

INFICON WHITEPAPER

# Robotergestützte Dichtheitsprüfung



Eine Anleitung zur Auswahl der richtigen robotergestützten Lecksuchlösung

# Robotergestützte Dichtheitsprüfung

## Inhalt

Einführung.....	3
1 Wie funktioniert eine robotergestützte Dichtheitsprüfung .....	4
1.1 Statische Dichtheitsprüfung .....	4
1.2 Dynamische Prüfung.....	5
2 Schnüffelleckrate und Fluss der Schnüffelleitung.....	5
2.1 Statische Dichtheitsprüfung .....	5
2.2 Dynamische Dichtheitsprüfung .....	6
3 Testergebnisse für verschiedene Lecksuchgeräte .....	8
3.1 Testbedingungen .....	8
3.2 Einfluss des Gasstroms .....	8
3.3 Statische Dichtheitsprüfung .....	8
3.4 Dynamische Dichtheitsprüfung .....	9
3.4.1 Ölleckagen ( $\sim 10^{-3}$ mbar·l/s) .....	10
3.4.2 Kraftstoffleckagen ( $\sim 10^{-4}$ mbar·l/s).....	11
3.4.3 Kraftstoffdämpfe / Kältemittelleckagen ( $\sim 10^{-5}$ mbar·l/s).....	12
3.5 Zusammenfassung der Testergebnisse.....	13
4 Fünf Tipps und Tricks für den praktischen Einsatz.....	15
4.1 Die Voraussetzungen erfüllen .....	16
4.2 Sperren Sie den Luftzug aus! .....	16
4.3 Überprüfen Sie die Kalibrierung sorgfältig und regelmäßig! .....	16
4.4 Den Untergrund im Griff behalten .....	17
4.5 Keine Kreuz-kontaminierung bei Formiergas.....	17
5 Weiterführende Informationen .....	18
6 Über INFICON.....	19
7 Das umfassende INFICON E-Book: „Dichtheitsprüfung in der Automobilindustrie – ein Leitfaden“ ....	20
8 Kontakt .....	21
Abbildungsnachweis .....	22

## Einführung

Zwei Trends sind Treiber für die Roboterschnüffellecksuche. Zum einen wächst der Markt für Industrieroboter jährlich um 15 % (Quelle: IFR World Robotics 2017). Zum anderen ist die Schnüffellecksuche in vielen Fertigungsprozessen unverzichtbar, wenn die Qualität der Produkte sichergestellt werden soll. Moderne Schnüffellecksuchgeräte ermitteln, ob ein Prüfgas aus etwaigen Leckstellen austritt. Sie stellen dabei die exakte Größe des Lecks fest und wo es sich genau befindet. Oft dient eine Schnüffellecksuche dazu, zu überprüfen, ob die Verbindungsstellen zwischen bereits zusammengebauten Komponenten tatsächlich dicht sind. Im Automobilbau ist beispielsweise ein typisches Einsatzszenario die Dichtheitsprüfung an vormontierten Baugruppen der Klimaanlage, bevor sie endgültig ins Fahrzeug eingebaut werden.

Angesichts des Siegeszugs der Robotertechnik liegt es heute nahe, viele dieser Prüfaufgaben zu automatisieren: durch eine Roboterschnüffellecksuche. Dabei wird die Messsonde nicht von einem menschlichen Prüfer über die zu testende Oberfläche geführt, sondern von einem Roboterarm. Die Roboterschnüffellecksuche steigert in der Fertigung den Durchsatz, erhöht die Zuverlässigkeit der Prüfung und verbessert die Qualität der Produkte.

In diesem Whitepaper wollen wir Ihnen erläutern, wie die Roboterschnüffellecksuche im Detail funktioniert. Sie erfahren, welche Unterschiede es zwischen einer statischen und einer dynamischen Schnüffellecksuche gibt, welche wichtige Rolle der Gasfluss des Prüfgeräts für das Ergebnis spielt, und welche Prüfkombination sich für welchen Anwendungsfall eignet. Zum Schluss möchten wir Ihnen mit einer Liste von Tipps und Tricks vermitteln, worauf Sie unbedingt achten sollten, damit die Roboterschnüffellecksuche in Ihrer Fertigung garantiert ein Erfolg wird.

## 1 Wie funktioniert eine roboterassistierte Dichtheitsprüfung

Die roboterassistierte Dichtheitsprüfung ist in der Regel eine schnüffelnde Dichtheitsprüfung. Ein Roboterarm bewegt die Schnüffelspitze eines Schnüffel-Lecksuchgeräts zu den zu prüfenden Stellen. Das Lecksuchgerät schlägt Alarm, wenn ein relevantes Leck gefunden wird. Typischerweise ist das Lecksuchgerät auch so integriert, dass die Steuerung des Roboters erkennen kann, an welcher Stelle sich der Roboterarm befand, als das Leck erkannt wurde, und somit die Position des erfassten Lecks gespeichert wird.



*Beispiel einer roboterassistierten Dichtheitsprüfung: Ein Roboter schnüffelt potenzielle Leckstellen an einem Batteriepackgehäuse*

Bei der roboterassistierten Dichtheitsprüfung sind zwei verschiedene Szenarien zu unterscheiden: *statische Prüfung* und *dynamische Prüfung*.

### 1.1 Statische Dichtheitsprüfung

Bei statischen Tests bewegt sich der Roboterarm zu einer bestimmten Position, hält die Schnüffelspitze für einige Sekunden auf diese Position gerichtet, um auf Undichtigkeiten zu prüfen, und fährt dann zur nächsten Position weiter.

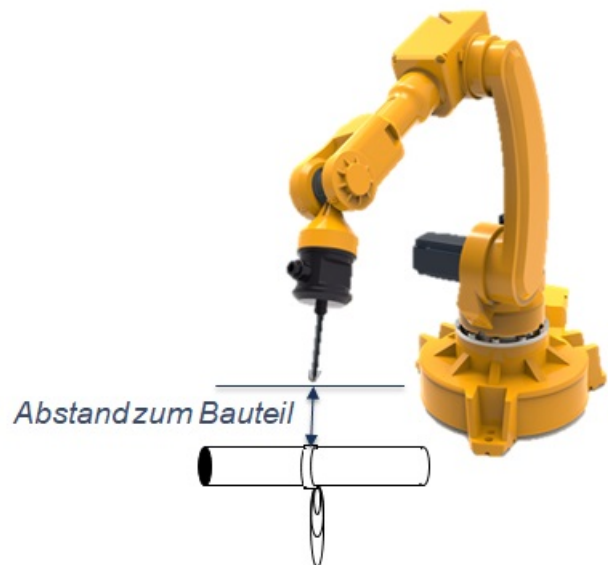


Fig.2: Prinzip der statischen Prüfung

Die wichtigsten Parameter für die statische Prüfung sind:

- der kleinstmögliche Abstand zwischen Teil und Schnüffelspitze - dies ist oft gegeben durch
  - Teil-zu-Teil-Abweichungen (der Mindestabstand, den die Schnüffelspitze einhalten muss, um im schlimmsten Fall nicht gegen das Teil zu stoßen)
  - und durch die Zugänglichkeit der potentiellen Leckstelle (gewisse Bauteilgeometrien können den Zugang zur gewünschten Stelle einschränken).
- die erforderliche Haltezeit, um die Leckage zuverlässig zu erkennen.

## 1.2 Dynamische Prüfung

Bei der dynamischen Prüfung bewegt sich der Roboterarm zunächst zu einer bestimmten Position in der Nähe des zu prüfenden Teils und tastet dann auf Leckagen entlang eines vorgegebenen Weges ab, z.B. entlang einer Schweißnaht oder entlang einer installierten Dichtung. Dieser Weg kann gerade oder kurvenreich sein.



