

Ihnen geht das Helium für Ihre Lecksuche aus? Was ist mit Wasserstoff?

In diesem ersten Teil der FAQ-Sammlung beantworten wir die am häufigsten gestellten Fragen unserer Kunden zum möglichen Wechsel von Helium zu Wasserstoff als Prüfgas.

Teil 1:
Grundlagen



Die wichtigsten Fragen zur Umstellung von Helium auf Wasserstoff als Prüfgas

| | |
|--|---|
| Worum geht es in dieser FAQ-Sammlung? | 3 |
| Was ist der Unterschied zwischen Wasserstoff / Formiergas und anderen Prüfgasen? | 4 |
| Muss ich Sicherheitsmaßnahmen berücksichtigen und welche Grenzen gibt es für Wasserstoff als Prüfgas?..... | 6 |
| Welche Vorteile und Einsatzmöglichkeiten bietet Wasserstoff als Prüfgas?..... | 7 |
| Was kostet Wasserstoff? | 8 |
| Checkliste: Dies sind die wichtigsten Erkenntnisse über Wasserstoff als Prüfgas bei der Lecksuche | 9 |

Möchten Sie sofort loslegen und erfahren, wie Sie Ihre Lecksuche auf Wasserstoff umstellen können?

Dann lesen Sie [Teil 2 „Praktische Tipps“](#) dieser FAQ-Sammlung, der kostenlos auf unserer Wissensplattform zur Verfügung steht:

Teil 2 enthält:

- Wie Sie Ihren Lecksucher auf die Umstellung von Helium auf Wasserstoff als Prüfgas vorbereiten.
- Welche Leistung Sie in Bezug auf Hintergrund, Empfindlichkeit und Prüfgeschwindigkeit erwarten können.
- Wie Sie Ihre Prüfgaskosten in der Lecksuche alternativ reduzieren können.

Worum geht es in dieser FAQ -Sammlung?

Dichtheitsprüfungen spielen nicht nur für unsere tägliche Sicherheit und den Umweltschutz eine wichtige Rolle, sondern auch für die Zuverlässigkeit von Produktionsprozessen und die Qualität unserer Alltagsprodukte. Sie stellen einen wichtigen Schritt in der Qualitätskontrolle eines Produktes dar, beispielsweise in der Automobilindustrie, in der Pharmaindustrie und bei Zukunftstechnologien wie der Elektromobilität. Das am häufigsten verwendete spezifische Prüfgas zur Lecksuche ist Helium. In den letzten Jahren gab es regelmäßig Meldungen, dass die weltweite Verfügbarkeit von Helium sinkt, während die Nachfrage steigt. Dadurch ist der Preis rapide gestiegen und die Verteilung priorisiert. Der Einsatz von flüssigem Helium in Kernspintomographen oder in gasförmiger Form als Zusatz zu Atemgasen genießt höhere Priorität als der industrielle Einsatz. Es besteht allgemeine Besorgnis über eine Unterbrechung der Helium-Lieferkette und die daraus resultierende (kostspielige) Unterbrechung der Dichtheitsprüfungen in der Produktion, obwohl diese nur circa 4–5% der Weltjahresproduktion von Helium verbraucht.

Aufgrund dieser Lieferkettenproblematik werden alternative Prüfgase gesucht. Eine der wichtigsten Ersatzlösungen ist „Formiergas 95/5“ (95% Stickstoff – N_2 /5% Wasserstoff – H_2), das sich wegen seines geringeren Preises und seiner hohen Verfügbarkeit immer größerer Beliebtheit erfreut. Über die zu erreichenden Ergebnisse von Dichtheitsprüfungen mit Formiergas sowie Potenziale und Grenzen der Anwendung dieses Prüfgases liegen jedoch noch wenige veröffentlichte Informationen vor.

