

Gasbeschaffenheitsmessung ohne Bypass-Gasemissionen

Vorstellung einer Lösung

Achim Zajc, Ulf Lehmann und Jan Suhr

Regel- und Messtechnik, Gasbeschaffenheit, Erdgasemission, PGC, Bypass

Das Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) vom 12. Dezember 2019 hat unter anderem das Ziel die Jahresemissionsmenge (CO₂-Äquivalente) der Energiewirtschaft (Pipelinetransport und übriger Transport) bis zum Jahr 2030 um ca. 40 % zu reduzieren [1].

Bereits vor dem KSG ist von den Betreibern immer wieder eine Lösung für ein großes Problem praktisch jeder Gasbeschaffenheitsmessung gefordert worden. Alle Messsysteme müssen mit einem Bypass versehen und betrieben werden, der einen ausreichend schnellen Gastransport zum PGC gewährleistet. Hierdurch wird kontinuierlich viel mehr Erdgas verschwendet und als Treibhausgas emittiert als durch die eigentliche Messung.

An dieser Stelle setzt der Artikel an, der die Entwicklung einer Lösung für dieses langjährige Problem im Rahmen des Innovationsförderprogramms des Landes Hessen dokumentiert. Es ist gelungen ein Konzept zu entwickeln und umzusetzen, das es erlaubt, einen PGC als Transmitter (also unmittelbar an der Pipeline) derart zu installieren und zu betreiben, dass erstmals kein Erdgas über einen Bypass emittiert werden muss. Die gesamte Erdgasemission des Messsystems lässt sich damit um 95-99 % reduzieren. Die Auslegung erlaubt zusätzlich, das Gerät mit einer minimalen Totzeit zu betreiben, was für alle Prozessüberwachungs- und Mischanwendungen unabdingbar ist.

Gas quality measurement without bypass gas emissions

The Federal Climate Protection Act (KSG) of 12 December 2019 aims, among other things, to reduce the annual emission volume (CO₂ equivalents) of the energy industry (pipeline transport and other transport) by about 40 % by 2030 [1]. Even before KSG almost all operators of gas quality measurement systems demanded a solution for one big issue. All systems in operation need to have a bypass to guarantee the fast transport of sample gas to the analyzer. The bypass wastes much more natural gas, which is emitted into the atmosphere and acts as greenhouse gas, than the GC consumes.

This article describes the development and testing of a solution for that long lasting issue within the scope of an innovation support program of The German Federal Land of Hesse. A concept was developed where the PGC as a transmitter is mounted directly onto the pipeline and can be operated without emitting any natural gas through a bypass into the atmosphere. The total natural gas emission of the system can thus be reduced by 95-99 %. Furthermore, the new design allows for a minimized dead time which is especially important for process control applications.

1. Ausgangssituation

Aktuell agieren 729 Gasnetzbetreiber in Deutschland. Die Gasnetzbetreiber sind im Erdgasnetz über Pipelines miteinander verbunden. Erdgas wird als Energie in kWh (Kilowattstunden) gehandelt. Bei jedem Besitzübergang/

Handel des Gases muss der Brennwert (spezifischer Energieinhalt/m³) über die Gaszusammensetzung eichpflichtig mit einem Prozess Gaschromatographen (PGC) gemessen werden. Bei dieser Messung handelt es sich um eine Abrechnungsmessung nach deutschem Eichrecht.

Der PGC muss dafür von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) für den eichrechtlichen Betrieb zugelassen sein. Die Messungen erfolgen kontinuierlich 24 Stunden pro Tag. Eichrechtlich müssen für die Abrechnung mindestens 4 Messungen pro Stunde erfolgen. Abgerechnet wird dann über die Stundenmittelwerte.

Neben der Anwendung zu reinen Abrechnungszwecken werden solche PGCs auch für die Prozessüberwachung bzw. -steuerung eingesetzt. Hierbei kann es sich um einfache Grenzwertüberwachung der Gasbeschaffenheit oder auch um die Überwachung und Steuerung einer Misch- oder Konditionierungsanlage handeln. Insbesondere für die Prozesssteuerung ist eine möglichst hohe Messfrequenz – idealerweise deutlich höher als 4 Messungen pro Stunde – nötig.

Stand heute wird jeder einzelne dieser PGCs mit einem Bypass pro Messgasstrom betrieben, der für den schnellen Transport des Gases von der jeweiligen Entnahmestelle zum PGC sorgt. Daraus folgt wiederum, dass jeder einzelne PGC über bis zu 4 Bypässe kontinuierlich Erdgas in die Atmosphäre emittiert.

