

Geschiktheid van afsluitblazen

In gasnetten bij een bedrijfsdruk van maximaal 5 bar

In de afgelopen jaren ontstonden er in Duitsland vele regionale gastransport- en verdeelnetten met een druk van 5 bar (MOP). Het gebruik van deze leidingen vereist echter ook de beschikbaarheid van reparatie- en afsluittechnologieën die geschikt zijn voor dit drukgebied. In het kader van een project van DVGW en GERG werd de geschiktheid van afsluitblazen voor toepassing in gasverdeelnetten met een bedrijfsdruk tot 5 bar onderzocht in het laboratorium en in de praktijk.

door: Andreas Bilsing, Klaus Hilbich, Gert Müller-Syring (DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH), Werner Weißing (ETG E.ON Technology GmbH), Olivier Rebibo, Michel Hardy (CRIGEN) & Hans-Joachim Meißner (DVGW)



Fig. 1. Deze MDA-blaas van KLEISS (grootte 0160-215) kan worden toegepast bij een afsluitdruk van maximaal 4 bar.

Een zekere, betaalbare en reeds beproefde afsluittechniek is het aanbrengen van een afsluitblaas, zoals in de werkbladen van DVGW en de voorlopige testprincipes van VP 620-1 en VP 621-1/2 voor het drukbereik tot 1 bar is vastgelegd. Of de toepassing van deze techniek ook mogelijk is in een drukbereik tot 5 bar (MOP), was een opdracht voor onderzoek van DVGW. Hiertoe werd een werkplan vastgelegd met daarin de volgende stappen:

- technologische evaluatie,
- begeleiding van testbouwlocaties waarbij deze techniek wordt toegepast,
- enquête onder gebruikers van deze techniek,
- opbouw van een testopstelling,
- laboratoriumtesten voor de gedragingen van afsluitblazen,
- analyse en rapport.

De door DVGW opgedragen onderzoeken (opdrachtkenmerk G 3-02-11 van DVGW) vonden plaats in samenwerking met een project van GERG. In het kader van dit internationale project werden bij CRIGEN (Centre de Recherche et Innovation Gaz en Energies Nouvelles) van GDF SUEZ en bij DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH (DBI) zowel testen als gemeenschappelijke onderzoeken uitgevoerd op een testbouwlocatie. Bovendien werd een enquête gehouden onder gebruikers van deze techniek in Duitsland, waarvan de resultaten het potentieel van de blaasinbrengtechniek in het drukbereik tot 5 bar (MOP) tonen.

Terminologie

In dit artikel worden de begrippen afsluitdruk en werkdruk toegepast zoals gedefinieerd in de voorlopige testprincipes van VP 621-1.

De werkdruk is de druk in de afsluitblaas (ook wel inwendige druk van de blaas genoemd). De afsluitdruk is de binnendruk van de af te sluiten leiding. Verdere definities treft u aan in het glossarium.

In de titel van het onderzoeksproject wordt gesproken van een druk van 5 bar (MOP). Bij de onderzoeken in de praktijk was echter alleen een installatie beschikbaar die tot een druk van 4 bar is toegestaan. Om deze reden is hieronder vaak sprake van een afsluitdruk van 4 bar, ook als laboratoriumtesten werden gedaan bij een afsluitdruk van 5 bar en hoger.

Afsluitblazen

De afsluitblazen vormen de focus van deze technologie. Het verkrijgen van een sterke wrijvingsverbinding tussen blaasoppervlak en binnenwand van de buis is de voorwaarde om een gasstroom te kunnen afsluiten. Het inbrengen in een drukbereik van 5 bar (MOP) is alleen mogelijk met een dikwandige opblaasbare blaas met inwendige textielversterking (afsluitblaas – type B volgens VP 621-2). Blazen met eenvoudige stof zijn niet geschikt.

De MDA-blaas (multi-dimensionale afsluitblaas) van het Nederlandse bedrijf KLEISS (Fig. 1) bestaat uit natuurrubber versterkt met dyneemavezels. Deze versterking wordt kruislings op het basislichaam van de blaas van natuurrubber gewikkeld. De kruislingse wikkelingen worden overtrokken door nog een laag rubber. In de oppervlakte wordt carborundum (siliciumcarbide) ingebracht, waardoor de statische wrijving in de buis fundamenteel wordt verbeterd. Carborundum heeft een grote hardheid (materiaaleigenschap).

Verder is in het inwendige van de

MDA-blaas een telescopische stang aangebracht, met meerdere functies. De telescopische stang geeft de afsluitblaas tijdens het inbrengen in de buis vormstabiliteit. In deze fase is de afsluitblaas "slank", zodat deze gemakkelijk in de buis kan worden gebracht. Tijdens het vullen wordt de telescopische stang korter, waardoor een toename van de diameter mogelijk wordt voor een goede hechting aan de buiswand. Verder wordt door de telescopische stang een verbinding tussen de metalen punt van de MDA-blaas en het blaasinbrengapparaat verkregen (voordrukverbinding). Deze voordrukverbinding dient voor het meten van de afsluitdruk voor de afsluitblaas, het drukloos maken en de drukvereffening.

Beschrijving van de techniek

Bij een afsluiting met de afsluitblaastechniek worden in beide richtingen twee afsluitblazen in de buis geplaatst en op druk gebracht. Voor het plaatsen van elke afsluitblaas wordt een blaasinbrengklem of een blaasinbrengmof op de buis aangebracht, die voorzien is van een uitwendige en inwendige draad, zodat een blaasinbrengapparaat kan worden gemonteerd. Bij stalen buizen wordt een blaasinbrengmof opgelast, bij PE-buizen wordt een klem opgeschroefd. Eerst wordt een gat in de buis geboord. Vervolgens wordt een sluis op de blaasinbrengklem gemonteerd, waardoor onder bedrijfsdruk een gat wordt geboord. Hierbij ontstaan een cirkelvormige uitsnijding en spaanders. Beide mogen niet in de buis achterblijven. De cirkelvormige uitsnijding wordt met de centreerboor van het boorapparaat vastgehouden en geborgen. Bij PE-buizen ontstaat bij correct gebruik van de boor een enkele lange spaander, die met de uitsnijding wordt geborgen. Bij stalen buizen worden de spaanders verwijderd met een magnetische staaf. Vervolgens wordt het blaasinbrengapparaat op de sluis gemonteerd, de blaasinbrengbuis door de sluis in de buis binnengeleid en de blaas door het apparaat in de buis geschoven. De blaas wordt vervolgens via buizen met stikstof gevuld en op de werkdruk gebracht. Deze werkdruk mag maximaal 33 procent van de barstdruk van de

afsluitblaas bedragen. De barstdruk wordt aangegeven door een getal dat door de fabrikant van de afsluitblaas door testen is vastgesteld. Voor afsluitingen tot 4 bar is de werkdruk bepaald op 8 bar. De barstdruk van de toegepaste afsluitblazen moet groter zijn dan 24 bar. Na beëindiging van de werkzaamheden aan de buis en het opheffen van de afsluiting wordt via de sluis een stop in de binnendraad van de mof of klem geschroefd en de sluit gededemonteerd.

Figuur 2 toont het principe van een afsluiting met vier afsluitblazen en bypass, zoals gebruikelijk in de praktijk. Om een werkgedeelte gasvrij te maken, bijvoorbeeld voor het omwikkelen van een buis, worden vier afsluitblazen toegepast en optioneel een bypass aangelegd. De buitenste afsluitblazen worden als drukblazen gekenmerkt, omdat deze de totale afsluitdruk in stand moeten houden. De binnenste afsluitblazen, die grenzen aan het werkgebied, worden

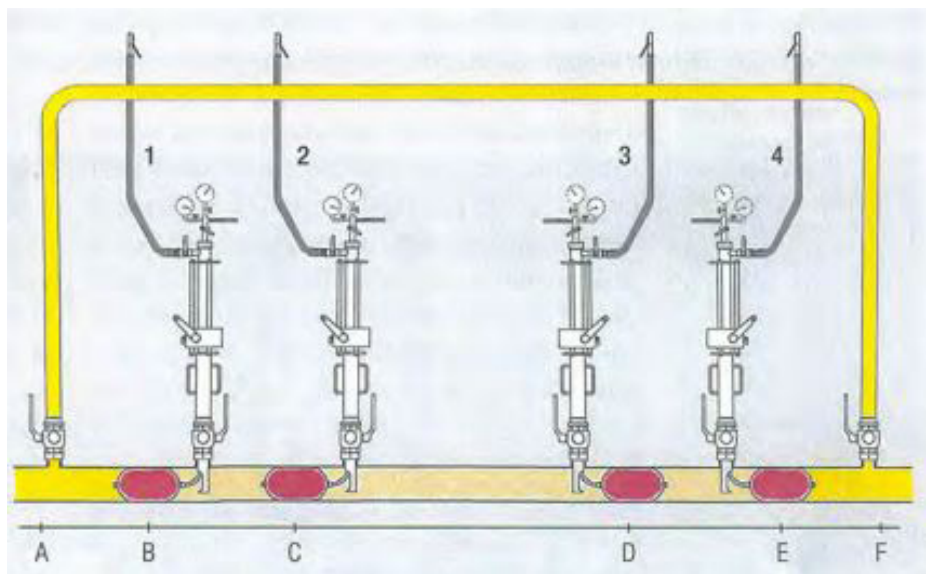


Fig. 2. Schema van een afsluiting met vier afsluitblazen en bypass. De afsluitblazen B en E zijn de drukblazen. C en D zijn werkblazen. Het werkgebied ligt tussen C en D. Het gedeelte B-C kan via een ontgassingsslang op het blaasinbrengapparaat 1 drukloos worden gemaakt (analoog D-E via blaasinbrengapparaat 4). Het werkgebied C-D wordt via apparaten 2 en 3 drukloos gemaakt.

