

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

In diesem zweiten Teil der FAQ-Sammlung geben wir Ihnen wertvolle Tipps an die Hand, wenn Sie von Helium zu Wasserstoff als Prüfgas wechseln möchten.

Teil 2:
Praktische Tipps



Die wichtigsten Fragen zur Umstellung von Helium auf Wasserstoff als Prüfgas

Worum geht es in dieser FAQ-Sammlung?	3
Für welche Lecksuchmethode kann ich Wasserstoff verwenden und mit welcher Empfindlichkeit kann ich rechnen?.....	4
Welche Leistung kann ich hinsichtlich Hintergrund und Testgeschwindigkeit erwarten?	5
Wie rechne ich die Helium-Leckagerate in eine Wasserstoff-Leckagerate um?	6
Kann ich meinen aktuellen Helium-Lecksucher für die Lecksuche mit Wasserstoff verwenden?	8
Wie kann ich meinen Lecksucher mit Wasserstoff als Prüfgas kalibrieren?	9
Was kann ich tun, wenn ich Wasserstoff als Prüfgas nicht verwenden kann, ich aber trotzdem meine Prüfgaskosten senken möchte?.....	10
Checkliste: Dies sind die wichtigsten Erkenntnisse über Wasserstoff als Prüfgas bei der Lecksuche.....	11

Zurück zu den Grundlagen? [Teil 1 "Grundlagen"](#) dieser FAQ-Sammlung ist kostenlos in unserem Download Center erhältlich:

Dort erfahren Sie:

- Welche Eigenschaften das Prüfgas Wasserstoff hat
- Welche Einschränkungen Wasserstoff bei der Dichtheitsprüfung hat
- Was Wasserstoff kostet

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.

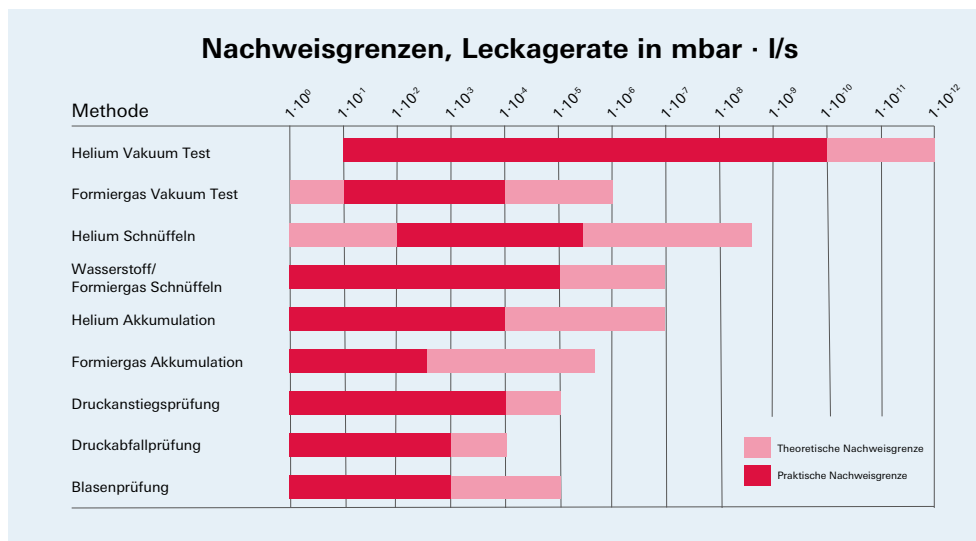
Für tiefere Fragen und weiteren Beratungsbedarf stehen Ihnen die Anwendungsexperten von Pfeiffer Vacuum gerne zur Verfügung:
leak-testing-services@pfeiffer-vacuum.com

Für welche Lecksuchmethode kann ich Wasserstoff verwenden und mit welcher Empfindlichkeit kann ich rechnen?

Zunächst sollte man die Anwendung nach dem Einsatz von Wasserstoff oder Formiergas unterscheiden. Das unverdünnte Gas wird zum einen als Prozessgas eingesetzt, zum anderen ist der Einsatz von reinem Wasserstoff in Regelwerken zur Zulassungsprüfung medienführender Komponenten in der Wasserstoffwirtschaft gefordert. In einer industriellen Dichtheitsprüfung wird meist Wasserstoff als 5%-ige Verdünnung in Stickstoff eingesetzt, als Formiergas 95/5.