2. Stand der Technik

Der aktuelle Stand der Technik der eichpflichtigen Brennwertmessung ist in **Bild 1** schematisch dargestellt [2]. Das zu messende Gas wird mit Hilfe einer Probenentnahmesonde aus der Gaspipeline z. B. aus einem Transportnetz entnommen. Dabei befindet sich das Gas unter Betriebsdruck (typischerweise zwischen 50 und 100 barg – bei der Einspeisung regenerativer Gase entsprechend niedriger). Da PGCs bei viel niedrigerem Druck arbeiten, erfolgt in der Regel eine Druckreduzierung auf < 2,5 barg. Bei der Druckreduzierung kühlt sich das Erdgas aufgrund des Joule-Thomson-Effektes ab, so dass die Hochdruckreduzierung beheizt werden muss. Die Probenzuleitung bis zur HDR muss ebenfalls beheizt werden, wenn sie nicht vollständig in einem beheizten Gebäude verläuft. Anschließend wird das Gas bei entsprechend reduziertem Druck zum PGC geführt.

In einer typischen Messstation befindet sich der PGC-Raum meist nicht unmittelbar an der Entnahmestelle, sondern bis zu 100 m von dieser entfernt. Das Gas wird also entnommen, druckreduziert und über eine Niederdruckleitung zum PGC-Raum transportiert. Man legt zweckmäßigerweise die Druckreduzierung so nah wie möglich an die Entnahme. So lässt sich die Länge der beheizten HD-Leitung sowie die Menge des Gases, das zum PGC transportiert werden muss (ideal: Absolutdruck * Leitungsvolumen) minimieren. Gerade dieser Aspekt ist messtechnisch von enormer Bedeutung.

Durch einen PGC fließt im Betrieb je nach Modell etwa 25-100 ml/min an Probengas bei einem Druck von

meist < 1 barg. Die typische Analysenzeit pro Analyse (pro Strom) liegt bei etwa 3 min. Für einen metrologisch aussagekräftigen Betrieb darf also das Gas von der Entnahmestelle bis zum PGC nicht länger als 3 min (1-Strömer) benötigen. Im Extremfall (1 barg und 100 ml/min) ergibt sich ein maximales Volumen von $200 \text{ Nml/min} * 3 \text{ min} = 600 \text{ Nml}$, das den PGC innerhalb eines Messzyklus durchfließt. Wenn das gesamte effektive (Norm-)Volumen von Entnahme, Druckreduzierung und Zuleitung größer sein sollte, kann die oben beschriebene Bedingung (ohne einen Bypass) nicht erfüllt werden. Man nennt das effektive Volumen Totvolumen und die Zeit, die eine „Probe“ von der Entnahme bis zum PGC benötigt Totzeit. Die Anzahl der Messströme eines PGC hat in der Praxis keinen Einfluss auf diese Betrachtung. Ein 3-Strömer hat zwar einen 3-mal längeren Messzyklus (so dass seine erlaubte Totzeit ebenfalls dreimal so lang ist) er hat dafür aber auch drei Bypässe, die parallel dieselbe und damit 3-fache Menge Gas abführen müssen.

Da in der Praxis das Totvolumen fast immer um ein Mehrfaches größer ist als „erlaubt“, muss der Gasfluss erhöht werden, um die Totzeit auf die benötigten maximal 3 min zu reduzieren. Dies wird durch einen einstellbaren Bypass unmittelbar vor dem PGC erreicht, der zusätzliches Probengas am PGC vorbeiströmen lässt und so die Flussgeschwindigkeit in der Zuleitung erhöht und damit die Totzeit reduziert. Das Gas aus der Bypass-Leitung wird nach dem Stand der Technik über das Dach der Messstation in die Atmosphäre abgeblasen und stellt somit eine Methanemission dar. Aus der Summe des Bypass-Durchflusses und dem durch den PGC geführten Probengas ergibt sich die Gesamtemission des Systems. Erdgas be-

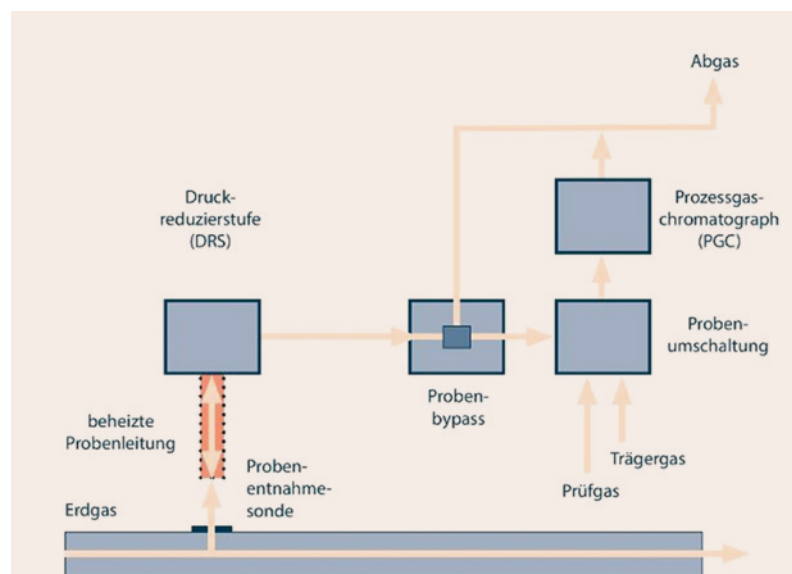


Bild 1: Aufbau einer eichpflichtigen Brennwertmessstelle (Stand der Technik 2020) [2]

