tussen het metrologische gedrag van nieuwe waterstofmeters met waterstof en met lucht.

Implementeer de testparameters, die van toepassing zijn bij het doorstromen van een waterstofmeter met lucht, in de software van controle-installaties voor gasmeters die worden ingezet in de Meterpool Kleinverbruik.

Definieer alternatieve meetmethoden voor de energie die in de vorm van waterstof aan pilotprojecten wordt geleverd, die als tijdelijke vervanging kunnen dienen voor waterstofmeters in het geval dat de toegelaten waterstofmeters later ter beschikking komen dan de start van de energielevering.

Start een project onder regie van de Beheerder van de Meterpool KV om noodzakelijke aanpassingen voor te bereiden en in het kwaliteitssysteem te implementeren, afhankelijk van moment van de installatie van de eerste waterstofgasmeters in het distributienet. Maak de procedure voor het onderzoeken van kwestiemeters onderdeel van het project.

Versterk het vertrouwen van kleinverbruikers in waterstof en waterstofmeters door de meters herleidbaar te controleren, zoals nu voor aardgasmeters in Nederland al wordt gedaan. Ontwikkel hiervoor in nationaal verband een kalibratiefaciliteit die met waterstof werkt.

Ga bij het ontwerp van de kalibratiefaciliteit voor waterstofmeters uit van het eisenpakket dat beschreven is in dit rapport.

Definieer een waterstofdebiet dat de scheiding vormt tussen het gereguleerde domein en het vrije domein voor waterstofmeters.

Referenties

- [1] H. d. Laat and D. Rekers, “Normplan gasmeting rapportage 2020,” Netbeheer Nederland, Den Haag, 2021.
- [2] Werkgroep Meterpool, Reglement Meterpool KV, Den Haag: Netbeheer Nederland, 2017.
- [3] Werkgroep Meterpool, Uitvoeringsbepalingen, Den Haag: Netbeheer Nederland, 2017.
- [4] Werkgroep Meterpool, Werkinstructie 3 Uitvoeren van controlemetingen, Den Haag: Netbeheer Nederland, 2017.
- [5] W. Meterpool, “Werkinstructie 5 Aanmelding en beheer controle-installaties,” Netbeheer Nederland, Den Haag, 2017.
- [6] Plenary Meeting, “october,” in *CEN/TC 237 Gas meters*, Brussels, 2021.
- [7] P. Götz, “Wasserstoffwirkung auf die Gaszählung,” DBI - Gastecnologisches Institut GmbH, Freiberg Germany, 2021.
- [8] TÜV-SÜD, “Hydrogen Domestic Gas Metering Test Facility,” TÜV SÜD National Engineering Laboratory, Glasgow, 2021.
- [9] M. MacDonald, “Hydrogen flow calibration facility for domestic gas meters (presentation),” National Engineering Laboratory (NEL) , 2020.

Afkortingenlijst

ATEX	Explosieve ATmostferen
CEN/TC	Europese commissie voor standaardisatie/technische commissie
EN	Europese norm
G4, G6 en G25	Capaciteitsaanduiding van gasmeters met 6, 10 en 40 m ³ /h
GMS	Gasmetersysteem
KV	Kleinverbruik
ISO	International Standardization Organization
NoBo	Notified body/aangewezen instantie
MID	Measuring Instrument Directive
MPE	Maximum permissible error
MPS++	Meterpoolsysteem++
MTI	Mobiele testinstallatie
M&VH2	Metten en verrekenen waterstof
US	Ultrasoon
Q _{max}	Maximale capaciteit van een gasmeter

Bijlage 1 WP 1D deliverable 1D1

Als onderdeel van het projectvoorstel voor Work Package 1D Gashoeveelheidsmeting werd een onderwerp gedefinieerd dat op basis van literatuuronderzoek en interviews met experts aanbevelingen zou doen over de praktische samenstelling van waterstof in gasnetwerken.

Gedurende de uitvoering van het WP 1D werd duidelijk dat er al veel stappen waren gezet naar een definitie van de waterstof die in gasnetwerken in Nederland gaat stromen. Er is toen besloten dit onderwerp niet verder uit te werken.

HyDelta heeft de wens geuit om een samenvatting van de resultaten van het onderdeel in een korte rapportage op te nemen. Dit document bevat de beschrijving van de literatuur die is onderzocht. De omvang van het onderzoek is niet volledig, want het betreft slechts drie referenties die voldoende aanleiding waren om te besluiten de werkzaamheden te beëindigen.

De volgende drie bronnen werden geraadpleegd.

ISO 16487 Hydrogen fuel quality – product specification (eind 2019)

Deze norm beschrijft het type 1, kwaliteit A: gasvormig waterstof, onder andere bedoeld voor huishoudelijke en klein-commerciële toepassingen die aangesloten zijn op een gasnetwerk.

De norm beschrijft de hoofdcomponenten in het gas en de toelaatbare sporencomponenten (vervuilingen). De waterstofmeters die worden behandeld in de onderdelen 2 en 3 van het Work Package 1D zijn producten die georiënteerd zijn op de internationale waterstofmarkt. De leveranciers verklaren dat deze meters geschikt zijn voor het waterstof type 1, kwaliteit A.

Netbeheer Nederland – een verkenning naar waterstofsificaties (2020)

Voor de praktische samenstelling van waterstof in Nederlandse netwerken heeft Netbeheer Nederland een onderzoek laten verrichten naar de eisen die nieuwe waterstofnetwerken en bestaande aardgasnetwerken kunnen stellen aan het gas. Een overzicht van de samenstellingen op entry- en exitpunten van beide netten is voorgesteld. Het enige aspect dat slechts gedeeltelijk is gekwantificeerd is het odorant, aangezien onderzoeken naar geschikte odoranten nog in uitvoering zijn. Het algemene beeld is dat de samenstellingen sterk lijken op waterstof type 1, kwaliteit A uit ISO 16487.

Hynetwork services – kwaliteitsspecificatie waterstof

Het bedrijf Hynetwork services ontwikkelt transportinfrastructuur voor waterstof in de vorm van een hogedrukleidingsysteem tussen Groningen en diverse industriële locaties in Nederland, de zogenaamde Waterstofbackbone. Uiteenlopende toepassingen worden op het net aangesloten in Noord-Nederland, de haven van Rotterdam en verder in de toekomst in Zuid-Nederland. De samenstelling van de waterstof in het transportnetwerk is te downloaden van de website. (<https://www.hynetwork.nl/nieuws/kwaliteitsspecificatie-waterstof>) De specificatie bevat hoofdcomponenten en sporenelementen. In tegenstelling tot de specificatie van Netbeheer Nederland is het gas in het transportnet niet geodoriseerd.