Prinzip der dynamischen Dichtheitsprüfung

Die wichtigsten Parameter für die statische Prüfung sind:

- der kleinstmögliche Abstand zwischen Teil und Schnüffelspitze - dies ist oft gegeben durch
  - Bauteiltoleranzen (der Mindestabstand, den die Schnüffelspitze einhalten muss, um im schlimmsten Fall gegen das Teil zu stoßen).
  - und durch die Zugänglichkeit der potentiellen Leckstelle (gewisse Bauteilgeometrien können den Zugang zur gewünschten Stelle einschränken).
- die maximal zulässige Scangeschwindigkeit - so schnell wie möglich, um mit hoher Produktivität zu testen, aber so langsam wie nötig, um kein Leck zu übersehen.

## 2 Schnüffelleckrate und Fluss der Schnüffelleitung

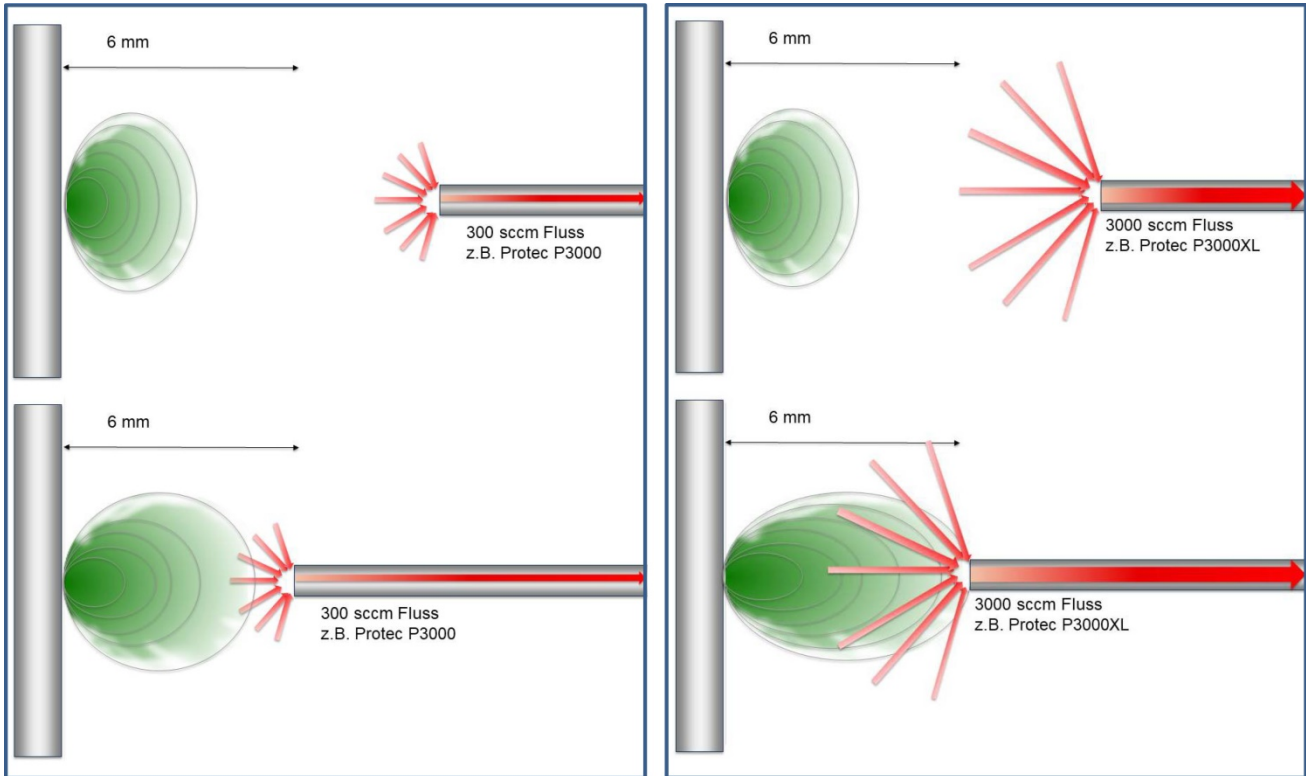
### 2.1 Statische Dichtheitsprüfung

Bei der statischen Dichtheitsprüfung wird die Schnüffelspitze in Richtung der vermuteten Leckstelle bewegt. Normalerweise hat sich vor dem Leck eine kleine Wolke aus austretendem Gas gebildet. Wenn sich die Schnüffelspitze der Gaswolke nähert, wird durch den Schnüffelgasstrom Gas in die Schnüffelspitze gezogen.

Im Idealfall wird die Schnüffelspitze direkt vor das Leck bewegt und das gesamte aus dem Leck austretende Gas wird in die Schnüffelspitze gezogen. In realen Szenarien ist dies jedoch oft unmöglich, entweder aufgrund der schlechten Zugänglichkeit der Leckstelle oder aufgrund von Bauteiltoleranzen und der Notwendigkeit, einen gewissen Sicherheitsabstand in die Bewegung des Roboters zu programmieren.

Wenn die Schnüffelspitze nicht auf Nullabstand gebracht werden kann, sondern einen Sicherheitsabstand einhalten muss, wird typischerweise nur ein Teil der Gaswolke in die Schnüffelspitze gezogen. Der Prozentsatz des in die Schnüffelspitze angesaugten Leckgases steigt mit zunehmendem Gasdurchsatz in der Schnüffelspitze (siehe Abbildung auf Seite 6).

Eine Analogie aus dem wirklichen Leben kann die folgende sein: Stellen Sie sich zwei Staubsauger vor, einen mit geringer Leistung und einen mit hoher Leistung. Stellen Sie sich nun auch einen Raucher vor, der Rauch in die Luft bläst. Welcher Staubsauger würde mehr vom Zigarettenrauch ansaugen, wenn beide sich in gleicher Entfernung vom Raucher befindet?



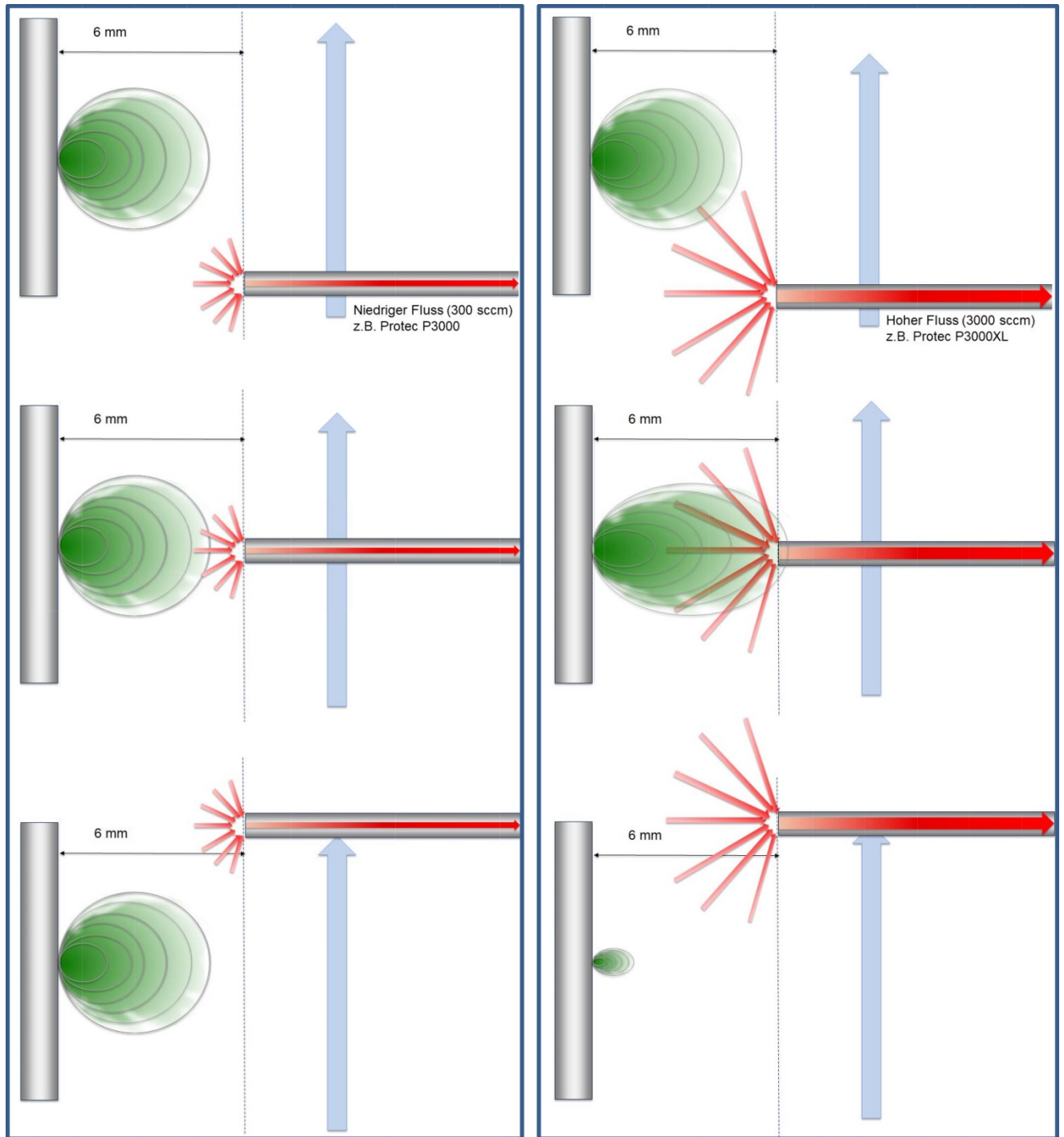
Statische Dichtheitsprüfung mit niedrigem Gasstrom (links) und mit hohem Gasstrom (rechts)