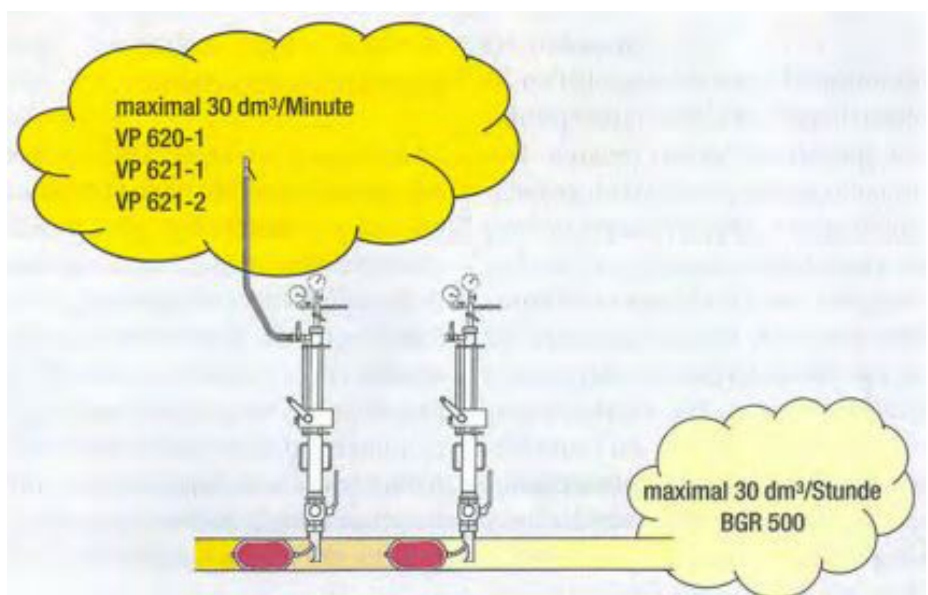


Fig. 3. Weergave van de maximale hoeveelheid kruipgas volgens DVGW-voorschrift. Terwijl in het werkgebied slechts 30 dm³/u toegestaan is, mag over de ontgassingsslang zelfs de zestigvoudige hoeveelheid eerstegraads kruipgas stromen (30dm³/min).

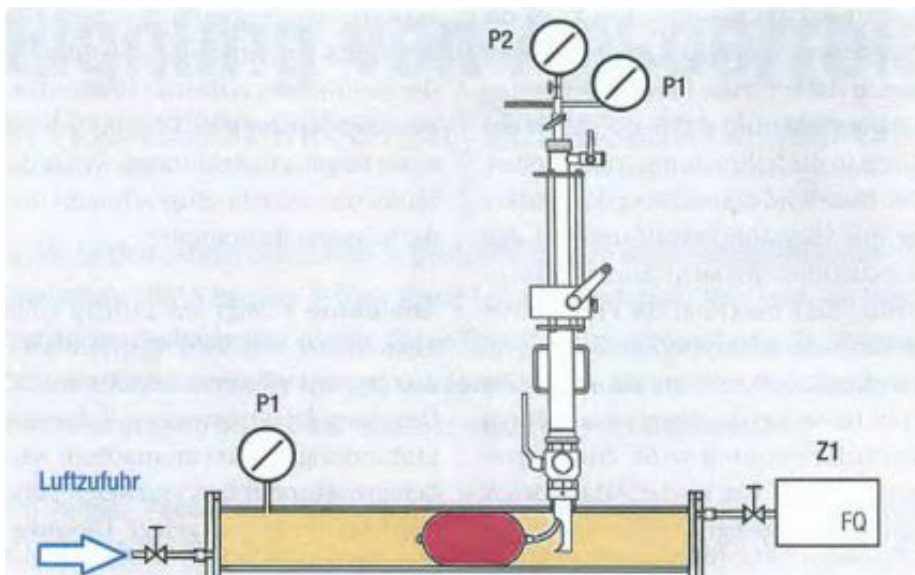


Fig. 4. Testopstelling volgens DVGW VP 620-1. De afsluitdruk P1 kan bij het blaasinbrengapparaat en bij de testbuis worden vastgesteld. P2 is de werkdruk van de afsluitblaas. Z1 dient voor het meten van de kruipgashoeveelheid.

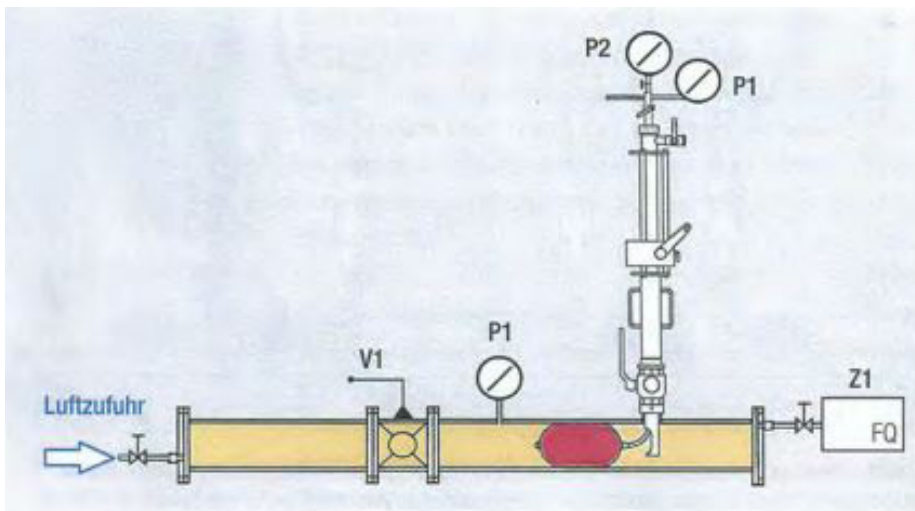


Fig. 5. Verder uitgebreide testopstelling voor het simuleren van een drukstoot. De kogelkraan V1 geeft bij plotseling openen een drukstoot tegen de afsluitblaas in zijn functie als werkblaas.

als werkblazen gekenmerkt. Het gebied tussen drukblaas en werkblaas wordt via ontgassingsslangen op de blaasinbrengapparaten van de drukblazen drukloos gemaakt. Het werkgedeelte wordt via de blaasinbrengapparaten van de werkblazen drukloos gemaakt. Vervolgens moeten de afsluitblazen 30 minuten lang de afsluiting stabiel houden, voordat de eigenlijke reparatie of het omwikkelen kan beginnen. Gedurende deze tijd en ook erna dient de werkdruk van de afsluitblazen te worden gecontroleerd.

Kruipgasproblematiek

Kruipgas is gas dat tussen de afsluitblaas en buiswand door ontsnapt. Bij een afsluiting met correct ingebrachte afsluitblaas en schone buiswand is er theoretisch gezien geen kruipgas aanwezig. In de praktijk worden er echter (ook in dit ideale geval) toch altijd geringe waarden vastgesteld. Kruipgas treedt op als het aanrakingsoppervlak tussen afsluitblaas en buiswand door vervuiling gestoord is. Bij afsluitingen in het drukbereik van 5 bar (MOP) worden steeds twee of vier afsluitblazen gebruikt. Het gas dat de afsluitblaas aan de drukzijde

(drukblaas) overwint, wordt kruipgas van de eerste graad genoemd. Het gas dat de afsluitblaas aan de kant van het werkgebied overwint, wordt kruipgas van de tweede graad genoemd. In normaal bedrijf ontstaat geen kruipgas van de tweede graad, omdat de ruimte tussen beide afsluitblazen drukloos is en eventueel optredend kruipgas van de eerste graad via een slang van het werkgebied wordt weggeleid. Volgens de normering en regels zijn voor beide soorten kruipgas verschillende grenswaarden vastgelegd (fig. 3). Terwijl na de drukblaas een kruipgashoeveelheid van 30 dm³/min is toegestaan, mag in het werkgebied slechts één zestigste deel daarvan, d.w.z. 30 dm³/uur, onsnappen.

