



Dichtheitsprüfung nach dem Differenzdruckverfahren

Allgemeines

Zunehmende Automatisierung und Humanisierung des Arbeitsplatzes, bei gleichzeitiger Qualitätssteigerung, sind Forderungen, die auch in der Qualitätssicherung realisiert werden müssen. Während Werkstückabmessungen bei der zerspanenden Fertigung auf Dreh-, Bohr-, und Transfermaschinen vollautomatisch überwacht und Werkzeuge entsprechend korrigiert werden, sind bei der Dichtheitsprüfung von Serienbauteilen und -baugruppen vielfach noch Methoden im Einsatz, welche den vorgenannten Forderungen bei weitem nicht gerecht werden. Zwar wurde eine Reihe zuverlässig arbeitender Prüfmethode entwickelt, eine Integration in die Fertigungslinie, schnelle und genaue Arbeitsweise sowie klare Aussagen zum Prüfergebnis sind bei vielen Methoden jedoch nicht gegeben. Bei der automatischen Dichtheitsprüfung von Serienbauteilen hat die Dichtheitsprüfung nach dem Differenzdruckverfahren eine weite Verbreitung gefunden.

Die Gründe für den Einsatz dieses Verfahrens sind:

- hohe Prüfsicherheit und Zuverlässigkeit
- objektive und qualifizierte Qualitätsaussage
- kurze Prüfzeiten
- geringe Investitions- und Betriebskosten
- ausreichende Genauigkeit
- schonende Werkstückbehandlung
- einfache Integration in verkettete Produktionsprozesse
- einfache Kalibrierung

Die automatische Dichtheitsprüfung von Serienbauteilen wird weiter an Bedeutung zunehmen. Insbesondere im Zusammenhang mit den Anforderungen aus den Bereichen:

- ISO 9001 oder IATF 16949
- Produkthaftung
- Dokumentationspflicht
- Umweltschutz
- Verbraucherschutz
- Arbeitsplatzgestaltung

Die nachfolgend aufgeführten Prüfmethode sind heute gebräuchlich:

- Pneumatischer Unterwasser-Test
- Pneumatischer Druckabfall-Test
- Pneumatischer Differenzdruck-Test (Druckabfall u. Druckanstieg)
- Vakuum - Fluoreszenz-Test
- Ionisations-Test
- Halogen-Schnüffler-Test
- Massenspektrometer-Test
- Radioaktivitäts-Test

Die Reihenfolge der Aufstellung wurde nach der Empfindlichkeit der Prüfmethode vorgenommen.

Dicht oder undicht?

Der Begriff Dichtheit (absolut dicht!) ist keine definierte Aussage. Absolut dichte Teile gibt es nicht.

Die Forderung an die Dichtheit eines Bauteils ist abhängig von den späteren Betriebsbedingungen.

Die Dichtheitsprüfverfahren sind nach dieser Anforderung hinsichtlich der Höhe der Druckbeaufschlagung und der zulässigen Leckage festzulegen.

Zweifel kommen bereits bei der Festlegung der Anforderungen auf.

Zulässige Leckage? - Die Werkstücke müssen dicht sein!

Einige Bauteile, an Verbrennungsmotoren z.B., müssen wasserdicht oder öldicht sein, andere dürfen keine Kraftstoff- oder Gasundichtheit haben.

Dabei soll die Dichtheitsprüfung innerhalb eines Fertigungsprozesses so früh wie möglich Aufschluss darüber geben, ob ein Bauteil unter den späteren Einsatzbedingungen dicht ist (die Bearbeitung oder Montage eines undichten Werkstücks führt zu vermeidbaren Kosten).

Bei der pneumatischen Dichtheitsprüfung wird als Prüfmedium entweder Luft oder ein spezielles Prüfgas verwendet, auch - oder gerade dann - wenn die Werkstücke flüssigkeitsdicht sein müssen. Die geringe Viskosität des gasförmigen Prüfmediums gegenüber dem flüssigen Betriebsmedium erlaubt eine wesentlich höhere Prüfgenauigkeit. Durch eine poröse Stelle, durch die praktisch keine Flüssigkeit austritt, kann das gasförmige Prüfmedium entweichen und gemessen werden.

Das Vorhandensein und die Festlegung einer zulässigen entweichenden Luftmenge (Leckage) ist Voraussetzung für eine Dichtheitsprüfung.

