



Rijksdienst voor Ondernemend
Nederland

Small Business Innovation Research (SBIR)

Projectenoverzicht

5 gas SBIR's 2012 - 2018



>> Duurzaam, Agrarisch, Innovatief
en Internationaal ondernemen

Small Business Innovation Research (SBIR)

Projectenoverzicht

5 gas SBIR's 2012 - 2018

Inhoudsopgave

Projecten

Ontwikkeling Gasadaptief Modulerend Regelsysteem (GMR)	6
Wobber	8
Hobré Instruments Gas Analyse en Stabilisatie Systeem	10
Innovatieve gaskwaliteitssensor voor optimale regeling van gasmotoren, gasturbines en branders	12
Multiparameter meetsysteem voor de bepaling van een afgeleide gassamenstelling	14
Gasdetectie met Spectroscopie	15
Savegas	17
BioWobber	18
Sustainoflame: de nieuwe industriële branderregeling voor een breed aanbod aan (duurzame gassen)	20
CeVeGas- gaskwaliteitsregeling met een CV-ketel als gassensor	23
Flexibel Industrieel Gas (FIG)	26
Flexwarm	28
Oog op Gasvariatie voor Gaskwaliteit (OOG)	30
Varigas: een industrieel waterstof/aardgas brandersysteem	32
HyGRID	34

Voorwoord projectenoverzicht SBIR GAS (2012-2018)

Ontwikkeling van nieuwe technologieën voor een veranderende gassamenstelling

In de toekomst wil Nederland beschikken over een duurzame energiehuishouding. Gas zal echter de komende tijd een belangrijke energiebron blijven. Dat betekent dat, om aan de vraag naar gas te voldoen, meer duurzaam gas (lokaal) zal worden geproduceerd en ook meer gas zal worden geïmporteerd. Hierdoor kan de samenstelling van het gas dat in Nederland op de markt wordt gebracht sterker gaan variëren dan we tot nu toe gewend zijn.

Gasinstallaties zijn geschikt te maken voor diverse kwaliteiten van gas, van lage- tot hoge verbrandingswaarden. Voor diverse toepassingen zijn er door de snelle wisselingen in samenstelling gevolgen voor de bedrijfsvoering, emissies, veiligheid en voorzieningszekerheid (gasturbines). Het kan bijvoorbeeld betekenen dat met een vaste instelling voor de verbranding van gas in bestaande apparatuur, zoals hr-ketels, motoren en turbines, niet meer de optimale efficiëntie wordt bereikt. Hetzelfde geldt ook voor de gebruikers die gas inzetten als grondstof, zoals de chemische industrie of de producenten van industriële gassen. De procesinstallaties en de besturing daarvan moeten soms worden aangepast. Dit vereist in bepaalde gevallen nieuwe oplossingen.

Nieuwe technologieën en innovaties kunnen een belangrijke bijdrage leveren om een wisselend aanbod van gas beter te kunnen beheersen en de nieuwe gassen zonder complicaties of nadelige gevolgen voor het milieu te kunnen gebruiken. Andere belangrijke aspecten zijn de kosten en de efficiëntie van de technologie.

Ontwikkeling nieuwe technologieën via het SBIR-programma

Om een meer flexibele gassamenstelling te accommoderen zijn nieuwe technologieën ontwikkeld. Vanaf 2012 heeft het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) aan de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO.nl) opdracht gegeven om 5 Small Business Innovation Research (SBIR's) uit te voeren op het gebied van flexibiliteit in gassamenstelling. Dit wordt gedaan met financiële middelen via de SBIR's. Ook andere landen krijgen te maken met deze uitdaging. Belangrijk aspect voor projecten in deze SBIR is de potentie van de desbetreffende technologie om deze internationaal te vermarkten.

Het SBIR instrument is de afgelopen jaren 5 maal ingezet met per oproep wisselende vragen om ondernemers te prikkelen om innovatieve projecten aan te bieden en daarmee aan maatschappelijke uitdagingen te werken.

De producten en diensten die zijn ontwikkeld maken het particulieren en bedrijven mogelijk om duurzaam, efficiënt, flexibel en veilig gas te gebruiken, bij toekomstige veranderingen in de gassamenstelling van het hoogcalorische gas en laagcalorische gas en het toenemende gebruik van duurzame gassen (groen gas, waterstof).

De meeste projecten zijn al afgerond en leverden bruikbare resultaten op voor veranderende gassamenstelling. In dit projectenboek volgt een beschrijving van deze SBIR gasprojecten.

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland
Den Haag, 22 mei 2019

Project: Ontwikkeling Gasadaptief Modulerend Regelsysteem (GMR)

Bedrijf	Honeywell b.v.
Projectpartners	DNV-GL; KIWA
Toepassing L-gas of H-gas	L-gas of H-gas : L-gas, H-gas, LP-gas en toevoegingen zoals H ₂ en biogas
Toepassing huishoudelijk of industrieel	Huishoudelijk en op te schalen naar industrieel
SBIR	SBIR Variabel Gas (2012-2015)
SBIR nummer	SBIR132G13
Website bedrijf	https://www.honeywell.com/

Bedrijf

Honeywell staat voor innovatieve intelligentie in eenvoudig te bedienen producten die betrouwbaar, duurzaam, energiebesparend én milieuvriendelijk zijn.

Honeywell is een internationaal opererende onderneming. In diverse dynamische divisies ontwikkelt Honeywell producten voor de luchtvaart, de automobiellindustrie, energie opwekkingsystemen, speciale chemicaliën, kunststoffen en geavanceerde elektronische materialen. Daarnaast houdt Honeywell zich actief bezig met het ontwikkelen van innovatieve systemen, producten en diensten voor automatiserings- en beveiligingsoplossingen in industrie, woningen en gebouwen. Hiertoe behoren ook Combustion Controls – regelsystemen voor cv-ketels en industriële toepassingen. Dit onderdeel richt zich op de ontwikkeling, productie en vermarkten van producten en systemen voor verwarmingstoestellen voor woningen en industriële toepassingen. Het Europese centrum voor ontwikkeling en marketing voor de productie van Combustion Controls producten ten behoeve van de verwarmingstoestellen voor woningen is gevestigd te Emmen.

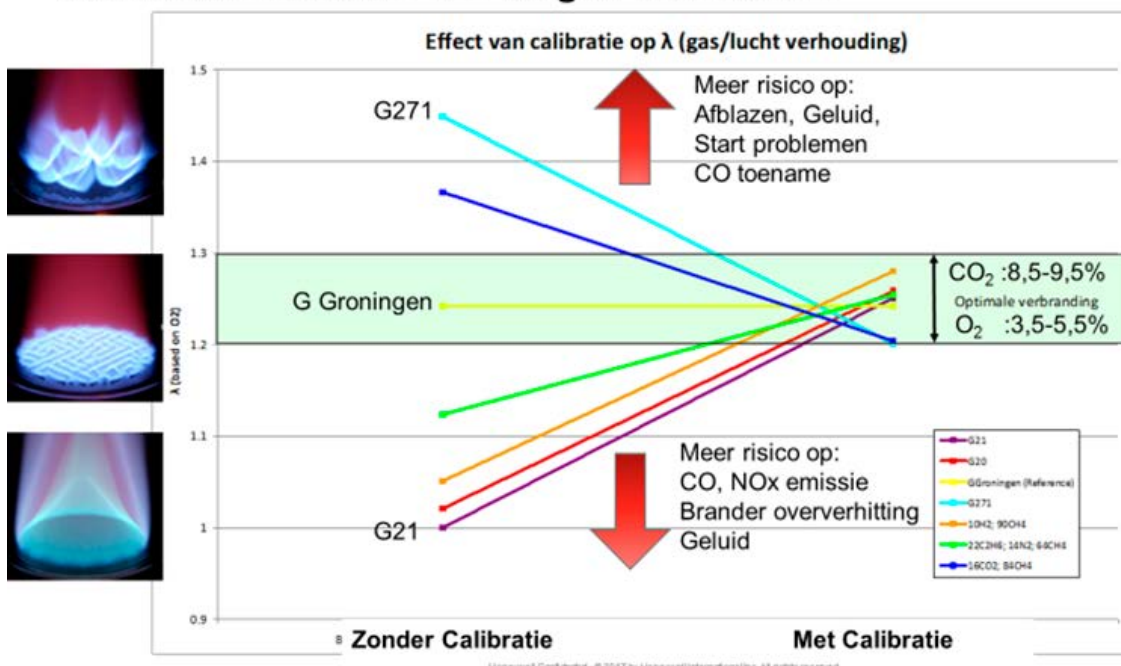
De naam Honeywell staat voor kwaliteit en klantgerichtheid. Ons continu streven naar perfectie en innovatie is kenmerkend voor de totale onderneming.

Het project

Om verwarmingstoestellen geschikt te maken voor toekomstige variaties in gaskwaliteit ontwikkelde Honeywell een Gasadaptief Modulerend Regelsysteem (GMR). Dit is een innovatief product dat zich automatisch instelt op de gassamenstelling zoals die zich op het moment van de verbranding voordoet. Hierdoor speelt het verwarmingstoestel zich op dynamische wijze in op fluctuaties in gassamenstelling en kan zodoende optimaal functioneren. De regeling is universeel toepasbaar voor alle HR-toestellen met een voorgemengde brander.

Het effect op de verbranding van diverse gassen zonder en met calibratie door middel van GMR is geïllustreerd in onderstaande figuur.

Calibratie: instellen van de gas weerstand:

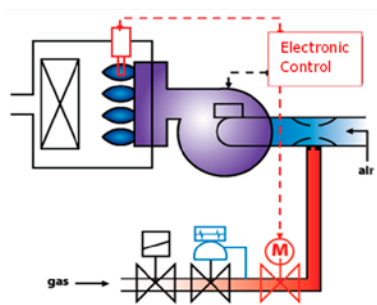


Het GMR systeem

De basisregeling is een pneumatisch 1:1 gas-lucht-regelsysteem, zoals dit gebruikelijk is in huidige HR-verwarmingstoestellen met een voorgemengde brander.

Voordelen van de basis pneumatische regeling zijn:

- Betrouwbaarheid bewezen in miljoenen toestellen.
- Intrinsiek veilig: geen lucht betekent geen gas.
- Snelle response, dit is belangrijk voor combiboilers.
- Beperkte hoeveelheid applicatiewerk per toestel.

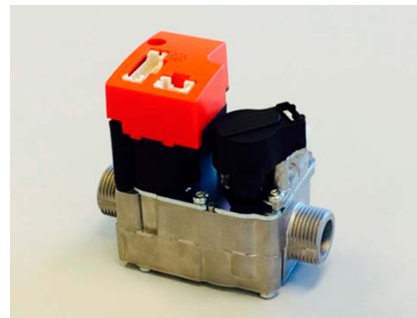


Voor de GMR zijn een smoorklep met een stappenmotor toegevoegd en een elektronische veiligheidsmodule is aangepast. De informatie uit het ionisatiesignaal bepaalt de lambda. Op basis van de positie van de smoorklep (bediend door een stappenmotor) kunnen we de gewenste lambda instellen. De vol-automatische kalibratie kan worden geïnitieerd tijdens bedrijf door een aantal triggers, zoals bijv. een geconstateerde afwijking in ionisatie of door een tijdsinterval. Na de kalibratie werkt het toestel als een normaal premix toestel met pneumatische regeling.

Hiermee staat het toestel altijd automatisch optimaal ingeregeld op de aanwezige gaskwaliteit.

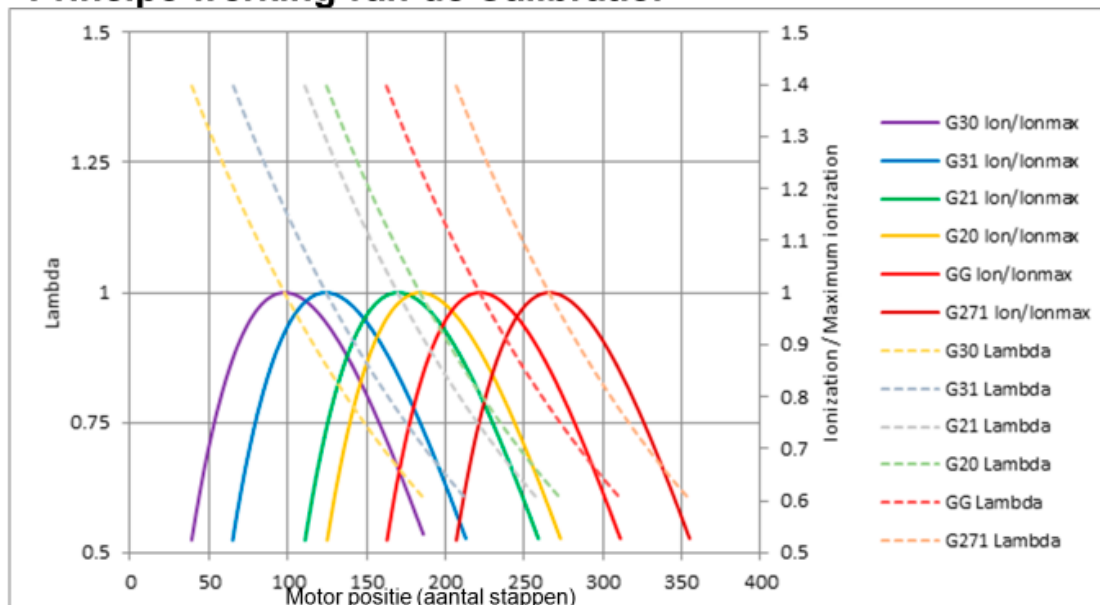
Marktverwachtingen

De GMR is inmiddels beschikbaar op de markt voor toepassing in alle HR verwarmingstoestellen met voorgemengde brander. Voor de implementatie van de GMR in een verwarmingstoestel van een klant is slechts een korte ontwikkeltijd nodig. Het instellen van de juiste gas/lucht verhouding verloopt volledig automatisch en het apparaat bewaakt dit tijdens bedrijf. Het systeem is snel, robuust en veilig door de basis pneumatische gas-lucht regeling. Eventuele vervuiling (door bijv. Siloxanen) heeft geen invloed op de gasadaptieve functie en het kalibratieresultaat. Een toestel met GMR is geschikt voor de volledige H en L aardgasband, tevens geschikt voor toevoeging van H₂ gas tot 20% en voor LP gas zonder manuele instellingen.



Met de GMR is het resultaat een volledig instellingsvrij toestel, zowel tijdens de productie, bij installatie als tijdens bedrijf voor een groot bereik in gaskwaliteit.

Principe werking van de Calibratie:



De karakteristiek van de smoorklep is geschikt voor gehele LPG en aardgas bereik.

Honeywell Confidential - ©2017 by Honeywell International Inc. All rights reserved.

THE POWER OF CONNECTED

Project: Wobber

Bedrijf	Hygear BV
Projectpartners	Gasunie, Enexis
Toepassing L-gas of H-gas	H-gas
Toepassing huishoudelijk of industrieel	zowel huishoudelijk als industrieel
SBIR	SBIR Variabel Gas (2012-2015)
SBIR nummer	SBIR132G15
Website bedrijf	https://www.hygear.com

Bedrijf

HyGear is gespecialiseerd in het ontwerpen, bouwen en testen van kleinschalige gasconversie-systemen. HyGear's kleinschalige gasconversiesystemen zijn decentraal in te zetten, Dit maakt ketens met veel transport overbodig, processen efficiënter en lokale afvalstromen zijn om te zetten in waardevolle producten.

