

Grundlagen und Anwendungen der Lecksuche mit Trägergasverfahren

Klaus HERRMANN¹, Daniel WETZIG¹
¹ INFICON GmbH, Köln

Kontakt E-Mail: Klaus.Herrmann@inficon.com

Kurzfassung

Die Zahl der industriellen Produkte, die auf Dichtheit geprüft werden müssen, hat in den letzten Jahren zugenommen. Typische Produkte, die auf Dichtheit geprüft werden müssen sind z.B. Teile von Kühlaggregaten oder flüssigkeitsführende Komponenten im Automobilbereich. Die hohen Qualitätsansprüche für diese Produkte erfordern die Detektion kleinster Leckraten in der kürzestmöglichen Messzeit.

Die Vielfalt der zu untersuchenden Produkte erfordert auch eine Vielzahl an Lecksuch-Methoden. Eine dieser Methoden ist das Trägergas Verfahren. Das Prinzip dieses Verfahrens besteht darin, dass ein Spürgas, welches aus dem untersuchten Objekt ausströmt, durch ein zusätzliches Transportgas zum Leckdetektor transportiert wird. Dieser Ansatz hat einige wichtige Vorteile. Mit diesem Verfahren können Teile geprüft werden, die nicht vakuum-tauglich sind. Darüber hinaus können ausgedehnte Objekte, die nicht in Vakuumkammern getestet werden können, auf Dichtheit geprüft werden. Einige Objekte, die Bereiche enthalten, die schwer zugänglich sind, können mit dem Trägergasverfahren schneller geprüft werden.

In diesem Beitrag werden die Grundlagen des Trägergasverfahrens erläutert und es werden die Vorteile anhand von Applikationsbeispielen aus verschiedenen Marktsegmenten und mit verschiedenen Lecksuch- Detektoren vorgestellt.



GRUNDLAGEN UND ANWENDUNGEN DER LECKSUCHE MIT TRÄGERGASVERFAHREN

K. HERRMANN, D. WETZIG,

INFICON KÖLN

7. FACHSEMINAR DICHTHEITSPRÜFUNG UND LECKSUCHE

DGFZP 2016, DORTMUND

Grundlagen und Anwendungen des Trägergasverfahrens

Agenda

- Prinzip der Trägergas Lecksuche
- Trägergas Lecksuche an langen Objekten
- Trägergas Anwendungen mit stabilisiertem Prüfgasuntergrund
 - Clamshell mit Trägergasspülung
- Unterdruck - Trägergas Anwendungen mit T-Guard
- Auswahlkriterien: Wann ist Trägergas Lecksuche sinnvoll ?
- Zusammenfassung

INFICON Produkte + Märkte

| Semi & Vakuum Beschichtung | Sicherheit & Energie | Kälte, Klima & Automobil | Vakuum allgemein |
|----------------------------|--|--------------------------|------------------|
| ■ | Industrial gas analyzers and process control sensors | ■ | ■ |
| ■ | Vacuum gauges and components | ■ | ■ |
| ■ | ■ Leak detectors and service tools | ■ | ■ |
| ■ | Thin film controllers and quartz crystals | | ■ |
| ■ | ■ Chemical identification detectors | | ■ |
| ■ | ■ Micro gas chromatography | | ■ |
| ■ | ■ Sensor integration software | | ■ |