Die **Angabe absolut dicht** ist mit keinem Prüfverfahren feststellbar - auch nicht mit der Unterwasser-Sichtprüfung.

Die Forderung, dass keine Blase sichtbar werden darf, bedeutet jedoch umgekehrt nur, dass eine kleine, gerade noch sichtbare Blase während einer bestimmten Beobachtungsdauer nicht erkennbar sein darf.

Ist ein Werkstück dicht oder undicht, wenn eine Blase von 1 mm Durchmesser alle 3 sec. aufsteigt?

Dies entspricht einer Leckage von 0,01 ml/min.

Angenommen, ein Prüfling hat ein Innenvolumen von ca. 40L so würde aufgrund dieses Lecks, der Druck im Prüfling innerhalb von 10 Jahren um nur 0,1 bar abfallen.

Ist das Werkstück dicht oder undicht?

Die zulässige Leckage von Kältschrankkompressoren beispielsweise beträgt 1 g Freon/Jahr bei 16 bar Druckbeaufschlagung. Das entspricht einer Leckage von $8,4 \times 10^{-7}$ Nccm/min.

Bei der Festlegung von **dicht** oder **undicht** geht es also um die Festlegung der zulässigen Leckage Q_l zul.



Dichtheitsprüfung nach dem Differenzdruckverfahren

Die Unterwasserprüfung ist eine genaue Prüfmethode - bei sorgfältiger Ausführung durch den Prüfer und bei guter Beobachtungsmöglichkeit des Werkstücks.

Sollen die erkennbaren Leckagen (wie in o.g. Beispiel) von einer Dichtheitsprüfeinrichtung erfasst werden, ist der Einsatz des Massenspektrometers - Prüfverfahrens erforderlich.

Die Unterwasser-Sichtprüfung wird jedoch nicht nur wegen ihrer Genauigkeit gerne angewendet, sie ist auch vergleichsweise preiswerte und - ein ganz wichtiger Vorteil - die Leckagestelle wird gleichzeitig lokalisiert.

Die Nachteile der Prüfmethode - sie ist abhängig vom Bedienungspersonal (geringe Prüfsicherheit), sie dauert lange und die Werkstücke werden nass - sind die Gründe für den Einsatz von automatischen Dichtheitsprüfeinrichtungen.

Hohe Empfindlichkeit in der Dichtheitsprüfung bedeutet das Erkennen einer kleinen Leckage innerhalb kürzester Zeit. Unter Leckage versteht man die innerhalb einer Zeiteinheit entweichende Gasmenge.

Es ergeben sich bei den pneumatischen Prüfverfahren 3 Varianten der Messung:

1. Die direkte Bestimmung der austretenden Gasmenge

Durch das Zählen der austretenden Luftblasen unter Wasser innerhalb einer Zeiteinheit. Diese Methode lässt sich nicht oder nur schlecht automatisieren.

2. Das Messen des Druckabfalls/Druckanstiegs mit Absolutdruckaufnehmer

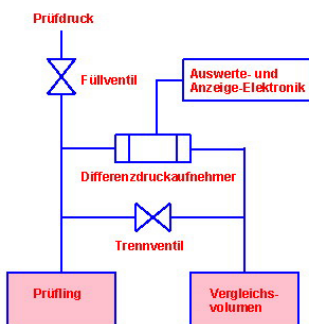
Messen des Druckabfalls in einem abgeschlossenen Volumen mit einem Absolut-/Relativdruckaufnehmer.

Voraussetzung für dieses Verfahren ist eine sehr hohe Konstanz an Prüfdruck und Temperatur.

3. Das Messen des Druckabfalls/Druckanstiegs mit Differenzdruckaufnehmer

Messen des Druckabfalls in einem abgeschlossenen Volumen mit einem Differenzdruckaufnehmer.

Um bei Messungen mit hohen Genauigkeitsanforderungen die in den Punkten 1 und 2 genannten Nachteile zu vermeiden, wird ein Referenzvolumen parallel zum Prüfling geschaltet und mit Hilfe eines Differenzdruckmessgerätes die relative Druckänderung zwischen Prüfling und Referenzvolumen gemessen.



Entscheidend für die Wahl der Prüfmethode ist die Größe der zulässigen Leckage.