In Teil 1: und 2 dieser FAQ-Sammlung werden deshalb die Möglichkeiten und Grenzen von Formiergas als Prüfgas für die Dichtheitsprüfung erläutert. Für den erfolgreichen Einsatz ist es besonders wichtig, die Eigenschaften, die Vorteile und Aspekte wie Sicherheitsmaßnahmen und Kalibrierung des Gasgemisches zu verstehen. Den Abschluss dieser FAQ-Sammlung bildet eine Checkliste. Diese Checkliste fasst die FAQ-Sammlung zusammen und unterstützt Sie bei einem potenziellen Wechsel von Helium zu Formiergas als Prüfgas.

Für tiefergehende Fragen und weiteren Beratungsbedarf stehen Ihnen die Anwendungsexperten von Pfeiffer Vacuum gerne zur Verfügung:
leak-testing-services@pfeiffer-vacuum.com

Was ist der Unterschied zwischen Wasserstoff/ Formiergas und anderen Prüfgasen?

Wasserstoff ist das häufigste Element im Universum und das dritthäufigste auf der Erde. Es ist ungiftig und hat kein direktes Treibhauspotenzial. Es handelt sich um ein natürlich vorkommendes Gas und kann mit sehr einfachen Methoden hergestellt werden. Tatsächlich produzieren wir alle geringe Mengen Wasserstoff in unserem Magen! Zur Herstellung von Wasserstoff werden großtechnische Verfahren wie die Dampfreformierung von Kohlenwasserstoffen oder die Rückgewinnung von Nebenprodukten in der chemischen Produktion eingesetzt. Für die lokale Nutzung kann Wasserstoff beispielsweise durch Zersetzung von Säuren oder Elektrolyse hergestellt werden.

Die natürliche Wasserstoffkonzentration in Luft beträgt 0,5 ppm. Mit einem Kernabstand von 74,14 pm und einem Molekülradius von 120 pm ist Wasserstoff das kleinste Molekül, was ihm eine vergleichsweise einfache Durchdringung von Festkörpern (Permeation) erlaubt. Bei der Lecksuche wird Wasserstoff hauptsächlich in Form des Formiergases 95/5 eingesetzt – einem Gasgemisch aus 5% H₂ und 95% N₂. In einigen Fällen kann Wasserstoff in höherer Konzentration eingesetzt werden – beispielsweise für Tanktests in Brennstoffzellenanwendungen mit bis zu 100% reinem Wasserstoff.



Ein weiteres Prüfgas, oft als das einfachste Prüfgas in der Lecksuche bezeichnet, ist Luft. Die Prüfobjekte werden mit Druckluft unter Überdruck gesetzt und der Druckabfall mit einem einfachen Absolutdruck-Messgerät detektiert. Es gibt einige Varianten dieser Methode, z. B. die Differenzdruckprüfung oder die Druckanstiegsprüfung, die beide eine etwas niedrigere Nachweisgrenze bieten. Neben den geringeren Anschaffungs- und Betriebskosten und dem einfachen Aufbau hat die Dichtheitsprüfung mit Luft einige Nachteile. Umwelteinflüsse wie Temperaturänderungen können die Messung beeinflussen. Die begrenzte Empfindlichkeit ist für anspruchsvollere Anwendungen nicht geeignet. Darüber hinaus ist es mit der Druckabfall- oder Druckanstiegs- methode nicht möglich, ein Leck zu lokalisieren.

Zur Erfüllung höherer Ansprüche an die Dichtheitsprüfung ist es notwendig, die Selektivität für die Leckortung und die Empfindlichkeit für Leckageratenmessungen zu optimieren. Möglicherweise besteht auch Bedarf an einer schnelleren Methode als den luftbasierten Lecksuchmethoden. All diese Anforderungen führen zum Einsatz spezieller Prüfgase. Das gebräuchlichste Prüfgas für die Dichtheitsprüfung ist Helium, gefolgt von Wasserstoff in Form des Formiergases 95/5. In diesem Gemisch ist der Wasserstoff so stark verdünnt, dass er weder explosiv noch brennbar und somit als Prüfgas unbedenklich ist.