steht zu ca. 84-97 % aus Methan. Methan wird laut dem Kyoto Protokoll mit einer um den Faktor 21 höhere Klimaschädlichkeit als CO₂ bewertet!

Betrachtet man das System in **Bild 1** und das oben gesagte, so müssen die folgenden Faktoren berücksichtigt werden, um das System für den eichamtlichen Betrieb korrekt auszulegen und zu betreiben:

- das Innenvolumen aller Bestandteile der Gaszuführung zwischen Entnahme und PGC
- der Druck, der in jedem Teilbereich (HD vor der Reduzierung und ND dahinter) der Gaszuführung herrscht
- die Analysendauer und Anzahl der Ströme des PGC

Daraus lässt sich dann die für die jeweilige Anwendung Totvolumen, Totzeit und die benötigte Bypass Auslegung berechnen.

Bei einer Anwendung mit einem Betriebsdruck von 55 barg und einem Abstand zwischen Hochruckreduzierung und PGC von 25 m, typischen Werten für die HD-Leitung und Druckreduzierung, ergibt sich ein gesamtes Totvolumen von ca. 7 l.

Typische Bypass-Einstellungen solcher Installationen sind 50 l/h, was 0,83 l/min entspricht. Somit ist klar, dass der Austausch des Totvolumens mit einem Fluss von 0,83l/min ca. 8-9 min dauert. Bei einer Analysenzeit von 3 min bedeutet dies, dasselbe Gas wird 3-mal gemessen. So werden Änderungen der Gasbeschaffenheit in der Messgasleitung mit einer erheblichen Zeitverzögerung erkannt. In der Vergangenheit bei weitgehend konstanten Gasbeschaffenheiten im Netz spielte dieser Effekt keine Rolle. Jedoch schwankt die Gaszusammensetzung heute erheblich und das wird sich in der Zukunft weiter

verstärken, bedingt durch die Diversität der Gasquellen und auch zunehmend durch Gas aus erneuerbaren Energien.

Diese Problematik kann man lösen, indem der Bypass-Fluss von 50 l/h auf mindestens 230 l/h bis 300 l/h erhöht wird, damit bei einer Analysenzeit von 3 min das Analyseergebnis repräsentativ ist. Aus diesem Grund wird hier für die weiteren Betrachtungen und Bewertung der Emissionen für eine Gasbeschaffenheitsmessung ein Erdgasfluss von 265 l/h verwendet. Hochgerechnet auf ein Jahr sind das ca. 2.400 m³ Erdgas pro Messstelle und entspricht damit einem CO₂-Äquivalent von ca. 100 t (ca. 50.000 m³) pro Jahr und Messstelle. Damit ist der Methaneintrag aus einer Brennwertmessstelle ein erheblicher negativer Einflussfaktor für das Klima. Legt man zugrunde, dass in Deutschland 1.600 bis 2.000 PGCs in Erdgasnetzkooplungspunkten (Transport- und Verteilnetze), Biogaseinspeise- und Konditionierungsanlagen, sowie ca. 300 Korrelative Brennwertmessgeräte installiert sind, entsprechen die Bypass-Emissionen in Deutschland einem kumulierten CO₂-Äquivalent von 160.000 t bis 200.000 t pro Jahr.

3. Wirtschaftliche Betrachtung im Hinblick auf eine neue Lösung

Der finanzielle Verlust durch das Abblasen von Erdgas in die Atmosphäre (Bypass) liegt bei ca. 2.000 bis 3.000 € pro Jahr und Messstelle (bei einem Endverbraucherpreis von 5 ct/kWh) – volkswirtschaftlich (ohne Klimaeinflüsse) entspricht diese einem Verlust für alle Brennwertmessstellen in Deutschland von ca. 3-6 Mio. €/Jahr.

Das Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) vom 12. Dezember 2019 ist seit dem 1. Januar 2020 in Kraft. So wird nun bis einschließlich 2024 jede emittierte Tonne CO₂ mit 25 € berechnet. In dem Jahr 2025 mit 55 €/t und ab dem Jahr 2026 mit 65 €/t [1]. Das wird einen erheblichen negativen Einfluss auf die laufenden Kosten einer Gasbeschaffenheitsmessung haben (**Tabelle 1**).