Aus Unsicherheit wird diese häufig zu klein angegeben und der Prüfaufwand unnötig verteuert.

Prüfspezifikation

Zur Dichtheitsprüfspezifikation gehören zwei Angaben:

- Prüfdruck und
- Leckage

Die Aufgabenstellung bei der Definition der zulässigen Leckage lautet:

Wie groß darf die Luftleckage sein, um sicherzustellen, dass aus einem Werkstück unter Betriebsbedingungen keine Leckage auftritt?

Die zulässige Leckage ist für jede Anwendung verschieden.

Sie ist von vielen Faktoren abhängig, wie z. B. vom Material des Werkstücks, von den konstruktiven Gegebenheiten und - wie schon erwähnt - von den späteren Beanspruchungen im Betriebszustand. Das Verhältnis zwischen Luft- und Flüssigkeitsleckage ist im unteren Leckagebereich (Flüssigkeitsleckage gegen Null) nicht berechenbar. Für größere Leckagen kann näherungsweise das Verhältnis der Viskosität herangezogen werden.

Dabei spielen auch Faktoren wie die Wanddicke des Werkstücks, die Oberflächenbeschaffenheit und die Ausbildung der Porosität (Lunker, Riss) eine entscheidende Rolle.

Ein Leckagewert ist immer bezogen auf einen bestimmten Prüfdruck. Die Druckbeaufschlagung des Werkstücks bei der Dichtheitsprüfung wird in der Regel so gewählt, dass der spätere Betriebszustand simuliert wird. Dabei geht es zum einen um die Höhe des Prüfdruckes und zum anderen um die Prüfrichtung.

Bei der Definition des Prüfdruckes steht die Abhängigkeit zwischen Prüfdruck und Leckage im Vordergrund. Bei größeren Porositäten verhält sich die Leckage in etwa proportional zum Prüfdruck, bei kleineren Porositäten wird das Verhältnis Leckage zu Prüfdruck kleiner.

Kleine Lecks sind nicht konstant. Sie verändern sich mit der Zeit, aber vor allem durch eine Unterwasser-Sichtprüfung. Wenn das Ergebnis einer automatischen Trockenprüfung durch eine Unterwasser-Sichtprüfung verifiziert werden soll, so muss dieser Einfluss berücksichtigt werden.

Entscheidend für die Festlegung der zulässigen Leckage in der industriellen Fertigung sind außerdem wirtschaftliche Gesichtspunkte. Die Prüfung soll nur so genau sein wie nötig - nicht so genau wie möglich. Wenn die eingestellte Grenzleckage kleiner als erforderlich ist, steigt der Anteil der Ausschussteile, und somit steigen auch die Kosten.

Die für den Fertigungsbetrieb zulässige Leckage muss durch Versuche ermittelt werden.

Für viele Bauteile liegen Erfahrungswerte vor bzw. können Empfehlungen abgegeben werden (siehe Prüfparameter bei der automatischen Dichtheitsprüfung).

Bei Dichtheitsprüfverfahren mit dem Prüfmedium Luft (Druck- oder Durchflussmessung) wird die Leckage üblicherweise in Nccm/min angegeben, beim Lecktesten unter Verwendung eines speziellen Prüfmediums (z. B. Helium) ist die Angabe in $\text{mbar} \cdot \text{L}/\text{sec}$ gebräuchlich.

1 Norm $\text{ccm}/\text{min} = 60 \text{ mbar} \cdot \text{L}/\text{sec}$



Dichtheitsprüfung nach dem Differenzdruckverfahren

1 Norm ccm ist die Gasmenge, die im physikalischen Normzustand (0°C und 1013 mbar) 1 ccm ausfüllt.

1 Norm ccm ist kein Raummaß, sondern eine Gasmenge. in Raumabmessungen ausgedrückt.

Die Angabe Norm ccm ist somit ein Massestrom und kein Volumenstrom.

Für die Dichtheitsprüfung bedeutet das, dass bei der Angabe der Leckage in Norm ccm/min entweder im Massestromverfahren gemessen oder das Druckmesssignal um den Einfluss des barometrischen Drucks und der Umgebungstemperatur korrigiert, werden muss.

Geschieht dies nicht, muss die Leckage korrekterweise in ccm/min oder mL/min angegeben werden. Der Unterschied zwischen Normzustand und Prüfzustand beträgt durchschnittlich etwa 10%.