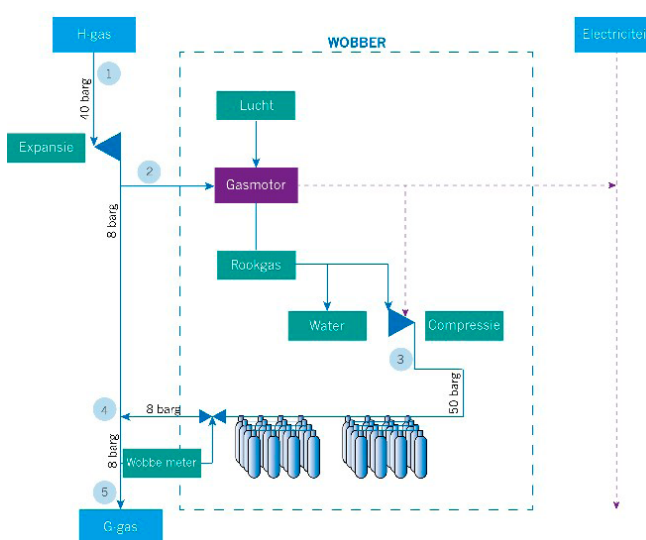
HyGear's kernproduct is een serie van on-site waterstof generatoren gebaseerd op reformreactie, die op de locatie van de (industriële) eindgebruiker te installeren zijn. On-site productie voorkomt de noodzaak om waterstof geleverd te krijgen via vrachtwagens, wat een aanzienlijke CO₂-reductie en kostenbesparing oplevert. Bovendien is een grote waterstofopslag niet meer nodig. Naast deze producten ontwikkelt HyGear andere toegewijde gasvormingstechnologieën die de keten optimaliseren of bestaande gasstromen benutten. Focusgebieden zijn de opwaardering van gasstromen, benutten van afgefaakt gas en de lokale elektriciteits-generatie met brandstofcellen. De Wobber is een product wat perfect binnen de activiteiten en visie van HyGear past; het lokaal omzetten van gasstromen en hiermee de energie efficiëntie vergroten.

Het project

Het systeem bestaat uit een gasmotor waarin aardgas verbrand wordt tot rookgas. Dit rookgas wordt vervolgens afgekoeld, gecomprimeerd en gedroogd zodat het aan de specificaties voldoet om het H-gas aan te passen tot G-gas. Het geschikte gas wordt op geslagen in een buffer om te gebruiken wanneer noodzakelijk. (Figuur 1)

Wanneer er een hoog calorische gasstroom is, kan deze in Wobbe index verlaagd worden door het innemen van het opgeslagen rookgas. De Wobbe meter van Hobré instruments b.v. controleert dit. De ontwikkelde controls vragen om een Wobbe index setpoint, dit punt wordt bereikt door de geschikte hoeveelheid gas in te mengen door een speciaal hiervoor ontworpen gasmengstation.

Figuur 1: schematische opbouw van het wobber systeem



De installatie is ontworpen, gebouwd (Figuur 2) en getest (Figuur 3) door HyGear en functioneerde prima. Omdat zowel de H-gas toevoer als de uiteindelijke G-gas gebruiker gelimiteerd zijn op de testlocatie is de installatie aangepast om uiteindelijk 70-100 kW vermogen aan G-gas te leveren. Bij een geringe aanpassing kan de installatie geschikt worden gemaakt voor een maximaal vermogen van 9 MW. De installatiekosten en operationele kosten van een wobbersysteem op een gasontvangststation van 190 MW zijn berekend. Toepassing van de Wobber geeft een besparing van 12% op jaarbasis vergeleken met de huidige systemen om H-Gas aan te passen tot G-Gas.

De wobber maakt het gebruik van alternatieve gasleveranciers mogelijk die hoogcalorisch gas leveren. Bestaande gasapparaten blijven bruikbaar voor consumenten en de industrie, hetgeen het op grote schaal aanpassen van apparatuur overbodig maakt en dus kosten bespaart bij de introductie van deze gassen. De wobber heeft geen extra emissies en levert zijn eigen elektriciteitsgebruik, terwijl concurrerende systemen zoals een stikstof generator elektriciteit verbruikt.

Figuur 2: interieur van het Wobber systeem

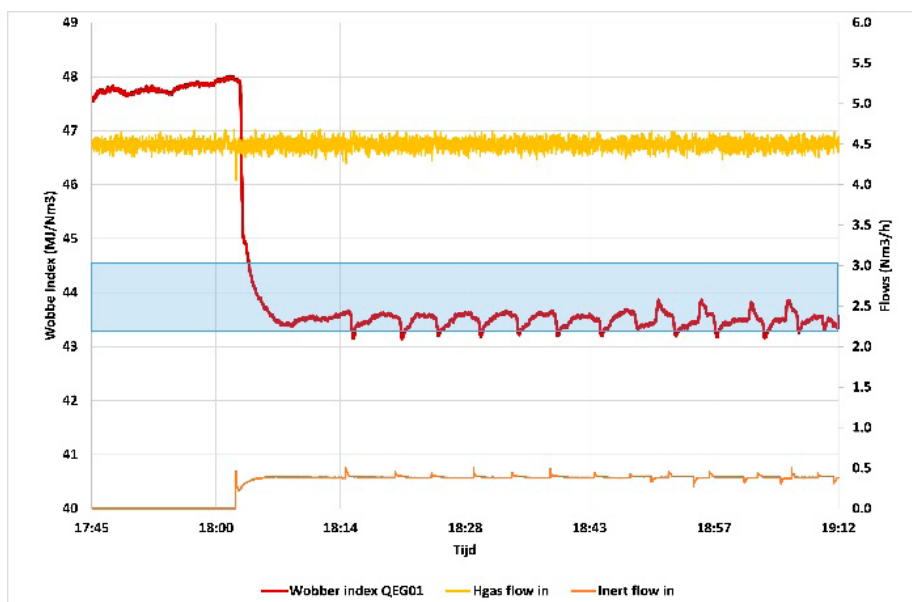


Markerverwachtingen

De wobber is een technisch slimme oplossing voor het naderende probleem van een variërende gassamenstelling op het Nederlands netwerk. Het systeem kan een sterk wisselende gassamenstelling omzetten naar een stabiel gasmengsel van G-gas kwaliteit, binnen de specificaties zoals gehanteerd door Gasunie.

In fase 2 van de SBIR is het eerste prototype systeem gebouwd en getest op de HyGear locatie. De installatie heeft daarbij prima gefunctioneerd. Omdat zowel de H-gas toevoer als de uiteindelijke G-gas gebruiker gelimiteerd zijn op de testlocatie is de installatie aangepast om uiteindelijk 70-100 kW vermogen aan G-gas te leveren. Bij een geringe aanpassing kan de installatie geschikt worden gemaakt voor een maximaal vermogen van 9 MW.

Figuur 3: Wobber performance data



Met deze relatief kleine installatie is het mogelijk om H-gas op te werken naar G-gas voor € 0,010 per Nm³ G-Gas. Het ontwerp en de bouw van de installatie kostte € 175.000. Deze installatie opschalen naar 190 MW (gemiddeld GOS-station) geeft een Capex van € 1.4 miljoen en is vergelijkbaar met het eerdere gepubliceerde haalbaarheidsonderzoek waarbij een bedrag van € 1.7 miljoen werd vermeld. Bij het toepassen van de energieprijzen aan gas (30 €/MWh) en elektriciteit (€ 0.08/kWhe) is het dus nog steeds mogelijk om uiteindelijk de opwerkingskosten te beperken tot € 0.005 per Nm³ geproduceerd G-Gas.

In de praktijk kan dit nog gunstiger uitpakken in de volgende situaties:

- Indien er een lokale behoefte is aan elektrisch vermogen, levert het systeem meer economisch rendement (bespaarde inkoop van elektriciteit t.o.v. teruglevertarief).
- Indien er een lokale behoefte is aan warmte, bijvoorbeeld op een gasontvangststation voor verwarming van het expanderend gas, ontstaat een extra voordeel.
- De motor werkt in de huidige evaluatie slechts een kwart van de tijd. De motor is dus ook te benutten op momenten dat de terugleververgoeding gunstig is, wat ook leidt tot extra inkomsten.

Al met al zijn de resultaten van de studie uitermate gunstig. Dat blijkt ook uit de positieve reacties van netwerkbedrijven. De technologie is schaalbaar zodat het binnen verschillende sectoren is te gebruiken: van kleine huishoudelijke toepassingen tot industriële installaties. De technologie is beschikbaar. Een volgende stap zou engineering van een systeem voor een veldtest met een daarvoor geïnteresseerde partner zijn.

Project: Hobré Instruments Gas Analyse en Stabilisatie Systeem

Bedrijf	Hobré Instruments BV
Projectpartner	Zantingh BV
Toepassing L-gas of H-gas	L-gas en H-gas
Toepassing huishoudelijk of industrieel	Industrieel
SBIR	SBIR Variabel gas (2012-2015)
SBIR nummer	SBIR132G20
Website bedrijf	https://hobre.com/

Bedrijf

Hobré Instruments BV is opgericht in 1978 en is gespecialiseerd in het ontwerpen, produceren en leveren van gasanalyse apparatuur. Hobré Instruments (hierna Hobré) heeft 140 medewerkers in dienst en zet haar producten over de gehele wereld af. De analyse apparatuur wordt ingezet voor het meten en analyseren van voornamelijk H-gas stromen. Vanuit haar internationale werkveld is Hobré goed bekend met verschillende typen gastromen en verschillende kwaliteiten. Gezien de noodzaak voor de Nederlandse markt om op korte termijn om te schakelen naar een wisselende gassamenstelling is er bij afnemers van aardgas directe vraag naar technische oplossingen die het mogelijk maken om met variabele gassamenstellingen om te gaan. Ook wordt op middellange termijn invoeding van waterstof in het net voorzien (bijvoorbeeld uit “power to gas”).

Het project

Resultaat van dit project is een eerste, gecertificeerde, werkende oplossing voor het snel en tegen lage kosten meten van de gaskwaliteit (op basis van Wobbe-index) en het op basis van deze meting aanpassen van de brander-instellingen en/of bijmengen van lucht om de gassamenstelling binnen de gewenste bandbreedte te krijgen.

Afbeelding 1: display



Marktverwachtingen

De WIM HIGASS maakt gebruik van een zeer robuuste en onderhoudsarme restzuurstofmeting. Hobré heeft inmiddels meer dan 20 jaar ervaring met deze technologie voor de controle van onder andere industriële branders, ovens en gasturbines. Met de compacte WIM HIGASS is deze technologie nu ook beschikbaar voor kleinere installaties zoals industriële branders. De meting is door DNV GL getest en kan aantoonbaar overweg met aardgasmengsels waaraan tot 15% waterstof is bijgemengd.

De WIM HIGASS is leverbaar in twee versies; een versie voor permanente installatie en regeling, en een draagbare versie. Met de draagbare versie zijn installaties in te regelen met de juiste waarde voor Wobbe Index. Vaak is er bij opstart van installaties geen actuele informatie beschikbaar over de gassamenstelling. Hierdoor kan het voorkomen dat installaties niet goed worden ingeregeld. Door grotere fluctuaties in gassamenstelling zal dit vaker tot verkeerde afstelling leiden. Met een real-time meting Wobbe Index is dit eenvoudig te voorkomen.

Op dit moment is de HIGASS commercieel leverbaar voor installatie in niet ATEX gebied. In 2021 komt mogelijk een versie op de markt die ook in ATEX omgeving geplaatst kan worden. Ook integratie van een waterstofsensoren waarmee separate uitlezing van het waterstofgehalte mogelijk is, wordt overwogen.

Afbeelding 2: HIGAS Analyzer (stationaire uitvoering)



Project: Innovatieve gaskwaliteitssensor voor optimale regeling van gasmotoren, gasturbines en branders

Bedrijf	DNV GL, Oil & Gas, Netherlands
Projectpartner	GE Power & Water, ComAp en PON Power
Toepassing L-gas of H-gas	L-gas en H-gas
Toepassing huishoudelijk of industrieel	Industrieel
SBIR	SBIR Flexibele gassamenstelling (2013-2016)
SBIR nummer	SBIR14G04
Website bedrijf	https://www.dnvgl.nl/

Bedrijf

DNV GL, Oil & Gas, Netherlands (hierna: DNV GL) is een vooraanstaand kennis- en consultancyhuis voor de gasinfrastructuur en -toepassingen. Als voormalige dochtermaatschappij van Gasunie, en aansluitend als onderdeel van voormalig Kema, is DNV GL diep geworteld in de (inter-) nationale energiesector en houdt zij zich al sinds de jaren zestig van de vorige eeuw bezig met advisering, testen, certificeren en onderzoek en ontwikkeling. Vanuit die positie richt DNV GL zich vooral op de overgang naar een duurzame energievoorziening, op een veilige en betrouwbare gasinfrastructuur, op het nauwkeurig meten van droge en natte gasstromen in termen van zowel kwaliteit en kwantiteit, op het optimaliseren en testen van gasapparatuur in relatie tot verantwoorde invoering van nieuwe gassen in bestaande gasnetwerken en -installaties, en op goede gasspecificaties. Alles draait om veiligheid, betrouwbaarheid, doeltreffendheid en kwaliteit.

Het project

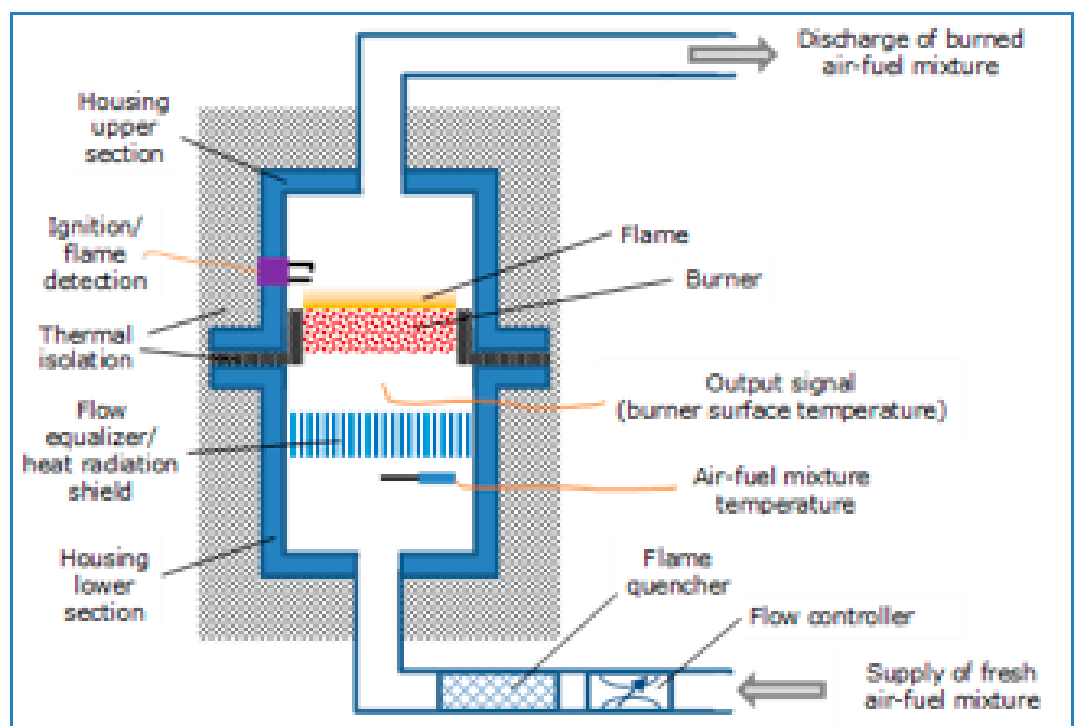
DNV GL heeft een innovatieve gaskwaliteitssensor ontwikkeld, en de toepassing hiervan in een gasmotorregeling voor een verbeterde regelrespons op variatie in de gassamenstelling (en in de luchtvochtigheid) succesvol gedemonstreerd. De gassensor bestaat uit een geminiaturiseerde stralende brander, die met het actuele brandstofgas en verbrandingslucht van de gasmotor wordt gevoed; zie figuur 1.