Testbouwlocaties

In Duitsland voert het bedrijf Hütz+Baumgarten GmbH (H+B) sinds 2009 met eigen techniek (4-bar-blaasinbrengsysteem) en afsluitblazen van KLEISS afsluitingen uit in opdracht van netbedrijven en gastoeleveringsmaatschappijen. In de periode van juli 2009 tot juli 2013 heeft H+B op in totaal 42 bouwlocaties afsluitingen met bereiken van 4 bar uitgevoerd. Daarbij werden 20 PE-leidingen en 22 stalen leidingen afgesloten. Op een warmwaterleiding (staal, druk 2,1 bar) na was het medium steeds aardgas met een druk van 2,5 tot en met 3,7 bar. In het kader van dit project werd H + B op in totaal tien testbouwlocaties met het medium aardgas begeleid door medewerkers van DBI GUT en CRIGEN (GDF SUEZ). Hierbij werden zeven afsluitingen van PE-leidingen en drie afsluitingen van stalen leidingen onderzocht.

Alle bouwmaatregelen werden gekenmerkt door het feit dat een onderbreking van de gasstroom de voorwaarde was voor een ingreep in het gasnet. Terwijl de bouwmaatregelen zelf door de netbeheerder of een plaatselijke aannemer werden uitgevoerd, werden voor de afsluiting zelf steeds techniek en personeel van H+B ingezet.

Als men de technologie van het inbrengen van afsluitblazen zoals uitgevoerd op bouwlocaties onderzoekt, is een algehele

beschouwing vereist. Het inbrengen van afsluitblazen is de voorwaarde om het eigenlijke werk aan de gasleiding (reparatie, omwikkelen, verwijderen enz.) te kunnen uitvoeren. Tot het totale proces van "afsluiting" behoren behalve het eigenlijke "inbrengen van afsluitblazen" handelingen van voorbereiding en nazorg. Het totale verloop kan in de volgende deelstappen worden onderverdeeld:

- vrijmaken van de buis
- bevestigen van de blaasinbrengklemmen
- boren
- inbrengen van afsluitblazen
- scheiding van de buis, reparatie, omwikkelen, verwijderen enz.
- afsluitblazen verwijderen
- blaasinbrengklemmen afsluiten
- graafwerk dichtmaken, eventueel oppervlakteherstelwerk, bestrating enz.

Op de testbouwlocaties was er met betrekking tot de toegepaste techniek (afsluitblazen en blaasinbrengapparaten) in verband met de af te sluiten buis geen sprake van problemen. De afsluiting van de gasleiding geschiedde daardoor uiteindelijk steeds probleemloos. De kruipgashoeveelheden konden niet met een normale meting worden bepaald. Voor bewaking van het werkgebied van de bouwlocatie werden gasdetectoren ingeschakeld. Er werd echter vastgesteld dat slechts geringe hoeveelheden gas (vanuit de ruimte tussen de afsluitblazen) vrijkwam en via de ontgassingsslangen van de drukblazen werd afgevoerd naar de buitenlucht. Door de medewerkers werd een subjectieve beschouwing over het kruipgas van de eerste graad gehouden. Dit werd gecategoriseerd als "nauwelijks kruipgas", "geringe hoeveelheden" en "verantwoorde hoeveelheden". De evaluatie van de testbouwlocaties toont aan dat bij het handhaven van de parameters (werkdruk van de blaas, maximale afsluitdruk) en bij het respecteren van de instructies het inbrengen van de afsluitblazen de

gasstroom met zekerheid onderbreekt en men verzekerd is in het werkgebied gasvrij te kunnen werken.

Nutzerumfrage

Ter verificatie van de ervaringen op de bouwlocaties en het verkrijgen van oriënterende prijsinformatie hield DVGW een enquête onder ondernemers die reeds ervaringen hadden opgedaan met de methode: "het inbrengen van afsluitblazen bij een druk van 4 bar". De enquête werd voorbereid en uitgevoerd door ir. Hans-Joachim Meißner van DVGW. Daarbij werden bedrijven uit de branche en netbeheerders gevraagd die de handelwijze "afsluitblazen inbrengen" reeds een keer hadden toegepast. 16 bedrijven, die aan totaal 36 afsluitingen deelnamen, hebben meegewerkt aan de enquête. Wat betreft de kosten kan worden vastgesteld dat de besparingen ten opzichte van andere afsluitprocedures (bijvoorbeeld Stopplen®) hoger ingeschat werden naarmate er meer afsluitingen door het bedrijf werden uitgevoerd (tabel 1). Bedrijven die reeds meer dan tien afsluitingen hebben uitgevoerd, geven een besparing aan van 50 procent of meer.

Product-benchmarking

Door GDF SUEZ werd op CRIGEN een vergelijkende analyse van afsluitsystemen uitgevoerd. Er werd contact opgenomen met fabrikanten van afsluitapparaten om vast te stellen of de aangeboden apparaten en systemen geschikt zijn voor toepassing bij GDF SUEZ. Met name werd contact opgenomen met de volgende bedrijven:

- KLEISS
- RAVETTI
- GRUPO TORRE
- HÜTZ & BAUMGARTEN
- STÄTDLER+BECK
- SAVATECH
- PIPETECH
- TECPESA



Fig. 6. Testinstallatie in het laboratorium van DBI. Op de voorgrond: stalen buis met blinde flens, met daarop gemonteerd het blaasinbrengapparaat van Hütz+Baumgarten. Midden: laboratorium-gasteller. Rechts: drukcontainer voor stootdruktest.

Kosteneinsparung	Anzahl der Sperrungen
kostengleich	1
ca. 20 %	2
20-50 %	4
50 %	11
50-70 %	12

In het afsluitende bericht van CRIGEN werden de technische eigenschappen van de afsluitsystemen van deze fabrikanten gedetailleerd geanalyseerd en beschreven. Parallel daaraan werden de afsluitprocedures die plaatsvinden bij de dochterondernemingen van GDF SUEZ geanalyseerd.



Fig. 7. Zand als plaatsvervanger voor gasstof in PE-buis. Boven: boring voor blaasinbrengapparaat.

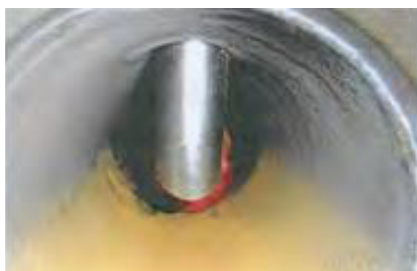


Fig. 8. Zand als plaatsvervanger voor gasstof in stalen buis. Herkenbaar zijn de inbrengschoen en daarachter de druklozeMDA-blaas.

Volgens GDF SUEZ is het afsluiten met afsluitblazen een gangbare praktijk voor afsluitdrukken tot 1 bar. Afsluitblazen van KLEISS worden voor deze drukken toegepast, terwijl het inbrengen bij hogere afsluitdrukken (tot 5 bar) niet wijdverbreid is. In Frankrijk is het toepassen van afsluitblazen beperkt tot een maximale druk van 500 mbar.

Laboratoriumtesten bij DBI

Doel van de laboratoriumtesten bij DBI was om een afsluiting met afsluitblazen met drukken tot 5 bar (MOP) te simuleren en daarbij het mogelijke gevaar precies te bepalen. Dit bestaat aan de ene kant uit de kruipgashoeveelheid en aan de andere kant uit de gedragingen van de afsluitblaas bij een plotselinge drukstoot. De plotselinge drukstoot kan in de praktijk optreden bij de werkblaas, als de drukblaas defect raakt. Aangezien de beschikbare installatie slechts tot 4 bar is toegestaan, werden de testen uitgevoerd bij 4 bar. Er werd een testopstelling gemaakt die in staat is,

- de kruipgashoeveelheid van de eerste graad te bepalen en
- de gedragingen van de werkblaas bij defect raken van de drukblaas te simuleren.

Kruipgasmeting

Deze testopstelling is tweeledig opgebouwd. Het eerste deel komt in grote mate overeen met de testopstelling volgens DVGW VP 620-1 en bestaat uit een buisvormige drukhouder DN 200, die een stuk buis moet nabootsen waaraan een afsluiting wordt uitgevoerd (fig.4). Dit dient voor het inbrengen van een afsluitblaas en maakt meting van de kruipgashoeveelheid van de eerste graad mogelijk. De afsluitdruk is in deze voorlopige testopstelling begrensd tot 1 bar. Het principe blijft ook gelden voor hogere drukken. Hiertoe wordt de afsluitblaas ingebracht en het testapparaat via de aansluiting aan de linkerkant op druk gebracht. Op de rechteraansluiting kan de kruipgashoeveelheid via een teller worden gemeten. De manometer P1 dient voor het meten van de maximale afsluitdruk, P2 meet de werkdruk en de teller Z1 de kruipgashoeveelheid.