Beim Differenzdruckverfahren kann bei höherem Prüfdruck eine größere Genauigkeit als beim Absolut-/Relativdruckverfahren erreicht werden, da die Messsignalauflösung unabhängig von der Höhe des Prüfdrucks ist.

Mit der Druckabfallmessung bei Beaufschlagung des Prüflings mit Überdruck werden die üblichen Betriebsbedingungen simuliert.

Bei der Druckanstiegsmessung im Unterdruck-Prüfverfahren sind die Störeinflüsse durch Temperaturänderungen bzw. Volumeninstabilität der Abdruckvorrichtung oder des Werkstücks geringer als bei der Druckabfallmessung,

Die Druckanstiegsmessung im Überdruckverfahren (Glockenmethode) kommt ohne eine Ausgleichsphase aus. Außerdem wird da bei die Höhe des Prüfdrucks nicht vom Messbereich des Messelements begrenzt, da es nicht dem Prüfdruck ausgesetzt ist.

Der komplette Prüfablauf einer automatischen Dichtheitsprüfung besteht aus 3 Phasen:

- Füllen
- Ausgleichen
- Messen

1. Füllphase

Das zu prüfende Werkstück wird mit Druck beaufschlagt, Die Füllphase wird zeit- und/oder druckabhängig beendet werden

2. Ausgleichsphase

In dieser Zeit wird das Prüfsystem stabilisiert. Die während des Füllvorgangs entstandenen Turbulenzen sollen zur Ruhe kommen, und die dabei erzeugten Temperaturänderungen der Prüfluft müssen ausgeglichen werden.

3. Messphase

Eine entweichende Luftmenge erzeugt im Prüfvolumen einen Druckabfall, der gemessen und angezeigt wird. Dieser wird entweder mit einem Differenzdruckaufnehmer als Abweichung gegenüber einer dichten Referenzkammer gemessen, oder es wird die absolute Druckänderung mit einem Druckaufnehmer gemessen.

Die Dauer der Füll- und Ausgleichsphase wird empirisch ermittelt. Die Dauer der Messzeit kann nach dem Gasgesetz von Boyle-Mariotte errechnet werden:

$$\frac{p * V}{T} = konst$$

Dabei wird vorausgesetzt, dass der Messvorgang isotherm abläuft. Die Gleichung lautet dann:

$$p * V = konst$$

Übertragen auf die Verhältnisse bei der Dichtheitsprüfung nach der Druckabfallmethode lautet die Gleichung:

$$p_1 * V_T = p_2 * V_t + p_{At} * V_l$$

Darin bedeuten:

- p_1 = Druck im Prüfvolumen zu Beginn der Messphase
- p_2 = Druck im Prüfling am Ende der Messphase
- V_t = Prüfvolumen
- p_{At} = Atmosphärendruck
- V_l = Leckageluftvolumen

Die Druckänderung Δp während der Messphase beträgt:

$$\Delta p = p_1 - p_2$$

Für $p_2 = p_1 - \Delta p$ heißt die Gleichung für den Messvorgang:

$$p_1 * V_t = (p_1 - \Delta p) * V_t + p_{At} * V_l$$

oder

$$\Delta p * V_t = p_{At} * V_l$$

Bemerkenswert an dieser Gleichung ist, dass darin die Höhe des Prüfdruckes nicht vorkommt. Der Prüfdruck hat keinen Einfluss auf die Größe der Druckänderung in der Prüfkammer.

Anders ausgedrückt:

$$\Delta p = p_{At} * \left(\frac{V_l}{V_t}\right)$$

Der Druckabfall in einem Werkstück ist bei gleicher Leckage immer gleich groß, sei der darin herrschende Druck 1 bar oder 10 bar. Die Leckage jedoch, die durch die poröse Steile entweicht, wird bei höherer Druckbeaufschlagung größer.

Für eine gegebene Prüfspezifikation kann die Dauer der Messphase wie folgt errechnet werden:

$$t_M = \frac{\Delta p * V_t * 60}{p_{At} * Q_l}$$

Darin bedeuten:

- t_M = Dauer der Messphase in sec
- Δp = Ausschusspunkt in mbar
- p_{At} = Atmosphärendruck in mbar
- V_t = Testvolumen in ccm
- Q_l = Leckage in ccm/min



Dichtheitsprüfung nach dem Differenzdruckverfahren

Das Differenzdruckverfahren lässt sich bei ausreichender Genauigkeit gut automatisieren. Als Prüfmedium dient Druckluft, so dass relativ geringe Betriebskosten entstehen.