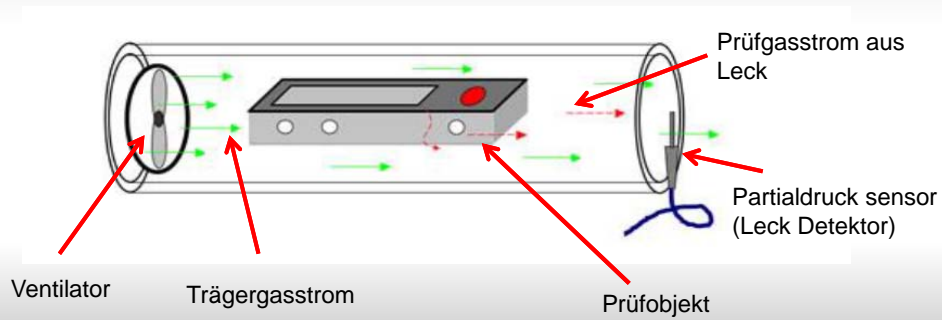
Globale Präsenz

950 Mitarbeiter; Niederlassungen in 17 Ländern
 Der Kundensupport vor Ort ist INFICON's Stärke



Grundlagen und Anwendungen des Trägergasverfahrens

Prinzip der Trägergas Lecksuche



Grundlagen und Anwendungen des Trägergasverfahrens

Formel für die Prüfgaskonzentration

$$c = \frac{Q_{Leck}}{Q_{Trägergas} + Q_{Leck}} (1 - c_0) + c_0$$

- c : Prüfgaskonzentration im Gasstrom
- c_0 : Prüfgaskonzentration im Trägergasstrom (Untergrund)
- Q_{Leck} : Prüfgasstrom aus dem Leck
- $Q_{Trägergas}$: Trägergasstrom

typisch: $Q_{Trägergas} \gg Q_{Leck}$

typisch: $c_0 \ll 1$

$$\Rightarrow c = \frac{Q_{Leck}}{Q_{Trägergas}} + c_0$$

Grundlagen und Anwendungen des Trägergasverfahrens

Formel für Gas – Austauschzeit

$$t_{ex} = \frac{p \cdot V}{Q_{Trägergas} + Q_{Leck}}$$

t_{ex} : Gas - Austauschzeit

p : Kammerdruck

V : Netto-Volumen der Kammer

$$\Rightarrow \text{typisch: } Q_{Trägergas} \gg Q_{Leck} \quad \Rightarrow t_{ex} = \frac{p \cdot V}{Q_{Trägergas}}$$

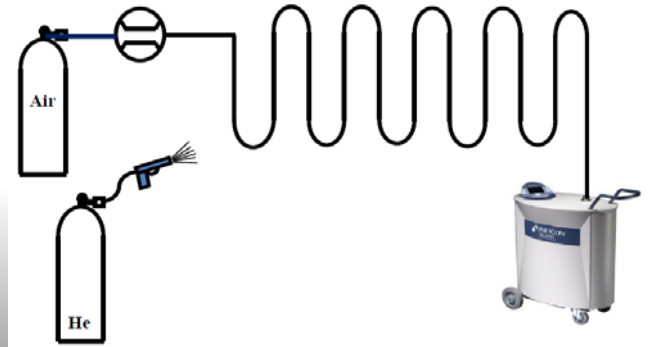
Grundlagen und Anwendungen des Trägergasverfahrens

Trägergas Lecksuche an langen Objekten



Grundlagen und Anwendungen des Trägergasverfahrens

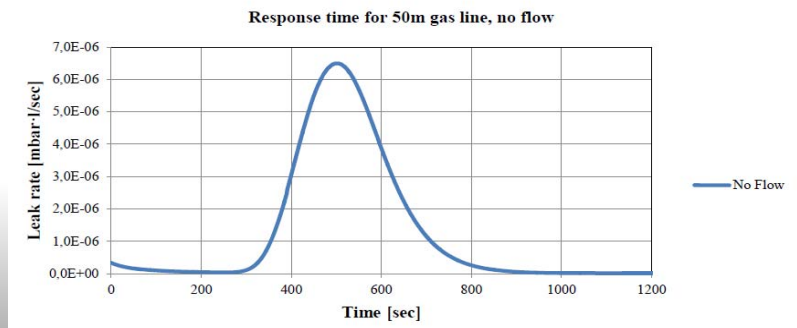
Trägergas Lecksuche an langen Gasrohren mit dem Massenspektrometer – Leckdetektor UL5000



Grundlagen und Anwendungen des Trägergasverfahrens

Test Bedingungen:

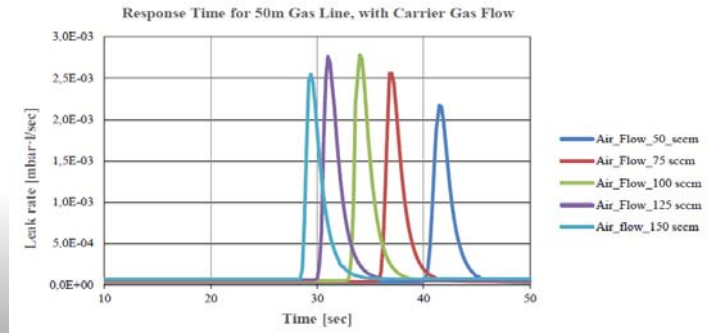
50m Gasrohr, kein Trägergasstrom, He Puls Injektion
2 – 3 sec, 10^{-3} mbar·l/sec, Grobvakuum 1 – 10 mbar