Der volkswirtschaftliche Verlust für das Jahr 2020 bis 2024 für alle Brennwertmessstellen in Deutschland durch das Abblasen von Erdgas und der Einfluss des KSG beträgt ca. 10 bis 11 Mio. €/Jahr. Dieser Verlust steigt bis zum Jahr 2026 auf ca. 13 bis 19 Mio. €/Jahr an und das unter der Annahme, dass die Zahl der installierten Brennwertmessstellen gleichbleiben, das ist aber nicht zu erwarten, so dass die finanziellen Verluste eher höher als niedriger liegen werden.

In **Tabelle 2** sind die Betriebskosten für einen 15-jährigen Betrieb einer Messanlage reduziert auf das KSG und die Abblase-Verluste dargestellt. Es ist zu erkennen, dass die laufenden Kosten einer Gasbeschaffenheitsmessstelle deutlich steigen werden.

Tabelle 1: Einfluss des laufenden Kosten gemäß KSG für 100 t CO₂-Äquivalent pro Jahr und Messstelle

| Jahr | Euro pro Messstelle und Jahr | Euro für 1600 bis 2000 Installation in Deutschland |
|---------------|------------------------------|--|
| 2020 bis 2024 | 2.500 | 4 Mio. € bis 5 Mio. € |
| 2025 | 5.500 | 8,8 Mio. € bis 11 Mio. € |
| 2026 | 6.500 | 10,4 Mio. € bis 13 Mio. € |

Tabelle 2: Einfluss der laufenden Kosten gemäß KSG für 100 t CO₂-Äquivalent pro Jahr für eine Messstelle bei einem 15-jährigen Betrieb einer Messanlage

| Jahr der Installation | KSG-Abgabe Euro in 15 Jahren | Abblase Verlust [€] | Summe der Verluste [€] |
|-----------------------|------------------------------|---------------------|------------------------|
| 2020 | 83.000 | 40.000 | 123.000 |
| 2026 | 104.000 | 40.000 | 144.000 |

Ein Verlust von ca. 40.000 € durch emittiertes Erdgas über die Laufzeit einer Gasbeschaffenheitsmessanlage allein, ist Grund genug nach einer Lösung für das Problem zu suchen, die jetzt hinzukommenden Kyoto Abgaben in doppelter Höhe, sind es umso mehr.

4. Anforderungsprofil eines Gasbeschaffenheitssystems ohne Bypass

Der neue PGC soll folgende Applikationsanforderungen bzw. Marktbedürfnisse erfüllen:

- Messung der 13 Einzelkomponenten von Erdgas (oder ähnlicher Gase wie SNG, mit bis zu 20 % Wasserstoff (H₂) angereichertes Erdgas, einzuspeisende Gase in das öffentliche Gasnetz aus Biogasanlagen, o. ä.) entsprechend der eichrechtlichen Vorgaben der PTB zur Energieabrechnung von Erdgasen
- Eichrechtliche Zulassung des gesamten PGC-Transmitters durch die PTB
- Einsatzmöglichkeit in Gasnetzen mit einem Druckbereich von 4 bar bis 100 bar absolut
- Umgebungs- und Gastemperaturen von -20°C bis +45°C
- Direkte Installation des PGCs in einer Baueinheit mit Probenentnahme und Gasaufbereitung auf der Gasleitung (Totvolumenminimierung)
- Rückführung des Bypass-Gasstromes in die Gasleitung ohne vorherige Druckreduzierung zur Vermeidung von unnötigem „Totvolumen“ und Methanemissionen
- Vormontage-, Eich- und Prüfmöglichkeit des kompletten Transmitters in Werkstattfertigung
- Vor-Ort-Montage des PGC-Transmitters mit zwei Personen ohne weitere Hebemittel mit max. 40 kg
- Einbau in einen Schutzkasten mit Spannungsversorgungsanschluss 24 V und der Möglichkeit für Datenkommunikation, Ferndatenabruf und -wartung
- Optionale Ausführung mit einer unter Betriebsdruck ausfahrbaren Entnahmesonde, um den Einsatz in allen Bereichen des Erdgasnetzes zu gewährleisten (Stichpunkt Molchfähigkeit der Gasleitung)
- Möglichst schnelle Messung mit kurzer Reaktionszeit für Prozesskontroll- und Steuerungsanwendungen

Mit dem „konventionellen“ PGC MGC^{flex} der Firma Meter-Q Solutions GmbH, der in Deutschland bereits in einer Reihe von Messanlagen installiert ist, verfügt Meter-Q über eine Plattform, die bereits viele der oben formulierten Anforderungen erfüllt. Das Problem mit dem Bypass lässt sich lösen, indem man Entnahmesonde, Gasaufbereitung, -zuführung und den PGC selbst zu einer Einheit vereint. Man erhält eine Gasbeschaffenheitsmessung als sog. Transmitter, die direkt auf der Gasleitung installiert wird.