Het werkingsprincipe van stralende branders 'dicteert' dat veranderingen in de temperatuur van het branderdek correleren met veranderingen in de laminaire verbrandingssnelheid van het gasluchtmengsel. De laminaire verbrandingssnelheid van het gasluchtmengsel in een gasmotor is bepalend voor het verbrandingsproces en daarmee voor belangrijke motorprestaties zoals NOx-emissie, klopgevoeligheid en brandstofverbruik.

Figuur 1



Figuur 2



Het projectteam is volledig geslaagd in het ontwikkelen van een autonoom werkende gassensor volgens het voornoemde werkingsprincipe; zie figuur 2 voor het werkende pre-prototype van de gassensor. Met het signaal van deze gassensor kan een motorregeling meer adequaat reageren op veranderingen in de gaskwaliteit en in de luchtvochtigheid. Ter illustratie van de verbeterde regelrespons laat figuur 3 het verschil zien in de gemeten verandering van de NOx-emissie van de testmotor bij verandering van de gassamenstelling tussen de standaard motorregeling (Lambda sensor AFR control) en een op de gassensor gebaseerde motorregeling (Gas sensor based control system).

Het uitgangssignaal van de ontwikkelde gassensor is een directe maat voor de laminaire verbrandingssnelheid van het aan de gassensor toegevoerde gasluchtmengsel, waarbij alleen de gassamenstelling en de luchtvochtigheid de respons van de gassensor bepalen. Voor zover wij weten is dit de eerste gaskwaliteitssensor met een dergelijke functionaliteit. De gassensor blijkt bovendien zeer gevoelig: de sensor detecteert ook de veranderingen in de laminaire verbrandingssnelheid ten gevolge van veranderingen in de gassamenstelling binnen de relatief smalle Nederlandse L-gasband. Het gebruik van de laminaire verbrandingssnelheid als inputparameter voor een (motor-)regeling, en daarmee actieve beheersing van het verbrandingsproces, is voor zover wij weten ook uniek. Met deze gassensor en regelstrategie kunnen gasmotoren, maar ook gasturbines en branders, optimaal reageren op veranderingen in de gaskwaliteit en in de luchtvochtigheid, en zo de beschikbaarheid, veiligheid en doelmatigheid van deze gastoeepassingen helpen waarborgen.

Markerverwachtingen

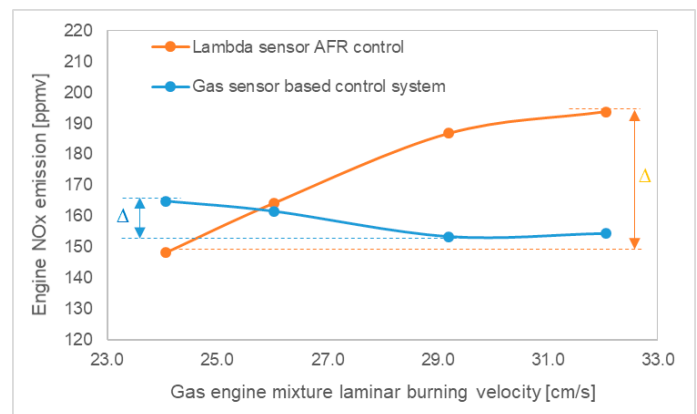
(Inter-)nationaal zien we de distributie en het gebruik van 'nieuwe' aardgasen en duurzame gasen zoals LNG, groen gas en waterstof sterk toenemen. Dit betekent dat bestaande en nieuwe gasapparatuur de bijbehorende (grotere) variatie in gassamenstelling, en daarmee ook in verbrandingsgedrag aan moet kunnen. De (meer-)waarde van de ontwikkelde gassensor zit 'm in het faciliteren van een betere regelrespons van een met deze gassensor uitgeruste besturing van gastoeepassingen bij veranderingen in de gaskwaliteit. We hebben dit met de door ons ontwikkelde en geteste motorregeling-met-gassensor overtuigend aangetoond. Zoals eerder betoogd is de toepassing van de gassensor niet beperkt tot gasmotoren noch tot de door ons ontwikkelde 'eenvoudige' regelstrategie. Alle gasapparatuur die gas en lucht voor mengt, zoals veel moderne gasturbines en gasbranders, kunnen met de gassensor en een bijbehorende uitgekende regelstrategie significant aan beschikbaarheid, veiligheid en doelmatigheid winnen in respons op grote en snellere variaties in gaskwaliteit.

Als voorbeeld van een uitgekende regelstrategie waarin de gassensor een centrale rol kan spelen noemen we het concept van de brandstof-adaptieve motorregeling die de motorprestaties, inclusief het brandstofverbruik, continu optimaliseert voor de actuele gaskwaliteit. Dit als alternatief voor de gangbare regelstrategie met een op het 'slechtste' gas gebaseerde basisafstelling van de

gasmotor. Met een adaptieve regeling kan het beschikbare verbeterpotentieel in de motorprestaties voor de perioden dat er 'beter' gas beschikbaar is voluit worden benut, met duidelijke voordelen op het gebied van brandstofgasbesparing en/of beschikbaar motorvermogen, naast de al getoonde betere beheersing van de rookgasemissies. We verwachten dat met een dergelijke motorregeling de besparingen in operationele kosten de extra investeringskosten van de gassensor en motorregeling gemakkelijk compenseert.

Als ontwikkel-, test- en certificeringshuis heeft DNV GL geen leidende rol in het vermarkten van de gassensor of van besturing van gasapparatuur op basis van de gassensor. Deze rol ligt bij industriepartijen. DNV GL noch de industriepartners in dit project claimen IP (Intellectual Property) van de in het project ontwikkelde technologie. Geïnteresseerde marktpartijen hebben de volledige vrijheid om op basis van deze technologie eigen producten te ontwikkelen (en eventueel te beschermen). DNV GL beperkt zich tot het in de markt promoten van de ontwikkelde technologie, bijvoorbeeld in de vorm van publicaties en presentaties op symposia. Marktpartijen kunnen op passende ondersteuning van DNV GL rekenen bij het ontwikkelen en vermarkten van de gassensor of daarop gebaseerde (motor-)regelsystemen. U bent van harte welkom.

Figuur 3



Project: Multiparameter meetsysteem voor de bepaling van een afgeleide gassamenstelling

Bedrijf	Bronkhorst High-Tech BV
Toepassing L-gas of H-gas	L-gas en H-gas
Toepassing huishoudelijk of industrieel	industrieel
SBIR	SBIR Flexibele gassamenstelling (2013-2016)
SBIR nummer	SBIR14G10
Website bedrijf	https://www.bronkhorst.nl/

Bedrijf

Bronkhorst High-Tech B.V. is opgericht in 1981 en heeft ongeveer 400 medewerkers werkzaam op het hoofdkantoor in Ruurlo. Hiervan zijn 55 medewerkers betrokken bij R&D. Naast het hoofdkantoor in Ruurlo heeft Bronkhorst diverse internationale dochterondernemingen met in totaal 100 medewerkers. Bronkhorst High-Tech B.V. heeft jarenlange ervaring in de ontwikkeling, fabricage en toepassing van innovatieve meet- en regelsystemen voor massaflow, onder meer voor toepassing in brander installaties.

Het project

De flexibilisering van de gassamenstelling stelt strengere eisen aan de meet- en regelsystemen voor gasstromen in de toekomst. Dit vergroot de bandbreedte voor componenten van aardgas, de diversiteit aan componenten wordt breder en het aantal invoegpunten zal toenemen. Hierdoor wordt het belangrijk om meer te meten dan alleen Wobbe Index, real-time te meten, op elke locatie waar een variatie in kwaliteit optreedt.

De huidige markt voor aardgasanalyse en kwaliteitscontrole bestaat globaal uit 2 typen systemen; meters gebaseerd op gaschromatografie en meters gebaseerd op directe verbranding van een sample. Het eerste type meter is momenteel de standaard voor kwaliteitscontrole door de hoge nauwkeurigheid en de mogelijkheid de samenstelling te bepalen op componentniveau. Het tweede type meter is snel en nauwkeurig en is hiermee vooral geschikt voor toepassing in meet- en regelsystemen. Beide systemen hebben als nadeel dat de kosten relatief hoog zijn en dat de systemen groot zijn. Om fijnmazige kwaliteitscontrole van gasstromen mogelijk te maken, is er behoefte aan een compacte goedkope sensoroplossing.

Het project is gericht op de ontwikkeling van een meter die aan bovenstaande voorwaarden voldoet. Het systeem is opgebouwd uit verschillende sensoren. Aan de hand van relaties tussen de sensoren kunnen fysische eigenschappen van een medium bepaald worden. De module is samengesteld uit een onder meer een Coriolis-sensor, thermische sensoren, drukmeter en een dichtheidssensor. Via een analytisch model kunnen de volgende gaseigenschappen worden bepaald:

- Warmtecapaciteit (c_p)
- Dichtheid (ρ)
- Warmtegeleidbaarheid (λ)
- Viscositeit (η)

De gemeten gaseigenschappen van aardgascomponenten correleren met eigenschappen als onder meer verbrandingswarmte en brandgedrag. Op basis hiervan kan via een rekenmodel Wobbe Index, methaantal, propaanequivalent en calorische bovenwaarde worden bepaald. Om de nauwkeurigheid van het model te verbeteren, vindt er compensatie voor de CO_2 -concentratie plaats door integratie van een IR kooldioxidesensor.

Er zijn verschillende prototypes gerealiseerd waarmee is gemeten aan gesimuleerde aardgasmengsels en netwerkgas. Vanuit de gemeten gaseigenschappen kunnen kengetallen van aardgasmengsels worden bepaald. Metingen zijn uitgevoerd binnen en buiten de huidige bandbreedtes voor netwerk gas. De metingen laten zien dat de Wobbe Index kan worden bepaald over een grote range aan gascomponenten met een standaarddeviatie van 0.85 MJ/m^3 , in de range van 30 tot 60 MJ/m^3 . Het systeem heeft een response afhankelijk van de doorstroomtijd die in het optimale werkingsgebied ligt tussen de 5-20 seconden. Daarnaast kunnen met de module diverse overige parameters worden bepaald, zoals gehalte koolwaterstoffen, Propaan Equivalent (PE), relatieve dichtheid, etc.

Marktverwachtingen

Het gerealiseerde prototype is veelzijdig, compact en snel. Hiermee is de innovatie geschikt voor een groot scala aan toepassingen. Voornamelijk voor toepassingen waar geen hoge eisen worden gesteld aan de absolute nauwkeurigheid maar waar snelheid en veelzijdigheid van belang zijn heeft de module sterke voordelen ten aanzien van bestaande technologie. Dit kan onder meer zijn in kwaliteitsbewaking of toepassing in meet- en regelsystemen. De module is geschikt om overweg te kunnen met aanwezigheid van waterstof. Wel dient het rekenmodel hiervoor verder aangepast te worden. De module is opgebouwd uit diverse componenten die geminiaturiseerd kunnen worden via microfabricatie technologie. De uiteindelijke uitvoeringsvorm zou hiermee nog kleinschaliger uitgevoerd kunnen worden, zowel economisch als in foodprint.

Project: Gasdetectie met Spectroscopie

Bedrijf	TNO
Projectpartner	Hobré Instruments
Toepassing L-gas of H-gas	L-gas en H-gas
Toepassing huishoudelijk of industrieel	industrieel
SBIR	SBIR Vergroenen van het Nederlandse gas (2014 – 2017)
SBIR nummer	SBIR15GG01
Website bedrijf	www.tno.nl

Bedrijf

De ambitie van de TNO is om samen met kennisinstellingen, bedrijven en de overheid de energietransitie te versnellen zodat Nederland in 2050 een energiehuishouding zonder CO₂-emissies heeft. De energietransitie biedt het Nederlands bedrijfsleven ook de kans om voorop te lopen en hun innovatieve producten te exporteren en zo wereldwijd bij te dragen aan de energietransitie. Om de klimaatdoelstellingen van Parijs te halen is het nodig de energietransitie te versnellen. De uitdaging is om de CO₂-emissies te laten dalen door duurzame energie versneld in te faseren en fossiele energie soepel uit te faseren, terwijl de energievoorziening veilig, beschikbaar en betaalbaar blijft. Tevens is energiebesparing een belangrijk middel. De energietransitie vereist grote technische en maatschappelijke omwentelingen in alle sectoren van de economie, bij overheden en bij burgers.

Voor de overgang naar een energiehuishouding zonder CO₂-emissies zijn technische, sociale en beleidsinnovaties nodig. TNO heeft de ambitie een Europese topspeler te zijn die deze kennis en technologie ontwikkelt en toepast. Dit doen we door samen met het Nederlandse bedrijfsleven, onderzoeksinstellingen en de overheid de uitdaging aan te gaan om de energietransitie te realiseren.

Hobré Instruments ontwerpt, fabriceert en levert sinds 40 jaar continue procesanalysers waarmee de kwaliteit, samenstelling en/of eigenschappen van gas- en vloeistofstromen bewaakt kunnen worden. Industriële gebruikers kunnen op basis van meetresultaten van deze analyzers veiliger, duurzamer en efficiënter produceren.

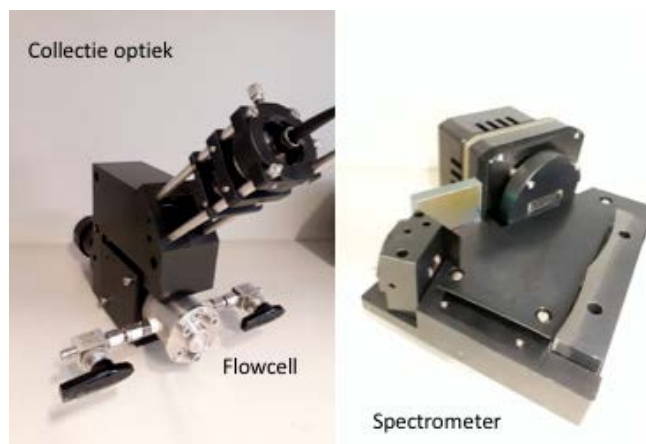
Het project

In het kader van de energietransitie is er een toenemende behoefte aan kosteneffectieve meting van de gassamenstelling in verschillende toepassingen. Daarom is er eerst een haalbaarheidsstudie gedaan door TNO naar nieuwe sensor technologie voor het betrouwbaar, snel en kosteneffectief meten van de gaskwaliteit. De technologie is van belang voor groengasproducenten, die kampen met hoge kosten en onbetrouwbaarheid van de huidige kwaliteitsmeting. Grootgebruikers kunnen de sensor gebruiken om de regeling van hun installaties aan te passen en zo gas te besparen en emissies te verminderen. Netwerkbeheerders worden in staat gesteld om de gascompositie in het netwerk te bepalen en te regelen bij het invoeden van groengas of waterstof.

Uit het haalbaarheidsonderzoek is geconcludeerd dat er een duidelijke behoefte is om de gascompositie op een goedkopere manier te kunnen meten, om zo de calorische waarde te bepalen. Door de combinatie van de prijs en de gassamenstellingen (koolwaterstoffen in combinatie met waterstof) waarvan de calorische waarde bepaald moet worden, zijn veel bestaande technieken ongeschikt.

Doel van het project was om aan te tonen dat het gassensorontwerp van TNO gebaseerd op Ramanspectroscopie met goedkope componenten de vereiste prestaties kan halen benodigd voor de beoogde applicatie: het nauwkeurig (<0.5%) meten van de calorische waarde van een gas dat onder andere waterstof bevat.