Andere Prüfgase sind oft auch Betriebsmittel in speziellen Anwendungen. Dazu zählen verschiedene Kältemittel in der HVAC-R-Industrie oder Schwefelhexafluorid SF₆ in Schaltanlagen. Alle diese Gase stammen entweder aus endlichen Quellen, sind teuer in der Herstellung, umweltschädlich oder gar toxisch. Dies unterscheidet sie deutlich von Wasserstoff.

Um für eine industrielle Dichtheitsprüfung verwendet zu werden, muss ein Prüfgas mehrere Anforderungen erfüllen:

- Niedrige Umgebungskonzentration
- Hochempfindliche Detektortechnologie
- Hochselektive Sensortechnologie
- Umweltfreundlich
- Inert
- Ungiftig
- Erschwinglich
- Gut verfügbar

Der überwiegende Teil der Anforderungen wird vom vorherrschenden Prüfgas Helium perfekt erfüllt, aber Kosten und Verfügbarkeit sind temporär zu einer Herausforderung geworden. Dies ist bei Formiergas 95/5 nicht der Fall. Ob die anderen Anforderungen an Prüfgase ebenso gut erfüllt werden wie bei Helium, werden wir in den folgenden Kapiteln behandeln.

Muss ich Sicherheitsmaßnahmen berücksichtigen und welche Grenzen gibt es für Wasserstoff als Prüfgas?

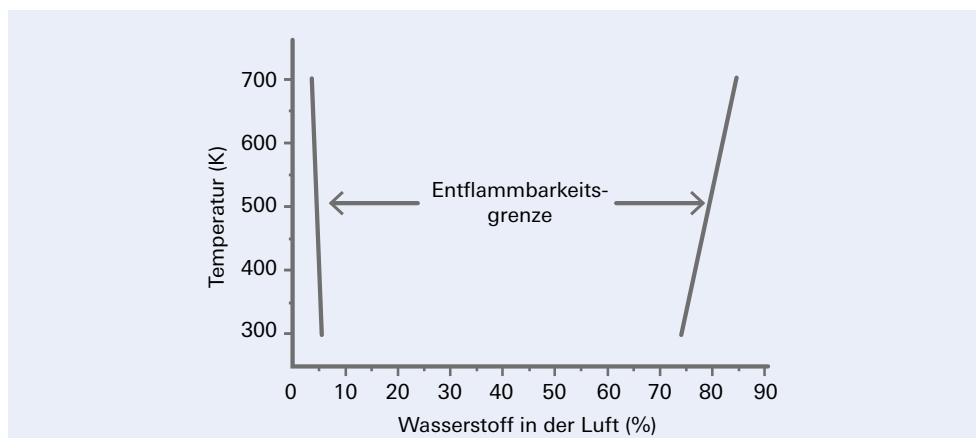
Tatsächlich ist Wasserstoff im Konzentrationsbereich zwischen 4% und 77% in Luft oder Sauerstoff brennbar und kann nur im Bereich von 18% bis 59% in Luft oder Sauerstoff explodieren. Die folgende Abbildung zeigt die Entflammargrenzen von Wasserstoff in Abhängigkeit von der Temperatur.

„Wasserstoff ist explosiv und wir wollen ihn nicht in unserer Produktion verwenden“

Durch die Verwendung von vorverdünntem Wasserstoff kann der brennbare Konzentrationsbereich vollständig vermieden werden. In industriellem Maßstab erhältliche Wasserstoff-Stickstoff-Gemische werden beispielsweise häufig als Schutzgase für Schweißzwecke verwendet. Daher kann Wasserstoff bei starker Verdünnung bedenkenlos zur Dichtheitsprüfung eingesetzt werden. Eine geeignete Konzentration ist die Standardmischung aus 5% Wasserstoff und 95% Stickstoff, die in Industriequalität bei den meisten Gaslieferanten erhältlich ist. Gemäß der internationalen Norm ISO 10156 gelten Wasserstoff-Stickstoff-Gemische, deren Wasserstoffgehalt weniger als 5,5% beträgt, als nicht brennbar, unabhängig davon, wie dieses Gemisch mit Luft vermischt wird.