Durch ihre geringe Viskosität kann sie vorhandene Porositäten bzw. andere Leckagestellen ausreichend schnell durchdringen.

Die Prüfung erfolgt verschmutzungsfrei. Säuberung und Trocknen sowie Korrosionsschutzmaßnahmen können entfallen.

Die Wartung des Messsystems ist problemlos.

Voraussetzung bei diesem Verfahren ist die Dichtheit des Messsystems und der Prüfvorrichtung.

Funktionsbeschreibung:

Wie schon der Name Differenzdruckverfahren sagt, wird die durch ein Leck im Prüfling entstehende Druckdifferenz im Messzweig zum Druck im abgesperrten Referenzzweig gemessen.

1. Füllen:

Bei geöffnetem Füll- und Trennventil gelangt der am Druckregler eingestellte Prüfdruck zum Referenzvolumen, Messumformer und dem Prüfling. Die Füllzeit wird durch die Leistung des Druckreglers, des Gesamtvolumens der Einrichtung einschließlich Prüf- und Referenzvolumen, dem Leitungswiderstand und dem Querschnitt der Ventile bestimmt.

2. Ausgleichen:

Während dieser Phase erfolgt der Druck- und Temperaturengleich im gesamten Prüfsystem. Die in den Prüfling hineinströmende Luft expandiert am Füllventil und kühlt sich ab, die im Prüfling befindliche Luft wird komprimiert und dabei erwärmt. Das letztere überwiegt, wie der Temperaturverlauf während der vier Prüfphasen zeigt (siehe Temperatur als Störeinfluss bei der Dichtheitsprüfung).

Entsprechend der Temperatur verändert sich auch der Druck im Prüfvolumen. Wenn am Dichtheitsprüfgerät bei einem dichten Teil die Anzeige "Null" erscheinen soll, muss der isotherme Zustand abgewartet werden. Die Zeit zum Erreichen dieses vollkommenen Ausgleichs ist jedoch wesentlich länger als übliche Taktzeiten in der massenfertigenden Industrie.

Die Ausgleichsphase kann auf dreierlei Weise verkürzt werden:

Schockfüllung

Bei der Schockfüllung wird das Werkstück während der Füllphase mit einem etwas über dem Prüfdruck liegenden Fülldruck beaufschlagt. Beim Übergang von der Füll- zur Ausgleichsphase wird der Fülldruck auf den Prüfdruck reduziert. Bei diesem Expansionsvorgang kühlt sich die Luft im Testvolumen ab, wodurch der unvollkommene Ausgleich kompensiert wird.

Durch Variieren des Fülldrucks kann bei einem dichten Teil auch nach einer kurzen Ausgleichsphase die Anzeige „Null“ erzeugt werden. Außerdem wird durch diesen Effekt die Füllzeit verkürzt.

Referenzvolumen = Prüfvolumen

Auf der Referenzseite eines Differenzdruck-Dichtheitsprüfsystems wird ein dichter Prüfling (ein druckdichtes Originalwerkstück) angeschlossen.

Das Referenzvolumen dient zur Herstellung größtmöglicher Symmetrie zwischen Prüfkreis und Referenzkreis. Hierdurch ist es möglich, die Ausgleichszeit zu reduzieren, da etwaige Störeinflüsse

auf beide Kreise des Systems einwirken und somit den Einfluss auf das Messergebnis verringern.

Erfahrungswerte zeigen, dass bei Volumen <5000 ccm auf ein baugleiches Referenzvolumen üblicherweise verzichtet werden kann.

Trendmessung

Da die Anzeige "Null" bei einem dichten Teil nicht das Ziel der Dichtheitsprüfung ist, wird eine Verkürzung der Ausgleichszeit auf einfachste Weise durch eine Reduzierung der Ausgleichsphase erreicht. Die Ausgleichszeit kann soweit reduziert werden, bis der Zustand im Prüfsystem zu Beginn der Messphase nicht mehr reproduzierbar wird. Bei einem dichten Prüfling wird am Ende der Messphase der Wert X angezeigt. Um diesen Offset muss auch der Ausschussgrenzwert verschoben werden.

