



# TIPPS UND TRICKS VOM EXPERTEN

## Lecksuche – Prinzipien, Einsatz, Methoden

Globale Erwärmung, Klimawandel, Treibhauseffekt – die Auswirkungen unseres modernen, industrialisierten Lebens auf die Umwelt sind enorm. Als Konsequenz werden die Umweltauflagen für Industrieunternehmen immer mehr verschärft: Emissionen von umweltschädlichen Gasen und Flüssigkeiten müssen reduziert, Belastungen durch Kältemittel, Abgase oder Treibmittel minimiert werden. In diesem Zusammenhang sind in den letzten Jahren auch die Anforderungen an die Dichtheit von Bauteilen und Komponenten in der Industrie kontinuierlich gestiegen.

Diese Prüfung auf Dichtheit – die sogenannte Lecksuche – ist unverzichtbar, da Unternehmen die geforderten Dichtheitspezifikationen ohne den Einsatz verschiedenster Lecksuchmethoden nicht einhalten können. Abhängig von der

geforderten Dichtheit sind verschiedene Methoden verfügbar (Tabelle 1).

In vielen Fällen reicht eine qualitative Prüfung, die lediglich die Existenz eines Lecks anzeigt, nicht aus. Zusätzlich muss auch eine Aussage über die Leckrate getroffen werden, um die geforderten Qualitäts- und die Kundenvorgaben zu erfüllen. Die meisten bekannten Lecksuchmethoden scheiden – wie in der letzten Spalte von Tabelle 1 gezeigt – vor diesem Hintergrund aus.

Zum quantitativen Nachweis von Leckagen sind somit nur die Schnüffel- und Trägergaslecksuche (zum Beispiel mit Helium) sowie Druckabfall- und Druckanstiegsmethoden geeignet. Bei der Druckabfall- und -anstiegsmethode ist die Nachweis-

Methode	Prüfgas	Kleinste nachweisbare Leckrate		Druckbereich	Quantitative Messung
		Pa·m <sup>3</sup> /s	g/a R134a		
Schaumbildende Flüssigkeiten	Luft und andere	10 <sup>-3</sup>	7 · 10 <sup>-1</sup>	Überdruck	Nein
Ultraschall-Mikrofon	Luft und andere	10 <sup>-1</sup>	70	Überdruck	Nein
Wärmeleitfähigkeits-Lecksucher	Andere Gase außer Luft	10 <sup>-2</sup> – 10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-1</sup> – 7	Überdruck und Vakuum	Nein
Halogen-Lecksuche	Halogenhaltige Substanzen	10 <sup>-4</sup> (10 <sup>-5</sup> )	10 <sup>-1</sup> (10 <sup>-1</sup> )	Überdruck (Vakuum)	Mit Einschränkungen
Universal Schnüffel-Lecksucher	Kältemittel Helium und andere Gase	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-1</sup>	Überdruck	Ja
Helium-Lecksuche	Helium	10 <sup>-11</sup>	7 · 10 <sup>-9</sup>	Vakuum	Ja
		10 <sup>-6</sup>	7 · 10 <sup>-4</sup>	Überdruck	
Blasenprüfung (Bubble Test)	Luft und andere	10 <sup>-2</sup>	7	Überdruck	Nein
Wasserdruck Prüfung	Wasser	10 <sup>-1</sup>	70	Überdruck	Nein
Druckabfallprüfung	Luft und andere	10 <sup>-3</sup>	7 · 10 <sup>-1</sup>	Überdruck	Ja
Druckanstiegsprüfung	Luft	10 <sup>-3</sup>	7 · 10 <sup>-1</sup>	Vakuum	Ja

Tabelle 1: Verschiedene Lecksuchmethoden mit ihren Nachweisgrenzen und korrespondierenden Emissionwerten in Gramm/Jahr, hier als Beispiel für das Kältemittel R 134a.

grenze jedoch auf Werte größer als  $1 \cdot 10^{-3}$  Pa m<sup>3</sup>/s begrenzt. Für striktere Leckratenspezifikationen kommen demnach nur Schnüffel- oder integrale Lecksucher infrage. Die meisten integralen Lecksucher auf dem Markt verfügen über eine sogenannte Schnüffelsonde, sodass mit ihnen sowohl die Vakuum- als auch die Schnüffelmethode abgedeckt werden kann.

#### Leckratendefinition

Die verwendete Einheit zur Definition einer Leckrate ist in Europa Pa m<sup>3</sup>/s.

Beispiel:

Die Leckrate beträgt 1 Pa m<sup>3</sup>/s, wenn in einem evakuierten Behälter mit einem Volumen von 1 Liter der Druck in 1 Sekunde um 1 hPa ansteigt oder bei Überdruck im Behälter in 1 Sekunde um 1 hPa abfällt.