Die Vorteile einer solchen Konstruktion liegen auf der Hand. Die Installation ist kompakt und platzsparend. Die Notwendigkeit für einen abgetrennten Messraum entfällt. Das Kalibriergas steht in der Nähe in einem Bereich der in der Regel sowieso bereits als Ex-Zone deklariert ist. Die Kalibriergasflasche muss ja so oder so beheizt werden. Das Trägergas kann in beliebiger Entfernung zum GC platziert werden. Es ist weder temperaturempfindlich, noch spielt die Leitungslänge zwischen Trägergasflasche und PGC eine Rolle. Beheizte Messgasleitung, externe Druckreduziereinheit, ND Zuführleitung zum PGC und der Bypass werden hier nicht benötigt.

Das spezielle Probenzuführsystem ist so ausgelegt, dass die Probe druckreduziert und schnell zum PGC transportiert wird, ohne über einen Bypass Gas abführen zu müssen. Nur Gas, das durch den PGC fließt, wird an die Atmosphäre abgegeben. Das System spart also nicht nur den Bypass und die damit verbundenen Emissionen ein, es ermöglicht zusätzlich auch eine schnelle Messung. Der neue MGC^{direct} nutzt damit alle Vorteile und das volle Potenzial, dass die verwendete PGC-Plattform bietet, wozu eine schnelle Messung bei gleichzeitig guter Empfindlichkeit und Trennleistung aber auch geringe Größe und Gewicht zählen.

Bild 2 zeigt den ersten funktionsfähigen Prototypen des MGC^{direct}. Auch wenn sich bis zur finalen Version



Bild 2: Aufbau des 1. Prototypen eines PGC-Transmitters

Tabelle 3: Zusammensetzung der verwendeten Prüfgase

| Komponente | Prüfgas | | | |
|-------------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
| | 16M | 12M | P1-13K | 6L |
| Methan | 86,442% | 87,500% | 76,080% | 80,954% |
| Ethan | 2,510% | 4,000% | 5,530% | 3,050% |
| Propan | 0,999% | 1,000% | 2,000% | 0,498% |
| i-Butan | 0,202% | 0,200% | 0,298% | - |
| n-Butan | 0,196% | 0,200% | 0,499% | 0,100% |
| i-Pentan | 0,049% | 0,050% | 0,100% | - |
| n-Pentan | 0,049% | 0,050% | 0,098% | - |
| Hexan und höher KW; C ₆₊ | 0,055% | 0,050% | 0,059% | - |
| Stickstoff | 4,990% | 4,000% | 4,010% | 14,400% |
| Sauerstoff | 0,492% | 0,500% | 0,300% | - |
| Kohlenstoffdioxid | 1,000% | 1,500% | 3,990% | 0,998% |
| Wasserstoff | 1,020% | 1,000% | 6,790% | - |
| Kohlenstoffmonoxid | 0,516% | - | - | - |
| Brennwert | 10,858 kWh/m ³ | 10,977 kWh/m ³ | 10,713 kWh/m ³ | 9,719 kWh/m ³ |
| Normdichte | 0,8053 kg/m ³ | 0,8044 kg/m ³ | 0,8305 kg/m ³ | 0,8342 kg/m ³ |