De testapparatuur dient niet alleen voor het bepalen van het kruipgas onder schone omstandigheden, maar ook is het mogelijk en de bedoeling deze meting onder omstandigheden

zoals op bouwlocaties en onder kritische omstandigheden uit te voeren. Dat betekent dat omstandigheden kunnen worden nagebootst die op de bouwlocatie (hoewel dit zelden voorkomt) kunnen worden aangetroffen (zoals gasstof, spaanders, vocht in de buis) en die de optimale plaatsing van de afsluitblaas nadelig kunnen beïnvloeden. De testapparatuur is zo opgesteld dat de flens waaraan de aansluiting voor de kruipgasmeting zich bevindt, kan worden gedemonteerd, zodat stof, spaanders of vocht kunnen worden ingebracht.

Dit deel van de testopstelling, dat de buis nabootst, werd zowel in staal als in PE uitgevoerd. Dit buisgedeelte kan wisselend op de installatie worden gemonteerd, zodat onderzoeken naar de gedragingen van de afsluitblaas bij beide buismaterialen kunnen worden uitgevoerd. Het tweede deel dient voor onderzoek van de gedragingen bij defect raken van de drukblaas en bestaat uit een drukvat en een kogelkraan. Deze uitbreiding wordt aan de bestaande apparatuur op de flens aangebracht. De kogelkraan neemt bij deze test de functie over van de drukblaas. Wordt deze geopend, dan wordt het defect raken van de drukblaas gesimuleerd en wordt de werkblaas aan een plotselinge drukstoot blootgesteld.

De procedure voor het bepalen van de hoeveelheid kruipgas:

- drukhouder inwendig prepareren (schoon, vochtig of stoffig)
- werkopeningen sluiten
- op druk brengen van 4 bar
- inbrengen van de afsluitblaas (als drukblaas)
- drukloos maken van de buisinhoud voor Z1
- tijdonname starten als de drukvereffening heeft plaatsgevonden
- in gebruik nemen van de experimentele gasteller Z1 aan de slang van het blaasinbrengapparaat
- duur: ca. 1 uur
- noteren: testdruk na verloop van tijd, volumestroom na verloop van tijd

Tabelle 2: Korngrößenverteilung im Gasstaub

Korngröße	Masseanteil %
250 µm	55
100 µm	25
63-100 µm	10
< 63 µm	10

Drukstoot

Als de drukblaas defect raakt, ontstaat er een drukstoot, die door de werkblaas moet worden opgevangen. Om het gedrag van de werkblaas bij een drukstoot bij correcte toepassing van de installatie te onderzoeken, wordt de testapparatuur toegepast overeenkomstig afbeelding 5 en 6. Aan de rechterzijde is een testprocedure volgens DVGW VP 620-1 weergegeven, die een afsluitblaas (als werkblaas) opneemt. Links daarvan is een kogelkraan V1 aangebracht, die een verbinding naar een drukvat maakt en met behulp hiervan de drukblaas simuleert.

Bij de test wordt de kogelkraan V1 eerst geopend (V2 gesloten) en de hele testinstallatie op de werkdruk van 4 bar gebracht. De afsluitblaas wordt in positie gebracht. Via het blaasinbrengapparaat wordt de ruimte tussen afsluitblaas en blinde flens rechts drukloos gemaakt. Vervolgens wordt de kogelkraan V1 gesloten en de ruimte tussen afsluitblaas en kogelkraan V2 drukloos gemaakt. De druk wordt gecontroleerd met P1. Het drukvat links wordt bij gesloten kogelkranen V1 en V2 weer op druk gebracht.

De feitelijke test is het plotseling openen van de kogelkraan. Aan de rechterzijde van de afsluitblaas wordt het in stand blijven of defect raken van de blaas gecontroleerd. De meting van de kruipgashoeveelheid met een experimentele gasteller is niet zonder meer mogelijk, aangezien deze bij drukstoten gevoelig is. Daarom wordt tijdens de drukstoot de teller afgeschermd. Na de drukstoot wordt de meting opnieuw gestart. Op deze wijze kan de situatie van de afsluiting na de drukstoottest worden aangetoond.

Het verloop van de test van de gedragingen van de afsluitblaas bij een drukstoot:

- drukhouder inwendig prepareren (schoon, vochtig of stoffig)
- werkopeningen sluiten
- op druk brengen tot 4 bar / 5,7 bar
- afsluitblaas (als werkblaas) inbrengen
- drukloos maken van de tussenruimte

Tabelle 3: Parametermatrix für Schleichgasmessung und Druckstoßversuch

Parameter \ Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PE-Rohr	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
Stahl-Rohr	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
Gasstaub	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1
Späne	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1
Feuchtigkeit	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1

- noteren: testdrukken als functie van de tijd
- simulatie van het defect raken van de drukblaas door plotseling drukloos maken (door openen van de kogelkraan)
- duur: tijd totdat de druk (via de ontluchtingsslang van het blaasinbrengapparaat) in de tussenruimte vereffend is

Reproduceerbaarheid

Het inbrengen van een afsluitblaas in de buis is een procedure waarbij een afsluitende verbinding met krachtonderbreking tussen blaas en buiswand wordt gemaakt. De positie van deze verbinding kan echter variëren. Als oorzaken daarvoor worden de bediening van het blaasinbrengapparaat, de werking van de telescoop in de afsluitblaas en de beweging van de vulsling vermoed. Op grond van de verschillende posities van de afsluitblaas in de buis worden verschillende afsluitresultaten verwacht. Om die reden werd de reproduceerbaarheid van de testresultaten onderzocht. De afsluitblaas werd vijfmaal achter elkaar ingebracht en volledig verwijderd. Daartussen werd de kruipgashoeveelheid als criterium voor de kwaliteit van de afsluiting gemeten. De test werd uitgevoerd in een schone stalen buis. Resultaat: bij herhaald inbrengen en verwijderen van de afsluitblaas treden geen afwijkingen van betekenis op. De doorsneewaarde van de kruipgasvolumestroom was hierbij steeds kleiner dan 0,1 dm³/min.

Verontreinigingen in de buis

Er kan stof in gasleidingen binnendringen en dit kan de zekere afsluiting van de afsluitblaas beïnvloeden. Het gasstof bevindt zich hoofdzakelijk aan de onderkant van de buis. Voor de testen werd

gasstof of zand als vervanging hiervan op de onderkant van de buis van de testopstelling ingebracht. De samenstelling van gasstof werd reeds bij een eerder project van DBI GUT onderzocht. Daar werden de korrelgroottes van de gasstof en de massapercentages vastgesteld (tab. 2).

Om een vervanger voor gasstof voor de testen te gebruiken, werd aan een geologisch bedrijf opdracht gegeven zand van verschillende korrelgroottes te verkrijgen door het zand te zeven. Het testzand kon vervolgens aan de hand van een beschikbare laboratoriumanalyse (korrelgrootte en massapercentage) proportioneel worden samengesteld uit gezeefde bestanddelen. Op deze wijze werden de fysieke eigenschappen van gasstof nagebootst. Figuur 7 en 8 tonen de toepassing van zand bij de test.

Bij het boren in de buis ontstaan spaanders, die het zekere afsluiten van de afsluitblaas kunnen verhinderen. Het kan gebeuren dat spaanders in de buis achterblijven en (a) de kruipgashoeveelheid vergroten en (b) de afsluitblaas beschadigen. Door het boren van de stalen leidingen ontstaan spaanders die bij ordelijk werken volgens de handleiding ter bescherming van de afsluitblaas met een magneet (magneetstang) moeten worden verwijderd; dit geldt echter niet voor alle fabrikanten van blaasinbrengsystemen. Het is daarom mogelijk dat er staalspaanders in de buis achterblijven. Om dit te simuleren, werden voor een test staalspaanders dusdanig in de buis aangebracht dat de afsluitblaas daarop aangebracht zou worden. De in de test toegepaste staalspaanders werden in de werkplaats gemaakt en kwamen in grootte en vorm overeen met de spaanders op de testbouwlocaties.