#### Helium-Lecksuche als Methode etabliert

Aufgrund der immer strikteren Emissionsschutzaufgaben sind auch die Dichtheitsanforderungen an gas- oder flüssigkeitsführende Bauteile gestiegen, da beispielsweise beim Austreten von Kraftstoffen, Hydraulik- oder Getriebeölen sowie Kältemitteln unzulässige Umweltbelastungen auftreten. Je nach Dichtheitsanforderung werden daher verschiedene Prüfmethode angewendet, deren Nachweisgrenzen in Tabelle 1 dargestellt sind. Beispiele für solche Anforderungen können sein:

- die maximal zulässige Leckrate
- die Zykluszeit
- die Prüflingsgeometrie und -größe

In den vergangenen Jahren hat sich vor allem die Prüfgaslecksuche mittels Helium als Lecksuchmethode etabliert. Im Gegensatz zu anderen Messmethoden können mit ihrer Hilfe selbst kleinste Lecks quantifiziert und lokalisiert werden. Dies ermöglicht die schnelle Beseitigung von Leckagen. Veränderungen von Geometrien, Verbesserungen der Fertigungsmethoden und -abläufe können so eingeleitet werden. Dies führt zur Qualitätsverbesserung, erhöht die Ausbeute und senkt die Herstell- und Prüfkosten. Die meisten der heute angebotenen Prüfgaslecksuchgeräte sind als Schnüffel und Vakuumlecksucher einsetzbar.

#### Weshalb verwendet man Helium als Prüfgas?

Die natürliche Heliumkonzentration in der Luft beträgt nur etwa 5 ppm. Damit ist der Untergrundanteil an Helium bei Schnüffelmessungen so gering, dass noch immer hochempfindliche Messungen möglich sind. Die Vorteile von Helium als Prüfgas im Überblick

- Helium ist ein sehr kleines Molekül, das durch jegliche Spalte, Haarrisse etc. eindringt
- Mit Helium wird ein sehr weiter Empfindlichkeitsbereich von  $10^{-1}$  –  $10^{-12}$  Pa m<sup>3</sup>/s abgedeckt
- Mit der Massenspektrometrie steht ein sehr empfindliches und hochselektives Nachweisverfahren zur Verfügung

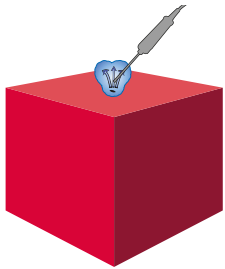


Abbildung 1: Lokalisierende Schnüffel-Prüfmethode

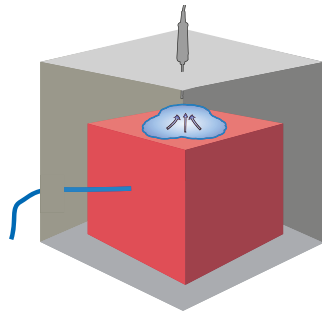


Abbildung 2: Integrale Schnüffel-Prüfmethode (Akkumulationsprüfung)

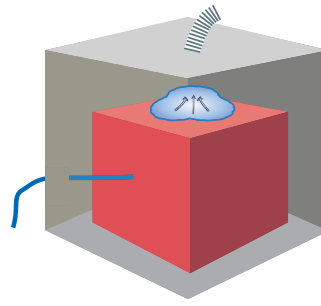


Abbildung 3: Integrale Vakuummethode (Prüfling unter Prüfgas)

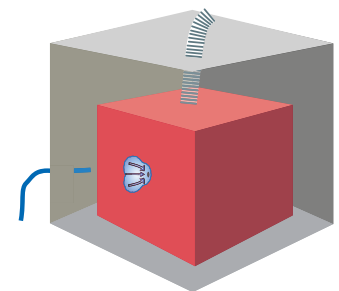


Abbildung 4: Integrale Vakuummethode (Prüfkammer unter Prüfgas)

- Schnelle Messzyklen und hoher Prüflingsdurchsatz dank schneller Ansprechzeiten, dadurch minimierte Prüfkosten
- Helium ist ein Edelgas und geht keine chemischen Reaktionen ein, es ist ungefährlich in der Verwendung, umweltfreundlich und als Zusatzstoff für Lebensmittel und Pharmazeutika zugelassen
- Genaue, normgerechte und reproduzierbare Lecksuche

## Schnüffelmethoden im Überblick

### a) Lokalisierende Methode

Bei der lokalisierenden Schnüffelmethode wird der Prüfling mit einem heliumhaltigen Gasgemisch bedrückt. Mit einer Schnüffelsonde wird er dann von außen auf Lecks abgesucht (siehe Abbildung 1). Wird ein Leck detektiert, signalisiert der Lecksucher dies sowohl optisch als auch akustisch. Die Leckage kann dann markiert und repariert werden.