Die Dichtheitsprüfung mit Wasserstoff bietet einige Vorteile, ist jedoch nicht für die Lecksuche in allen Anwendungen geeignet. Die folgende Tabelle zeigt die Nachweisgrenzen, die mit verschiedenen Methoden und den Prüfgasen Helium und Wasserstoff erreicht werden können. Dies sollte berücksichtigt werden in Abhängigkeit von der Leckagerate und dem Signal-zu-Rausch-Verhältnis, die Sie messen möchten. Das Verhältnis des Nutzsignals (der zu messenden Leckagerate) zum Rauschen (dem Signaluntergrund) sollte konservativ betrachtet mindestens 10:1 sein. Eine Auslegung mit kleineren Verhältnissen ist möglich, muss aber immer noch eine eindeutige Unterscheidung des Nutzsignals vom Rauschen ermöglichen. Dies hat einen Einfluss auf die Messmittel- und Prozessfähigkeit einer Serienprüfanlage.

In der nachfolgenden Abbildung sind die theoretischen und praktischen Nachweisgrenzen verschiedener Lecksuchmethoden mit Wasserstoff/Formiergas, Luft und Helium dargestellt.



Welche Leistung kann ich hinsichtlich Hintergrund und Testgeschwindigkeit erwarten?

Bei Verwendung von Wasserstoff ist das Hintergrundsignal des Lecksuchers höher als bei Helium. Typische Werte für massenspektrometrische Lecksucher sind:

- Nach dem Einschalten: niedriger 10^{-5} mbar·l/s Bereich
- Nach 2–3 Stunden: mittlerer bis niedriger 10^{-6} mbar·l/s Bereich

Diese Werte gelten sowohl für einen Lecksucher im Schnüffelmodus als auch für einen Lecksucher im Vakuummodus. Tatsächlich ist der Hintergrund im Gegensatz zu Helium unabhängig von der Testmethode, da er von den internen Komponenten des Lecksuchers dominiert ist. Diese Werte sind jedoch nur Richtwerte: Die unmittelbare Umgebung des Lecksuchers sowie der Zustand seiner Komponenten, z. B. der Vorvakuumpumpe, haben großen Einfluss auf den erreichbaren Hintergrund.

Im Hinblick auf das Hintergrundsignal ist es außerdem wichtig, die Lecksuche in einem Bereich zu betreiben, in dem keine anderen Wasserstoffquellen existieren, wie zum Beispiel:

- Schweißprozesse unter Schutzgas (Formiergas)
- Zerspanende Aluminiumverarbeitung
- Batterieladestationen
- Abgase von Verbrennungsmotoren

Dies sind einige der bekannten Wasserstoffquellen. Wenn diese die unmittelbare Umgebung des Lecksuchers verunreinigen, können sie zu Messfehlern führen. In Tabellenwerken wird die Wasserstoffkonzentration in Luft mit einem Wert von 0,5 ppm angegeben. Diese kann bei Kombination der oben genannten Umwelteinflüsse jedoch durchaus Werte von über 100 ppm erreichen, was zu einem höheren Untergrundsignal speziell bei Schnüffel- und Akkumulationsmessungen führen kann.

Die Testgeschwindigkeit bei Schnüffelanwendungen ist bei der Verwendung von Wasserstoff bzw. Formiergas und Helium annähernd gleich. Die DIN EN ISO schreibt hier Werte von maximal 20 mm/s bei einem Abstand von maximal 1 mm vor. Industrielle Anwendungen stellen hier oft höhere Ansprüche, die neben einer Analyse des Prozessgases auch die Betrachtung der Gerätetechnik erfordert. Speziell das Saugvermögen der Schnüffelsonde hat einen hohen Einfluss auf die mögliche Verfahrensgeschwindigkeit.

In Vakuumverfahren ist Helium das dominierende Prüfgas. Dies hängt nicht nur mit dem niedrigeren Signaluntergrund für Helium zusammen, sondern auch mit der höheren thermischen Geschwindigkeit des leichten Wasserstoffs und damit speziell bei niedrigen Prüfdrücken einer verlängerten Signalanstiegs- und Erholzeit. Dies begrenzt den Einsatz von Formiergas oftmals auf Leckageraten oberhalb von $1 \cdot 10^{-4}$ mbar·l/s bei nicht allzu zeitkritischen Prozessen.

Wie rechne ich die Helium-Leckagerate in eine Wasserstoff-Leckagerate um?

Formiergas wird meist in einem Empfindlichkeitsbereich eingesetzt, in dem laminar-viskose Strömungsbedingungen durch einen Leckkanal herrschen. Damit sind bei der Umrechnung der Helium-Leckagerate in eine Wasserstoff-Leckagerate zwei Faktoren zu berücksichtigen:

- Die dynamische Viskosität
- Die Prüfgaskonzentration von Wasserstoff

Einfluss von dynamischer Viskosität

Beim Wechsel von einem Prüfgas zu einem anderen ändert sich das Fließverhalten des Prüfmediums durch das Leck. Daher wird es einen Einfluss durch die Zähigkeit des Gases beziehungsweise durch seine dynamische Viskosität geben.