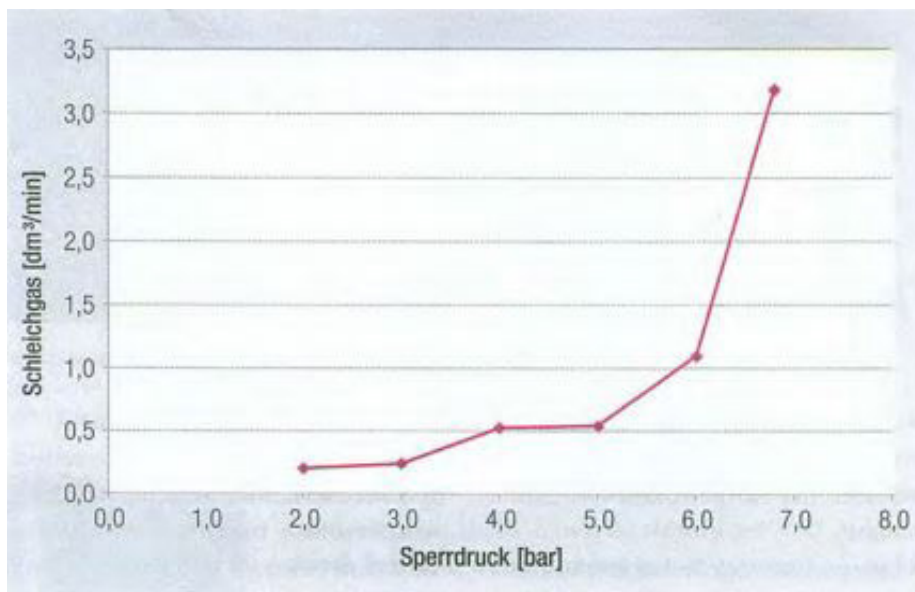


Fig. 9. Kruipgasmeting in de stalen buis (schoon) bij variërende afsluitdruk

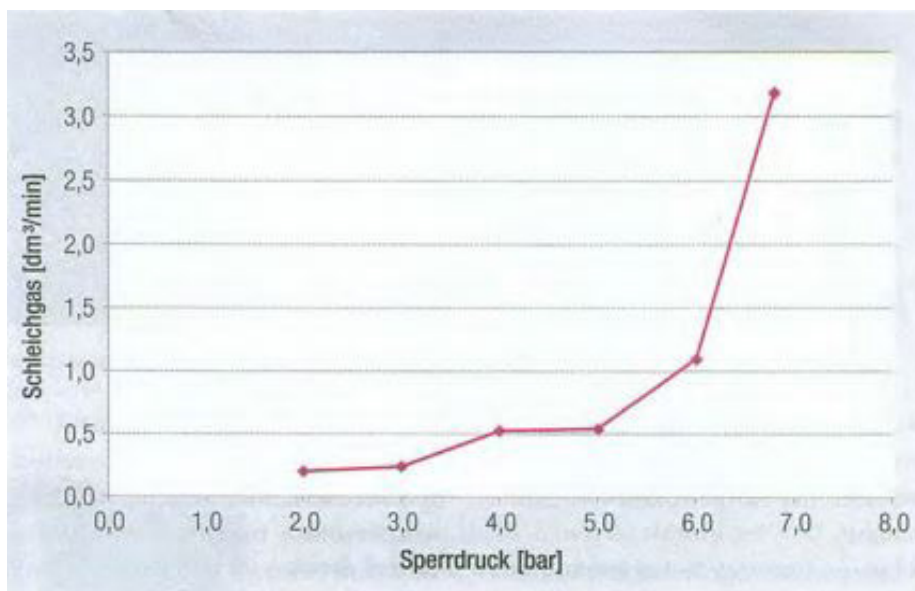


Fig. 10. Kruipgasmeting in stalen buis (verontreinigd met gasstof) bij variërende afsluitdruk

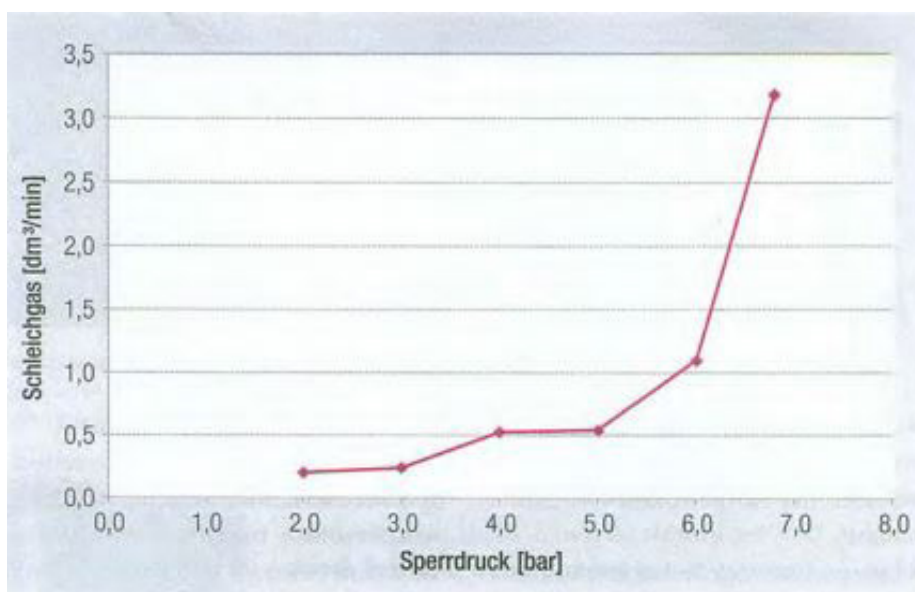


Fig. 11. Kruipgas als functie van de werkdruk van een MDA-blaas in de schone stalen buis bij constante afsluitdruk van 4 bar. De verhoogde waarde bij 7 bar ligt binnen het bereik van mogelijke meetfouten.

Bij PE-buizen ontstaat in het algemeen bij het boren één lange spaander (of enkele lange spaanders), die bij het boren verwijderd kunnen worden. Deze komen dus niet in de gasstroom terecht. Mocht een dergelijke PE-spaander toch in de buis terechtkomen, dan is het voorstelbaar dat het zachte materiaal geen vernieling of beschadiging van de afsluitblaas zal veroorzaken. Denkbaar is wel een stijging van de kruipgashoeveelheid, als een dergelijke PE-spaander zich tussen de buiswand en de afsluitblaas bevindt. Voor de test werd een lange PE-spaander dusdanig in de buis gepositioneerd dat de afsluitblaas erop kon worden geplaatst.

In de laboratoriumtest werd de combinatie van afsluitblaas en buiswand onderzocht. Daarbij werden testen uitgevoerd waarbij niet alleen de schone PE-buis of stalen buis werden beschouwd, maar het inbrengen van vocht, gasstof en spaanders ook een uitspraak mogelijk maakte over de gedragingen van deze combinatie onder deze realistische omstandigheden. Uit de mogelijke combinaties werden volgens tabel 3 tien verschillende situaties gerealiseerd die ook in de praktijk kunnen voorkomen. Een "1" betekent het aanwezig zijn van een parameter. Een "1" bij stof betekent dat gasstof (zand) is ingebracht met een totaal volume van 600 ml. De spaanders zijn van hetzelfde materiaal als de buizen of drukvaten. Bij staal betekent dit spaanders met een totale massa van 35 g, bij PE één spaander.

Testresultaten (DBI)

De resultaten tonen aan dat de verkregen kruipgasvolumestromen in het gebied van de voorlopige testprincipes VP 620-1 en VP 621-1/2 liggen, echter wel bij een bedrijfsdruk van 4 bar. De grenswaarde van 30 dm³/min werd alleen bij sterke vervuiling (gasstof) met ongeveer 25 procent overschreden (tab. 4).

De test "defecte drukblaas" werd steeds aansluitend op de kruipgasmeting uitgevoerd. Hiertoe werd het buissysteem tot aan de kogelkraan drukloos gemaakt. De druk in het drukvat werd tot 5,7 bar verhoogd. Door testen vooraf werd bepaald dat

na het openen van de kogelkraan in het totale systeem een druk van 4 bar zou worden ingesteld. Uitgangspunt voor de test was de situatie dat zowel de ruimte tussen kogelkraan en afsluitblaas als de ruimte naast de afsluitblaas drukloos waren.

Bij een test werd vastgesteld dat de kruipgashoeveelheid na de drukstoot van de defect-test afnam. Dit kan waarschijnlijk zijn veroorzaakt doordat de positie van de afsluitblaas door de drukstoot gunstiger werd. Verder werd de kruipgashoeveelheid in relatie tot de afsluitdruk onderzocht. De meetwaarden voor de schone stalen buis tonen een lichte stijging van de kruipgashoeveelheid aan in het bereik van 2 tot 5 bar afsluitdruk. Boven 5 bar neemt de kruipgashoeveelheid sterk toe (fig. 9). Bij een stalen buis die is verontreinigd met gasstof ontstaat een minder gunstig beeld (fig. 10). Op de bodem van de buis werd 500 ml gasstof (zand) ingebracht. In het gebied van 2 tot 3 bar is de kruipgashoeveelheid constant, om daarna continu te stijgen. Het gas diffundeert door het stof tussen de buiswand en de afsluitblaas.

Om de relatie tussen werkdruk en afsluitdruk te onderzoeken, werd de werkdruk bij constante afsluitdruk verminderd en de kruipgashoeveelheid gemeten. In fig. 11 wordt het resultaat getoond bij een schone stalen buis. Uitgaande van 8 bar werd de werkdruk stapsgewijs tot 4,5 bar verlaagd. Onder 5 bar neemt de kruipgashoeveelheid sterk toe. In het bereik van 4 bar wordt een omkering van de blaas verwacht. De afsluitblaas dicht bij deze test stabiel af tot 5 bar. Om de afsluitblaas te beschermen tegen vernietiging door omklappen, werd de arbeidsdruk niet verder verlaagd. De onderzoeken tonen aan dat een correct ingebrachte MDA-blaas bij een werkdruk van 8 bar de afsluitdruk van 4 bar nog steeds afsluit, ook als de werkdruk wordt verlaagd.