Figuur 4 – De ontwikkelde hardware



In dit project is in nauwe samenwerking met Hobré Instruments, een instrument ontwikkeld dat voor beduidend lagere kosten geproduceerd kan worden in vergelijking met op dit moment beschikbare systemen. Het instrument is een lab-demonstrator, waarmee is aangetoond dat de calorische waarde van biogas met een nauwkeurigheid kleiner dan 0.5% kan worden gemeten, bij een druk van 1 bar en een meettijd van 20 seconden. De nauwkeurigheid voor de andere onderzochte gassen is onder dezelfde omstandigheden minder goed, maar het systeem biedt voldoende ruimte om dit in een volgend ontwerp significant te verbeteren.

Het huidige systeem is ook in staat om waterstof te meten hetgeen een belangrijk voordeel kan zijn met de snel groeiende interesse in waterstof en naar verwachting een belangrijke rol kan spelen in de energie transitie.

Uit de kostprijsanalyse volgt dat met het gedemonstreerde systeem een belangrijke stap kan worden gemaakt in de reductie van de investerings- en operationele kosten bij het bijmengen van groengas in het bestaande gasnet.

Hobré zal de gassensor hoogstwaarschijnlijk gaan doorontwikkelen tot een product en commercialiseren. Alle benodigde componenten voor het systeem zijn commercieel verkrijgbaar, dan wel te produceren in grote aantallen. De belangrijkste component (spectrometer) kan op commerciële basis worden geproduceerd.

Marktverwachtingen

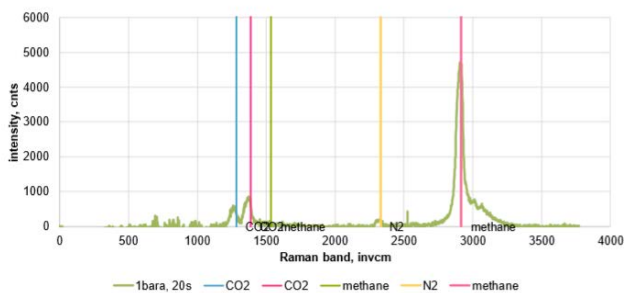
Hobré heeft de intentie om op basis van het prototype een commerciële gasanalyzer te ontwikkelen, naar verwachting kan deze reeds begin 2021 beschikbaar zijn. De Raman gasanalyzer combineert een aantal aantrekkelijke en deels unieke eigenschappen:

- Multicomponent analyse vanaf $>0.1\%$ vol /component
- Meting van O_2 , H_2 en N_2
- Korte meettijd, ook bij lage druk
- Lage onderhoudskosten
- Geen draaggassen of instrumentenlucht nodig
- Relatief lage aanschafkosten

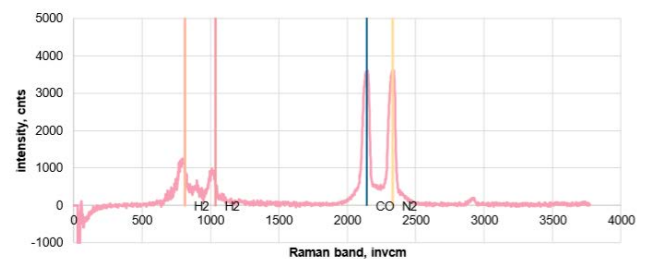
Geschikte toepassingen voor de analyzer zijn:

- Biogas en aardgas (samenstelling en calorische waarde)
- Waterstof (bijvoorbeeld uit power to gas)
- Samenstelling van syngas (mengsel van onder andere CO , H_2), bijvoorbeeld afkomstig uit vergassing van biomassa
- Samenstelling van producten gemaakt uit/met syngas zoals methanol en ammoniak
- Samenstelling en/of calorische waarde van hoogovengas, cokesovengas en convertergas.

Figuur 5 – Meting aan een biogas mengsel



Figuur 6 – Meting aan waterstof en CO



Project: Savegas

Bedrijf	Qmicro B.V.
Toepassing L-gas of H-gas	L-gas en H-gas
Toepassing huishoudelijk of industrieel	Industrieel
SBIR	SBIR Vergroenen van het Nederlandse gas (2014-2017)
SBIR nummer	SBIR15GG02
Website bedrijf	www.qmicro.nl

Bedrijf

Qmicro levert high-tech oplossingen, instrumenten en sensoren voor continue gas-analyse, met inzet van microchip-technologie. Het belangrijkste toepassingsgebied is “industriële proces controle / automatisering” en daarin on-line monitoring van gas mengsel compositie met behulp van snelle micro Gas Chromatografie. De chip technologie maakt het mogelijk om een gas analyse apparaat voor lagere kosten en in grotere aantallen te realiseren. Qmicro heeft de ambitie om te groeien tot een wereldwijde leverancier van systemen voor snelle en hoogwaardige gas analyse.

Qmicro levert business to business aan partijen die zelf onderhoud kunnen plegen. Veelal zijn dit system integrators of grotere eindklanten die zelf installeren en ondersteunen.

Het project

Het doel van het project is om een Micro Gas Chromatograaf instrument te ontwikkelen voor het monitoren, regelen en mixen van complete gasmengsels – inclusief de permanente gascomponenten zoals waterstof, stikstof en zuurstof – en daarmee ook de nauwkeurige bepaling van calorische waarden en andere indices van aardgas. In het project zijn micro GC analyzer instrumenten ontwikkeld en in het veld getest door derden. Momenteel is het instrument in productie gegaan en zijn verschillende aardgas ‘metering’ certificeringstrajecten in gang gezet voor aardgas en biogas.

Micro-GC gas analyzer met daarin 4 GC ovens en processor voor resultaat berekeningen.



De verwisselbare (zwarte) analytische cartridge vereenvoudigt het onderhoud.



Marktverwachtingen

Het ontwikkelde instrument kan een volledige, accurate en reproduceerbare (aard)gas samenstelling analyseren in 30-60 seconden tijd. Dit is een factor 3-10 sneller dan huidige proces GC's, en hiermee maakt het het monitoren van snellere veranderende gasmengsels mogelijk. Tevens is het apparaat veel compacter: 4 parallelle GC's in een behuizing ter grootte van een lunchbox.

Er is tevens een ATEX EX d versie van het instrument op de markt gebracht. De monitor is daarom op vele plekken in het netwerk toepasbaar.

Tenslotte is de microGC analyzer ook op andere plekken waar een gassamenstelling moet worden gemonitord inzetbaar zoals bijvoorbeeld productieprocessen, in- en uitgangen van motoren, emissie.

Qmicro ontvangt veel belangstelling vanuit de markt en is bezig de productie op te schalen.

Project: BioWobber	
Bedrijf	HyGear
Toepassing L-gas of H-gas	L-gas en H-gas
Toepassing huishoudelijk of industrieel	Huishoudelijk en Industrieel
SBIR	SBIR Vergroenen van het Nederlandse gas (2014-2017)
SBIR nummer	SBIR15GG03
Website bedrijf	https://www.hygear.com

Bedrijf

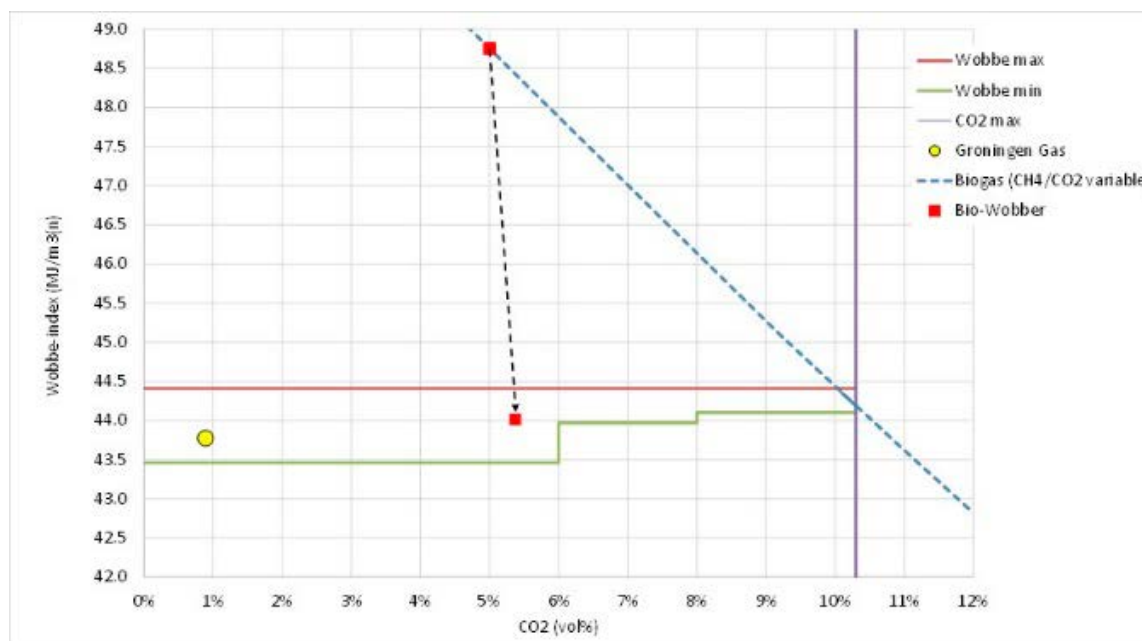
HyGear is gespecialiseerd in het ontwerpen, bouwen en testen van kleinschalige gasconversie systemen. HyGear's kleinschalige gasconversiesystemen zijn decentraal in te zetten, waardoor ketens met veel transport overbodig worden, processen efficiënter worden en lokale afvalstromen om zijn te zetten in waardevolle producten. HyGear's kernproduct is een serie van on-site waterstof generatoren gebaseerd op reformreactie, die op de locatie van de (industriële) eindgebruiker geïnstalleerd kunnen worden. On-site productie voorkomt de noodzaak om waterstof geleverd te krijgen via vrachtwagens, wat een significante CO₂-reductie en kostenbesparing oplevert. Bovendien is een grote waterstofopslag niet meer nodig. Naast deze producten ontwikkelt HyGear andere toegewijde gas-omvormings-technologieën die de keten optimaliseren of bestaande gasstromen benutten. Focusgebieden zijn de opwaardering van gasstromen, benutten van afgefakkeld gas en de lokale elektriciteits-generatie met brandstofcellen. De BioWobber is een product wat perfect binnen de activiteiten en visie van HyGear past; het lokaal omzetten van gasstromen en hiermee de energie efficiëntie vergroten.

Het project

Een gasstroom geproduceerd in een biomassavergasser gevolgd door een methanizer bevat rond de 50% methaan en 50% kool-dioxide met een Wobbe index van rond de 15 MJ/Nm³. In de BioWobber wordt dit gas opgewaardeerd tot een H-Gas kwaliteit met een Wobbe index van rond de 50 MJ/Nm³. Vervolgens kan de Wobbe index weer verlaagd worden naar 42 MJ/Nm³: L-Gas (Figuur 1.)

De Biowobber bestaat uit een Pressure Swing Adsorptie (PSA) opstelling, waarbij op hoge druk de methaan van de kooldioxide en eventueel aanwezig stikstof gescheiden wordt. In een modeleringsstudie bleek dat de beste performance te behalen valt wanneer een vacuüm stap geïntroduceerd wordt (VPSA). Door het gunstig gebruiken van het van druk afgaande gas bij de desorptie is het mogelijk om een 2 vats VPSA te gebruiken in tegenstelling tot een meer gangbare 4 vats PSA. Bij het gebruik van VPSA t.o.v. VSA is een reductie van de vatgrootte te bereiken. Het systeem is gebouwd volgens de PED en ATEX regels en CE gekeurd.

Figuur 1: Wobbe index verloop in de BioWobber



Het off gas, dat enkele procenten methaan in kooldioxide bevat, dient verbrand te worden om aan de emissie-richtlijnen voor methaan te voldoen. De calorische waarde in dit gas is zodanig laag dat een conventionele brander niet geschikt is. In dit project is een prototype ontwikkeld en gebouwd van een katalytische brander. De testen van deze brander lieten zien dat de verbranding van dit type gas complex is. De resultaten leverden veel informatie op zodat een tweede prototype ontwikkeld kan worden dat een succesvolle verbranding van het off-gas realiseert.



De BioWobber is getest; de resultaten laten een maximale opbrengst van 95% methaan zien waarbij het gas een zuiverheid heeft van 97% methaan en 3% kooldioxide. Het variëren van de purge tijdens de desorptie en de recycle bij het van druk aflatende van de vaten kan een nog hogere zuiverheid opleveren, wat ten koste gaat van de opbrengst. De testen laten zien dat het opwaarderen van gas met een Wobbe-index van rond de 20MJ/Nm³ eenvoudig gaat naar een waarde van boven de 50MJ/Nm³.

Koppeling van de downwobber kan dan dit hoogcalorische gas aanpassen naar de Wobbe index van G-gas.

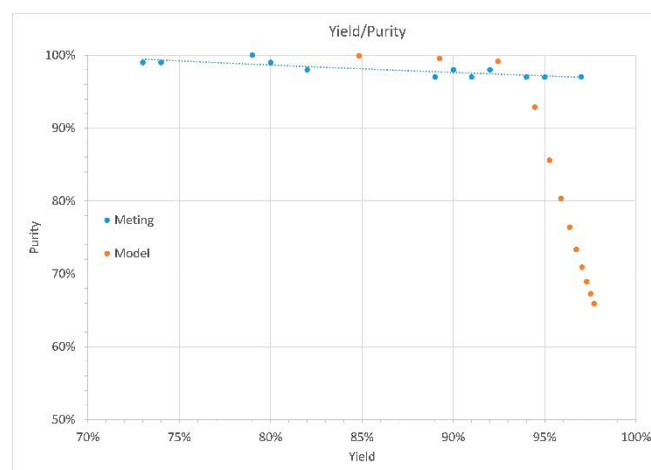
Marktverwachtingen

De prestaties van de Biowobber zijn in overeenstemming of zelf beter dan verwacht met het behalen van een opbrengst en zuiverheid van 97%/97%. Dit betekent dat de economische haalbaarheid uit de fase 1 van de SBIR gehaald kan worden. Deze berekening geeft aan dat de productie van groen gas vanuit een vergister ongeveer 0.8 ct/Nm³ kost, terwijl het verkocht kan worden voor 20 ct/Nm³. Wanneer een vergasser wordt ingezet maakt de hardware voor de vergasser, het schoonmaken en de methanizer veel duurder en is het economisch minder interessant.

HyGear heeft de technologieën om biogas, zowel van uit vergisters als vanuit vergassers te verdichten tot een gas dat bruikbaar is in toekomstige toepassingen. Naast de hierbij aangetoonde BioWobber is het methaniseren van syngas een proces dat beheerst wordt evenals het hoog calorisch gas “down wobberen” naar G-Gas. Deze technologieën zijn bewezen op prototypeschaal. In een new-product-delivery proces (NPD-proces) volgt op een prototype (p-built) een v-built ofwel een verificatiesysteem dat getest wordt bij een klant. Hier zal de integratie van een systeem aangepast aan de grootte van de biomassaconversie-installatie getest worden.

De technologieën voor dit type installaties zijn bekend binnen HyGear en een v-built is binnen een tijdspanne van 2 jaar te realiseren. Deze tijd wordt voor een belangrijk deel gebruikt voor de aanschaf van compressoren, vaten en ander long-leadtime items.