=> Ansprechzeit ohne Trägergas liegt im Bereich von Minuten

Grundlagen und Anwendungen des Trägergasverfahrens

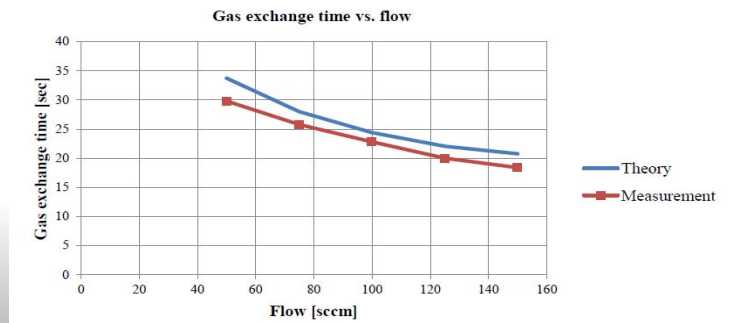
Gas Austauschzeit für 50m Gasrohr für verschiedene Trägergasströme



=> Ansprechzeit mit Trägergas liegt im Bereich von Sekunden

Grundlagen und Anwendungen des Trägergasverfahrens

Vergleich der Gasaustauschzeiten zwischen Experiment und Theorie für 50m Gasrohr für verschiedene Trägergasströme



=> Die Gas-Austauschzeit ist für höhere Trägergasströme reduziert

Grundlagen und Anwendungen des Trägergasverfahrens

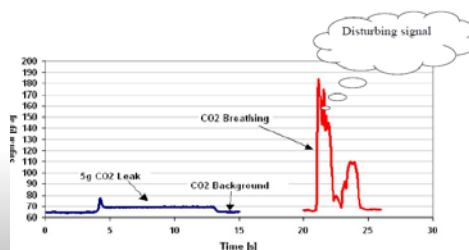
Trägergas Lecksuche an langen Objekten

Vorteile der Trägergas Lecksuche:

- Deutlich schnellere Ansprechzeit im Vergleich zum Vakuumtest
- Höhere Empfindlichkeit der Lecksuche im Vergleich zum Vakuumtest

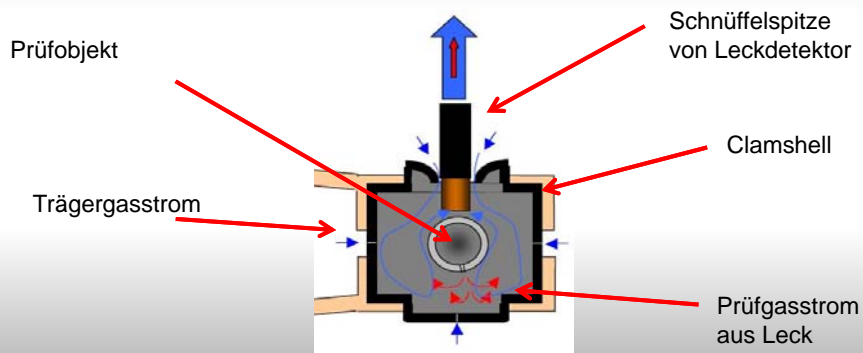
Grundlagen und Anwendungen des Trägergasverfahrens

Trägergas Anwendungen mit stabilisiertem Prüfgasuntergrund - Clamshell mit Trägergasspülung -



Grundlagen und Anwendungen des Trägergasverfahrens

Prinzip des Clamshell Tests

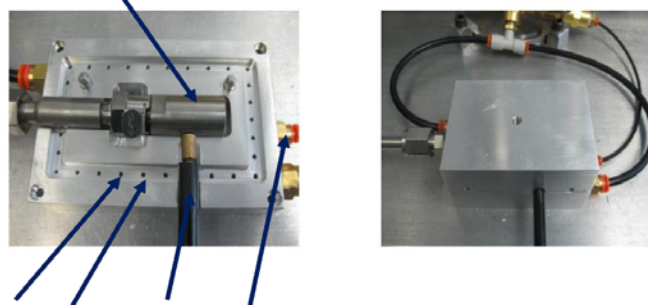


Grundlagen und Anwendungen des Trägergasverfahrens

Trägergas Anwendung mit stabilisiertem Prüfgasuntergrund

Clam Shell mit Trägergasspülung, (Fa.CTS, USA)