Laboratoriumtesten bij CRIGEN

Na een inventarisatie, een product-benchmarking van de verschillende afsluitapparaten en een evaluatie van de technologie werden bij CRIGEN diverse onderzoeken uitgevoerd. Hierbij werd in het bijzonder onderzocht:

- bestendigheid en houdbaarheidsduur van de afsluitblaas
- dichtheid en gedrag bij herhaald gebruik
- effecten van de afsluitblaas op de buis

De testen werden uitgevoerd met MDA-blazen en het blaasinbrengapparaat BZA-4 van KLEISS. Terwijl de laboratoriumtesten bij DBI met druklucht als af te sluiten medium en stikstof als werkmedium voor de afsluitblaas werden uitgevoerd, werd bij CRIGEN water als afsluitmedium gebruikt. Voor het vullen van de afsluitblaas werd druklucht gebruikt.

Bestendigheid van de afsluitblaas en houdbaarheidsduur

De eerste reeks testen waren bestendigheidstesten, waarbij de houdbaarheid (de hechting) en de zitting van de afsluitblaas in de buis werd onderzocht. De testinstallatie (fig. 12 en 13) bestaat uit een buis waarin de afsluitblaas ingebracht is. Het inbrengen van de afsluitblaas geschiedt hierbij zonder blaasinbrengapparaat. Eén kant van de buis wordt gesloten, met water gevuld en op afsluitdruk gebracht. De buis bevindt zich in een geklimatiseerde bak. De druk wordt bewaakt en geeft uitsluitsel over de dichtheid van de afsluiting. In tabel 5 wordt een overzicht gegeven van de uitgevoerde bestendigheidstesten bij CRIGEN en de figuren 14 t/m 21 tonen de bereikte resultaten.



Fig. 12. Testopstelling bij CRIGEN voor het vaststellen van de bestendigheid van een MDA-blaas in een stalen buis. Het testobject bevindt zich in een klimaatkamer.



Fig. 13. Testopstelling bij CRIGEN voor het vaststellen van de bestendigheid van een MDA-blaas in een PE-buis. Het testobject bevindt zich in een klimaatkamer.

Tabelle 4: Ergebnisse der Schleichgasmessungen und der Druckstoßversuche			
Nr.	Beschreibung	Schleichgas	Druckstoßversuch
1	PE (sauber)	$\dot{v} = 0,2 \text{ dm}^3/\text{min}$	bestanden
2	PE (Gasstaub)	$\dot{v} = 6 \dots 12 \text{ dm}^3/\text{min}$	bestanden
3	PE (ein langer Span)	$\dot{v} = 0 \text{ dm}^3/\text{min}$	bestanden
4	PE (Span + feucht)	$\dot{v} = 0 \text{ dm}^3/\text{min}$	bestanden
5	PE (Span + Staub + feucht)	$\dot{v} = 24 \dots 27 \text{ dm}^3/\text{min}$	bestanden
6	Stahl (sauber)	$\dot{v} = 0 \dots 0,5 \text{ dm}^3/\text{min}$	bestanden
7	Stahl (Gasstaub)	$\dot{v} = 19 \dots 36 \text{ dm}^3/\text{min}$	bestanden
8	Stahl (Stahlspäne)	$\dot{v} = 2 \dots 3 \text{ dm}^3/\text{min}$	bestanden
9	Stahl (Gasstaub + Stahlspäne)	$\dot{v} = 24 \dots 37 \text{ dm}^3/\text{min}$	bestanden
10	Stahl (Gasstaub + Stahlspäne + feucht)	$\dot{v} = 10 \dots 21 \text{ dm}^3/\text{min}$	bestanden

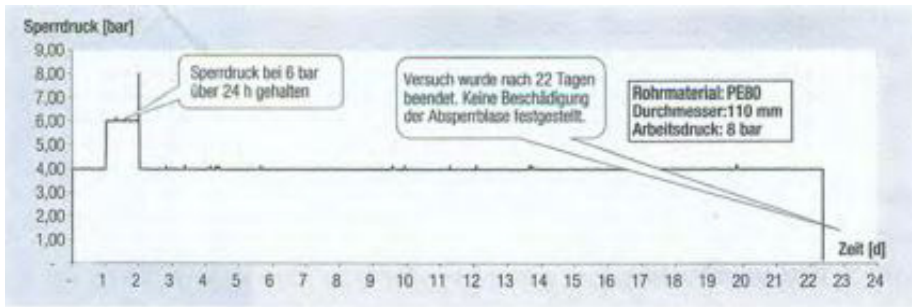


Fig. 14. Test 1 – Na een standtijd van 22 dagen werd de test met succes beëindigd.

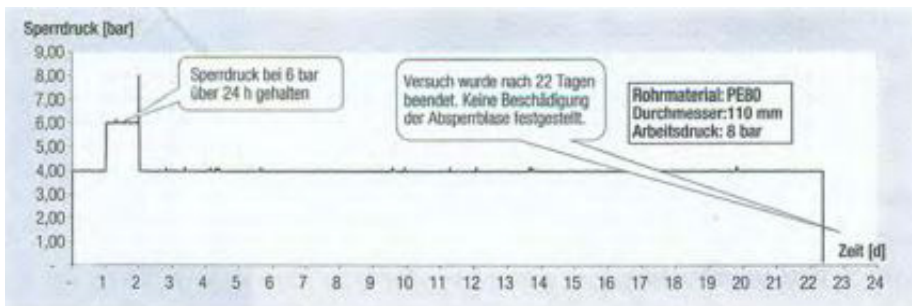


Fig. 15. Test 2 – Testresultaat PE80, diameter 110 mm. Bij een verschil van slechts 1 bar tussen werkdruk (8 bar) en afsluitdruk (7 bar) faalde de MDA-blaas na één dag standtijd.

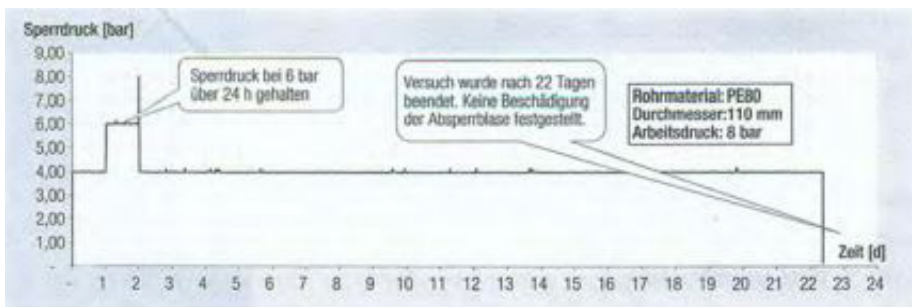


Fig. 16. Test 3 – Na een standtijd van 5,5 dagen werd de test met een drukverschil van 2 bar succesvol afgesloten.

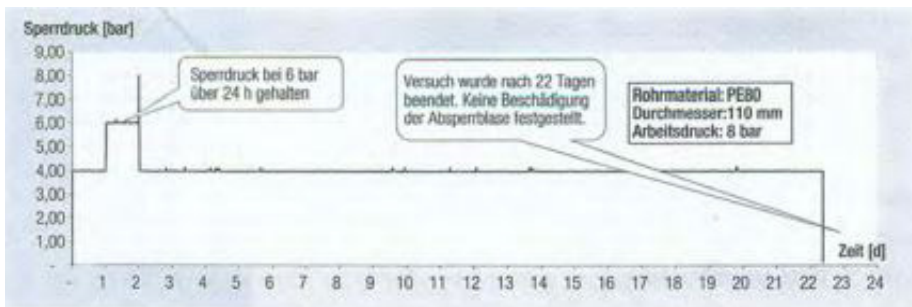


Fig. 17. Test 4 – Na een standtijd van ongeveer twee dagen werd de test met staalpaanders en een drukverschil van 4 bar (2 uur bij 2 bar) succesvol afgesloten.

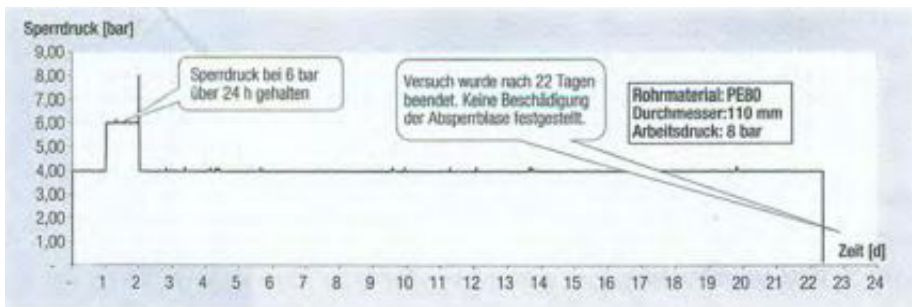


Fig. 18. Test 5 is vergelijkbaar met test 4; de buisdiameter werd echter van 100 mm vergroot naar 160 mm.