## 2.2 Dynamische Dichtheitsprüfung

Bei dynamischen Prüfungen muss die Schnüffelspitze, wie bei statischen Prüfungen auch, einen gewissen Sicherheitsabstand zum Bauteil einhalten. Im Gegensatz zur statischen Prüfung wird die Schnüffelspitze mit konstanter Scangeschwindigkeit entlang des Teils bewegt und sucht nach Gas, das aus einem Leck entweicht.

Wenn der Gasstrom in die Schnüffelspitze gering ist, wird nur ein kleiner Teil der Gaswolke in die Schnüffelspitze gezogen (siehe Abbildung auf Seite 7).

Bei hohem Gasstrom in die Schnüffelspitze wird ein großer Teil der vor dem Leck angesammelten Gaswolke in die Schnüffelspitze gezogen. Deshalb wird in diesem Moment mehr als nur das aus dem Leck austretende Gas aufgenommen, was zu einem höheren Leckraten-Signal führt als die tatsächliche Leckrate aus dem Leck.



*Dynamische Dichtheitsprüfung mit niedrigem Gasstrom (links) und mit hohem Gasstrom (rechts)*

Bei ausreichend hohem Gasstrom kann sichergestellt werden, dass das Leckraten-Signal immer auf oder über der tatsächlichen Leckrate aus

dem Leck liegt und somit gewährleistet ist, dass kein Leck übersehen wird.

### 3 Testergebnisse für verschiedene Lecksuchgeräte

#### 3.1 Testbedingungen

Mehrere verschiedene Lecksuchgeräte wurden auf ihre Fähigkeiten bei der statischen und dynamischen Lecksuche geprüft. Alle getesteten Modelle / Konfigurationen sind in der folgenden Tabelle aufgeführt:

Lecksuchgerät	Gasstrom [sccm]	Testgas
Protec P3000	300	Helium
Protec P3000XL	3000	Helium
XL3000flex	300	Helium / Formiergas
XL3000flex	3000	Helium / Formiergas

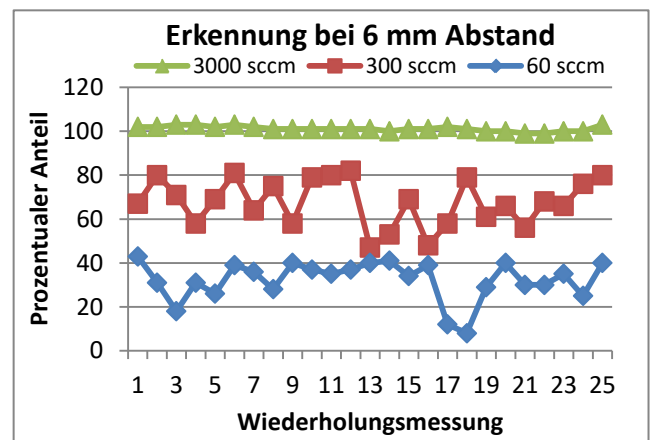
Um reale Szenarien darzustellen, wurden drei verschiedene Leckraten ausgewählt:

Leckratenbereich	Representativ für
$\sim 10^{-3}$ mbar·l/s	Ölleckage
$\sim 10^{-4}$ mbar·l/s	Leckage von flüssigem Treibstoff
$\sim 10^{-5}$ mbar·l/s	Treibstoffdampleckage / Kältemittelleckage

Für die folgenden Prüfergebnisse wird ein Sicherheitsabstand zum Bauteil von 6 mm angenommen, da sich dieser als typischer Wert bei vielen Anwendern bewährt hat.

#### 3.2 Einfluss des Gasstroms

Mit zunehmender Entfernung von einem Leck wird ein hoher Schnüffelgasstrom unerlässlich, um das Leck sicher zu erkennen. Die folgende Grafik veranschaulicht dies deutlich:



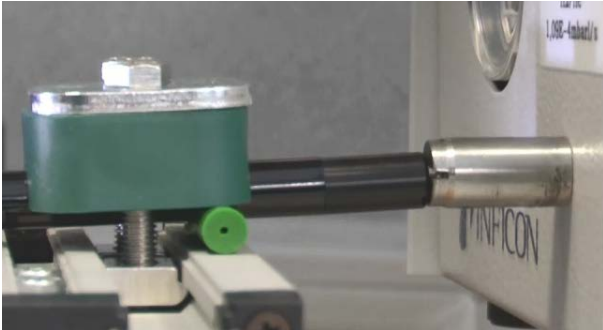
Prozentualer Anteil einer Leckage von  $2 \cdot 10^{-3}$  mbar l/s, die in einem Abstand von 6 mm erfasst werden, mit unterschiedlichen Schnüffelgasströmen

Bei kleineren Leckagen als  $2 \cdot 10^{-3}$  mbar l/s wird das Ergebnis für die beiden niedrigen Gasströme von 300 und 60 sccm noch schlechter als für größere Leckagen.

#### 3.3 Statische Dichtheitsprüfung

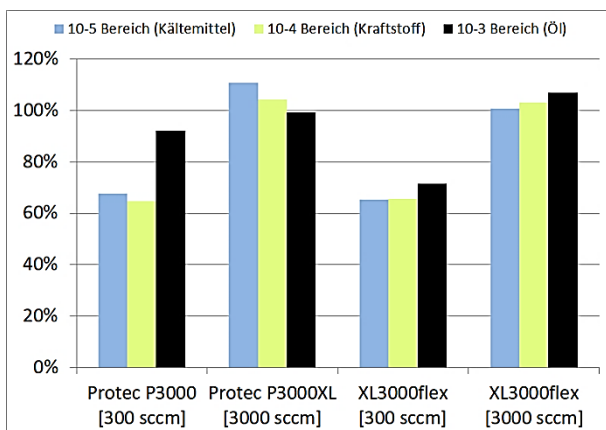
Für die statische Dichtheitsprüfung wurde eine Schnüffelspitze vor einen Prüfleckauslass gesetzt und das endgültige Leckraten-Signal aufgezeichnet. Diese Messung wurde 25 Mal wiederholt, um die Signalgröße und Wiederholbarkeit zu überprüfen.