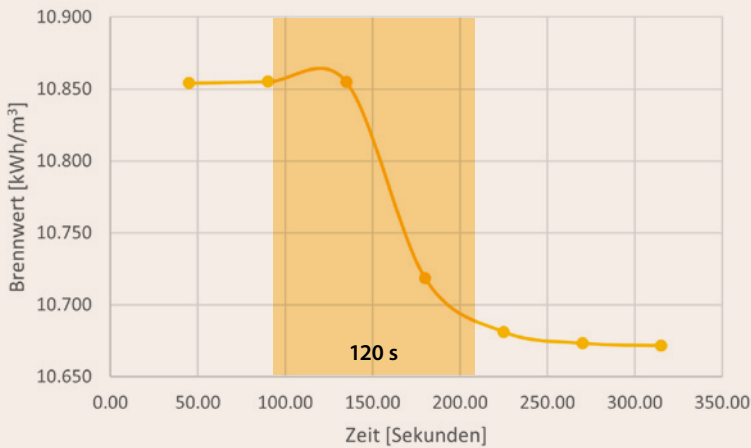


Bild 3: Änderung des Brennwertes

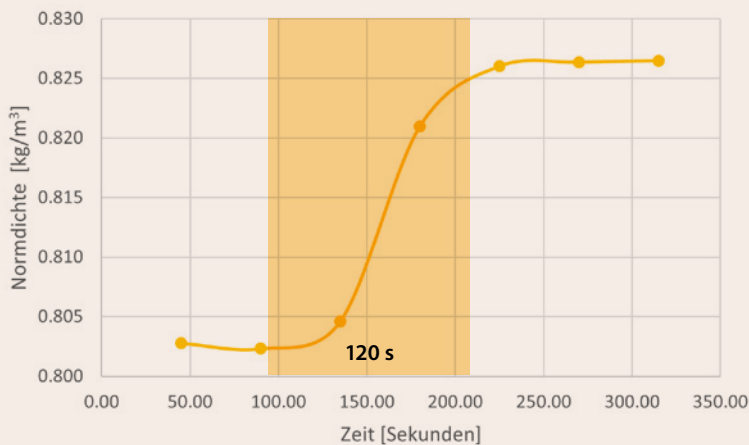


Bild 4: Änderung der Normdichte

noch einige Details ändern werden, hat schon der erste Prototyp sowohl die Machbarkeit des Konzepts als auch die geplante Funktion im Labor gezeigt.

Für den Anwendungsbereich des neuen MGC^{direct} gibt es gegenüber einem konventionellen PGC kaum Einschränkungen bei allen Vorteilen, die er bietet. Er ist für reine Erdgasanwendungen genauso geeignet wie für alle Erdgas Derivate wie Biogas, Power-to-Gas, Wasserstoffeinspeisung und so weiter. Einzig ein Betrieb als Mehrströmer ist mit dem MGC^{direct} ausgeschlossen. Außerdem ist es auf Grund der integrierten Entnahmesonde nicht möglich, mehrere Messgeräte an derselben Entnahmestelle zu betreiben. Dies ist jedoch in der Praxis sowie so nicht empfehlenswert.

Die grundlegende Idee eines PGC-Transmitters wurde als „Vorrichtung zur Beschaffenheitsmessung eines in einer Gasleitung strömenden Gases“ unter der Anmeldenummer: 19000307.9 – 1001 beim europäischen Patentamt in München angemeldet [4].

5. Laborergebnisse des 1. Prototypen des PGC-Transmitters

Als erstes wurde das spezielle Entnahmesystem getestet. Ziel war, nachzuweisen, dass wie geplant ein kontinuierlicher Gastransport vom Entnahmepunkt zur

Druckreduzierung stattfindet. Durch Rückführung des nicht verwendeten Gases in die Leitung wird für einen schnellen Austausch ohne Bypass gesorgt. Mit Hilfe eines thermischen Durchflusssensors konnte der Rückfluss von Gas in die Leitung und damit der kontinuierliche Gasaustausch des Probenentnahmesystems nachgewiesen werden.

Im zweiten Schritt sollte dann das Gesamtsystem getestet werden. Ziel war es, zu zeigen, dass der PGC bei einem schnellen Gaswechsel in der Leitung tatsächlich auch seinen Messwert so schnell ändert, dass ein Betrieb ohne zusätzlichen Bypass sinnvoll möglich ist. **Bild 2** zeigt den dafür verwendeten Versuchsaufbau. Die Gasleitung wurde als \varnothing 18 mm Rohr simuliert und oben mit einem T-Stück für das Entnahmesystem versehen. Auf der Zuführungsseite wurden jeweils zwei verschiedene Gasflaschen über einen Dreiwegehahn mit der Testleitung verbunden. Auf der Abführungsseite wurde über ein Nadelventil gegen Atmosphäre entspannt. Mit dem Nadelventil ließ sich ein geeigneter Durchfluss in der Testleitung generieren. Es wurde jeweils ein Gas aus **Tabelle 3** aufgeschaltet und gemessen, um dann mit Hilfe des Dreiwegehahns ohne Verzögerung auf ein zweites Gas zu wechseln. Der Messwertverlauf gibt Aufschluss über die Reaktionszeit des Systems.

Bild 3 zeigt den Verlauf der Messwerte beispielhaft an dem Brennwert und **Bild 4** zeigt die Normdichte. Hier wurde zu Beginn des Versuches das Prüfgas 16M benutzt und schlagartig auf das Prüfgas P1-13K umgeschaltet. Die Ergebnisse zeigen, dass nach der Umschaltung ein Mischgas aus 16M und P1-13K gemessen wird. Nach ca. 2 min wird der Wert des Prüfgases P1-13K angezeigt und nicht mehr die Werte eines Mischgases aus 16M und P1-13K. Das gleiche Verhalten zeigt sich auch bei den Einzelkomponenten, wie beispielhaft in **Bild 5** für den Konzentrationsverlauf von Methan und **Bild 6** für Wasserstoff veranschaulicht.

