

•●ONTRAS

Der Einfluss von Wasserstoff auf die Gasmesstechnik

– von der Analytik bis zur Volumenbestimmung –

Stefan Lindner

FV Mess- und Analysetechnologie Wasserstofftransport Leipzig, 22.09.2022



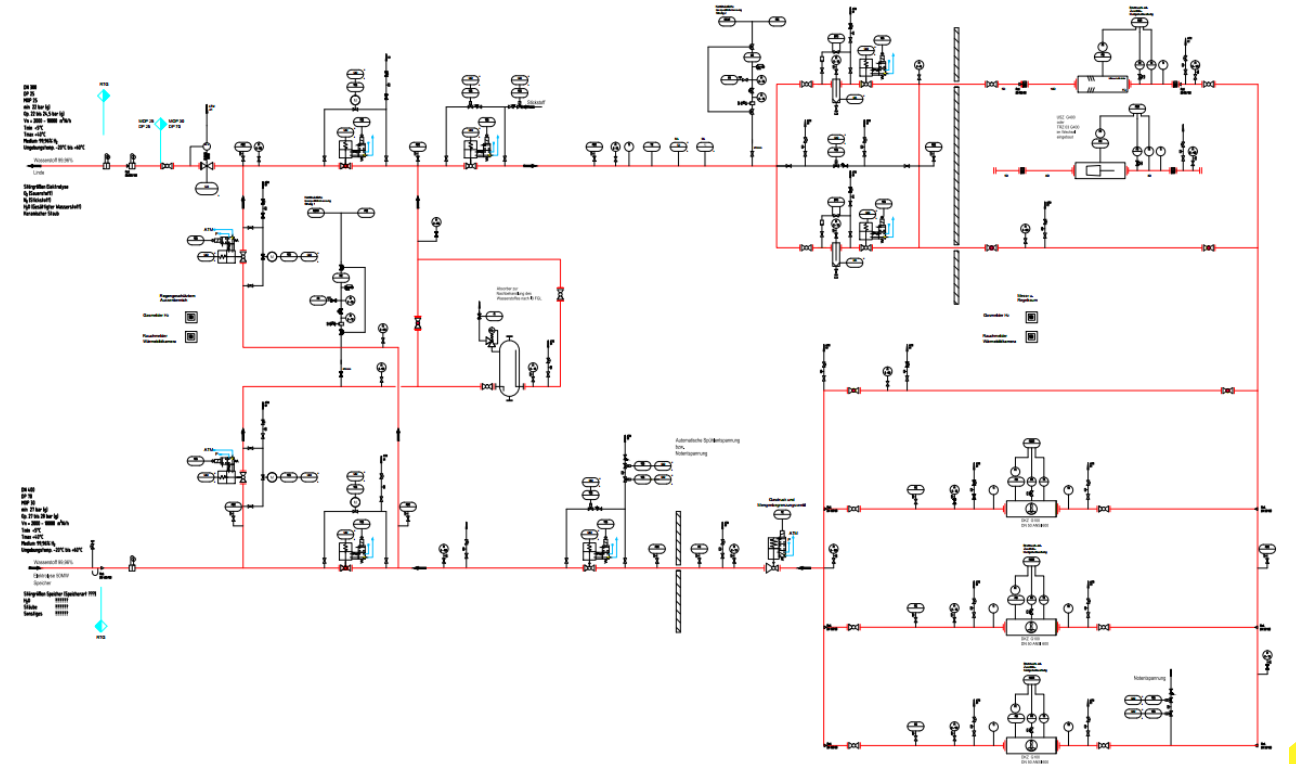
Allgemein – Herausforderungen durch Medienwechsel

- Nutzung und Umstellung vorhandener Erdgasleitungen für den Transport von Wasserstoff
 - Reststoffe aus dem Betrieb mit Erdgas
- Anbindung von Speichern an das H₂-Netz
 - Begleitstoffe die aus den Lagerstätten ausgetragen werden
- Anbindung von Anschlussnehmern mit unterschiedlichsten Qualitätsanforderungen
- Überwachung der Auswirkungen der Erdgasleitungen und H₂-Speicher auf die H₂-Qualität (zumindest temporär)