De testen liepen vanaf minimaal 24 uur tot 22 dagen. De bestendigheidstesten maakten duidelijk dat de afsluitblazen in staat zijn een druk van 5 bar met zekerheid meer dan 12 uur te doorstaan (gewoonlijke toepassingsduur op bouwlocaties). Te zien was dat een drukverschil tussen afsluitdruk en werkdruk van 2 bar voldoende is om een voldoende hechting tussen afsluitblaas en buiswand te bereiken. Deze testen werden zowel met PE-buis (SDR 11) als stalen buis (DN 100 en DN 160) uitgevoerd. De testen werden uitgevoerd met een werkdruk van 8 bar. Voor één test werd de werkdruk verhoogd tot 10 bar. De afsluitdruk lag in het bereik van 4 tot 6 bar. Eén test werd uitgevoerd met 7 bar afsluitdruk. Er werden ook testen gedaan met metaalpaanders, om de invloed daarvan op bestendigheid en afdichting te bepalen. Er werd aangetoond dat metaalpaanders geen invloed hebben op de bestendigheid en dichtheid van de afsluiting.

Dichtheid en gedrag bij herhaald gebruik

Nadat door testen voldoende bestendigheid en houdbaarheids-resp. afsluitduur waren bevestigd, werd de focus verlegd naar de dichtheid van de afsluiting met MDA-blazen. De lekpercentages (kruipgasvolumestroom) werden door middel van drukverliesbepaling verkregen (fig. 22). De testopstelling wordt met water gevuld, de afsluitblaas ingebracht en op werkdruk gebracht. Vervolgens wordt de testopstelling leeggemaakt en het aan de drukzijde afwijkende volume (water) gemeten. Nu worden de ontluchtingskleppen weer gesloten en de drukzijde (water) weer aan de afsluitdruk onderworpen. Eerst werd een dichtheidstest van de installatie uitgevoerd. De waterdruk wordt over de totale testduur gemeten. De testinstallatie bevindt zich in een geklimatiseerde ruimte, zodat van een constante temperatuur kan worden uitgegaan. In dit geval kan het kruipgasvolume aan de hand van de volgende formule worden berekend:

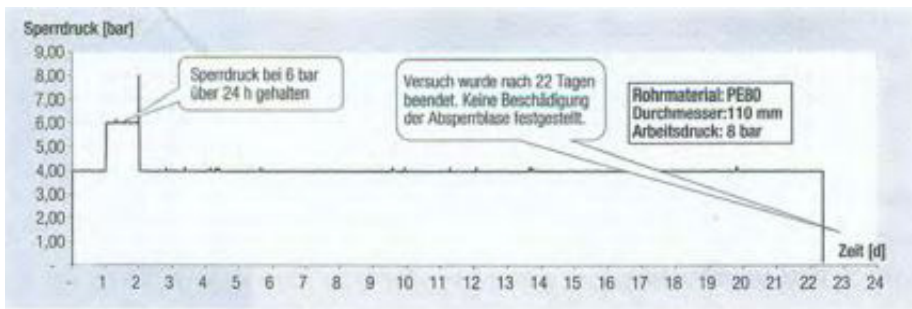


Fig. 14. Test 1 – Na een standtijd van 22 dagen werd de test met succes beëindigd.

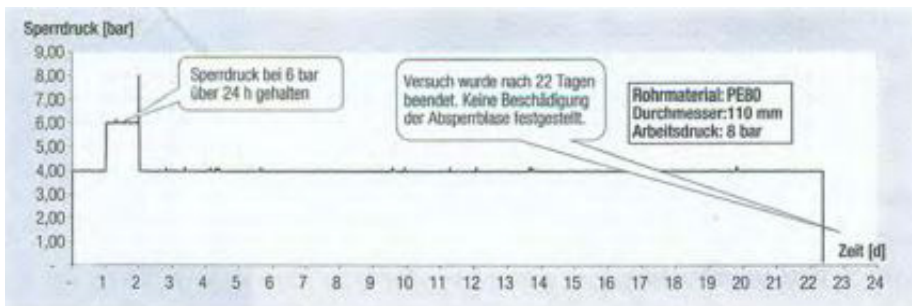


Fig. 15. Test 2 – Testresultaat PE80, diameter 110 mm. Bij een verschil van slechts 1 bar tussen werkdruk (8 bar) en afsluitdruk (7 bar) faalde de MDA-blaas na één dag standtijd.

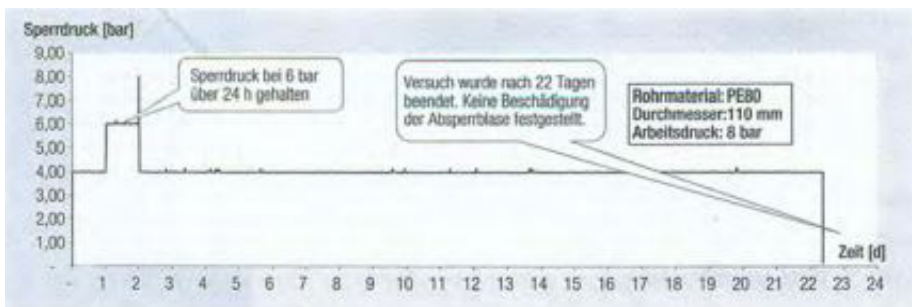


Fig. 16. Test 3 – Na een standtijd van 5,5 dagen werd de test met een drukverschil van 2 bar succesvol afgesloten.

De testen van de dichtheid met bepaling van de kruipgasvolumes werden 10 maal achter elkaar uitgevoerd. In figuur 23 wordt een kenmerkend verloop getoond van de werk- en afsluitdruk over een tijdsverloop van 15 uur. Het dalen

van de werkdruk (groene curve) kan worden verklaard door lekken in de schroefdraadkoppeling van de slang van de afsluitblaas. De afsluitdruk (blauwe curve) is bij deze testconfiguratie de waterdruk van het achter de afsluitblaas ingesloten

$$Q = V/t (P_{end}/P_{start} - 1)$$

- Q Kruipgasvolumestroom
- V Volume aan de drukzijde
- t Tijd
- P_{start} Aanvangsdruk
- P_{end} Einddruk

volume. Deze druk daalt gedurende de testduur met ongeveer een tiende van de begindruk en is een maat voor het in deze tijd binnenkomende kruipgas, dat aan de hand van formule (1) wordt bepaald. In figuur 23 geeft de rode curve de hoeveelheid kruipgas weer. In het resultaat kan worden gezien dat de leksnelheid van het water steeds onder de waarde van 1 dm³/u blijft. Deze waarden bevestigen dat in het drukbereik 5 bar (MOP) met twee afsluitblazen en één drukloze tussenruimte een zeker werkbereik kan worden bereikt.

Uitwerking van het inbrengen van de blaas op de buis

Men kan de vraag stellen welke invloed een afsluitblaas op een buis heeft waarvan de werkdruk groter is dan de maximaal toegestane bedrijfsdruk van de buis. Dit betreft buizen van kunststof. Onderzocht werd of een afsluitblaas die met een werkdruk van 6 tot 10 bar tegen een buiswand drukt die slechts voor 5 bar (MOP) is toegestaan, de buis kan beschadigen. Hiertoe werd een gebruikte PE-buis uit 1977 met een afsluitblaas bij een werkdruk van 8 bar over een tijdsperiode van 24 uur

Tabelle 5: Untersuchung der Haltefähigkeit von MDS-Blasen am CRIGEN						
Nr.	Material	Durchmesser [mm]	Arbeitsdruck [bar]	Sperrdruck [bar]	Dauer [d]	Bemerkung
1	PE80	110	8	4/6	22	
2	PE80	110	8	4/6/7	3	Versagen bei 7 bar Sperrdruck provoziert
3	Stahl	100	8	4/6	5,5	
4	Stahl	100	8	4/6	2	Stahlspäne
5	Stahl	160	8	4/6	5	
6	Stahl	160	8	4/6	2	Stahlspäne
7	Stahl	160	10	4/6	10	
8	Stahl	100	10	4/6	10	

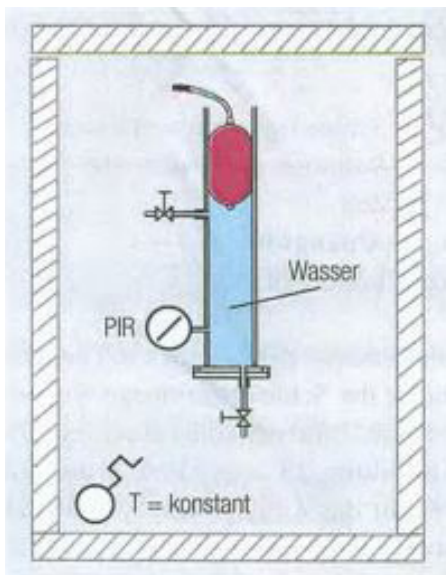


Fig. 22. Schematische weergave van het verloop van het drukverlies voor het bepalen van de lekkage-volumestroom (kruipgas)