## Roboterassistierte Dichtheitsprüfung



*Testaufbau für statische Prüfungen: Unterschiedliche Abstände zum Prüfling können realisiert werden.*

Betrachtet man das Leckratensignal für die drei verschiedenen Leckagententypen (Öl, Flüssigkraftstoff, Kraftstoffdampf oder Kältemittel) in 6 mm Abstand, so ist wieder einmal deutlich zu erkennen, dass es bei diesem erhöhten Abstand vom Leck nur mit dem hohen Gasstrom des Protec P3000XL und des XL3000flex sicher erkannt werden kann (d.h. das Signal überschreitet immer 100% und löst damit den Alarm aus).



*Statisches Helium-Leckraten-Signal für verschiedene INFICON-Lecksuchgeräte bei verschiedenen Gasströmen, alle mit 6 mm Abstand.*

### 3.4 Dynamische Dichtheitsprüfung

Bei der dynamischen Prüfung wird eine Schnüffelspitze mit konstanter Quergeschwindigkeit über eine Prüflingöffnung bewegt. Das Leckraten-Signal wird aufgezeichnet. Dieser Vorgang wird 25 Mal wiederholt. Als Darstellung der Qualität der Dichtheitsprüfung wird verfolgt, welcher Anteil der Leckratenmessungen den nominalen Leckratenwert erreicht oder überschreitet, d.h. welcher Prozentsatz der 25 Messungen den Alarm auslöst.



*Aufbau für dynamische Prüfungen: Die Schnüffelspitze wird mit konstanter Quergeschwindigkeit über eine Prüflingöffnung bewegt (Sehen Sie ein Video auf YouTube zum Testablauf, indem Sie auf das Bild klicken)*

Die Prüfung wurde erneut für drei verschiedene Leckratenstufen durchgeführt, die Öl-, Flüssigkraftstoff- und Kraftstoffdampf-/ Kältemittel-leckagen darstellen.

Die folgenden Diagramme zeigen, bis zu welcher Scangeschwindigkeit sich alle Signale auf oder über dem Alarmpegel befinden, d.h. bis zu welcher Scangeschwindigkeit die verschiedenen Lecksuchgeräte sicher verwendet werden können, ohne dass das Risiko besteht, dass ein Leck übersehen wird.