Figuur 3: vergelijking van model berekening en gemeten data



Project: Sustainoflame: de nieuwe industriële branderregeling voor een breed aanbod aan (duurzame gassen)

Bedrijf	DNV GL Oil & Gas, The Netherlands
Projectpartner	13 verschillende partijen, zie laatste alinea van dit stuk
Toepassing L-gas of H-gas	L-gas en H-gas tot 30% waterstof
Toepassing huishoudelijk of industrieel	Industrieel
SBIR	SBIR Vergroenen van het Nederlandse gas (2014-2017)
SBIR nummer	SBIR15GG09
Website bedrijf	https://www.dnvgl.nl/

Bedrijf

Als voormalige dochtermaatschappij van Gasunie, en aansluitend als onderdeel van voormalig Kema, is DNV GL diep geworteld in de (inter-)DNV GL, Oil & Gas, Netherlands (hierna: DNV GL) is een vooraanstaand kennis- en consultancyhuis voor de gasinfrastructuur en -toepassingen in de nationale energiesector en houdt zich al sinds de jaren zestig van de vorige eeuw bezig met advisering, testen, certificeren en onderzoek en ontwikkeling. Vanuit die positie richt DNV GL zich vooral op de overgang naar een duurzame energievoorziening, op een veilige en betrouwbare gasinfrastructuur, op het nauwkeurig meten van droge en natte gasstromen in termen van zowel kwaliteit en kwantiteit, op het optimaliseren en testen van gasapparatuur in relatie tot verantwoorde invoering van nieuwe gassen in bestaande gasnetwerken en -installaties, en op goede gasspecificaties. Alles draait om veiligheid, betrouwbaarheid, doeltreffendheid en kwaliteit.

Het project

Aardgas speelt in Nederland een zeer belangrijke rol in de energievoorziening en zal gedurende lange tijd een belangrijke energiebron blijven. Echter, om de gestelde duurzaamheidsdoelstellingen te halen en aan de vraag naar gas te voldoen, moet in de nabije toekomst meer duurzaam gas, zoals waterstof en biogas worden geproduceerd en meer (aard)gassen worden geïmporteerd. Dit heeft tot gevolg dat de gassamenstelling zal veranderen ten opzichte van

de traditioneel gedistribueerde aardgassen. Hierdoor kan eindgebruikersapparatuur, zoals industriële branders die voor de traditionele gedistribueerde aardgassen zijn ontworpen, gekeurd en/of afgesteld, zich anders gaan gedragen (bijvoorbeeld toename CO-vorming en vlaminstabiliteit). Om een breed aanbod aan gassen van verschillende kwaliteit te kunnen accommoderen in het gasnet is het noodzakelijk om nieuwe technologie te ontwikkelen zodat eindgebruikersapparatuur geschikt kan worden gemaakt voor de toekomstige range aan nieuwe gassamenstellingen.

Binnen dit SBIR-project is met succes een “feed forward” gasadaptieve branderregeling (Sustainoflame) ontwikkeld. Deze “retrofit” branderregeling regelt door middel van een algoritme de optimale benodigde verbrandingslucht- en de brandstofgasstroom naar de brander op basis van zowel de vooraf gemeten Wobbe-index van het gas als de weerscondities. Het ontwikkelingstraject is uitgevoerd in nauwe samenwerking met verschillende branderleveranciers, ontwikkelaars van gassensoren, brandermanagement systemen en een leverancier van ketels. Uit testen in het verbrandingslaboratorium van DNV GL volgt dat door toepassen van de Sustainoflame-regeling op 1) een industriële ketel-brander combinatie en 2) een procesbrander in een hoge temperatuursoven deze verbrandings-systemen geschikt zijn voor toekomstige gassen en extreme weersfluctuaties.

Industriële brandervlam



Proefopstelling industriële ketel





Demo industriële oven (links) aangestuurd met de Sustainoflame regeling die gekoppeld is aan een brandermanagementsysteem (rechts)

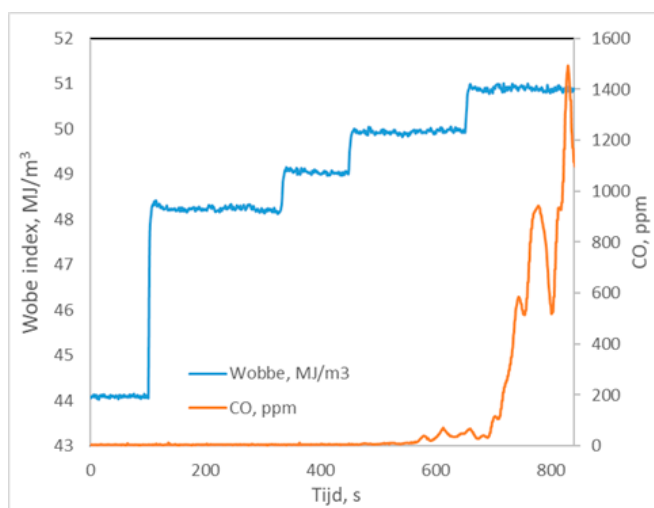


Door bijmenging van 15% propaan aan G-Gas neemt de Wobbe-index toe van 44 naar 51 MJ/m³. Doordat traditionele regelingen, zoals de regeling hier gebruikt, niet corrigeren voor een verandering in de Wobbe-index neemt de zuurstoffractie in de rookgassen af bij een toename van de Wobbe-index. De afname in zuurstof gaat gepaard met een sterke stijging van de CO-emissie (links). Bij een Wobbe-index van ca. 50 MJ/m³ is de CO-emissie groter dan 1000 ppm en ontslaat een gevaarlijke situatie.

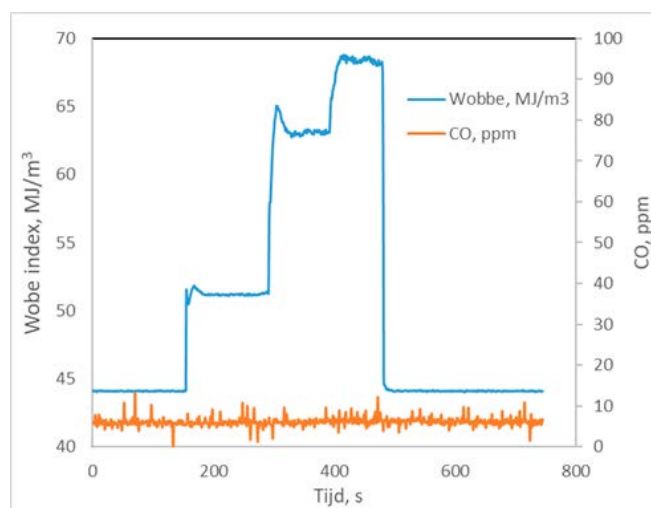
Bovenstaande testen zijn herhaald bij inschakelen van de Sustainoflame regeling (rechts). Doordat de Sustainoflame regeling stuurt op optimale verbranding blijft de CO-emissie lager dan 10 ppm bij toename van de Wobbe index van 44 MJ/m³ naar 65 MJ/m³.

Als voorbeeld, in onderstaande grafiek (links) staan de resultaten van het effect van propaan bijmenging op de branderprestaties weergegeven met de originele branderregeling (dus zonder Sustainoflame regeling) in de industriële oven opgesteld bij DNV GL.

Branderprestaties originele brander in de industriële oven



Branderprestaties met Sustainoflame regeling in industriële oven



Marktverwachtingen

Testen in zowel de industriële- oven en ketel toonden aan dat toepassen van de Sustainoflame regeling optimale verbrandingscondities garandeert bij extreme abrupte Wobbe fluctuaties en variaties in de weercondities. Doordat de Sustainoflame regelt op optimaal rendement kan nu al een brandstofbesparing in de H-gasband van ca. 0.5-2% gerealiseerd worden, deze besparing zal verder toenemen bij verruiming van de Wobbe-band. Daarnaast heeft toepassen van de Sustainoflame regeling als voordeel dat branders geschikt zijn voor de toekomstige range aan (duurzame) gassamenstellingen zoals waterstof ($\leq 30\%$). De Sustainoflame regeling voldoet verder aan alle branderveiligheidseisen en alle onderdelen voor de regeling zijn commercieel op de markt te verkrijgen. Hiermee is de introductie van de regeling nu al technisch mogelijk.

Vanwege de noodzaak om gas verbruikende apparatuur te leveren voor de huidige en toekomstige gassamenstellingen is deze Sustainoflame gasbranderregeling zeer interessant voor leveranciers en eindgebruikers. Daarom hebben dertien partijen geparticipeerd in het vervolgonderzoek om te komen tot een werkend 'Proof-of-Concept' (SBIR-Fase 2).

Deze partijen zijn:

- *4 leveranciers en ontwikkelaars van gassamenstellings- en Wobbesensoren:* Hobré, Qmicro, Wanty Instruments en MEMS hebben gassenoren ontwikkeld (of hebben dit al gedeeltelijk gedaan) en ter beschikking gesteld.
- *6 leveranciers en fabrikanten van aardgasbranders in Nederland en Duitsland:* De Jong, INNECS, Monarch/Weishaupt, Standard Fasel, Stork Thermeq en Zantingh hebben vanuit hun theoretische en praktische kennis en ervaring geadviseerd en apparatuur ter beschikking gesteld.
- *één Duitse leverancier van industriële branderregelingen:* Siemens heeft vanuit hun theoretische en praktische kennis en ervaring geadviseerd.
- *de grootste industriële aardgasverbruiker in Nederland:* Tata Steel heeft vanuit hun theoretische en praktische kennis en ervaring – als gebruiker van grote industriële verbrandingsystemen – geadviseerd.
- *de grootste handelsonderneming in aardgas in Nederland:* GasTerra heeft kennis en ervaring ingebracht en geadviseerd op het gebied van gaseigenschappen, gastoepassingen en gasmarkten.

Daarnaast hebben bovenstaande partijen het voornemen uitgesproken in Fase 3 mee te werken aan de commercialisering door te participeren in veldtesten en demonstraties, als Sustainoflame voldoende succesvol blijkt te zijn.

Project: CeVeGas- gaskwaliteitsregeling met een CV-ketel als gassensor

Bedrijf	DNV GL Oil & Gas, The Netherlands
Projectpartner	Honeywell, Monarch, Rössel (nu Tempco) en Novum
Toepassing L-gas of H-gas	L- en H-gas tot 20% waterstof
Toepassing huishoudelijk of industrieel	klein zakelijk en industrieel
SBIR	SBIR Flexibele Verbruiksapparatuur (2015-2018)
SBIR nummer	SB2FV15002
Website bedrijf	https://www.dnvgl.nl/

Bedrijf

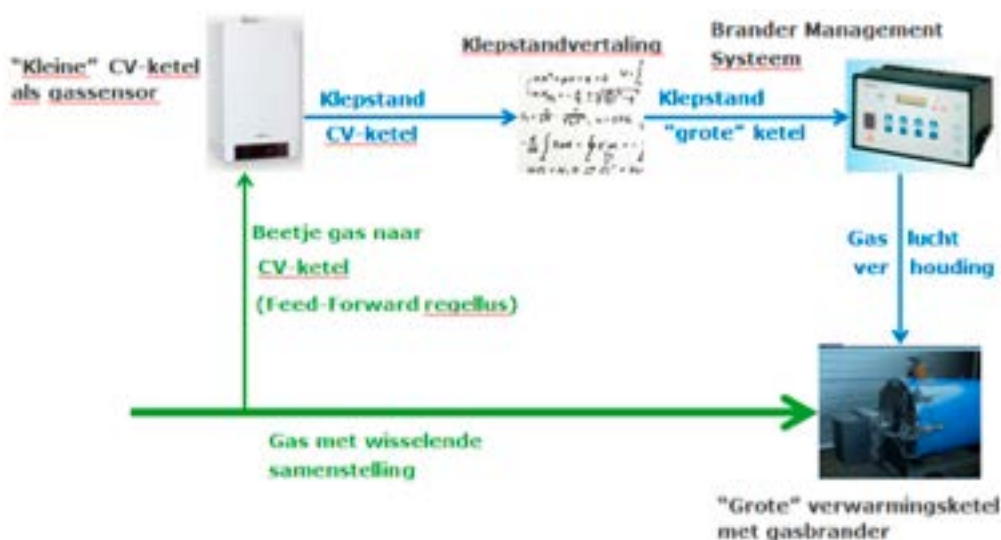
DNV GL, Oil & Gas, Netherlands (hierna: DNV GL) is een vooraanstaand kennis- en consultancyhuis voor de gasinfrastructuur en -toepassingen. Als voormalige dochtermaatschappij van Gasunie, en aansluitend als onderdeel van voormalig Kema, is DNV GL diep geworteld in de (inter-) nationale energiesector en houdt zij zich al sinds de jaren zestig van de vorige eeuw bezig met advisering, testen, certificeren en onderzoek en ontwikkeling. Vanuit die positie richt DNV GL zich vooral op de overgang naar een duurzame energievoorziening, op een veilige en betrouwbare gasinfrastructuur, op het nauwkeurig meten van droge en natte gasstromen in termen van zowel kwaliteit en kwantiteit, op het optimaliseren en testen van gasapparatuur in relatie tot verantwoorde invoering van nieuwe gasen in bestaande gasnetwerken en -installaties, en op goede gasspecificaties. Alles draait om veiligheid, betrouwbaarheid, doeltreffendheid en kwaliteit.

Het project

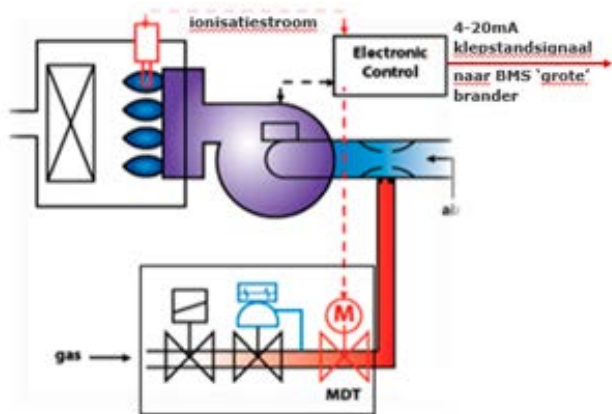
De afname van de Nederlandse gasreserves en de doelstelling om CO₂-uitstoot te reduceren hebben geleid tot een toenemende interesse in duurzame gasen (H₂, H₂/CO, CH₄/CO₂) en geïmporteerde gasen (bijvoorbeeld LNG). De samenstellingen van deze gasen kunnen sterk verschillen van traditioneel gedistribueerde gasen wat kan leiden tot ongewenste effecten in eindgebruikersapparatuur zoals vlaminslag, afblazen en verhoogde CO- en roetemissie.

Binnen dit SBIR project is met succes een “feed forward” gas-adaptieve branderregeling (CeVeGas) ontwikkeld (zie onderstaand schema).

Schema feed-forward gaskwaliteitsregeling met CV-ketel als gassensor

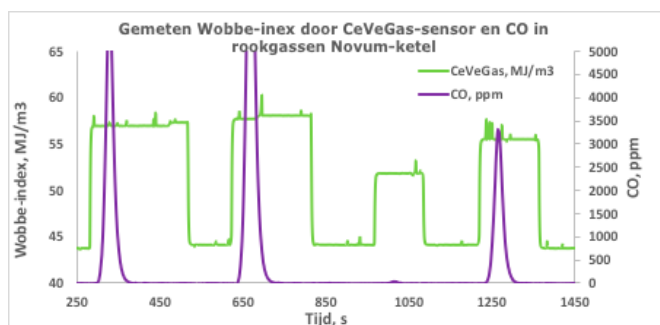


Schema CeVeGas-sensor



Deze gaskwaliteitsregeling is uitgerust met een commercieel verkrijgbare CV-ketel als gassensor, die vooraf de gaskwaliteit¹ bepaalt (zie bovenstaand schema). Deze CV-ketel (als sensor) is voorzien van een gaskwaliteitsregeling van Honeywell – de iXQ ionisatieregeling – die gebruik maakt van het vlamionisatiesignaal, dat wordt vertaald naar een gaskwaliteitsafhankelijk klepstandsignaal voor de brandstoftoevoerklep (MDT) van de CV-ketelbrander. Dit signaal wordt – na vertaling - gebruikt als gaskwaliteitssignaal voor de regeling van de brander van de ‘grote’ verwarmingsketel. Deze gaskwaliteitsregeling houdt de gas/luchtverhouding constant, waardoor op een veilige manier een breed bereik aan gassamenstellingen – laagcalorisch biogas, de gecombineerde L- en H-gasband en tot 20% waterstof in aardgas - kan worden verbrand, met behoud van goede branderprestaties bij minimale emissies.