In der Praxis werden die vorgenannten Methoden häufig kombiniert angewendet,

3. Messen:

Nach Ablauf der Ausgleichszeit beginnt der eigentliche Messvorgang. Durch das Schließen der Füll- und Trennventile werden der Mess- und Referenzzweig voneinander getrennt. Befindet sich im Prüfling ein Leck, so vermindert sich der Druck im Messzweig gegenüber dem Referenzzweig. Der Messumformer zeigt die entstehende Druckdifferenz auf der Messwertanzeige an. Übersteigt die Druckdifferenz während der Messphase den voreingestellten Grenzwert, so wird ein Signal UNDICHT ausgegeben und der Prüfvorgang beendet.

HeMaTech Dichtheitsprüfgeräte (Differenzdruckverfahren)

Als Trennventil wird ein speziell für Dichtheitsprüfgeräte entwickeltes Trennventil eingesetzt. Hier wurden bereits bei der Entwicklung die speziellen Erfordernisse für die Dichtheitsprüfung berücksichtigt. Durch den symmetrischen Aufbau werden beim Schließen gleichzeitig beide Messzweige voneinander getrennt. Volumen und Druckunterschiede wirken somit gleichmäßig auf beide Messzweige und können somit zu keinen Fehlmessungen führen. Durch die eindeutige Trennung beider Messkreise werden Fehlmessungen durch Undichtigkeiten vorgeschalteter Füllventile zuverlässig verhindert. Die Ansteuerung des Trennventils erfolgt pneumatisch, so dass eine Beeinflussung durch Erwärmung, wie sie z.B. durch die Spule eines Magnetventils auftritt, von vornherein ausgeschlossen wurde.

Einflüsse auf das Messergebnis

Wie bereits erwähnt, wird bei der automatischen Dichtheitsprüfung mit Luft die entweichende Luftmenge nicht unmittelbar gemessen, sondern nur deren Auswirkung auf den Druck im Prüfvolumen. Nach dem Gasgesetz haben jedoch - außer einer Undichtheit - auch Temperatur- und Volumenänderungen Auswirkungen auf den Druck im Prüfvolumen. Zur Durchführung einer präzisen Dichtheitsprüfung muss also sichergestellt sein, dass die gemessene Veränderung ausschließlich auf das Konto eines Lecks geht.

Alle mit dem Prüfmedium in Berührung kommenden Komponenten, Prüfling, Prüfluft und Abdichtvorrichtung sollten dieselbe Temperatur bzw. bei jeder Messung einen immer gleichen Temperaturunterschied haben.



Dichtheitsprüfung nach dem Differenzdruckverfahren

Volumenänderung:

Auch das Prüfvolumen darf sich während der Messphase nicht verändern. Eine Vergrößerung, z.B. verursacht durch die Beaufschlagung mit Prüfdruck, täuscht ein Leck vor, während eine Verkleinerung z.B. verursacht durch die Andruckkräfte der Abdichtelemente ein evtl. vorhandenes Leck kompensiert.

Um ein "Atmen" der Abdichtelemente zu vermeiden, sollten die Abdichtelemente und die Abdichtkräfte so bemessen sein, dass im abgedichteten Zustand Metallkontakt zwischen Abdichtelement und Werkstück besteht. Da beim Dichtprüfen nach der Druckmessmethode die Größe des Prüfvolumens in die Ermittlung der Leckage eingeht, wirken sich die Toleranzen des Prüfvolumens als Messfehler aus.

Wiederholbarkeit des Dichtheitsprüfgerätes

Die Qualität von Dichtheitsprüfgeräten für den Produktionsbetrieb wird nicht in erster Linie durch deren absolute Genauigkeit, sondern vielmehr durch die Wiederholgenauigkeit bestimmt. Die Wiederholgenauigkeit eines Dichtheitsprüfgerätes setzt sich aus den Toleranzen verschiedener Komponenten zusammen:

- Messwertaufnehmer
- Messelektronik
- Ventile
- Schläuche
- Prüfdruckregler

Typische Werte für die Wiederholgenauigkeit korrekt eingestellter Dichtheitsprüfgeräte sind:

Absolutdruck-/Relativdruckprüfgeräte 1 - 10 Pa abhängig vom Prüfdruck

Differenzdruck-Dichtheitsprüfgeräte 1 Pa

Kalibrierung

Die Genauigkeit der Dichtheitsprüfung ist natürlich auch von der Genauigkeit der Lecksimulierungseinrichtung, mit der das Messsystem kalibriert wurde, abhängig.