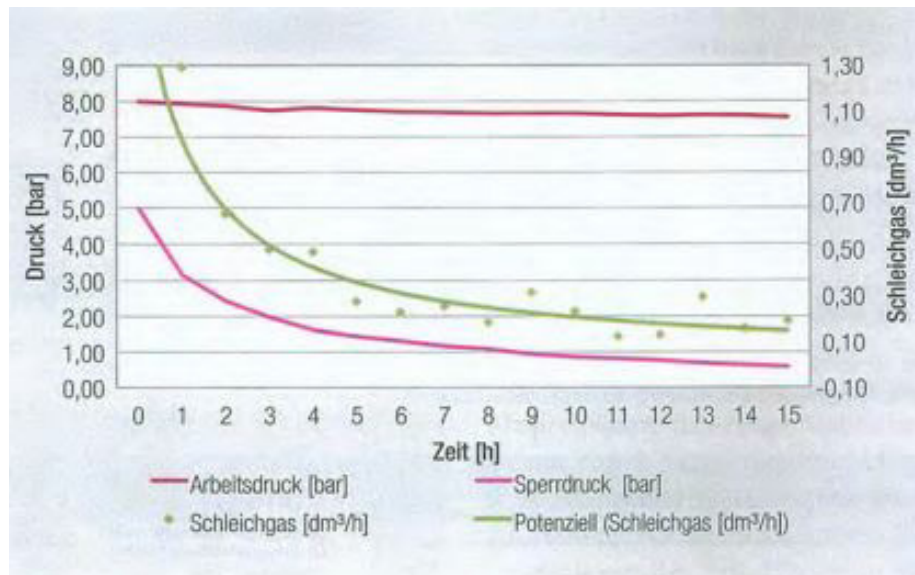


Fig. 23. Afsluitdruk (rode curve) en werkdruk (blauwe curve) als functie van de tijd bij duurtest. De afsluitdruk dient voor het bepalen van het kruipgas (groene curve) na het drukverlies.

bij 80 °C getest (temperatuur komt overeen met de 1.000 uur-test bij PE-buizen). De buitendiameter nam hierbij met 0,1 mm toe en keerde na beëindiging van de drukbelasting terug naar de uitgangswaarde. Derhalve kan slechts een zeer geringe beïnvloeding van de houdbaarheid van het materiaal worden verwacht.

Samenvatting

De testen bij CRIGEN en DBI vonden onafhankelijk van elkaar plaats. De opdracht om de geschiktheid van afsluitblazen tot een maximale bedrijfsdruk van 5 bar (MOP) te onderzoeken, werd door beide onderzoeksinstituten onafhankelijk van elkaar aangepakt. Bij DBI werd een testinstallatie opgezet die met druklucht als medium werkte. Daarmee kon het afsluitgedrag van de afsluitblaas (kruipgas) onder diverse omstandigheden (stof, spaanders, vocht) worden onderzocht. Met name kon de invloed van het falen van de drukblaas op de werkblaas worden onderzocht (drukstoot).

Bij CRIGEN werd het afsluitgedrag van de afsluitblaas met het medium water onderzocht. De kruipgashoeveelheden werden rekenkundig bepaald en er werden ook testen met metaalspaanders uitgevoerd. Bijzondere aandacht

INFORMATIE

Glossarium

Boorapparaat

werktuig voor het boren in een gasleiding die onder druk staat

Werkdruk

de druk in de afsluitblaas gedurende de afsluiting

Barstdruk

de druk waarbij een afsluitblaas in een buis van de grootste nominale waarde barst

Blaasinbrengklem

(ook blaasinbrengmof) is een opblasbare mof die beschikt over een buiten- en binnendraad, zodat een blaasinbrengapparaat kan worden gemonteerd.

CRIGEN

Centre de Recherche et Innovation Gaz et Energies Nouvelles

Drukblaas

de afsluitblaas aan de drukzijde

Werkblaas

de afsluitblaas aan de werzijde

GERG

Groupe Européen de Recherches Gazières

MDA-blaas

multi-dimensionale afsluitblaas, ook wel multi-dimensionale veiligheidsblaas

Inbrengschoen

Gedeelte van het blaasinbrengapparaat waardoor de blaas in de buis wordt ingebracht.

Kruipgas

Gashoeveelheid die tussen buiswand en afsluitblaas kan passeren (ontsnappen).

Kruipgas eerstegraads

Kruipgas dat de drukblaas passeert en in de tussenruimte afsluitblaas/werkblaas terecht komt.

Kruipgas tweedegraads

Kruipgas dat de werkblaas passeert en in het werkgedeelte terecht komt.

SDR

Standard Dimension Ratio (SDR) is een gebruikelijk kengetal voor het classificeren van kunststofbuizen, waarmee de verhouding tussen buitendiameter en wanddikte van een buis wordt aangeduid

Afsluitdruk

de inwendige druk in de buis die moet worden afgesloten

Stoppole-techniek

merknaam van het bedrijf TD Williamson, VS. Een procedure voor het afsluiten en repareren van buizen zonder bedrijfsonderbrekingen

Omkappen van de afsluitblaas

het omslaan van de afsluitblaas is een falen van het afsluiten, waarbij de afsluitblaas door de druk in de leiding in de stroomrichting achter de inbrengschoen wordt gedrukt.

verdienen de testen over langere periodes, die tot 22 dagen duurden. Met deze lange standtijden kon worden aangetoond dat een afsluiting met afsluitblazen voor de duur van een bouwmaatregel die gewoonlijk minder dan een dag duurt, een geschikte werkmethode is. Op basis van deze onderzoeken kan ervan worden uitgegaan dat de techniek van het afsluiten met afsluitblazen ook in Frankrijk tot een druk van 4 bar zal worden toegelaten.

Uitgaande van de opgedane kennis bij het begeleiden en analyseren van testwerklocaties en de in Duitsland en Frankrijk uitgevoerde laboratoriumonderzoeken en het evalueren van de verkregen resultaten, wordt de technologie van het inbrengen van afsluitblazen met het in het kader van dit project van DVGW-F&E toegepaste systeem als geschikt bevonden. De toepassing van het systeem dient echter uitsluitend door speciaal opgeleide en met deze technologie vertrouwde personen te worden uitgevoerd. Onafhankelijk van de positieve beoordeling van de technologie voor het afsluiten van gasverdeelingen tot een bedrijfsdruk van 5 bar dienen verdere pogingen te worden ondernomen om ongunstigere buisomstandigheden (sterke stofneerslag, spaanders en vocht) te identificeren of, beter nog, te voorkomen (zoals spaanders). Dit zal de zekerheid van de techniek verder verhogen.

De bereikte resultaten pleiten ervoor de techniek van het afsluitblaasinbrengen in eerste instantie tot maximaal 4 bar afsluitdruk vrij te geven voor het DVGW-reglement, rekening houdend met het feit dat gekwalificeerd en gecertificeerd personeel dient te worden ingezet. Tot deze afsluitdruk is reeds voldoende werkervaring beschikbaar. Wanneer verdere ervaringen met een afsluitdruk van 5 bar beschikbaar zijn, dient dit verhoogde drukbereik na herziening van het reglement te worden vrijgegeven.

Het project werd begeleid door de ongevallenverzekering BG ETEM. De vertegenwoordiger van BG ETEM stemde in met deze handelwijze van een stapsgewijze verhoging van de afsluitdruk in het reglement naar 4 bar en later naar 5 bar (MOP).

De auteurs

Ir. Andreas Bilsing werkt als projectleider bij DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH.

Ir. Klaus Hilbich werkt als projectleider bij DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH.

Ir. (FH) Gert Müller-Syring is vakgebiedsleider van gasnetten bij DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH.

Ir. Werner Weßing is E.ON-programmamanager Gasverdeling en teamleider bij Wärme, Kälte und Netze bij ETG E.ON Technology GmbH.

Ir. Olivier Rebibo werkt als onderzoeks- en ontwikkelingsingenieur bij CRIGEN (Centre de Recherche et Innovation Gaz et Energies Nouvelles, GDF SUEZ, F&E Labor).

Michel Hardy werkt als portefeuillemanager voor onderzoeks- en ontwikkelingsprojecten bij CRIGEN (Centre de Recherche et Innovation Gaz et Energies Nouvelles, GDF SUEZ, F&E Labor).

Ir. Hans-Joachim Meißner is adviseur bij DVGW op het gebied van gaslevering.

Contact:

Andreas Bilsing
DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH
Karl-Heine-Str. 109/111
D-04229 Leipzig
Tel.: 0341 24571-22
E-mail: andreas.bilsing@dbi-gut.de
Internet: www.dbi-gut.de