Allgemein – Kurzer Einblick in das Reallabor Energiepark Bad Lauchstädt

- 99,96%iger Wasserstoff wird entspr. DVGW G 260 übernommen
- Anhaftungen aus den seit 1976 bestehenden Rohrleitungen werden erwartet
 - Es ist mit O₂, H₂S, S sowie Stäuben zu rechnen
- Absorber mit Aktivkohlefilterung erforderlich
 - Absorber nur für den Umstellungszeitraum erforderlich
 - kann später ggf. wieder Rückgerüstet werden



R&I H₂-GDRMA Energiepark Bad Lauchstädt

Warum messen wir eigentlich? – zwei Hauptmessaufgaben



Für die Abrechnung

- Volumenstrom Q
 - Druck
 - Temperatur
- Volumen V
- Energie E
 - Gaszusammensetzung

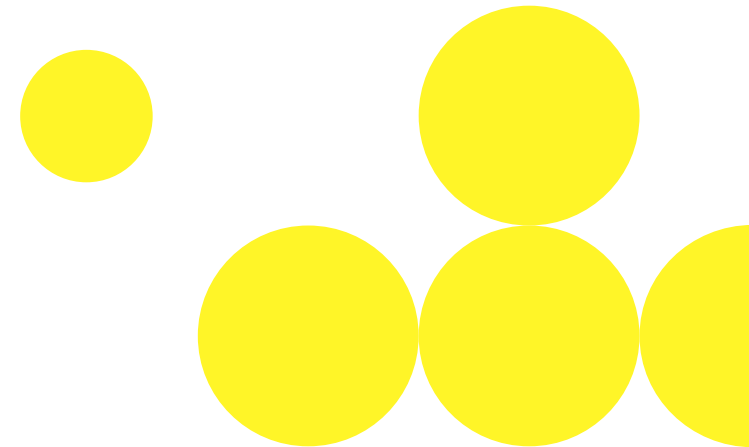


Für die Qualitätskontrolle

- Gas muss frei sein von Begleitstoffen wie:
 - Feuchtigkeit
 - Schwefel
 - Höheren Kohlenwasserstoffen
- Einhaltung besonderer Grenzwerte wie zum Beispiel für Sauerstoff

Warum messen wir eigentlich? – Grundlagen

- DVGW Regelwerk
 - Insbesondere DVGW G 260 - Gasbeschaffenheit
 - DVGW G 492 - Gas-Messanlagen für einen Betriebsdruck bis einschließlich 100 bar
 - DVGW G 685 - Gasabrechnung
- Anforderungen und Richtlinien der PTB
 - Für Wasserstoff insbesondere TR-G 19 - Wasserstoff im Gasnetz
- Gesetze
 - Measuring Instruments Directive (MID)
 - Mess- und Eichgesetz