Bei der Umrechnung von Helium auf Wasserstoff im laminar-viskosen Strömungsbereich sollten Sie die Leckagerate multiplizieren mit:

- Dem Kehrwert des Verhältnisses der dynamischen Viskositäten beider Gase

$$\frac{\text{Leckagerate Helium}}{\text{Leckagerate Wasserstoff}} = \frac{\text{Dynamische Viskosität Wasserstoff}}{\text{Dynamische Viskosität Helium}}$$

Wegen des oben angesprochenen dominierenden Strömungsregimes vernachlässigen wir weitere Strömungsbereiche, wie z. B. den molekularen Strömungsbereich.

In dieser Tabelle sind die unterschiedlichen Werte der dynamischen Viskositäten für reinen Wasserstoff, Formiergas und Helium aufgeführt:

Name	Gas	Summen- oder Strukturformel	Dynamische Viskosität [μ Pa · s]
Wasserstoff	H ₂	H ₂	8,9
Formiergas 95/5	95% N ₂ , 5% H ₂	95% N ₂ , 5% H ₂	17,5
Helium	He	He	19,1

Dynamische Viskosität bei 20°C

Die dynamische Viskosität von reinem Helium beträgt $19,1 \mu\text{Pa} \cdot \text{s}$ und die dynamische Viskosität von Formiergas 95/5 beträgt $17,5 \mu\text{Pa} \cdot \text{s}$ (nach DGZfP DP 01 bei 20°C). Daher muss bei der Umstellung auf Formiergas die Helium-Leckagerate mit dem Faktor 1,1 multipliziert werden.

Dieser Ansatz berücksichtigt den Fluss des jeweiligen Mediums durch einen gegebenen Defekt. Aufgrund der unterschiedlichen Prüfgaskonzentrationen von Helium und Formiergas 95/5 (siehe folgender Absatz) sowie Druck- und Temperaturänderungen können zusätzliche Korrekturen erforderlich sein.

- Bei Berechnungen passieren schnell Fehler: Zögern Sie nicht, das Expertenteam von Pfeiffer Vacuum zu kontaktieren, wir übernehmen die Berechnungen gerne für Sie!

Einfluss der Prüfgaskonzentration

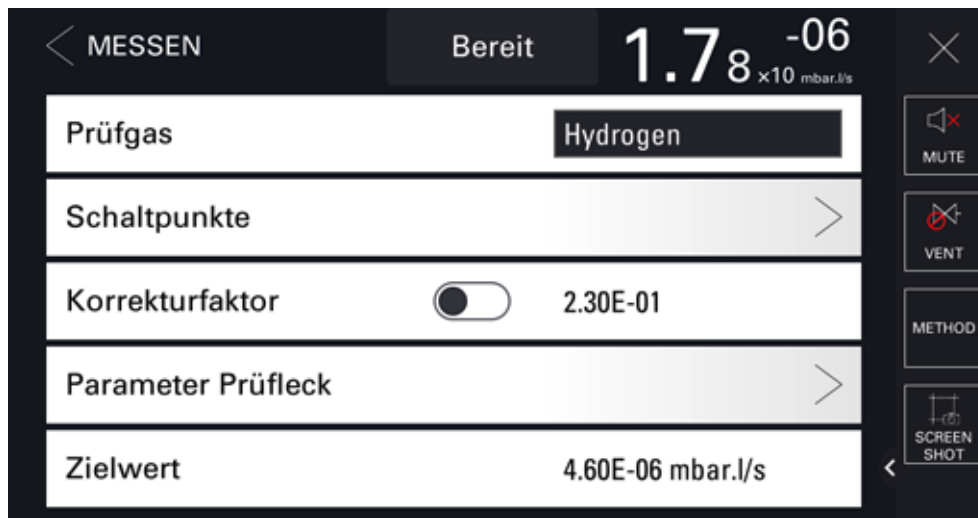
Da Wasserstoff häufig in verdünnter Form unterhalb der Explosionsgrenze eingesetzt wird, muss der Einfluss seiner Verdünnung berücksichtigt werden. Für Formiergas 95/5 muss zur Kompensation ein **Faktor von 20** auf das Signal angewendet werden.