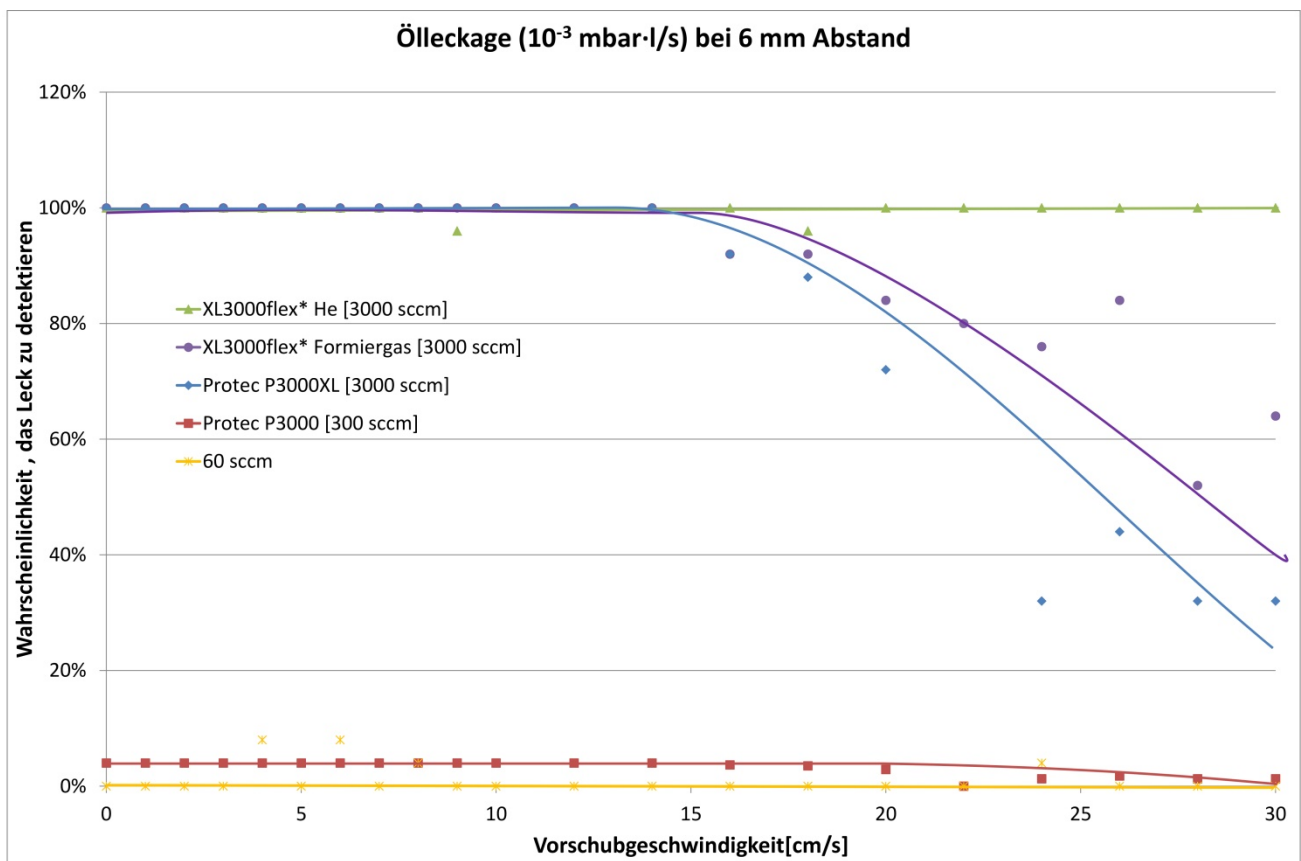
## Robotergestützte Dichtheitsprüfung

### 3.4.1 Ölleckagen ( $\sim 10^{-3}$ mbar-l/s)

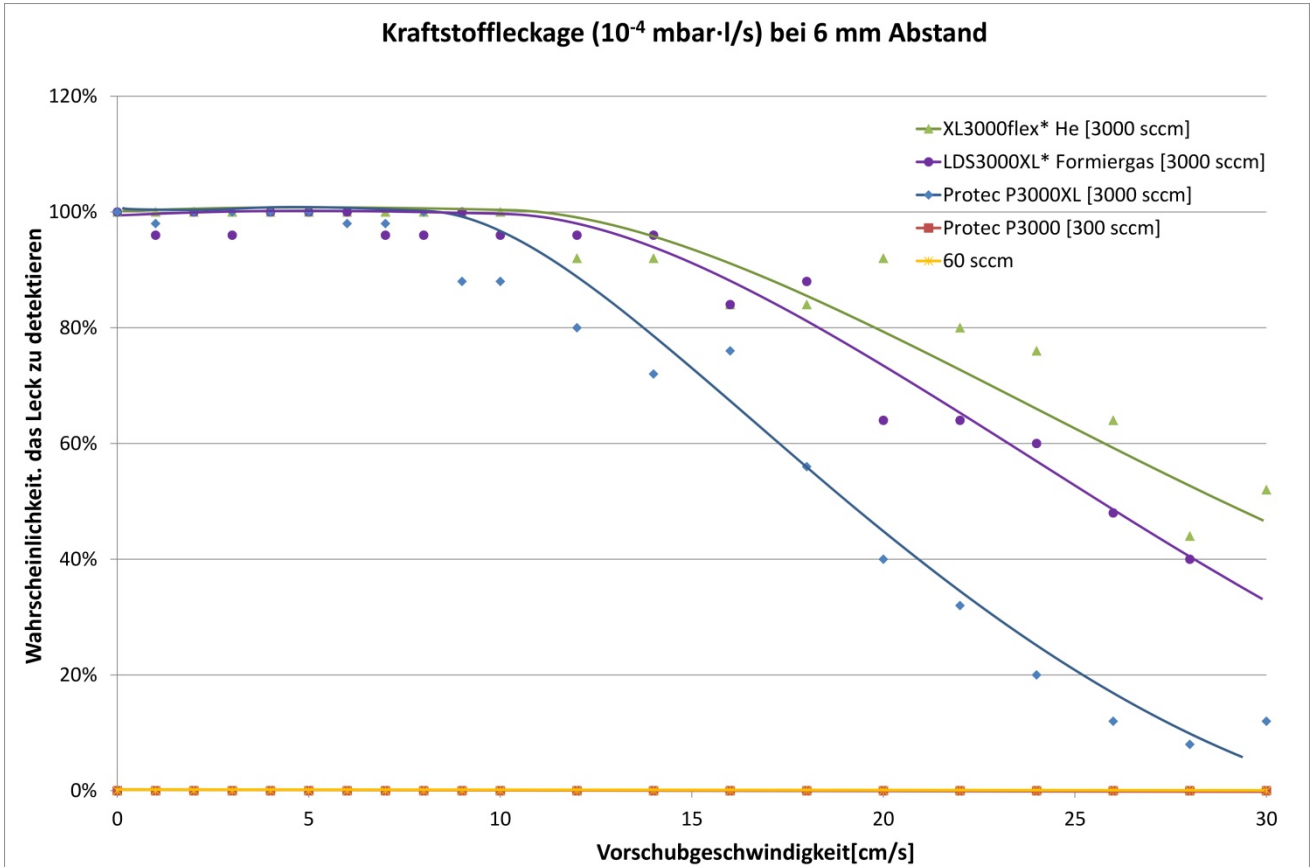
Wenn ein Bauteil öldicht sein muss, wird es typischerweise gegen Leckraten im Bereich von  $10^{-3}$  mbar-l/s geprüft. Zum direkten Vergleich wurden in diesem Beispiel alle Prüfungen mit einem Testleck von  $1 \cdot 10^{-3}$  mbar-l/s und einem Abstand zwischen Schnüffelspitze und Prüfling von 6 mm durchgeführt. Dieser Abstand wurde als typischer Aufbau für das Roboter-Schnüffeln gewählt. (Eine zu dichte Annäherung an den Prüfling bei einer dynamischen Messung kann zu einer mangelnden Zugänglichkeit oder einer Kollision mit dem Produkt aufgrund unterschiedlicher Toleranzen im Prüfling führen.)

Das Ergebnis der Untersuchung: Es besteht eine

hohe Wahrscheinlichkeit, dass alle Lecksuchgeräte mit einem Durchfluss deutlich unter 3000 sccm solche Lecks nicht erkennen. Allerdings gibt es auch noch Unterschiede zwischen den verschiedenen Geräten mit hohem Gasstrom, wenn auch weniger offensichtliche. Der INFICON Protec P3000XL und der XL3000flex verwenden beide einen Durchfluss von 3000 sccm. XL3000flex für Helium zeigt die beste Leistung und übertrifft das gleiche Gerät für Formiergas (5% Wasserstoff in 95% Stickstoff) sowie den Protec P3000XL (für Helium). Während die beiden letztgenannten bis zu einer Scangeschwindigkeit von ca. 15 cm/s sicher eingesetzt werden können (Erkennung von 100% der Lecks), übersieht der XL3000flex mit Helium auch bei 30 cm/s noch keine Lecks.



\* Testdaten für XL3000flex auch für LDS3000 mit XL-Adapter zutreffend

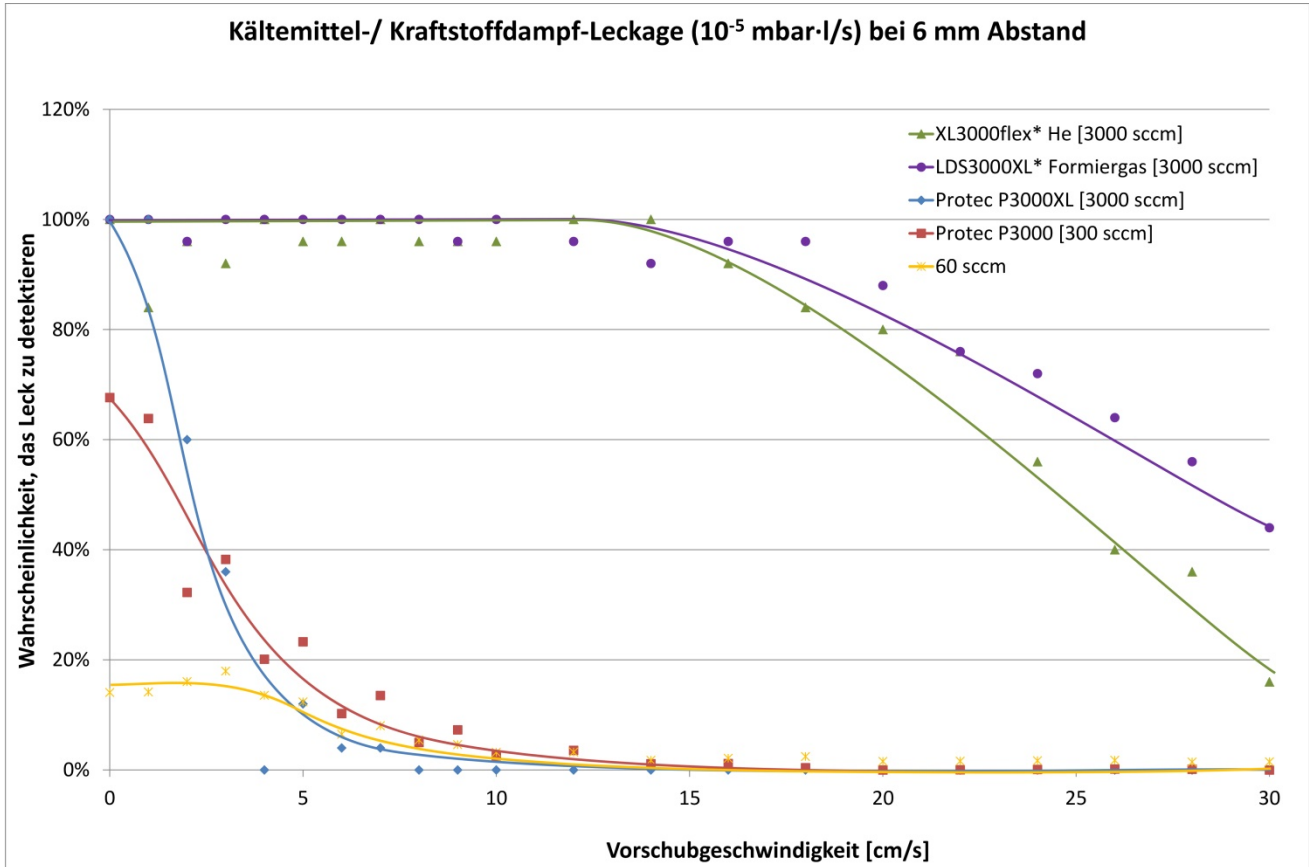


\* Testdaten für XL3000flex auch für LDS3000 mit XL-Adapter zutreffend

### 3.4.2 Kraftstoffleckagen (~10<sup>-4</sup> mbar-l/s)

Wenn ein Bauteil in der Automobilindustrie auf Leckagen von flüssigem Kraftstoff geprüft werden muss, sind die Leckraten in der Regel um eine Größenordnung kleiner, also im Bereich von 10<sup>-4</sup> mbar-l/s. Im Prüfaufbau, wieder mit einem Abstand von 6 mm von der Oberfläche des Prüflings, aber mit einem Prüfleck von 10<sup>-4</sup> mbar-l/s, haben weder die Lecksuchgeräte mit 60 noch die mit 300 sccm ein Leck dieser Größe bei jeder Prüfgeschwindigkeit korrekt erkannt. Der Protec P3000XL und XL3000flex (alle mit 3000 sccm Durchfluss) zeigen die gleiche Leistung bis ca. 9 cm/s Scan-geschwindigkeit. Während die Wahrscheinlichkeit

des Protec P3000XL, das Leck zu erkennen, bei höheren Geschwindigkeiten stetig abnimmt, erkennt der XL3000flex 100% aller Lecks sogar noch bis zu 12 cm/s, bevor die Wahrscheinlichkeit für beide Spürgase (Helium und Formiergas) langsam abnimmt.