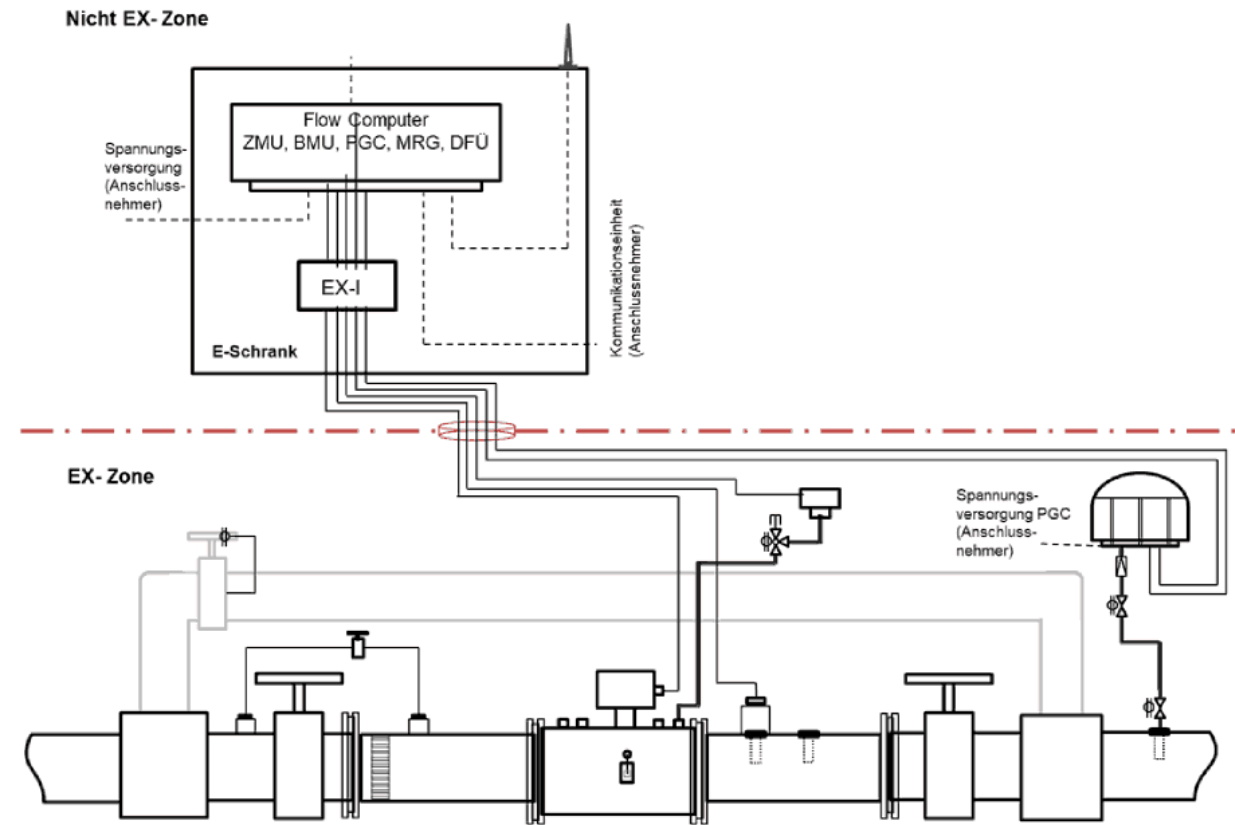
Wie messen wir das heute? – Aufbau Messanlage

Volumen

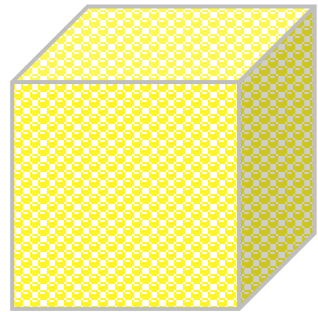
- Gaszähler
- Mengenumwerter
 - Druck
 - Temperatur

Gaszusammensetzung
Gasbegleitstoffe

- PGC
- Diverse Analysemessgeräte



DVGW G 687 „Technische Mindestanforderungen an den Messtellenbetrieb Gas“ – Anlagentypen



1 m³ Gas bei 1 bar

$$V_{B1} \neq V_{B2}$$



1 m³ Gas bei 10 bar



Wie messen wir das heute? – Erfassung der Gasmengen

Volumen

Gaszähler

- Erfassung der Gasgeschwindigkeit mittels
 - Strömungsgaszähler
 - Volumengaszähler
- Betriebsvolumenstrom

Mengenumwerter

- Erfassung der Betriebsgrößen
 - Druck
 - Temperatur
- Berechnung des Normvolumenstroms
- Archivierung der geflossenen Mengen

Gaszusammensetzung

Gasbegleitstoffe

$$E = V_N \times H_S$$

Energie = Normvolumen x Brennwert



Wie messen wir das heute? – Bestimmung der Energiemengen

Volumen

Gaszähler

- Erfassung der Gasgeschwindigkeit mittels
 - Strömungsgaszähler
 - Volumengaszähler
- Betriebsvolumenstrom