Prüfobjekt



Trägergas-Ports

Schnüffel-
spitze

Trägergas-Einlaß

Grundlagen und Anwendungen des Trägergasverfahrens

Trägergas Anwendung mit kontrolliertem Prüfgasuntergrund Clamshell mit Trägergasspülung

Vorteile der Trägergas - Lecksuche mit Clamshells:

- reduziert Falsch-Positive Messergebnisse deutlich
- ermöglicht zuverlässige Messungen mit Helium bis zu 10^{-6} mbar·l/sec auch in Industrieumgebungen

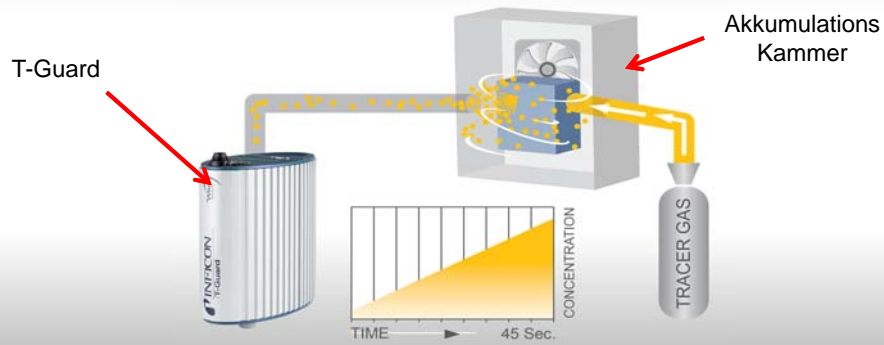
Grundlagen und Anwendungen des Trägergasverfahrens

Unterdruck -Trägergas Anwendungen mit T-Guard



Grundlagen und Anwendungen des Trägergasverfahrens

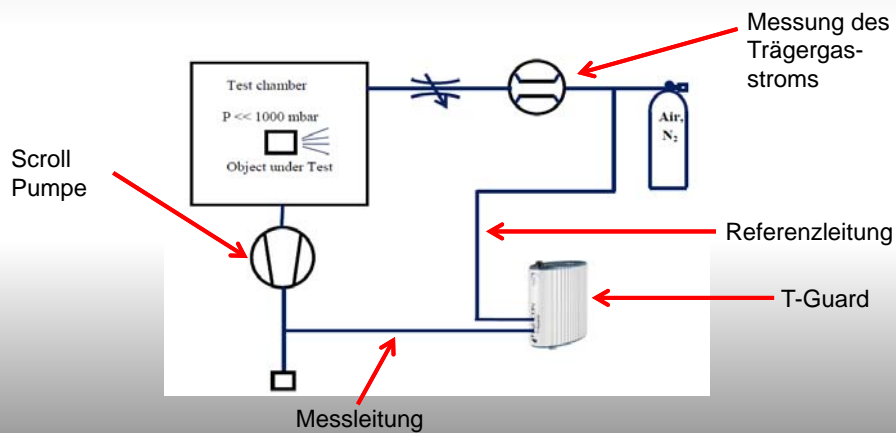
T-Guard – Helium - Leckdetektor für Atmosphärendruck



⇒ Bei Atmosphärendruck kann T-Guard mit der Wise Sensortechnologie Leckraten bis zu 10^{-5} mbar·l/sec messen

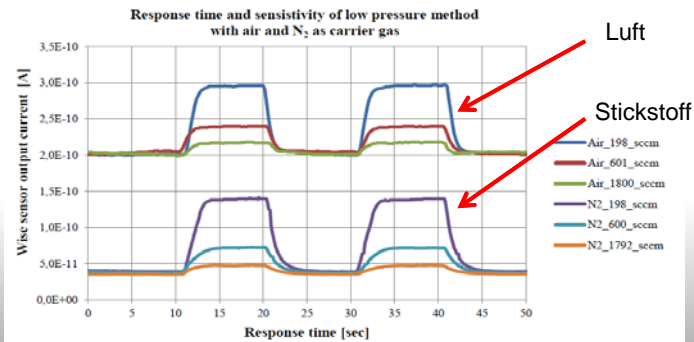
Grundlagen und Anwendungen des Trägergasverfahrens