In onderstaande grafiek staan als voorbeeld, de resultaten van het effect van propaanbijmenging op de branderprestaties weergegeven in de 475kW warmwaterketel opgesteld bij DNV GL. Door bijmenging van 30% propaan aan G-Gas neemt de Wobbe-index toe van 44 naar 58 MJ/m³.



De grafiek toont de door de CeVeGas-sensor (groen) gemeten Wobbe-index van het G-gas/propaanmengsel. Het in de rookgassen van de ‘grote’ Novum verwarmingsketel gemeten CO-percentages is met een paarse lijn weergegeven.

Vlak na een Wobbesprong omhoog stijgt de gemeten CO-concentratie voor korte tijd tot enkele duizenden ppm’s. Dit wordt veroorzaakt door een tijdelijk zuurstoftekort, hierdoor vindt in de brander van de Novum-ketel geen volledige verbranding plaats. Binnen een halve minuut is de CO-uitstoot weer gedaald tot acceptabele waarden, tot vrijwel nul. De CeVeGas-regeling houdt de brander tijdens deze extreme Wobbesprongen (tussen de Wobbe-index van G-gas en de bovenste Wobbe-index van de H-gasband) veilig in bedrijf.

Marktverwachtingen

Deze gaskwaliteitsregeling is primair bedoeld voor het specifieke marktsegment van verwarmingsketels voor kantoor- en bedrijfsgebouwen (de zakelijke markt of de “commercial” (+/-100kW tot 1MW). Hiervan staan circa 112.000 exemplaren opgesteld in Nederland. Deze verbruiken jaarlijks naar schatting circa 2,7 miljard nm³ aardgas (circa 100PJ).

Het toepassingsgebied van deze gaskwaliteitsregeling beperkt zich niet tot bovengenoemde verwarmingsketels, in principe kan elke industriële gasbrander van deze regeling gebruik maken.

Omdat CeVeGas achteraf kan worden ingebouwd (‘retrofit’), in een bestaande installatie, en de kosten voor de CV-ketel als gassensor erg beperkt zullen zijn (circa € 1.500), zijn de benodigde investeringen voor de eindgebruiker, om een brede en eventueel sterk en abrupt wisselende gassamenstelling te kunnen accepteren, beperkt. Bruikbare en betaalbare alternatieven om middelgrote branders geschikt te maken voor grote en abrupt verlopende gassamenstellingswisselingen zijn er niet. De, op dit moment commercieel verkrijgbare, bruikbare gassensoren zijn te duur (vanaf € 10.000) voor gebruik bij een verwarmingsinstallatie voor een kantoor- of bedrijfsgebouw.

De ontwikkeling en geleidelijke marktintroductie van deze nieuwe “retrofit” CeVeGas-branderregeling zal ervoor zorgen dat de eindgebruiker geen hinder of schade ondervindt bij de introductie van nieuwe duurzame gassamenstellingen en bij de verruiming van de H-gasband. Het vooraf meten van de gassamenstelling (feed-forward regeling) maakt de eindgebruikersinstallatie robuust tegen (abrupte) variaties in gassamenstelling waardoor de range aan bruikbare gassamenstellingen sterk verbreed wordt ten opzichte van de huidige installaties.

Testen in de Novum warmwaterketel hebben aangetoond dat toepassen van de CeVeGas-regeling optimale verbrandingscondities garandeert bij extreme abrupte Wobbefluctuaties.

¹ Met “gaskwaliteit” wordt hier een voor de verbranding relevante eigenschap zoals de stoichiometrische luchtbehoefte, de Wobbe-index, etc. bedoeld.

Doordat CeVeGas regelt op optimaal rendement kan nu al een brandstofbesparing in de H-gasband van ca. 0.5-1.5% gerealiseerd worden, deze besparing zal verder toenemen bij verruiming van de Wobbe-band. De terugverdientijd van de gaskwaliteitsregeling ligt op grond van te verwachten brandstofkosten-besparing, afhankelijk van het gasverbruik, tussen een half en twee jaar. Daarnaast heeft toepassen van de CeVeGas-regeling als voordeel dat branders geschikt zijn voor de toekomstige range aan (duurzame) gassamenstellingen zoals waterstof (tot 20%). De CeVeGas-regeling voldoet verder aan alle branderveiligheidseisen en alle onderdelen voor de regeling zijn vanaf midden 2019 commercieel op de markt te verkrijgen. Hiermee is de introductie van de regeling nu al technisch mogelijk. Vanwege de noodzaak om gasverbruikende apparatuur te leveren voor de huidige en toekomstige gassamenstellingen is deze gaskwaliteitsregeling zeer interessant voor leveranciers en eindgebruikers.

Om die reden hebben 4 partijen meegedaan aan dit project.

Deze zijn:

Honeywell is een multinationalaal opererende onderneming die zich vanuit diverse dynamische divisies actief bezighoudt met het ontwikkelen van innovatieve systemen, producten en diensten voor automatiserings- en beveiligingsoplossingen in industrie, woningen en gebouwen. Het Europese centrum voor ontwikkeling en marketing van gaskleppen en systemen ten behoeve van de verwarmingstoestellen voor woningen is gevestigd te Emmen. Vanuit Nederland zijn tientallen miljoenen gasregelsystemen en veiligheidselektronicasystemen geleverd aan de meeste Europese toestelfabrikanten.

Monarch Nederland B.V. behartigt de belangen van Weishaupt - marktleider op het gebied van brandertechnologie in Nederland.

Rössel Nederland B.V. (nu Tempco) behartigt de belangen voor de producten van Lamtec – een innovatieve Duitse leverancier van regelsystemen voor verbrandingsprocessen.

Machinefabriek Novum B.V. is een Nederlandse producent van verwarmings-, heetwater- en stoomketels.

Deze partijen hebben de intentie uitgesproken de CeVeGasregeling (of delen hiervan) te gaan vermarkten bij voldoende potentieel.

Project: Flexibel Industrieel Gas (FIG)	
Bedrijf	Zantingh BV
Toepassing L-gas of H-gas	L-gas en H-gas
Toepassing huishoudelijk of industrieel	Glastuinbouw, industrie en grotere utiliteitsbouw (zorginstellingen, stadsverwarming etc.)
SBIR	SBIR Flexibele verbruiksapparatuur (2015-2018)
SBIR nummer	SB2FV15004
Website bedrijf	http://www.zantingh.com/nl/

Zantingh

Zantingh – opgericht in 1935 – is fabrikant en leverancier van o.a. industriële gasbranders en warmtewisselaars voor afnemers in de industrie, de glastuinbouw en de utiliteitsbouw. De gasbranders van Zantingh zijn leverbaar in een range tussen de 100 en 20.000 kW ketelvermogen. Duurzame, energie-efficiënte, betrouwbare en veilige installaties, die worden geproduceerd met zorg voor mens en milieu, op basis van specifieke expertise, gedegen vakmanschap en persoonlijke betrokkenheid. Nieuw verworven inzichten, kennis en technologie zijn speerpunten voor innovatie en productontwikkeling.

Zantingh staat voor absolute zekerheid in het leveren van geïntegreerde maatwerkoplossingen. De producten van Zantingh vinden hun weg over de gehele wereld en after sales service neemt een vooraanstaande plaats in. De servicedienst van Zantingh is SCIOS gecertificeerd, 24/7 beschikbaar en internationaal werkzaam. De activiteiten worden gecompleteerd met een technische groothandel voor CV-componenten met een assortiment dat voornamelijk is gericht op projecten in de grotere vermogens, in de glastuinbouw, de industrie en de utiliteitsbouw, zoals stadsverwarming.

Flexibel Industrieel Gas

Aardgas is in Nederland de meest toegepaste fossiele brandstof. Tot nu toe was de kwaliteit en de samenstelling van Nederlands aardgas voor gebruikers een vanzelfsprekendheid, maar daar gaat op korte termijn verandering in komen. Een groot deel van de zakelijke markt gebruikt laag calorisch aardgas (G-gas) en zal gefaseerd op hoog-calorisch gas (H-gas) overschakelen. Dat gas heeft een andere samenstelling, die varieert binnen een ruime bandbreedte, waardoor de toepassing voor veel gastoestellen problematisch is. Ook het korte tijdsbestek waarin variaties kunnen optreden (< 1 minuut) spelen daarin een belangrijke rol. De snelle- en brede variatie stelt extra eisen aan de gas/lucht verhoudingsregeling om de gasbranders veilig en betrouwbaar in te stellen op de gaskwaliteit die op dat moment wordt aangeboden. Het aanpassen van de installatie-instellingen is noodzakelijk, omdat de bandbreedte waarbinnen de gaskwaliteit varieert te groot is, om door de huidige generatie regel- en beveiligingsapparatuur te worden opgevangen. Dat heeft grote gevolgen voor de veiligheid, de energie-efficiency en de emissies van de onderhavige installaties. De veranderende gassamenstelling is daarom een maatschappelijk

probleem waar Zantingh als belangrijke toeleverancier een oplossing voor wil bieden.

De veranderingen in het gebruik van aardgas zijn in een stroomversnelling geraakt, sinds de overheid recent heeft besloten om in 2030 te stoppen met de productie van laag-calorisch aardgas uit het Groninger gasveld. Bedrijven worden gestimuleerd om waar mogelijk over te stappen op alternatieve oplossingen, maar in de meeste gevallen blijft het gebruik van aardgas noodzakelijk. Om die reden zal de import van (hoog-calorisch) aardgas met wisselende samenstelling op korte termijn verder toenemen. Inmiddels zijn ook grootverbruikers van Gronings aardgas aangeschreven, met als doel te inventariseren of men al voor 2022 over kan schakelen op hoog-calorisch gas. Omdat dit gas uit verschillende bronnen komt, zal de samenstelling aanzienlijk sterker variëren dan het gas uit Groningen.

De nieuwe regelingen die wij hebben ontwikkeld om de variatie in de gassamenstelling het hoofd te bieden, is geschikt voor zowel nieuw te leveren gasbranders, als voor retrofit van bestaande installaties. De nieuwe regelingen zijn inmiddels ingezet op een paar proefprojecten en de eerste resultaten zien er veelbelovend uit. De eerste regeling wordt aangestuurd door een meetsignaal van de Wobbe-index (de verhouding tussen de calorische waarde en de relatieve dichtheid van het gas) is de belangrijke maatstaf voor de uitwisselbaarheid van brandstoftgassen op een gasbrander. Aan de hand van de gemeten waarde, stuurt het systeem de juiste gasdruk naar de brander.

Het tweede systeem meet de gas/lucht verhouding en zorgt ervoor dat deze zeer nauwkeurig geregeld wordt, ondanks variaties in gas- en luchtcondities. De uitgebreide geheugenfunctie van het systeem slaat o.a. foutmeldingen op en geeft de resterende levensduur van componenten aan op basis van het werkelijke aantal draaiuren. De regelaar van dit systeem corrigeert omgevingsvariabelen zoals luchtdruk en temperatuur, maar ook onverwachte veranderingen in bijvoorbeeld de tegendruk in de verbrandingskamer als gevolg van schoorsteenobstructies, luchtgebrek of het wegvallen van de gasdruk. Het O₂-cijfer in de rookgassen (belangrijk voor het rendement van de installatie) wordt continu gemeten en constant zo laag mogelijk gehouden over het gehele regelbereik van de brander.

Met de revolutionaire regelingen zijn wij in staat om de gasbrander razendsnel te laten reageren en ervoor te zorgen dat deze veilig en betrouwbaar blijft functioneren als de samenstelling van het gas wijzigt. Daarbij maken wij gebruik van een Wobbe-signaal om de gastoevoer aan te passen of speciaal ontwikkelde meetsensoren waarmee de gas/lucht verhouding stabiel gehouden wordt, waardoor binnen de brander-eigenschappen ruimte ontstaat voor variatie in gaskwaliteit.

Dankzij de SBIR-regeling kan deze ontwikkeling al snel ingezet worden en is een intensieve samenwerking en kennisuitwisseling tussen de deelnemende bedrijven onderling ontstaan.

Marktverwachtingen

Dat er een grote behoefte ontstaat aan apparatuur die variatie in gaskwaliteit (zoals de Wobbe-index of gas- en luchtcondities) kan vertalen naar concrete acties voor het brandermanagementsysteem van gas-ventilatorbranders, is hiermee wel duidelijk geworden. De uitdaging daarbij is het vinden van een technisch betrouwbare, betaalbare oplossing voor individuele gebruikers, in het groot-, maar vooral ook het midden- en kleinbedrijf.

De nieuwe, unieke en revolutionaire branderregelsystemen die Zantingh ontwikkelt, zijn een mogelijke aanvulling op- of vervanger voor brandermanagementsystemen die momenteel op de markt verkrijgbaar zijn. Het biedt in vergelijking daarmee veel meer functies en is bijvoorbeeld ook geschikt voor toepassing op dual-fuel branders, zoals aardgas in combinatie met biogas, waterstofgas, etc. Het marktpotentieel voor de nieuwe regeling is dus aanzienlijk en Zantingh verwacht begin 2019 met de nieuwe regelingen op de markt te kunnen komen.

Zantingh levert momenteel in Nederland onderhouds- en inspectieservice voor ca. 3.000 gasbranders, die worden gebruikt in de glastuinbouw, de industrie en de grotere utiliteitsbouw (bijvoorbeeld stadsverwarming). Behalve nieuwe gasbranders die wij kunnen voorzien van het regelsysteem, richten wij ons met name ook op bestaande installaties, waarvoor passende retrofit oplossingen worden uitgewerkt. Ons aandeel in genoemde marktsectoren kan daarmee verder worden uitgebreid, want met de nieuw ontwikkelde techniek creëren wij een voorsprong op onze concurrenten.

Het systeem leent zich ook bij uitstek voor toepassing in het buitenland, waar de Wobbe variatie eveneens aan de orde is of komt. Belangrijke exportmarkten voor Zantingh zijn Mexico, Canada, Noord-Amerika, China, Australië en Rusland en omliggende landen, zoals Belarus, Kazachstan, Georgië, Armenië, Azerbeidzjan etc. In deze bestaande of opkomende economieën is nog veel te doen, daar waar het gaat om optimalisatie van bestaande installaties, bijvoorbeeld ten aanzien van rendement en emissies. Daarnaast is in veel van deze landen een enorm groeipotentieel, bijvoorbeeld in China, waar omwille van het terugdringen van luchtvervuiling de overheid heeft besloten in versneld tempo over te schakelen van kolen- op gasstook.

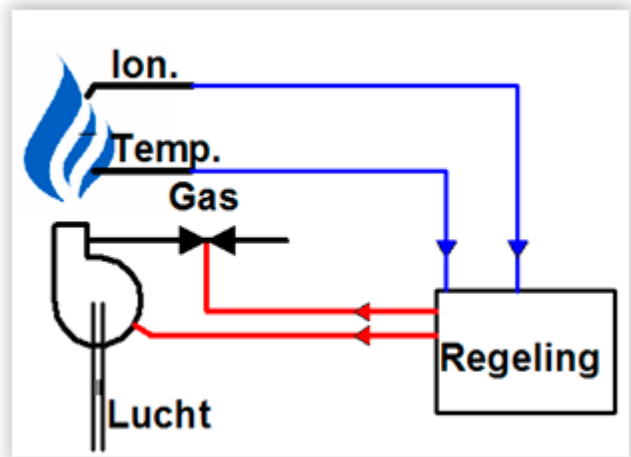
Project: Flexwarm

Bedrijf	Winterwarm Heating Solutions BV
Projectpartner	ebm Papst Heating Systems
Toepassing L-gas of H-gas	L-gas en H-Gas
Toepassing huishoudelijk of industrieel	Industrieel
SBIR	SBIR Flexibele verbruiksapparatuur (2015-2018)
SBIR nummer	SB2FV15008
Website bedrijf	https://www.winterwarm.nl/

Bedrijf

Winterwarm Heating Solutions heeft al ruim 80 jaar ervaring met de ontwikkeling, productie en verkoop van industriële gasgestookte luchtverwarmers. De producten worden veelal in Europa verkocht, een belangrijk deel wordt echter ook geëxporteerd naar Azië en Amerika. In Nederland heeft het bedrijf een marktaandeel van 55%. Project partner ebm-papst Heating Systems BV (verder: epHS) is fabrikant van high tech besturingsapplicaties voor huishoudelijke en industriële branderbesturingen. De producten van epHS worden wereldwijd verkocht.

Winterwarm als producent en specialist in gastechniek, en epHS als leverancier en specialist in elektronica en software voor gastoe-passingen en complete toestellen. Beide partijen hebben hun eigen specifieke kennis die beide noodzakelijk is om tot een goed werkend totaal systeem te komen. Winterwarm is in staat om de ontwikkelde producten ook in de markt te zetten.



Daarnaast zal het ontwikkelde besturingsplatform ook uitgerold kunnen worden voor andere gasgestookte toepassingen zoals bijvoorbeeld de CV-industrie en grootkeuken producenten.

Het project is (juli 2018) nog niet geheel afgerond. Een werkend prototype is al wel gerealiseerd. De basis principes zijn aangetoond en werken. Na finetuning staat er een gasadaptieve luchtverwarmer.

Op dit moment werkt het alleen nog met de L en H gasbanden, en nog niet met propaan.

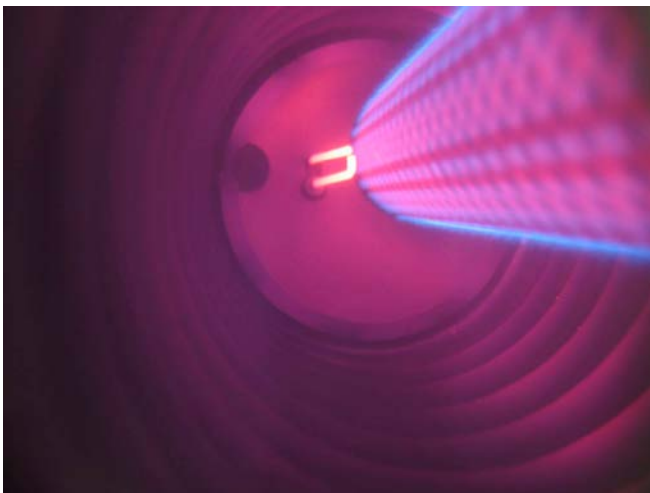
Een volgende stap is om ook de automatische omschakeling naar propaan aan te kunnen. Dat betekent dus dat het toestel zich volledig kan aanpassen tussen de L, H en B/P gasfamilies.

Groen gas

Winterwarm en epHS kozen voor een brandertemperatuurmeting, en geen vlammeting door middel van ionisatie.

Als er in de toekomst waterstof wordt bijgemengd met het aardgas, dan heeft dat een effect op vlammeting met ionisatie. Een waterstofverbranding geeft geen ionisatiesignaal.

De ontwikkelde temperatuurmeting zou dan naar verwachting ook toegepast kunnen worden met waterstofbijmenging.



Het project

De doelstelling van dit project is te komen tot een industriële luchtverwarmer die zichzelf kan aanpassen aan een veranderende gassamenstelling. De nieuw te ontwikkelen technologie in dit toestel moet ervoor zorgen dat met zo breed mogelijke variaties in de gassamenstelling de verbranding nog steeds veilig en zo optimaal mogelijk is. Daarbij moeten het rendement en de uitstoot van schadelijke emissies optimaal blijven.

Marktverwachtingen

Er is na afloop van het project dus een gasgestookte luchtverwarmer die:

- Autonoom kan inspelen op een steeds veranderende gassamenstelling
- Een efficiënte en schone verbranding heeft
- Een lagere kostprijs heeft door:
 - Geen hogere materiaal kosten
 - Kortere assemblage / instel tijden
- Service vriendelijker en betrouwbaarder is



De impact van deze ontwikkeling blijft niet beperkt tot de luchtverwarmermarkt. Het ontwikkelde elektronicaplatform is ook bruikbaar in andere toepassingen dan luchtverwarming, bijvoorbeeld CV-ketels en grootkeuken apparatuur. De aantallen van gastoeepassingen in die laatste markten zijn plm. 80 maal hoger. Deze ontwikkeling is daarom volledig in lijn met de doelstelling van SBIR om oplossingen om efficiënt en flexibel om te gaan met de veranderingen van de samenstelling van het gas.

In Nederland zijn ongeveer 170.000 gasgestookte luchtverwarmers geïnstalleerd. Met het nieuwe systeem en het marktaandeel van Winterwarm schatten wij in dat er een potentie is van 80.000 stuks vervanging de komende 15 jaar.

De Noord-Amerikaanse markt is ongeveer 200.000 stuks luchtverwarmers per jaar.

De stap naar Noord-Amerika kan absoluut met een toestel wat meer te bieden heeft dan de huidige toestellen in die markt. Het behalen van 1% van die markt is zeker reëel. 2.000 stuks is een omzetstijging van meer dan 30% voor Winterwarm.

Voor epHS betekent de nieuwe ontwikkeling een kans om het huidige marktaandeel ook verder te vergroten.

De industriële gasverbruikers zijn voorlopig nog niet van het gas af. De gassamenstelling kan in de nabije toekomst veranderen, het kan eventueel zelfs ook groen of synthetisch worden.

Waterstof lijkt daar in ieder geval een belangrijke rol in te gaan spelen. Het ontwikkelde toestel en de techniek is daar bij uitstek geschikt voor.

Project: Oog op Gasvariatie voor Gaskwaliteit (OOG)	
Bedrijf	Analytical Solutions and Products BV
Projectpartners	Avantes, DNV GL, LaserLaB Amsterdam
Toepassing L-gas of H-gas	Alle gassen (aardgas, biogas, waterstof, etc.)
Toepassing huishoudelijk of industrieel	Industrieel
SBIR	SBIR Flexibele Verbruiksapparatuur (2015-2018)
SBIR nummer	SB2FV15010
Website bedrijf	https://www.asap.nl/

Bedrijf

Analytical Solutions and Products BV (ASaP) is een bedrijf op het gebied van olie- en gasanalyse met een flexibel en gedreven team van mensen met een duidelijke doelstelling: Het leveren van praktische oplossingen voor analysevraagstukken. Onze onafhankelijke onderneming is gespecialiseerd in de toelevering en service van online gasanalyse instrumenten, componenten en de bouw en installatie van turn-key systemen. ASaP werkt intensief samen met belangrijke klanten in de petrochemische industrie bij het ontwikkelen van nieuwe systemen en toepassingen. Voorts neemt ASaP deel aan diverse werkgroepen en platforms op het gebied van ISO-normering, ontwikkelingen in de LNG-sector en fiscale metingen van (aard)gas.

De bouw van een gasbemonsteringsprobe is een groot expertisepunt van ASaP, dat zich al sinds 2000 bezighoudt met representatieve bemonstering van gas- en vloeistofmonsters binnen de proces-, olie- en gasindustrie. ASaP heeft zich op dit gebied bewezen met eigen producten als de Flare Gas Probe (fakkelgasprobe) en de Phazer (LNG-probe-verdamper). Tevens ontwerpt en fabriceert ASaP tailor-made systemen voor zeer complexe en specifieke applicaties

De partners die ons op technisch gebied kunnen ondersteunen zijn: Avantes te Apeldoorn voor de detector en de optische probe en Laser 2000 te Vinkeveen voor de laser. Voor wetenschappelijke ondersteuning kunnen we gebruikmaken van ons academische netwerk via TI-COAST en de Vrije Universiteit in Amsterdam. DNV GL te Groningen zal een (laboratorium)veldtest uitvoeren voor de verdere verbetering van de OOG-analyzer.

Het project

Het OOG-project bestaat uit de ontwikkeling van een prototype analyse-instrument om de samenstelling van aardgas te meten met behulp van licht. Het instrument zal binnen een zeer korte tijd veranderingen in de gassamenstelling kunnen detecteren zonder het milieu te belasten.

Het instrument zal in staat zijn om alle (bio)gascomponenten te meten. De meting verbruikt geen hulpstoffen, is in staat om de complete aardgascompositie binnen enkele seconden te bepalen en heeft geen of vrijwel geen onderhoud nodig. Het product zal gebruik maken van een optische meetmethode en zal daarmee sneller resultaten geven in vergelijking met de huidige meetapparatuur zonder het verbruik van materiaal en zonder uitstoot van gassen. Het bereik van de meting zal zich uitstrekken over een gevarieerde gassamenstelling en enkele veelvoorkomende verontreinigingen. Hiermee is de meting geschikt voor H-, G-, en Bio-gas en alle daarmee gemengde varianten tegelijkertijd en kan direct stikstof, waterstof en zuurstof meten.

Marktverwachtingen

In eerste instantie gaat het om een robuust apparaat dat geschikt is voor gebruik in een industriële omgeving. De probe moet direct in de pijpleiding gemonteerd kunnen worden. Door de instrumentatie klein, modulair met enkel signaal- en stroomaansluitingen uit te voeren, in combinatie met een minimale service gedurende volledige levensduur wordt, er een situatie gecreëerd waarbij de gebruiker 'geen omkijken' heeft naar de analyse en zonder zelf expert te worden de apparatuur kan gebruiken.

Qua toepassingsgebied wordt er gericht op het regionale gasnetwerk (op een druk van 40 bar). Het ontwerp zal tevens rekening houden met toepassing van de probe in het hoofdtransportnetwerk (80 bar) en het lokale netwerk (8 bar). Een hogere druk betekent meer moleculen bij het meetpunt wat resulteert in een hoger signaal.

Hoewel het particuliere gebruik gaat afnemen, zal aardgas de komende decennia de meest toegepaste fossiele brandstof zijn. De marktvraag en dus de wereldwijde productieomvang zal blijven toenemen. De OOG-analyzer wordt primair voor de aardgasmarkt ontwikkeld. Echter zal de OOG-analyzer ook op andere gassoorten kunnen worden toegepast, zoals *shale gas*, *refinery fuel gas*, *recycle gas*, *flare gas* etc. Na het aanboren van de eerste markt is er dus nog meer perspectief voor de OOG-analyzer. Omdat de OOG-analyzer geschikt is voor het meten van stikstof, waterstof en zuurstof hebben meerdere bedrijven (onder andere MKS Instruments) hun interesse al getoond in de ontwikkeling.

Het innovatieve karakter van de ontwikkeling van de OOG-analyzer kenmerkt zich door de combinatie van verschillende eigenschappen:

- *in situ*-meting → geen emissie van milieubelastende stoffen,
- representatieve monsternamen → houdt rekening met fysische processen in pijpleiding,
- snelle reactietijd → minder dan 1 seconde,
- onderhoudsarme technologie → robuust en geen bewegende onderdelen,
- kwantitatief en kwalitatief → informatie over de chemische samenstelling en het gehalte.

De grootste verbetering ten opzichte van de conventionele meetmethode met een gaschromatograaf is reactiesnelheid. De OOG-analyzer heeft de mogelijkheid om binnen enkele seconden een grote verandering in de gassamenstelling te kunnen detecteren om vervolgens alarm te geven. Door het verzamelen van een serie van honderden spectra kan nauwkeurig de gassamenstelling bepaald worden. De OOG-analyzer combineert de mogelijkheid voor detectie en analyse.

Ten opzichte van de bestaande alternatieven weet Ramanspectroscopie de voordelen van verschillende technieken met elkaar te verenigen tot één analyzer. Namelijk:

- de snelheid van Wobbe, UV/VIS of IR,
- mogelijkheid van stikstof, waterstof, zuurstof van GC,
- de vrijheid om complexe mengsels te meten zoals GC,
- identificatie van onbekende componenten zoals IR,
- de mogelijkheid de meting *in situ* uit te voeren zoals UV/VIS en IR, en
- de korte opwarmtijd van Wobbe en geen tijdsverlies door kalibratie-/validatietijd.

De samenleving is vooral gebaat bij het verminderen van risico's voor volksgezondheid en het milieu. Door het meten van de gassamenstelling is beter te anticiperen bij het reguleren van de brandstofinspuiting van bijvoorbeeld gasturbines. Dit voorkomt onnodige emissie van stikstofoxiden (NO_x), koolwaterstoffen (CH's) of koolstofmonoxide (CO) en verkleint het gezondheidsrisico voor mens en dier. Monitoring van gassamenstelling ter preventie van storingen aan het gasnet door overmatige bijmenging van stikstof aan hoog calorisch gas (om er laag calorisch gas van te maken) kan met de OOG-analyzer zeer snel. De gepresenteerde techniek maakt het mogelijk een groot verschil in een zeer korte tijd (binnen enkele seconden) te meten en te verifiëren. Hierdoor kan snel actie ondernomen worden om de schade te beperken. Ook kan de OOG-analyzer de meting *in situ* uitvoeren waardoor het aardgas in de aardgasleiding blijft en niet naar het milieu wordt uitgestoten. Een tweede voordeel is dat er geen emissie is van milieubelastende stoffen. Het hoofdbestanddeel van aardgas, methaan, is 28x sterker broeikasgas dan koolstofdioxide (CO₂).

Analytical Solutions and Products streeft ernaar om de OOG-analyzer eind 2019 beschikbaar te hebben als commercieel instrument voor de analyse van aardgas.

Project: Varigas: een industrieel waterstof/aardgas brandersysteem

Bedrijf	DNV GL Oil & Gas, The Netherlands
Projectpartners	Zantingh B.V. en Stork Thermeq
Toepassing L-gas of H-gas	L- en H-gas en waterstof tot 100%
Toepassing huishoudelijk of industrieel	Industrieel
SBIR	SBIR Flexibel gebruik van duurzame gassen (2016-2019)
SBIR nummer	SB2FG16007
Website bedrijf	https://www.dnvgl.nl/

Bedrijven

DNV GL, Oil & Gas, Netherlands (hierna: DNV GL) is een vooraanstaand kennis- en consultancyhuis voor de gasinfrastructuur en -toepassingen. Als voormalige dochtermaatschappij van Gasunie, en aansluitend als onderdeel van voormalig Kema, is DNV GL diep geworteld in de (inter-)nationale energiesector en houdt zij zich al sinds de jaren zestig van de vorige eeuw bezig met advisering, testen, certificeren en onderzoek en ontwikkeling. Vanuit die positie richt DNV GL zich vooral op de overgang naar een duurzame energievoorziening, op een veilige en betrouwbare gasinfrastructuur, op het nauwkeurig meten van droge en natte gasstromen in termen van zowel kwaliteit en kwantiteit, op het optimaliseren en testen van gasapparatuur in relatie tot verantwoorde invoering van nieuwe gassen in bestaande gasnetwerken en -installaties, en op goede gasspecificaties. Alles draait om veiligheid, betrouwbaarheid, doeltreffendheid en kwaliteit.