Bei der Verwendung des empfohlenen Prüfgesetzes sind jedoch drei wesentliche Sicherheitsaspekte zu beachten:

1. Komprimiertes Gas enthält erhebliche Energiemengen. Dies gilt für alle komprimierten Gase, einschließlich Luft. Daher kann ein Defekt an Anschlüssen, Schläuchen oder zugehörigen Komponenten zu schweren Verletzungen führen.
2. Im Prüfgasgemisch fehlt Sauerstoff. Wenn große Mengen dieses Gases in enge Räume gelangen, verdrängt es den Sauerstoff und es besteht Erstickungsgefahr. Dies gilt für alle sauerstofffreien Gase wie Stickstoff und Helium.
3. Reiner Wasserstoff ist sowohl brennbar als auch explosiv. Daher ist es wichtig, immer die H_2 -Konzentration auf der Druckgasflasche zu überprüfen.



Entflammargrenze von Wasserstoff in Abhängigkeit von der Temperatur

Welche Vorteile und Einsatzmöglichkeiten bietet Wasserstoff als Prüfgas?

Der Einsatz von Wasserstoff als Prüfgas zur Lecksuche bietet mehrere Vorteile und ist somit eine geeignete Alternative zum teureren Helium. Unter den spezifischen Prüfgasen ist Wasserstoff die kostengünstigste Option. Doch nicht nur die Wirtschaftlichkeit macht Wasserstoff so attraktiv, auch seine spezifischen Eigenschaften machen ihn gut geeignet für die Lecksuche:

- 1. Leichtigkeit:** Aufgrund des geringen Gewichts und der damit verbundenen hohen thermischen Geschwindigkeit von Wasserstoff können seine Moleküle leicht in enge Räume eindringen und Lecks problemlos erkennen. Aus demselben Grund kann es schwierig sein, Wasserstoff abzupumpen, was im Vergleich zu Helium zu einer längeren Signalerholzeit nach einer Dichtheitsprüfung führt. Es ist wichtig, diesen Punkt zu berücksichtigen und den Prozess gegebenenfalls anzupassen.
- 2. Sicherheit:** Da Wasserstoff ein natürlich vorkommendes Element ist, stellt er für Personen kein Gesundheitsrisiko dar, die das Prüfgas in verdünnter Form verwenden.
- 3. Umweltfreundlichkeit:** Bei der Verwendung als Prüfgas erzeugt Wasserstoff keine schädlichen Emissionen, was ihn zu einer umweltfreundlichen Wahl macht.

In der folgenden Tabelle sind die Eigenschaften von Helium und Wasserstoff in Bezug auf ihre Eignung als Prüfgase zusammengefasst:

| Eigenschaften | Helium | Wasserstoff |
|------------------------------|--|---|
| Umgebungskonzentration | 5 ppm in der Luft | 0,5 ppm in der Luft* |
| Sensortechnologie | Massenspektrometrie | Massenspektrometrie, andere |
| Nachweisgrenze Vakuumtest | $Q < 5 \cdot 10^{-12}$ mbar · l/s | $Q < 5 \cdot 10^{-6}$ mbar · l/s |
| Nachweisgrenze Schnüffeltest | $Q < 5 \cdot 10^{-6}$ mbar · l/s | $Q < 5 \cdot 10^{-5}$ mbar · l/s |
| Selektivität | sehr hoch, keine Querempfindlichkeit auf Masse 4u | hoch, natürliche Gasquellen auf Masse 2u |
| Umweltfreundlichkeit | Edelgas, natürlich in der Luft, kein direktes Treibhauspotenzial | Natürlich in der Luft, kein direktes Treibhauspotenzial |
| Kosten | Mittel-Hoch | Niedrig |
| Sicherheit | Inert, nicht brennbar, nicht explosiv | Nicht brennbar und nicht explosiv in Gasgemischen unterhalb der unteren Explosionsgrenze (z. B. Formiergas) |
| Verfügbarkeit | Mittel bis niedrig | Hoch |