\* Testdaten für XL3000flex auch für LDS3000 mit XL-Adapter zutreffend

### 3.4.3 Kraftstoffdämpfe / Kältemittelleckagen ( $\sim 10^{-5}$ mbar·l/s)

Bei Leckagen, die noch eine Dekade kleiner sind - wie bei der Prüfung auf Kraftstoffdämpfe oder Kältemittelleckagen - wird der Leistungsunterschied noch deutlicher. Die Testdaten wurden mit einem Leck von ca.  $2 \cdot 10^{-5}$  mbar·l/s erneut im Abstand von 6 mm erfasst. Die Wahrscheinlichkeit, mit dem Protec P3000XL trotz seines hohen Durchflusses solch kleine Lecks im Abstand von 6 mm zu erkennen, nimmt mit steigender Scangeschwindigkeit schnell ab. Der XL3000flex kann aber auch bei solchen kleinen Leckagen sehr zuverlässig bis zu 14 cm/s Scangeschwindigkeit eingesetzt werden.

### 3.5 Zusammenfassung der Testergebnisse

Leckratenbereich	Stellvertretend für	Protec P3000XL [3000 sccm]	XL3000flex* Helium [3000 sccm]	XL3000flex* Formiergas [3000 sccm]	Standard- lecksuch- gerät [60 sccm]
~ 10 <sup>-3</sup> mbar-l/s	Ölleckagen	14	30	14	Nicht zuverlässig, auch nicht für statische Messung
~ 10 <sup>-4</sup> mbar-l/s	Flüssige Kraftstoffleckagen	9	10	10	Nicht zuverlässig, auch nicht für statische Messung
~ 10 <sup>-5</sup> mbar-l/s	Kraftstoffdampf- / Kältemittelleckagen	0	6	12	Nicht zuverlässig, auch nicht für statische Messung

\* Testdaten für XL3000flex auch für LDS3000 mit XL-Adapter zutreffend

Maximal zulässige Scan-Geschwindigkeit in cm/s zur sicheren Erkennung von Leckagen in 6 mm Abstand unter Laborbedingungen

Beachten Sie, dass alle diese Daten in einer Laborumgebung aufgezeichnet wurden, um wiederholbare Ergebnisse zu erhalten. Selbst bei bestem Schutz gegen Luftzug ist es nicht ratsam, die maximale Scangeschwindigkeit aus der obigen Tabelle in einer industriellen Umgebung zu verwenden.

Der Protec P3000XL ist ein gutes Basisgerät für Roboterprüfungen mit Helium als Testgas. Es kann Leckagen im Bereich von 10<sup>-3</sup> .... 10<sup>-4</sup> mbar l/s mit hoher Wahrscheinlichkeit auch bei signifikanten Scangeschwindigkeiten in einem typischen Abstand vom Prüfling, wie er bei der robotergetützten Dichtheitsprüfung üblich ist, erkennen.



Protec P3000XL, Schnüffellecksuchgerät für Helium

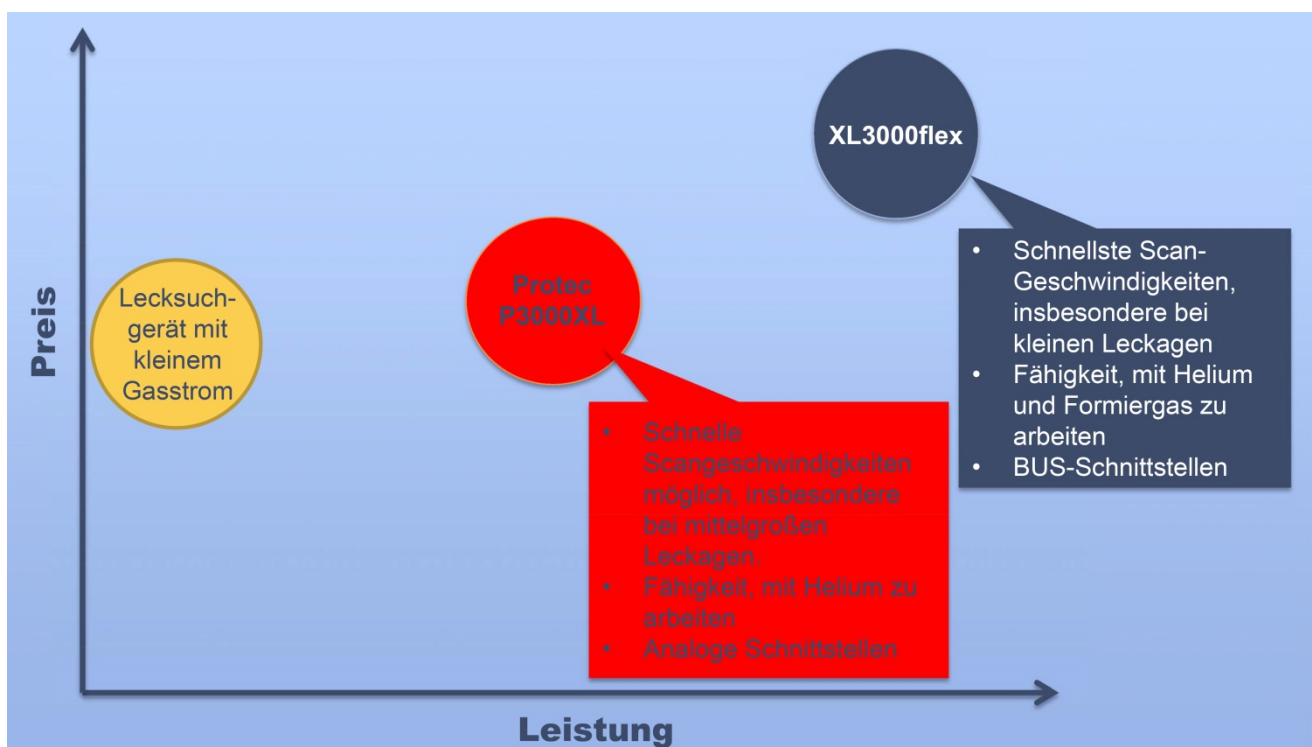
Der XL3000flex und der LDS3000 mit XL-Schnüffeladapter sind die Premium-Produkte für diese Anwendung. Sie sollten verwendet werden, wenn höchste Scangeschwindigkeiten wichtig sind und / oder wenn Lecks im Bereich von 10<sup>-5</sup> mbar l/s erkannt werden sollen, wie z.B. bei Kraftstoffdampf-

## Robotergestützte Dichtheitsprüfung

oder Kältemittelleckagen. Darüber hinaus kann das LDS3000 mit XL- Schnüffeladapter mit Helium oder Formiergas bei nahezu gleicher Leistung eingesetzt werden. Zu guter Letzt bieten der XL3000flex und der LDS3000 mit XL- Schnüffeladapter moderne BUS-Schnittstellen für die Kommunikation.



INFICON XL3000flex, Schnüffellecksuchgerät für Helium und Formiergas



Produktpositionierung verschiedener Lecksuchgeräte für die robotergestützte Dichtheitsprüfung

## 4 Fünf Tipps und Tricks für den praktischen Einsatz

Im Folgenden möchten wir Ihnen einige Tipps und Tricks mit auf den Weg geben und mögliche Stolperfallen aus dem Weg räumen. Damit Sie nach der erfolgreichen Installation Ihrer Roboterschnüffellecksuch-Station wirklich von all den Vorteilen profitieren, die Ihnen eine automatisierte Schnüffellecksuche in Ihrer Fertigung eröffnet.