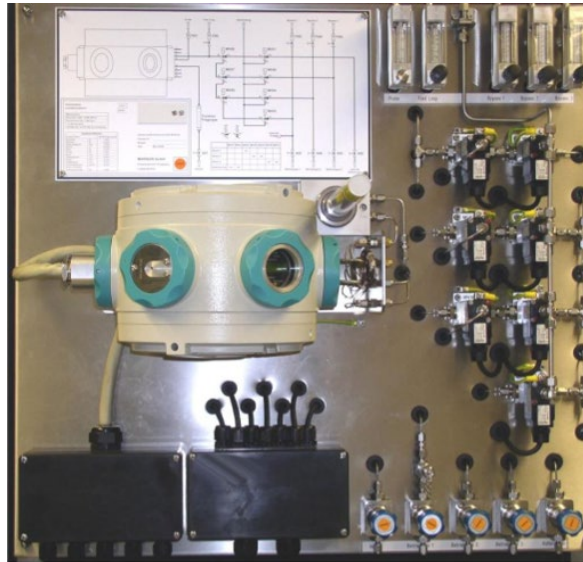
Mengenumwerter

- Erfassung der Betriebsgrößen
 - Druck
 - Temperatur
- Berechnung des Normvolumenstroms
- Archivierung der geflossenen Mengen

Gaszusammensetzung

Prozessgaschromatograph

- Erfassung des Brennwertes
- Überwachung der Grenzwerte einzelner Gaskomponenten



Gasbeschaffenheitstransmitter SAM-BIO von Marquis

Gasbegleitstoffe

Wie messen wir das heute? – Einhaltung der Qualitätsparameter

Volumen

Gaszähler

- Erfassung der Gasgeschwindigkeit mittels
 - Strömungsgaszähler
 - Volumengaszähler
- Betriebsvolumenstrom

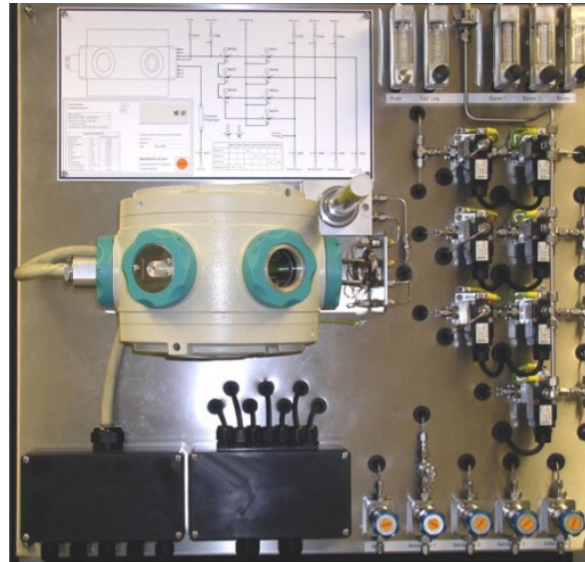
Mengenumwerter

- Erfassung der Betriebsgrößen
 - Druck
 - Temperatur
- Berechnung des Normvolumenstroms
- Archivierung der geflossenen Mengen

Gaszusammensetzung

Prozessgaschromatograph

- Erfassung des Brennwertes
- Überwachung der Grenzwerte einzelner Gaskomponenten



Gasbeschaffenheitstransmitter SAM-BIO von Marquis

Gasbegleitstoffe

- Feuchtemessung
- H₂S und COS Messung
- Kohlenwasserstoffkondensationspunkt-messung
- Sauerstoffmessung