### b) Integrale Methode

Bei der integralen Methode (auch Akkumulationsprüfung oder Schnüffel-Hülle-Methode, siehe Abbildung 2) wird der Prüfling in einer Prüfkammer unter Heliumüberdruck gesetzt. Die Schnüffelsonde misst bei Atmosphärendruck den Anstieg der Helium-Konzentration im abgeschlossenen Volumen um den Prüfling herum und kontrolliert ihn auf eventuelle Leckagen. Dabei ist keine Lokalisierung des Lecks möglich.

Schnüffelmethoden können entsprechend DIN EN 1779 bis zu einer Leckrate größer als  $10^{-7} \text{ Pa m}^3 \text{ s}^{-1}$  ( $10^{-6} \text{ mbar l/s}$ ) eingesetzt werden. Neue Gerätetechnologien erweitern diesen Bereich bis  $5 \cdot 10^{-10} \text{ Pa m}^3 \text{ s}^{-1}$  ( $5 \cdot 10^{-9} \text{ mbar l/s}$ ).

## Vakuummethoden im Überblick

### c) Vakuummethode integral (Prüfling unter Prüfgas)

Der Prüfling wird hier in eine Vakuumkammer gesetzt. Diese wird anschließend evakuiert. Im Vergleich zum Kammerdruck ist der Prüfling mit Prüfgas unter Überdruck gefüllt (siehe Abbildung 3). So ist es möglich, im Vakuummodus selbst kleinste Lecks zu detektieren. Mithilfe dieser Methode wird in der industriellen Produktion sichergestellt, dass die vorgegebenen Richtlinien zur Dichtheit eingehalten werden. Sie kann bei Prüflingen jeder Größe angewendet werden. Je nachdem, welche Taktrate und Nachweisempfindlichkeit vorgegeben

sind, muss die Prüfung unter Umständen nicht mit 100 % Helium durchgeführt werden. Durch die Nutzung geringerer Konzentrationen von Helium im Prüfgas sind so eventuell Einsparungen möglich. Dabei ist jedoch zu beachten, dass eine geringere Prüfgas-Konzentration längere Prüfzeiten und geringere Signalintensitäten zur Folge haben kann.

### d) Vakuummethode integral (Prüfkammer unter Prüfgas)

Diese Methode wird bei Prüflingen angewendet, die in ihrem tatsächlichen Anwendungsbereich einen geringeren Druck aufweisen als den atmosphärischen Druck. Das ist zum Beispiel bei Vakuumkammern der Fall. Der Prüfling wird evakuiert und mit einer definierten Konzentration des Prüfgas sowie einem definierten Prüfgasdruck in einer Kammer beaufschlagt (siehe Abbildung 4). Sobald Prüfgas in den Prüfling eindringt, detektiert das Massenspektrometer im Lecksucher das Helium und zeigt die Leckrate optisch an. Mit einem akustischen Signal oder einer optischen Anzeige (rot/grün) gibt der Lecksucher das Überschreiten eines festgelegten, maximalen Schwellenwerts an.

### Prüfdatenerfassung

Alle Prüfdaten der Prüflinge nach Seriennummer können über eine Schnittstelle RS-485 an einen übergeordneten Leitrechner übertragen werden, sodass für die Prüfung jederzeit ein Nachweisdokument erstellt werden kann.

### Geeignete Prüfmethode individuell bestimmen

Welche Prüfmethode für die jeweilige Anwendung die geeignetste ist, sollte individuell entsprechend der spezifischen Anforderungen und Parameter bestimmt werden. Die vorgestellten Prüfmethoden können einzeln oder als Kombination von Vakuum- und Schnüffelmethode eingesetzt werden. Pfeiffer Vacuum bietet mit seinem breiten Portfolio an Lecksuchgeräten die optimale Lösung für jede Anwendung – portable Lecksuchgeräte für den Einsatz vor Ort sind ebenso verfügbar wie universell einsetzbare oder Hochleistungs-Lecksucher. Darüber hinaus konzipieren unsere Experten individuelle Lecksuchsysteme entsprechend den spezifischen Anforderungen der Kunden.

Sprechen Sie uns an!

## VAKUÜMLÖSUNGEN AUS EINER HAND

Pfeiffer Vacuum steht weltweit für innovative und individuelle Vakuümlösungen, für technologische Perfektion, kompetente Beratung und zuverlässigen Service.

## KOMPLETTES PRODUKTSORTIMENT

Vom einzelnen Bauteil bis hin zum komplexen System:

Wir verfügen als einziger Anbieter von Vakuumtechnik über ein komplettes Produktsortiment.

## KOMPETENZ IN THEORIE UND PRAXIS

Nutzen Sie unser Know-how und unsere Schulungsangebote!

Wir unterstützen Sie bei der Anlagenplanung und bieten erstklassigen Vor-Ort-Service weltweit.

Sie suchen eine perfekte  
Vakuümlösung?  
Sprechen Sie uns an:

Pfeiffer Vacuum GmbH  
Headquarters · Germany  
T +49 6441 802-0

[www.pfeiffer-vacuum.com](http://www.pfeiffer-vacuum.com)

**PFEIFFER**  **VACUUM**