Häufig wird zur Lecksimulierung eine im Dichtheitsprüfgerät eingebaute einstellbare Drossel mit einem Schwebekörper-Durchflussmesser verwendet. Diese Lecksimulierungsmethode ist zwar einfach in der Anwendung, die Genauigkeit der Messgeräte beträgt jedoch nur 3% v.E., zudem ist der Schwebekörper manchmal schlecht zu erkennen und die Ablesegenauigkeit ist gering.

Zur Kalibrierung des Prüfsystems wird in die Abdichtvorrichtung ein Meisterteil (dichtes Werkstück) eingelegt und unter Serienbedingungen das zulässige Leck simuliert. Das geschieht mit einer Drossel, die an einer Abzweigung der Zuleitung zum Werkstück angeschlossen wird. Die Drossel muss auf die zugelassene Leckage kalibriert sein.

Mit dem HeMaTech Prüftechnik Leckkalibriergerät 3925-0202 wird zur Kalibrierung ein Prüfgerät verwendet, mit dem eine Leckage ab 0,1 ccm/min eingestellt werden kann. Die aus der Drossel austretende Luft wird mit einem geeichten Kalibriergerät mit einer Auflösung von 0,01 Norm ccm/min gemessen. Alternativ kann auch ein Testleck (HeMaTech 3925-204x) mit definierter Leckage bei einem definierten Prüfdruck eingesetzt werden.

Undichte Abdichtstellen

Das Dichtheitsprüfgerät kann eine Undichtheit nicht differenzieren!

Das Messelement eines Dichtheitsprüfgerätes kann nicht unterscheiden, ob die Undichtheit von einer porösen Stelle des Werkstücks oder von der Undichtheit der Abdichtung herrührt. Bei hintereinander folgenden Ausschussmeldungen kann lediglich angenommen werden, dass die Ursache in einem verschlissenen Abdichtelement bzw. in einer undichten Stelle im Prüfsystem liegt.

Summe von Leckagestellen

Bei der automatischen Dichtheitsprüfung werden die Summen von Leckagestellen eines Werkstücks mit dessen Abdichtstellen gemessen.

Dabei kann es sein, dass mehrere einzelne Leckagestellen mit jeweils einer noch unterhalb der zulässigen Grenze liegenden Leckage zusammen den Grenzwert überschreiten und das Werkstück fälschlicherweise als AUSSCHUSS klassifiziert wird. Bei der Festlegung der zulässigen Leckage muss jedoch der ungünstigste Fall eines einzelnen Lecks angenommen werden.

Feuchtigkeit an der Oberfläche der Prüfkammer

Durch Feuchtigkeit an der Oberfläche der Prüfkammer kann eine Undichtheit verschlossen werden. Diese ist dann zum Zeitpunkt der Dichtheitsprüfung nicht feststellbar. Im späteren Betriebszustand kann sie jedoch wieder als Undichtheit in Erscheinung treten.

Versuche mit verschiedenen Werkstücken haben gezeigt, dass Luftlecks am trockenen Werkstück im benetzten Zustand (Bohremulsion) nicht mehr erkennbar waren. Selbst eine der Dichtheitsprüfung vorausgegangene Hochdruckprüfung konnte diese undichte Stelle nicht freiblasen. Daher sind für die Dichtheitsprüfung trockene Werkstücke erforderlich.

Dichtheitsprüfung geschlossener Hohlkörper

Geschlossene Hohlkörper, die keine Lufteintrittsöffnung haben, werden zur Dichtheitsprüfung in eine Prüflocke gelegt und das Restvolumen zwischen Werkstück und Glockeninnenraum wird mit Prüfdruck beaufschlagt. Die Druckbeaufschlagung erfolgt aus einem Expansionsvolumen, aus dem während der Füllphase vorgespannte Druckluft in die Kapsel expandiert. Das Verhältnis des Expansions- zum Restvolumen und der Druck im Expansionsvolumen vor der Füllphase wird so gewählt, dass sich im Restvolumen der Prüfdruck einstellt, wenn das Werkstück kein Grobleck hat (Volumenmessprinzip).