H₂S-Messgerät LaserGasII von neo monitors
Sauerstofftransmitter oxy.IQ von GE

Änderungen durch Medienwechsel – von Erdgas zu Wasserstoff

Volumen

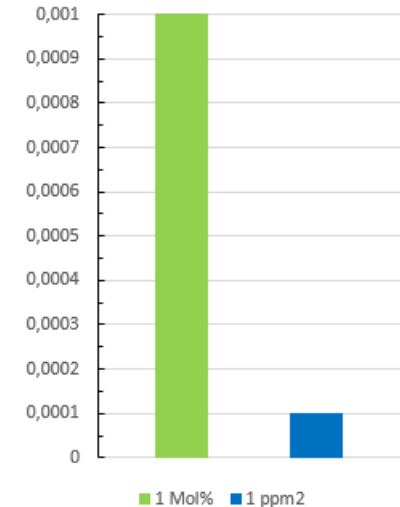
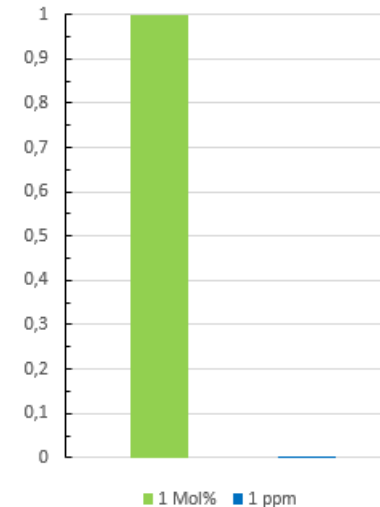
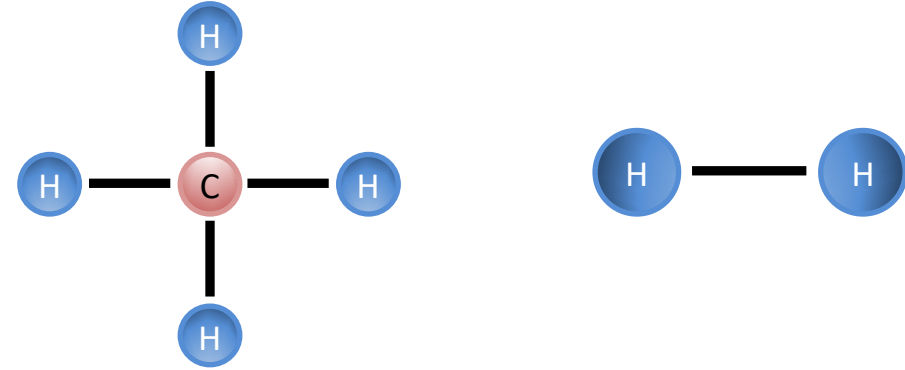
Unterschiedliche Dichten

- Erdgas (Methan) 0,55 bis 0,75 kg/m³
 - Wasserstoff 0,07 bis 0,08 kg/m³
- Auswirkungen auf die Messprinzipien
- Einfluss der Reynoldszahl bei Strömungsgazählern
 - Schlupf bei Volumengazählern

Gaszusammensetzung
Gasbegleitstoffe

Anstelle der Gaszusammensetzung wird im Wasserstoff die Reinheit gemessen

- PGC messen im Erdgas in Mol%
 - Bei Reinheitsmessung müssen ppm erfasst werden
- Wesentlich höhere Anforderungen an die Auflösung der Geräte



Wie messen wir das zukünftig? – Herausforderungen bei reinem Wasserstoff



Grenzwerte für H₂ entsprechend DVGW G 260

Gruppe A

- Sauerstoff
- Wasser und Kohlenwasserstoffkondensationspunkt
- Schwefel

entsprechend 2. Gasfamilie

Grenzwerte für H₂ entsprechend DVGW G 260

Gruppe D

- Sauerstoff $\leq 5 \mu\text{mol/mol}$ (0,05 ppm)
- Wasser $\leq 5 \mu\text{mol/mol}$
- Schwefel $\leq 0,004 \mu\text{mol/mol}$ (0,04 ppb)

Wie messen wir das zukünftig? – Nicht alles wird neu



Sauerstofftransmitter oxy.IQ von GE



Spurenfeuchtemessgerät HYGROPHIL F von BARTEC

Grenzwertanforderungen aktueller H₂-Netzanschlussnehmer liegen noch weit Oberhalb Gruppe D