### 5 Tipps für die Praxis der Roboterschnüffellecksuche



#### 1 Die Voraussetzungen erfüllen

Für die dynamische Roboterschnüffellecksuche brauchen Sie ein Prüfgerät mit hohem Gasfluss, wenig Abstand zwischen Schnüffelspitze und Bauteil und eine moderate Scangeschwindigkeit.

#### 4 Den Untergrund im Griff behalten

Einer hohen Untergrundkonzentration des Prüfgases beugen Sie vor, wenn Sie Ihre Prüfteile nach jedem Test evakuieren und das Prüfgas ganz aus dem Gebäude herausführen.



#### 2 Den Luftzug aussperren

Luftzug kann die Schnüffellecksuche beeinträchtigen. Wenn Sie Ihre Prüfstation aber einhausen, schützen Sie den Prüfbereich zuverlässig vor Luftbewegungen.

#### 3 Regelmäßig die Kalibrierung prüfen

Es lohnt, die Kalibrierung Ihrer Roboterschnüffellecksuche einmal pro Stunde kurz an einem Referenzleck zu überprüfen – um dann ggf. automatisch neu zu kalibrieren.



#### 5 Keine Kreuzkontamination bei Formiergas

Formiergas enthält als Prüfgas 5 % Wasserstoff. Sperren Sie darum andere Wasserstoffquellen aus, wie etwa Batterie-Ladestationen oder die Abgase erdgasbetriebener Gabelstapler.

## Robotergestützte Dichtheitsprüfung



### 4.1 Die Voraussetzungen erfüllen

Wenn Sie bereits wissen, wo an Ihrem Prüfteil Lecks üblicherweise auftreten könnten – etwa an bestimmten Verbindungsstellen –, dann ist eine statische Roboterschnüffellecksuche die Methode der Wahl. In diesem Fall darf sich der Roboterarm vor und nach dem eigentlichen Messvorgang auch gern mit hoher Geschwindigkeit bewegen. Ist aber eine größere Oberfläche eines Bauteils auf mögliche Lecks zu prüfen, brauchen Sie eine dynamische Roboterschnüffellecksuche mit angemessener Geschwindigkeit. Es ist sinnvoller, hier Zeit beim physischen Handling des Prüfteils einsparen zu wollen als bei der eigentlichen Schnüffellecksuche. Bei der dynamischen Schnüffellecksuche sollte sich der Schnüffelmesskopf so langsam über das Prüfteil bewegen, wie es die Taktzeiten in Ihrer Fertigungslinie zulassen – die Zuverlässigkeit Ihrer dynamischen Schnüffellecksuche steigt, wenn Sie die Geschwindigkeit verringern. Sogar noch entscheidender als die Geschwindigkeit ist übrigens der Abstand des Messkopfs zur Oberfläche des Prüfteils: Von einem geringen Abstand profitiert Ihr Prüfaufbau am meisten.



### 4.2 Sperren Sie den Luftzug aus!

Schon Luftzug in größerer Entfernung kann eine zuverlässige Schnüffellecksuche unmöglich machen. Es ist darum sehr sinnvoll, Ihren Prüfbereich einzuhausen. Typischerweise werden Roboter-

stationen ohnehin in Käfigen untergebracht, um die Arbeitssicherheit der Mitarbeiter zu gewährleisten und sie vor den schnellen Bewegungen der Roboterarme zu schützen. Anstelle des Käfigs empfehlen sich im Fall der Roboterschnüffellecksuche Plexiglaswände. Denn Plexiglas kann den Prüfbereich zugleich gegenüber Luftbewegungen abschirmen, wie sie beispielsweise durch Lüftungs- und Klimaanlage oder Verkehr entstehen. Im Falle einer statischen Lecksuche können Sie zudem mit zweischaligen Greifern an der Spitze des Roboterarms arbeiten, um die zu testenden Verbindungsstellen während der Prüfung vor Luftzug zu schützen.



### 4.3 Überprüfen Sie die Kalibrierung sorgfältig und regelmäßig!

Bei einer Schnüffellecksuche ist eine sorgfältige Kalibrierung immer sinnvoll. Es lohnt sogar, die Kalibrierung Ihrer Roboterschnüffellecksuche einmal pro Stunde oder häufiger kurz zu überprüfen. Dazu wird der Schnüffelmesskopf an ein Referenzleck mit definierter Größe geführt, das immer dieselbe Leckrate verursacht. Wird bei der Überprüfung nicht diese Leckrate ermittelt, steht fest, dass es ein Problem gibt und Sie gegebenenfalls neu kalibrieren müssen. Die externe Kalibrierungsfunktion des Schnüffellecksuchgeräts kann anhand des Referenzlecks dann automatisiert bestimmen, welcher neue Kalibrierungsfaktor erforderlich ist. Für gewöhnlich wird sich dieser neue Kalibrierungsfaktor nur um wenige Prozentpunkte vom alten unterscheiden.

## Robotergestützte Dichtheitsprüfung



### 4.4 Den Untergrund im Griff behalten

Am häufigsten ist eine hohe Untergrundkonzentration des Prüfgases dafür verantwortlich, dass die Qualität der Schnüffellecksuche beeinträchtigt wird. Der Ansammlung einer hohen Untergrundkonzentration an ihrer Schnüffellecksuch-Station lässt sich allerdings entgegenwirken, wenn Sie die Prüfteile nach jedem Test evakuieren und das Prüfgas ganz aus dem Gebäude herausführen. Eine gute Vorsichtsmaßnahme ist es zudem, wenn sich die Flaschen für Ihre Prüfgasversorgung in einiger Entfernung von Ihrer eigentlichen Prüfstation befinden. Auf diese Weise beeinträchtigen Missgeschicke, etwa beim Wechsel der Gasflaschen, nicht ihre gesamte Roboterschnüffellecksuch-Station. Eine gute Idee ist es zudem, die Gasversorgungsleitungen selbst gründlich auf Lecks hin zu prüfen – sind sie doch eine naheliegende Quelle für eine zu hohe Untergrundkonzentration. Und schließlich beugen Sie einer Prüfgasansammlung vor, indem Sie für einen allmählichen und gleichmäßigen Luftaustausch innerhalb Ihrer Einhausung sorgen. Es ist empfehlenswert, das eingehauste Volumen einmal in der Minute durch frische Luft

auszutauschen. Aber Vorsicht: Die Frischluftzufuhr für Ihre Einhausung darf sich keinesfalls in der Nähe der Prüfgasausleitung befinden.



### 4.5 Keine Kreuzkontamination bei Formiergas

Neben Helium zählt auch Formiergas zu den gängigen Prüfgasen. Formiergas ist ein (unbrennbares) Gemisch aus 5 Prozent Wasserstoff und 95 Prozent Stickstoff, in dem die Wasserstoffmoleküle ( $H_2$ ) als das eigentliche Prüfgas fungieren. Dies bringt allerdings die Gefahr einer hohen Untergrundkonzentration durch Kreuzkontamination mit sich. Denn in industriellen Umgebungen finden sich häufiger andere Wasserstoffquellen, an die man unter Umständen nicht sofort denkt. An Ladestationen für Blei-Säure-Batterien etwa entweicht beim Ladevorgang Wasserstoff aus den Batterien. Ebenso sollte man dafür sorgen, dass die Roboterschnüffellecksuch-Station nicht durch die Abgase erdgasbetriebener Gabelstapler beeinträchtigt wird. Keine Verbrennung ist absolut vollständig, und auch das in den Abgasen der Stapler enthaltene  $H_2$  würde einen Fehlalarm aufgrund von Kreuzkontamination verursachen.