* Kann für Industrieumgebungen abweichen

Insgesamt bieten Wasserstoff und Helium als Prüfgase für die Lecksuche verschiedene Vorteile. Die Entscheidung, eines der Gase zu verwenden, hängt von den spezifischen Anforderungen der Lecksuche, den verfügbaren Ressourcen und der Art der zu prüfenden Objekte ab.

Was kostet Wasserstoff?

Der Hauptgrund für die Attraktivität von Wasserstoff als Prüfgas ist sein vergleichsweise geringer Preis und seine hervorragende Verfügbarkeit. Seit 2006 kam es weltweit zu mindestens drei Heliumengpässen und von 2006 bis 2019 zu insgesamt sieben Jahren Knappheit! Mit dieser Verknappung einhergehend ist ein deutlicher Preisanstieg zu beobachten.

Eine Analyse der Verbraucherpreise zeigt, dass der Preis pro Kubikmeter Helium oft drei- bis viermal höher ist als der Preis pro Kubikmeter Formiergas – abhängig von der Reinheit des verwendeten Heliums!



Der Preis für Helium ist im Vergleich zu Formiergas oft drei- bis viermal höher

Checkliste: Dies sind die wichtigsten Erkenntnisse über Wasserstoff als Prüfgas bei der Lecksuche

- Bleiben Sie auf der sicheren Seite!** Verwenden Sie immer verdünnten Wasserstoff mit einer Konzentration $< 5\%$, achten Sie auf den sicheren Umgang mit Druckbehältern und lüften Sie den Prüfraum.
- Ist es machbar?** Bevor Sie Ihr Dichtheitsprüfverfahren mit Wasserstoff/ Formiergas entwickeln, sollten Sie sich vergewissern, dass Sie die erforderliche Empfindlichkeit erreichen können: Wasserstoff hat höhere Nachweisgrenzen als Helium!
- Kosten niedrig und Verfügbarkeit hoch halten!** Wasserstoff ist wesentlich billiger und leichter zu beschaffen als Helium.
- Entscheiden Sie sich für die richtige Methode!** Verschiedene Methoden und verschiedene Prüfgase bieten unterschiedliche Empfindlichkeiten, unterschiedliche erreichbare Zykluszeiten usw. Stellen Sie sicher, dass Sie die richtige Methode für Ihre individuellen Bedürfnisse auswählen.
- Achten Sie auf Genauigkeit!** Achten Sie bei der Änderung Ihres Prüfrezepts auf die korrekte Umrechnung. Stellen Sie sicher, dass eine regelmäßige Kalibrierung in Ihren Prozess integriert ist.
- Bleiben Sie in Verbindung!** Wenden Sie sich im Zweifelsfall an Pfeiffer Vacuum, unser Spezialistenteam hilft Ihnen gerne weiter: leak-testing-services@pfeiffer-vacuum.com



Your Success. Our Passion.

Wir geben jeden Tag unser Bestes
für Sie – weltweit!

Sie suchen eine optimale
Vakuumlösung?
Sprechen Sie uns an:

Pfeiffer Vacuum GmbH
Germany
T +49 6441 802-0



Irrtümer und/oder Änderungen vorbehalten. Pl. 0564 PDE (April 2024/0)

Folgen Sie uns auf Social Media
#pfeiffervacuum



www.pfeiffer-vacuum.com

PFEIFFER  **VACUUM**