➤ Teilweise Einsatz bewährter Technik möglich

Sauerstoff ≤ 1 ppm

- Messung mittels oxy.IQ der Fa. GE

Wasser ≤ -40 °C

- Messung mittels HYGROPHIL F von BARTEC

Grenzwerte aus Reallabor Energiepark Bad Lauchstädt

Wie messen wir das zukünftig? – Wasserstoffreinheit



PGC MGC^{flex} von Meter-Q Solutions



Brennwertbestimmung und Grenzwertüberwachung mittels Wasserstoff-GC

- Direkte Messung des H₂-Gehaltes und weiterer Komponenten im Spurenbereich
 - H₂ ≥ 99,96 %
 - N₂ ≤ 400 ppm
 - CO₂ ≤ 2 ppm
 - CO ≤ 2 ppm

Grenzwerte aus Reallabor Energiepark Bad Lauchstädt

Brennwertbestimmung und Grenzwertüberwachung mittels zyklischer Gasproben

- Bei einer zugesicherten H₂-Reinheit ≥ 99,9 % keine permanente Analyse erforderlich
- Fester Brennwert von 3,543 kWh/m³ verwendbar

Wie messen wir das zukünftig? – Schwefel und seine Verbindungen



700XA FPD Gas Chromatograph von ROSEMOUNT

- Der extrem niedrige Grenzwert für Schwefelverbindungen und Gesamt-Schwefel aus der G 260 für die Gruppe D macht spezielle Analytik erforderlich
- Für die Erfassung im ppb Bereich haben wir aktuell noch keine probaten Geräte gefunden
- Herausforderungen hierbei sind:
 - Zahl der zu bestimmenden Schwefelverbindungen
 - Aktualität der Messwerte (Onlinemessung vs. Laborprobe)
 - Anforderungen an den Betrieb der Messgeräte (Betriebsmessung vs. Labormessgerät)

Wie messen wir das zukünftig? – Schwefel und seine Verbindungen



700XA FPD Gas Chromatograph von ROSEMOUNT

- Im Reallabor Energiepark Bad Lauchstädt ist mit dem Anschlussnehmer ein Schwefelgrenzwert von ≤ 2 ppm vereinbart
- Anstelle unserer bekannten Analysegeräte, die auf optischen Messprinzipien beruhen, soll ein Schwefel-GC erprobt werden
- Mit dem GC können neben H_2S , COS und dem Gesamt-Schwefel noch bis zu 12 weitere Größen erfasst werden

Wie messen wir das zukünftig? – Höhere Kohlenwasserstoffe



LD2000 SPURENANALYSATOR von LDetek

- Grenzwerte für höhere Kohlenwasserstoffe sind in der G 260 für die Gruppe D nicht weiter spezifiziert
- Die Industrie hat hier sehr unterschiedliche Anforderungen von „gar nicht“ bis „ganz wenig“
- Herausforderungen hierbei sind:
 - Welcher Messbereich ist zu erfassen?
 - Welche Kohlenstoffverbindungen sind wichtig und welche uninteressant?
 - Welche Anforderungen an die Aktualität der Messwerte bestehen? (Onlinemessung vs. Laborprobe)

Wie messen wir das zukünftig? – Höhere Kohlenwasserstoffe



LD2000 SPURENANALYSATOR von LDetek

- Im Reallabor Energiepark Bad Lauchstädt ist mit dem Anschlussnehmer ein Grenzwert für den Gesamtkohlenwasserstoffgehalt von ≤ 3 ppm vereinbart
- Da keine weiteren Komponenten definiert sind, ermöglicht sich hier Anwendung eines Zwischenwegs
- Anstatt alle möglichen Spurenkomponenten zu erfassen, wird der Gesamtkohlenwasserstoffgehalt direkt gemessen

Was ist mit der Wasserstoffbeimischung?