Für die Interpretation der Ergebnisse sollte beachtet werden, dass die im Labor simulierte Leitung die realen Verhältnisse nur teilweise reproduzieren kann. Die Entnahmesonde ragt nicht so weit in die Leitung und Durchfluss und vor allem Druck waren deutlich niedriger als bei einer realen Installation. Basierend auf dem verwendeten Funktionsprinzip des Entnahmesystem ist damit zu rechnen, dass reale Bedingungen die Performance nochmal positiv beeinflussen und für einen schnelleren Austausch sorgen werden.

Der letzte Schritt im Rahmen des Forschungsprojekts wird ein Feldtest unter realen Bedingungen mit einem voll funktionsfähigen Gerät sein. Dieser Feldtest wird in Kürze beginnen. Konstruktion und Design des MGC^{direct} für den Feldtest ist in **Bild 7** veranschaulicht.

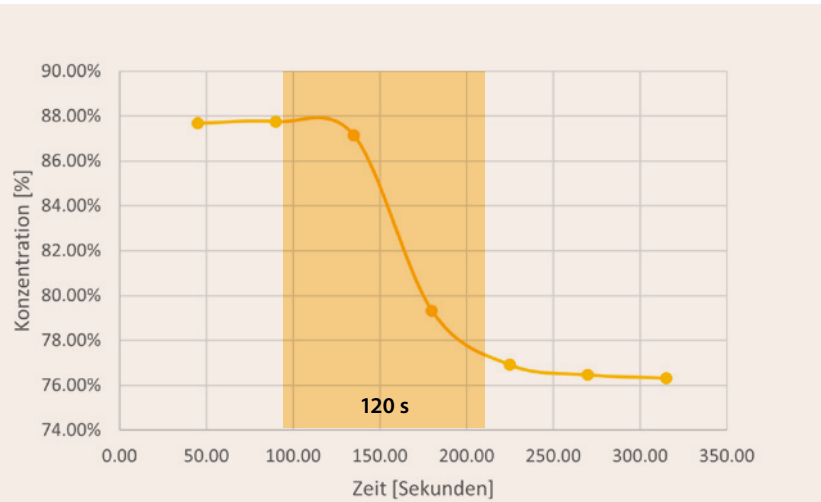


Bild 5: Änderung der Methankonzentration

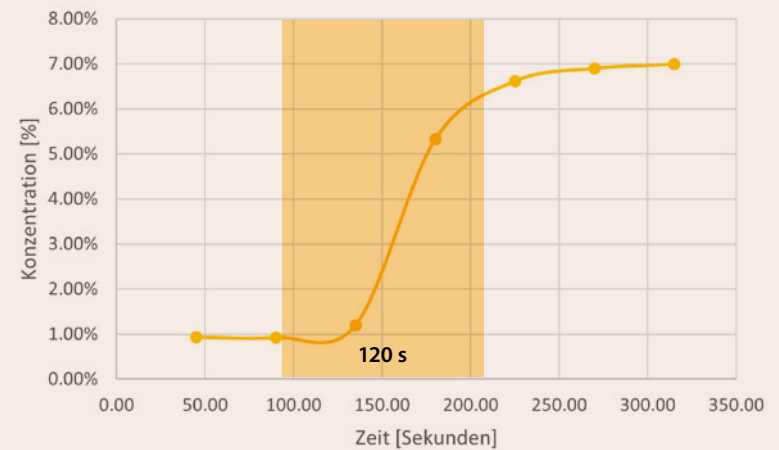


Bild 6: Änderung der Wasserstoffkonzentration

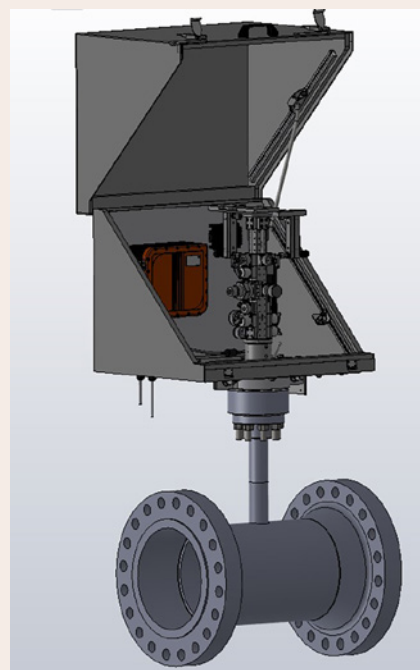


Bild 7: Gasbeschaffenheitstransmitter MGC^{direct} der Firma Meter-Q Solutions GmbH

6. Zusammenfassung und Ausblick

Herkömmliche PGCs mit einem Messzyklus von 3 min, werden mit einem Bypass (pro Messstrom) betrieben. Sie erreichen damit im allerbesten Fall eine Reaktionszeit von 3 min, wobei sie (pro Messstrom) im Jahr über 2.000 m³ Messgas über den Bypass in die Atmosphäre emittieren.