Zantingh is actief als fabrikant van gasbranders. Het bedrijf is opgericht in 1935 en heeft een leidende positie binnen de Nederlandse glastuinbouwmarkt met een marktaandeel van ruim 50%. Daarnaast is het marktaandeel van Zantingh in de Nederlandse industrie- en utiliteitsmarkt circa 15%. De belangrijkste producten zijn professionele stookinstallaties voor de industrie, utiliteit en glastuinbouw. Daarnaast voert Zantingh de installatie, het onderhoud en de inspectie van de bovengenoemde stookinstallaties uit.

Stork Thermeq is specialist op het gebied van water-stoom-cycli en gerelateerde processen.

Naast het ontwerpen en ontwikkelen van producten en concepten voor nieuwe installaties, kan Stork Thermeq aansluitend op retrofit- of veranderprojecten efficiency-upgrades uitvoeren en oplossingen implementeren om de beschikbaarheid te verbeteren. De belangrijkste producten zijn industriële brandersystemen, ketels en installaties voor de olie-, gas- en procesindustrie. Daarnaast levert Stork Thermeq diverse diensten op het gebied van bovenstaande producten.

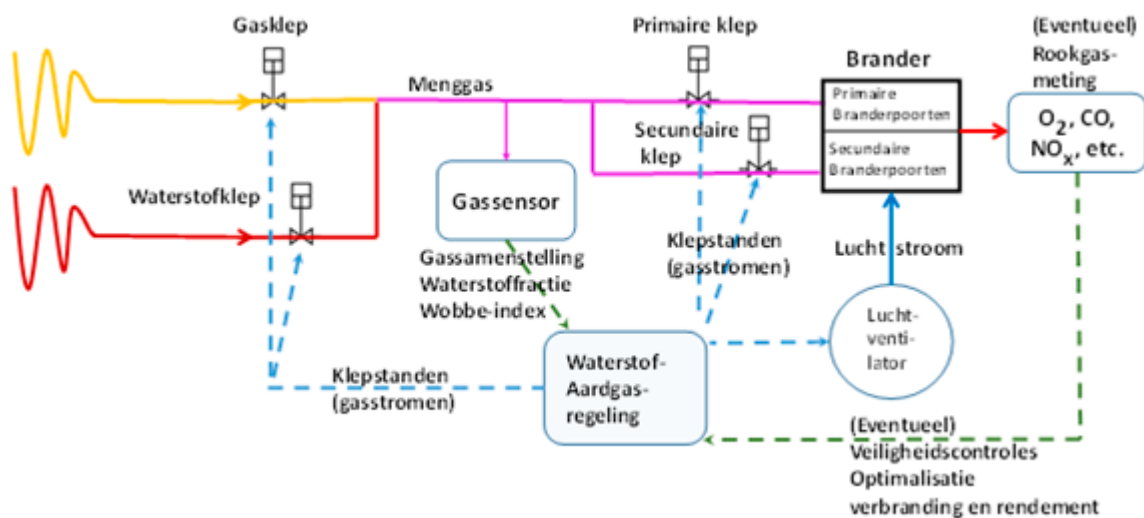
Het project

Gassen in het gasnet om de 'koolstofintensiteit' van het industriële energieverbruik te verlagen. Een potentiële gasvormige brandstof is waterstof dat duurzaam is te produceren uit bijvoorbeeld 'overtollige' wind- of zonne-energie (Power to Gas).

Het groeiende aandeel van duurzame elektriciteit (wind en zon) in het energiesysteem zorgt echter voor een toenemende en fluctuerende onbalans in het elektriciteitsnetwerk. Via elektrolyse op een industriële locatie waar veel energie wordt verbruikt voor industriële verhittingsprocessen zou een overtollige hoeveelheid elektriciteit in waterstof kunnen worden omgezet (Power to Gas). Het waterstofgas is vervolgens in grote hoeveelheden direct in te zetten bij industriële verhittingsprocessen. Dit heeft als voordeel dat slechts een klein aantal (betrekkelijke grote) gasverbruiksinstallaties hoeft te worden aangepast om een grote en snel fluctuerende hoeveelheid waterstof in te passen.

De oplossing van dit SBIR projectvoorstel om in de toekomst het aandeel aan duurzame gassen in het gasnet te vergroten, en om de 'koolstofintensiteit' van het industriële energieverbruik te verlagen, is het ontwikkelen van een nieuwe industriële brandersystemen die zowel waterstof, aardgas/waterstof en aardgas kan verbranden met behoud van veiligheid, bedrijfszekerheid en lage emissies. Waterstof heeft radicaal andere eigenschappen dan aardgassen; veel hogere vlamtemperaturen (>300°C) en een verbrandingssnelheid die circa 6 maal zo hoog is dan die van aardgas. Om een optimaal verbrandingsgedrag voor verschillende fracties waterstof in aardgas (0-100%) te garanderen wordt de brander uitgevoerd met een regeling waarbij de fractie waterstof vooraf wordt gemeten met een sensor waarna vervolgens via een ontwikkeld verbrandingsalgoritme de juiste brandstof/luchtverhouding wordt ingesteld. Indien nodig wordt de geometrie van de brander automatisch aangepast door bijvoorbeeld het aan- en afschakelen van branderpoorten.

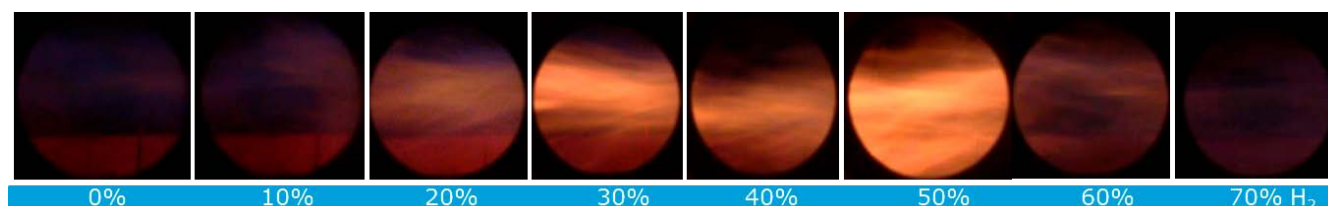
De branders zijn bedoeld voor zowel stoom- en warmwaterketels en voor hogere temperatuurprocessen (ovens, fornuizen en dergelijke). Introductie van dergelijke brandersystemen maakt toepassing van waterstof in de industrie mogelijk, waarbij de verlaging van de koolstofintensiteit van het energiegebruik daadwerkelijk gerealiseerd kan worden.



Schema Varigasregeling voor industrieel waterstof/aardgasbrandersysteem

De eerste metingen uitgevoerd met een swirl-brander die geplaatst is in een hoge temperatuursoven laten zien dat het vlamgedrag aanzienlijk verandert door toevoeging van waterstof. Als voorbeeld is de verandering van het vlambeeld weergegeven dat plaatsvindt door bijmenging van waterstof aan aardgas. Tijdens de bijmenging zorgt het verbrandingsalgoritme er voor dat het vermogen en de gas/luchtverhouding constant blijft tijdens bijmenging van waterstof. Onderstaand figuur laat zien dat voor puur aardgas een transparante blauwe vlam waar te nemen is. Verhogen van het waterstofpercentage van 0-50% leidt tot een toename van de roetvorming in de vlam, wat de gele kleur van de vlam veroorzaakt. Verdere verhoging van het waterstofpercentage leidt tot afname van de roetvorming en bij 70% waterstof is het beeld identiek aan dat van puur aardgas en voor puur waterstof (niet weergegeven) is er geen vlam waarneembaar. Deze roetwaarneming is interessant voor o.a. de glasindustrie. Deze industrie heeft baat bij roetvorming omdat deze – vooral bij hoge temperaturen – een toename van de warmteoverdracht door straling veroorzaakt.

Figuur 8 - Vlambeeld als functie van het waterstofpercentage in aardgas



In samenwerking met Stork Thermeq en Zantingh worden de experimenten in de hoge temperatuursoven uitgebreid en wordt gewerkt aan de ontwikkeling/testen van een brander voor verwarmings- en stoomproductie.

Marktverwachting

De ontwikkeling en geleidelijke marktintroductie van deze nieuwe waterstof/aardgasbrander zal ervoor zorgen dat de eindgebruiker geen hinder of schade ondervindt bij de geleidelijke introductie van waterstof als duurzame brandstof bij industriële verhittingsprocessen.

De hier voorgestelde oplossing heeft – ten opzichte van elektrificatie – als voordeel dat bestaande processen niet drastisch hoeven te worden aanpast en dat bovendien het (aard)gasnet voor het transporteren van waterstof naar de industriële clusters al aanwezig is. Kortom, het toepassen waterstof is de snelste route naar verduurzaming van de grote procesindustrie.

Vanwege de noodzaak om gasverbruikende apparatuur te leveren voor de huidige en toekomstige gassamenstellingen is het Varigas brandersysteem zeer interessant voor leveranciers en eindgebruikers. Om die reden participeren twee partijen (Zantingh en Stork Thermeq) op dit moment in het SBIR project om te komen tot een werkend 'Proof-of-Concept'.

Project: HyGRID

Bedrijf	HyGear
Toepassing L-gas of H-gas	L-gas en H-gas
Toepassing huishoudelijk of industrieel	Huishoudelijk en industrieel
SBIR	SBIR Flexibel gebruik duurzame gassen (2016-2019)
SBIR nummer	SBIR2FG16012
Website bedrijf	https://www.hygear.com

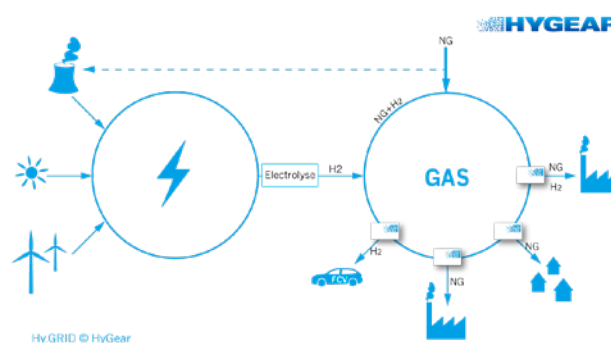
Bedrijf

HyGear is gespecialiseerd in het ontwerpen, bouwen en testen van kleinschalige gasupgrading systemen. HyGear's kleinschalige gasreinigingssystemen zijn decentraal in te zetten waardoor ketens met veel transport overbodig worden, processen efficiënter en lokale afvalstromen om te zetten in waardevolle producten.

Het project

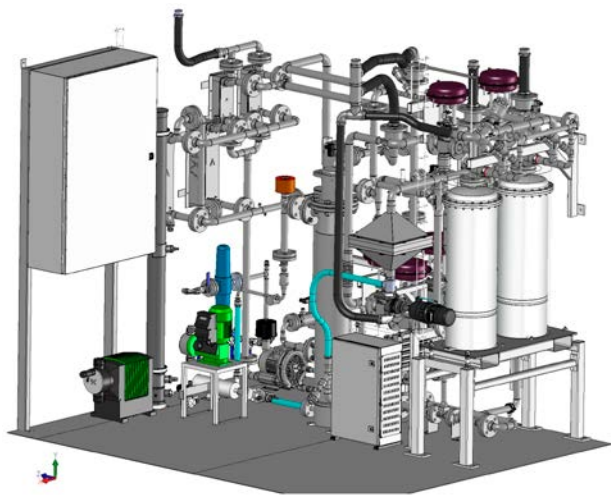
Uit fase 1 is gebleken dat het waterstofgebruik in Nederland in de komende jaren fors zal stijgen mede door de wens van de Nederlandse overheid dat vanaf 2035 alleen nog waterstofauto's (naast elektrische auto's) verkocht mogen worden en om het aardgasverbruik door Nederlandse huishoudens in het jaar 2050 te stoppen. Dit zou betekenen dat in het jaar 2050 ong. 12 miljard m³ waterstof per jaar nodig is. Uit de inventarisatie in fase 1 is reeds gebleken dat in het jaar 2050 voldoende waterstof duurzaam geproduceerd kan worden met behulp van zonne- en windenergie en dat er voldoende opslagcapaciteit is in het Nederlands aardgasnetwerk inclusief ondergrondse opslag. Ook is gebleken uit de fase 1 analyse waar momenteel de knelpunten liggen met betrekking tot eindgebruikers; de waterstoflimiet voor CNG auto's ligt bij 2 vol% waterstof in aardgas en voor gas turbines en gas motoren tussen de 1 en 5%. Zie onderstaande tabel.

Dit betekent dat, in geval van een transitieperiode waarbij waterstof tot 10 volume % reeds wordt toegevoegd aan het aardgas, deze eindgebruikers als eerste problemen zullen ondervinden indien het waterstof niet wordt verwijderd voor gebruik (veranderingen op korte termijn aan de installaties zijn kostbaar). Binnen het project HyGRID ontwikkelt HyGear daarom eengasscheidingssysteem gebaseerd op innovatieve membraantechnologie en gasdroging technologie voor de scheiding van waterstof uit aardgas, gebaseerd op commerciële systemen. In onderstaande figuur wordt het concept van de HyGRID in de keten van waterstofproductie, aardgastransport en gasgebruik verder geïllustreerd.



Gebruikers	State-of-the-Art	Verontreiniging (o.a.)	Veroorzaakt bij hogere waterstofconcentraties
CH ₄	Gas turbines	1-5 vol% H ₂	Onvoldoende rotorblad koeling, vermindering van NOx uitstoot etc.
	Automotive toepassingen	2 vol% H ₂	Verbrossing van de opslagtank en lekkage van kleppen
	Gas motoren	2-5 vol% H ₂	Gevoeligheid van systemen voor verhoging van de vlamsnelheid
	Huishoudelijke apparaten	< 25 vol% H ₂	Mogelijke backdraft in brander

In de volgende figuur wordt het ontwerp van de gasdrogingsinstallatie getoond.



Marktverwachtingen

Uit een kostenanalyse van beschikbare technologieën voor de verwijdering van waterstof is gebleken dat al vanaf 4% waterstof in aardgas, het HyGRID-systeem kostenefficiënt de waterstof kan verwijderen bij bijv. CNG tankstations. Naar verwachting zal er binnen Nederland een grote vraag zijn naar de HyGRID zodra de overheid toestemming geeft voor grootschalige inzet van het aardgasdistributienetwerk voor de levering van waterstof. Momenteel is ook de Gasunie reeds een groot Nederlands onderzoeksproject gestart om waterstof geproduceerd met surplus windenergie op te slaan in Nederlandse zoutcavernes. Op termijn zal dit ook worden toegevoegd aan het bestaande aardgasnet. Ook in Duitsland en Frankrijk lopen momenteel projecten m.b.t. het transporteren van waterstof in het bestaande aardgasnetwerk, waarbij de limiet ligt op 2% waterstof. Vanuit deze landen wordt ook veel interesse verwacht in het project. Naar verwachting kan het HyGRID-systeem commercieel beschikbaar zijn in 2021.

Dit is een publicatie van:

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland
Prinses Beatrixlaan 2 | 2595 AL Den Haag
Postbus 93144 | 2509 AC Den Haag
T +31 (0) 88 042 42 42
F +31 (0) 88 602 90 23
E ...@rvo.nl
www.rvo.nl

Deze publicatie is tot stand gekomen in opdracht van het ministerie van Rijksdienst van Ondernemend Nederland.

© Rijksdienst voor Ondernemend Nederland | september 2019

Publicatienummer: 123835

De Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO.nl) stimuleert duurzaam, agrarisch, innovatief en internationaal ondernemen. Met subsidies, het vinden van zakenpartners, kennis en het voldoen aan wet- en regelgeving. RVO.nl werkt in opdracht van ministeries en de Europese Unie.

RVO.nl is een onderdeel van het ministerie van Economische Zaken.