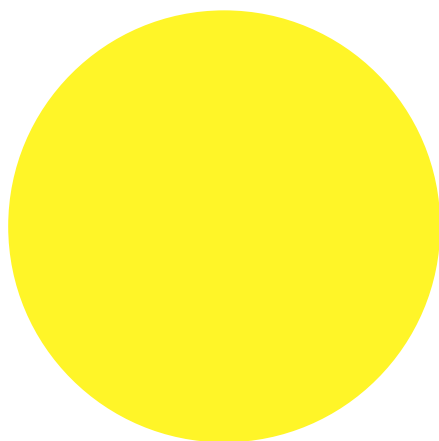
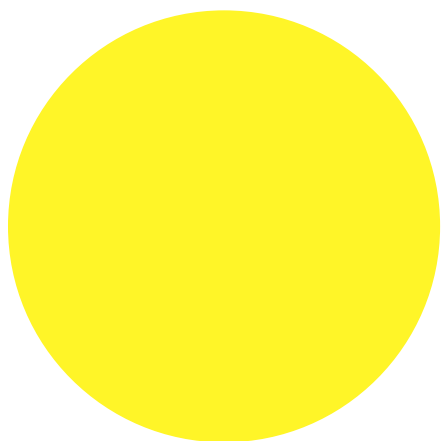
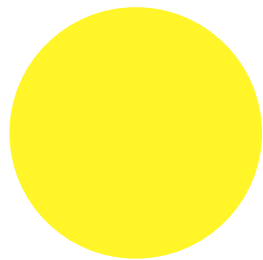
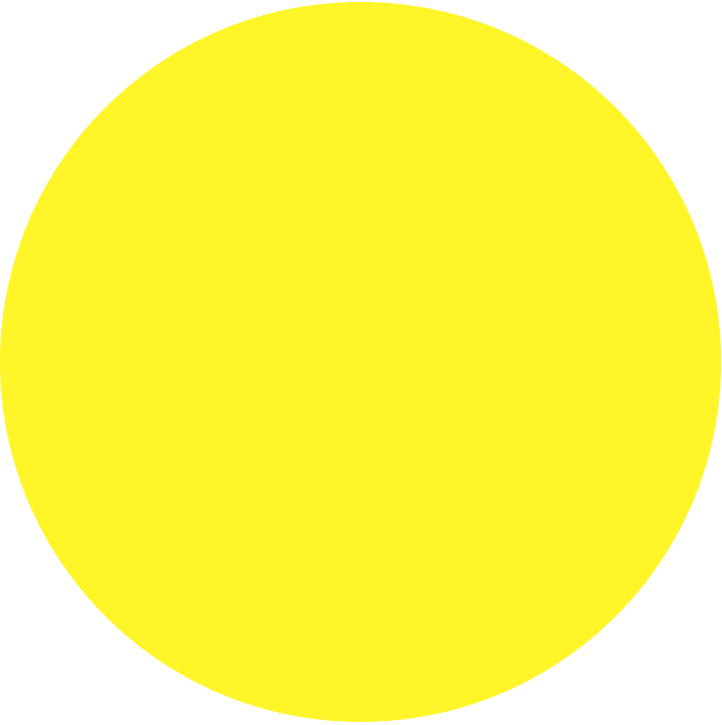


- Für Transportnetzbetreiber recht unkritisch
 - PGC messen bis 20 Mol% Wasserstoff
 - Gaszähler sind für den Einsatz bis 30 Mol% freigegeben
 - Herstellererklärung
 - Unbedenklichkeitsbescheinigung PTB
 - Wasserstoffanteil für übrige Analytik unproblematisch
- Schwierig wird es bei sensiblen Netzanschlussnehmern
 - Zusätzliche Messanlagen für die Steuerung der Gasflüsse erforderlich?
 - Entfernung des Wasserstoffs möglich?

Was ist mit der Wasserstoffbeimischung?



- Für Verteilnetzbetreiber und Stadtwerke eine große Herausforderung
- In Mischnetzen gestaltet sich die Abrechnung als sehr schwierig
- DVGW G 685 beschreibt diverse Szenarien und Ausnahmeregelungen
- Diese erfordern allerdings eine:
 - Überwachung von Wasserstoffgrenzwerten im Netz
 - Evtl. Nachverfolgung des Brennwertes



•● ONTRAS

Stefan Lindner

ONTRAS Gastransport GmbH
Schönauer Landstraße 101
04178 Leipzig
T: +49 341 27111-2761
M: +49 172 443 4327
Stefan.Lindner@ontras.com