Als Lösung für dieses Problem wurde der MGC^{direct} entwickelt, der aus der bekannten Meter-Q PGC Plattform und einem neuartigen vollintegrierten Probenentnahme- und Gasaufbereitungssystem besteht. Der MGC^{direct} wird im Gegensatz zu herkömmlichen Systemen direkt auf der Pipeline installiert und betrieben.

Im Laborversuch konnte gezeigt werden, dass das neu entwickelte Entnahmesystem einen Bypass überflüssig macht und somit die Gesamttreibhausgasemissionen des Systems um bis zu 99 % reduzieren kann. Darüber hinaus erlaubt die Kombination aus PGC mit 45 s Messzyklus mit dem neuen Entnahmesystem eine Reaktionszeit, die mit keinem andern PGC erreichbar ist. Es wurde bereits eine effektive Reaktionszeit von etwa 2 min im Laborversuch nachgewiesen, wobei unter realen Bedingungen mit noch besseren Ergebnissen gerechnet werden kann.

Der fehlende Bypass reduziert dabei nicht nur die Treibhausgasemission des Systems, er entfernt auch eine große Schwachstelle konventioneller Systeme. Ein falsch eingestellter Bypass führt zwar zu reduzierten Emissionen, kann aber gleichzeitig zu Reaktionszeiten jenseits der 10 min führen und damit die Aussagekraft der gesamten eichamtlichen Messung in Frage stellen.

Ein Prototyp des MGC^{direct} wird in Kürze bei der Gascade in der Verdichterstation Bunde unter realen Bedingungen ausführlich getestet.

Dank

Das Projekt „PGC-Transmitter | Prozessgaschromatograph-Transmitter zur emissionsreduzierten Gasbeschaffenheitsbestimmung von Erdgas(-substituten)“ (HA-Projekt-Nr.: 829/19-149) wird im Rahmen der Innovationsförderung Hessen aus Mitteln der LOEWE – Landes-Offensive zur Entwicklung Wissenschaftlich-ökonomischer Exzellenz, Förderlinie 3: KMU-Verbundvorhaben gefördert. Das Projekt wird unter der wissenschaftlichen Begleitung des Fraunhofer Institut IEE in Kassel durchgeführt. Weitere Informationen unter www.innovationsfoerderung-hessen.de.



Im Rahmen des Produktentwicklungsprozesses arbeitet IEE flankierend durch die Evaluation der während der Labor- und Feldtests generierten Messdaten des PGC-Transmitters sowie des Vergleichs mit den durch die Gasnetzbetreiber bereitgestellten Messdaten der konventionellen Referenzsysteme. Eine wesentliche wissenschaftli-

che Kernaufgabe des Wissenschaftspartners IEE liegt im Bereich der Untersuchung der Übertragbarkeit auf weitere Anwendungsfälle im Bereich der Analytik regenerativer Gase.

Die Autoren danken weiterhin der GASCADE Gastransport GmbH, dass sie sich an dem Forschungsprojekt beteiligen und eine Messstelle für die Erprobung des PGC-Transmitters (Feldtest) zur Verfügung stellen.

Literatur

- [1] Gesetz zur Einführung eines Bundes-Klimaschutzgesetzes und zur Änderung weiterer Vorschriften, Bundesgesetzblatt, 2019
- [2] Zajc, A.: Methoden zur Bestimmung der Gasbeschaffenheit (Kapitel 12.3) in „Handbuch der Gasversorgungstechnik: Logistik-Infrastruktur-Lösungen“; Homann, K.; Hübener T.; Klocke, B.; Wernekinck, U. (Hrsg.), DIV Deutscher Industrieverlag, 1. Auflage, 2017, (612 - 632)
- [3] Zajc, A.: Gasbeschaffenheitsmessung in 45 Sekunden mit Hilfe der Prozessgaschromatographie, gwf Gas + Energie, 2018, (52 - 60)
- [4] Patentanmeldung EP 190003079; Meter-Q Solutions GmbH; „Vorrichtung zur Beschaffenheitsmessung eines in einer Gasleitung strömenden Gases“, 2019

Autoren



Dr. Achim Zajc
Meter-Q Solutions GmbH |
Butzbach |
Tel.: +49 6033 92 45 210 |
az@meterq.de



Ulf Lehmann
Meter-Q Solutions GmbH |
Butzbach |
Tel.: +49 151 70051383 |
ul@meterq.de



Dr. Jan Suhr
Meter-Q Solutions GmbH |
Butzbach |
Tel.: +49 6033 92452-12 |
js@meterq.de