- Die dynamische Viskosität von Wasserstoff ist deutlich niedriger als diejenige von Formiergas. Beachten Sie dabei unbedingt, auf welches Medium Sie Ihre Spezifikation beziehen!

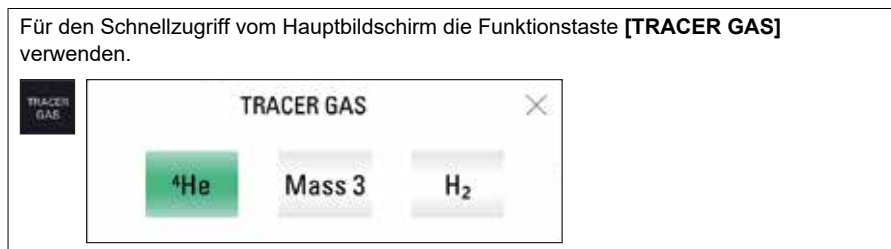
Lecksucher von Pfeiffer Vacuum sind in der Lage, den Korrekturfaktor direkt in die Messung einzubeziehen. Durch Aktivieren und Einstellen des Korrekturfaktors berücksichtigt das angezeigte Signal die Konzentration des Prüfgases.

Kann ich meinen aktuellen Helium-Lecksucher für die Lecksuche mit Wasserstoff verwenden?

Alle aktuellen Prüfgas-Lecksucher von Pfeiffer Vacuum sind in der Lage, Wasserstoff zu messen. Der Wechsel von Helium zu Wasserstoff als Prüfgas gelingt schnell mit wenigen einfachen Einstellungen. Sie müssen lediglich auf das Menü „Messen“ klicken und im Abschnitt „Prüfgas“ das Prüfgas auswählen, das Sie verwenden möchten.



Tipp: Nutzen Sie die Funktionstaste „Prüfgas“ für den Schnellzugriff vom Hauptbildschirm Ihres Lecksuchers:



Hinweis: Die Anzeige kann je nach Version und Spracheinstellung variieren, siehe Bedienungsanleitung.

Wie kann ich meinen Lecksucher mit Wasserstoff als Prüfgas kalibrieren?

Für die Kalibrierung mit Wasserstoff ist ein externes Testleck erforderlich. Eine Kalibrierung ist sowohl im Vakuum- als auch im Schnüffelmodus des Lecksuchers möglich. Aufgrund des natürlichen Hintergrunds von Lecksuchern bei Einstellung auf Wasserstoff wird die Verwendung eines Lecks mit einem Wert $> 5 \cdot 10^{-5}$ mbar·l/s empfohlen, um ein gutes Signal-zu-Rausch-Verhältnis zu erzielen. Einzelheiten zur Kalibrierung finden Sie in der Bedienungsanleitung des jeweiligen Lecksuchers.

Jeder Anwendungsfall stellt andere Anforderungen. Wenden Sie sich gerne an das Expertenteam von Pfeiffer Vacuum, um die für Ihre Anwendung geeignete Lösung zu ermitteln.



Mit einem externen Testleck für Wasserstoff lässt sich der Lecksucher kalibrieren.

Was kann ich tun, wenn ich Wasserstoff als Prüfgas nicht verwenden kann, ich aber trotzdem meine Prüfgaskosten senken möchte?

Um Ihren Heliumverbrauch und damit Ihre Prüfgaskosten zu senken, können Sie mehrere Alternativen in Betracht ziehen, ohne das von Ihnen verwendete Prüfgas zu wechseln. Die erste Alternative besteht darin, in eine Helium-Rückgewinnungseinheit (HRU) zu investieren. Abhängig von den Parametereinstellungen und der Heliumdichtheit der angeschlossenen Testsysteme können HRUs bis zu 98% des Heliums zurückgewinnen. Auch wenn anfängliche Investitionskosten anfallen, kann die Amortisation auf lange Sicht interessant sein, insbesondere wenn Ihr Heliumverbrauch hoch ist.

Eine weitere Alternative ist die Verwendung von verdünntem Helium: Tatsächlich ist für die Dichtheitsprüfung nicht immer eine hohe Prüfgaskonzentration erforderlich, und es kann eine verdünnte Mischung verwendet werden. Zögern Sie nicht, Ihren Gaslieferanten zu kontaktieren, um mehr über Alternativen zu erfahren.



Der Einsatz von verdünntem Helium als Prüfgas in der Lecksuche kann zur Senkung der Kosten führen.

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. PI 0665 PDE (April 2024/0)

Folgen Sie uns auf Social Media
#pfeiffervacuum



www.pfeiffer-vacuum.com

PFEIFFER  **VACUUM**