## 5 Weiterführende Informationen



Video: [Scan Speed versus Leak Rate](#)



Video: [Dichtheitsprüfung mit hohem Gastrom](#)

## 6. Über INFICON

Die INFICON GmbH in Köln ist einer der weltweit führenden Entwickler, Produzenten und Anbieter von Instrumenten und Geräten für die Dichtheitsprüfung. Die Lecksuchgeräte werden bei anspruchsvollen Industrieprozessen in der Produktion und Qualitätskontrolle eingesetzt und decken eine große Bandbreite von Anwendungen ab. Hauptkunden von INFICON sind Hersteller und Serviceunternehmen von Klima- und Kühlgeräten, die Automobil- und Automobilzulieferindustrie, die Halbleiterindustrie sowie Hersteller von Dichtheitsprüfanlagen. Nahezu alle Automobilhersteller und ihre Zulieferer zählen zum Kundenkreis. Mit Technologie von INFICON werden beispielsweise Airbags, Klimaanlage und deren Komponenten, Kraftstofftanks, Einspritzanlagen und alle Arten von Flüssigkeitsbehältern getestet.



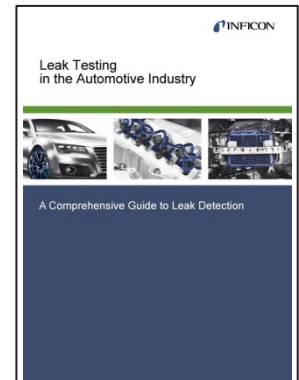
Eingebettet in die INFICON-Holding mit Sitz in der Schweiz greift das Unternehmen für seine Geräte auf wesentliche Komponenten aus dem eigenen Haus zurück, etwa auf Massenspektrometer oder Vakuummessgeräte. 2006 hat INFICON die Lecksuchtechnik mit Spürgas durch die patentierte INFICON Wise Technology™ revolutioniert. Im Jahr 2011 hat INFICON von Pfeiffer-Vacuum den Geschäftsbereich Wasserstoff-Lecksuche (die ehemalige Sensistor-Geschäftseinheit) übernommen.

INFICON blickt inzwischen auf mehr als 50 Jahre Erfahrung in der Lecksuchtechnik zurück. Über Produktionsstätten in Köln (Deutschland), Balzers (Liechtenstein), Linköping (Schweden), Syracuse (USA) und Shanghai (China) sowie über Vertriebsbüros in allen wichtigsten Industrieländern und ein erweitertes Netz von Vertriebspartnern wickelt INFICON den weltweiten Vertrieb ab. Im Geschäftsjahr 2016 erreichte die INFICON AG mit ihren ca. 950 Mitarbeitern einen weltweiten Umsatz von 310 Mio. US\$.

Die Namenaktien von INFICON (IFCN) werden an der SIX Swiss Exchange gehandelt. ([www.inficon.com](http://www.inficon.com))

## 7. Das umfassende INFICON E-Book: „Dichtheitsprüfung in der Automobilindustrie – ein Leitfaden“

Als weiterführende Lektüre hat INFICON auch ein über 50 Seiten starkes E-Book zum Thema „Dichtheitsprüfung in der Automobilindustrie“ erstellt, das unter [www.inficon.com/automobilindustrie-ebook](http://www.inficon.com/automobilindustrie-ebook) kostenlos heruntergeladen werden kann. INFICON hat das Buch als umfassenden, herstellernerutralen Leitfaden für die Verantwortlichen bei Automobilproduzenten und Zulieferern konzipiert. Es behandelt alle Aspekte der Dichtheitsprüfung und Lecksuche in der automobilen Fertigung. Das E-Book räumt die vielen möglichen Fallstricke aus dem Weg und unterstützt seine Leser dabei, die Prüfmethode und -anlage auszuwählen, die für den konkreten Anwendungszweck optimal sind.



### 7.1 Grundlagen der Dichtheitsprüfung

Der erste Teil des E-Books erklärt die Grundlagen der Dichtheitsprüfung und beschreibt die prinzipbedingten Stärken und Schwächen der existierenden Methoden: vom Wasserbad über die Druckabfalloder Druckanstiegsprüfung bis zur Heliumprüfung in der Akkumulations- oder Vakuumkammer. Auch die gebräuchlichsten Prüfgase werden vorgestellt: Helium, Wasserstoff, Formiergas und auch Endmedien wie die Kältemittel R1234yf und Kohlendioxid.

### 7.2 Konkrete Anwendungen in der automobilen Fertigung

Der zweite Teil des E-Books beschäftigt sich mit der konkreten Anwendung von Dichtheitsprüf- und Lecksuchverfahren bei der Fertigung. Das Buch erklärt, welche Komponenten eines Fahrzeugs üblicherweise mit welchen Verfahren auf welche Leckraten geprüft werden – von Bauteilen aus der Klimaanlage über den Antriebsstrang bis hin zu den unmittelbar sicherheitsrelevanten Teilen am Fahrzeug. In welchen Bereichen es eine Verschärfung der Dichtheitsanforderungen gibt, gehört ebenso zu den Themen des E-Books wie diejenigen Anwendungsfälle in der Automobilbranche, in denen ältere Methoden wie Wasserbad oder Druckabfall meist überfordert sind: Sie suggerieren dann eine trügerische Sicherheit.

### 7.3 Die Fehler-Top-10 bei der Dichtheitsprüfung in der Automobilbranche

Am Ende des E-Books erläutert INFICON im Detail die Top 10 der häufigsten Fehler bei der Dichtheitsprüfung in der Automobilbranche: vom verunreinigten Prüfteil über ignorierte Temperatur- und Druckveränderungen während der Prüfung bis hin zu unidentifiziert bleibenden Kriech- und Groblecks.

Zum kostenfreien Download von „Dichtheitsprüfung in der Automobilindustrie – ein Leitfaden“:

[www.inficon.com/automobilindustrie-ebook](http://www.inficon.com/automobilindustrie-ebook)

## 8. Kontakt

### **INFICON GmbH**

Vertrieb Bereich Automotive

Bonner Straße 498

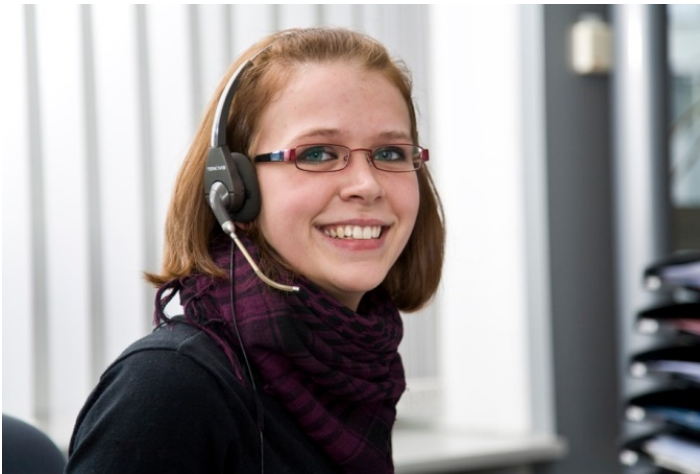
50968 Köln

Deutschland

Tel: +49(0)221-56788-100

E-Mail: [reach.germany@inficon.com](mailto:reach.germany@inficon.com)

Internet: <https://www.inficon.com/de/maerkte/automobilindustrie/>



## Abbildungsnachweis

Titel	Alamy @ Matthew Richardson
Seite 4	INFICON
Seite 5	INFICON
Seite 6	INFICON
Seite 7	INFICON
Seite 8	INFICON
Seite 9	INFICON
Seite 10	INFICON
Seite 11	INFICON
Seite 12	INFICON
Seite 13	INFICON
Seite 14	INFICON
Seite 15	INFICON
Seite 16	INFICON
Seite 17	INFICON
Seite 18	INFICON
Seite 19	INFICON
Seite 20	INFICON
Seite 21	INFICON