Unterdruck-Trägergas Anwendungen mit T-Guard



Grundlagen und Anwendungen des Trägergasverfahrens

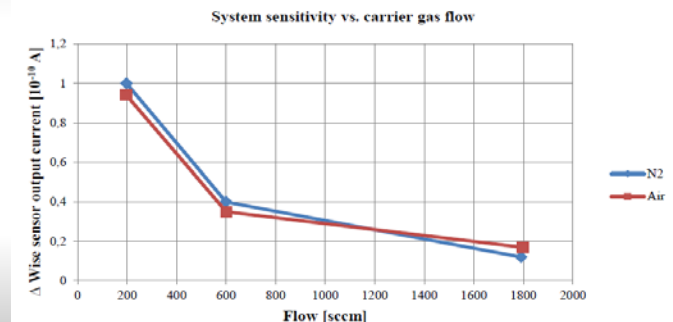
Ansprechzeit und Empfindlichkeit für Luft und Stickstoff als Trägergas



⇒ Stickstoff als Trägergas reduziert den Heliumuntergrund in der Messkammer deutlich

Grundlagen und Anwendungen des Trägergasverfahrens

Empfindlichkeit für Luft und Stickstoff als Trägergas



⇒ Die Empfindlichkeit ist wegen der stärkeren Gasverdünnung reduziert

Grundlagen und Anwendungen des Trägergasverfahrens

Berechnete Gas-Austauschzeiten für Luft und Stickstoff

| Carrier gas: Air | | | Carrier gas: Nitrogen | | |
|--------------------------------|--------|----------------------|--------------------------------|--------|----------------------|
| Q _{carrier_gas} /sccm | P/mbar | T _{ex} /sec | Q _{carrier_gas} /sccm | P/mbar | T _{ex} /sec |
| 198 | 1,03 | 3,1 | 198 | 1,02 | 3,1 |
| 601 | 2,24 | 2,2 | 600 | 2,2 | 2,2 |
| 1800 | 5,72 | 1,9 | 1792 | 5,67 | 1,9 |

=> Die Gas-Austauschzeit ist sehr klein wegen des niedrigen Drucks in der Messkammer

Grundlagen und Anwendungen des Trägergasverfahrens

Unterdruck-Trägergas Anwendungen mit T-Guard

Vorteile der Unterdruck-Trägergas Anwendung:

- Mit der Unterdruck-Trägergas Anwendung kann man mit T-Guard Helium Leckraten bis zu 10^{-7} mbar·l/sec wiederholbar mit Ansprechzeiten von wenigen Sekunden messen

Grundlagen und Anwendungen des Trägergasverfahrens

Auswahlkriterien: Wann ist Trägergas Lecksuche sinnvoll ?

| | Integral - Test | | |
|---|-----------------|-------------|--------------|
| | Trägergas | | Akkumulation |
| | 1000 mbar | Niederdruck | 1000 mbar |
| Ansprechzeit | langsam | schnell | schnell |
| Zykluszeit | langsam | schnell | schnell |
| Signalstärke | gut | sehr gut | gut |
| komplexe Prüfobjekte mit schwer zugänglichen Leckstellen | gut | sehr gut | schlecht |
| einfache Prüfobjekte | gut | sehr gut | sehr gut |
| Größe des Prüfobjekts / Kammervolumen | | | |
| klein | gut | sehr gut | schlecht |
| mittel | gut | gut | gut |
| groß | schlecht | schlecht | schlecht |
| Komplexität der Anwendung und notwendiges Know How | mittel | hoch | niedrig |
| Kosten (Investition) | mittel | hoch | niedrig |

Grundlagen und Anwendungen des Trägergasverfahrens

Zusammenfassung:

- Deutlich schnellere Lecksuche bei ausgedehnten Objekten
- Trägergas Lecksuche mit applikationsspezifischen Vorrichtungen (Clamshells) ermöglicht deutliche Reduzierung von unerwünschten Prüfgaskontaminationen
- Unterdruck-Trägergas Anwendungen reduzieren die Ansprechzeiten signifikant
- Trägergas Lecksuche ermöglicht Lecksuche an komplexen Prüfobjekten mit schwer zugänglichen Leckagestellen

Grundlagen und Anwendungen des Trägergasverfahrens

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit