

Standard-Verfahren zum Kalibrieren von Vakuummetern durch direkten Vergleich mit einem Bezugsmeßgerät Allgemeine Grundlagen

DIN
28 418
Teil 1

Vacuum technology;
Standard method for vacuum gauge calibration by direct comparison with a reference vacuum gauge

Technique du vide;
Méthode normalisée d'étalonnage de manomètres par comparaison directe avec un
manomètre à vide de référence

Zusammenhang mit dem von der International Organization for Standardization (ISO) herausgegebenen Norm-Entwurf ISO/DIS 3567, siehe Erläuterungen.

1 Einleitung

Der Zweck der vorliegenden Norm besteht darin, die Bedingungen festzulegen, unter denen ein **direkter** Vergleich zwischen einem zu kalibrierenden Vakuummeter und einem Bezugsmeßgerät vorgenommen werden kann. Das Bezugsmeßgerät kann entweder ein absolut messendes Vakuummeter sein oder selbst auch kalibriert sein. Das in dieser Norm beschriebene Verfahren ist nicht auf einen bestimmten Vakuumbereich beschränkt.

2 Geltungsbereich

Es werden Verfahren zum Kalibrieren von Vakuummetern gegen ein Bezugsmeßgerät angegeben. Die zu kalibrierenden Vakuummeter können sehr verschiedener Art sein: Ionisationsvakuummeter, also entweder mit radioaktiver Ionenquelle (Beispiel: Alphatron) oder mit kalter Kathode oder mit heißer Kathode (Beispiele: die klassische inverse Triode, das sogenannte Hochdruckionisationsvakuummeter, das einfache Bayard-Alpert-System, das Bayard-Alpert-System mit Modulation, das Extraktor-System, das Magnetronsystem mit heißer Kathode), thermische Vakuummeter, mechanische Vakuummeter (Beispiel: Membranvakuummeter), oder Partialdruckmeßgeräte.

Das Bezugsmeßgerät kann entweder ein Meßgerät sein, das nach einem Absolutverfahren kalibriert wurde oder aber selbst ein absolut messendes Gerät sein.

Die Unsicherheit der Kalibrierung hängt von den Fehlergrenzen des Bezugsmeßgerätes ab und von der Art des zu kalibrierenden Meßgerätes. Im allgemeinen kann mit dem beschriebenen Verfahren eine Unsicherheit von etwa 10 % erreicht werden.

Bei Anwendung dieser Norm sind zwei verschiedene Fälle zu unterscheiden:

- Kalibrieren der gesamten Druckmeßeinrichtung, also des eigentlichen Meßsystems und der dazugehörigen Betriebseinrichtung
- Kalibrieren des Meßsystems für sich allein unter nur für dieses geltenden spezifizierten Bedingungen.

In diesem Falle müssen alle Schaltungen und Geräte angegeben werden, die erforderlich sind, um den Betrieb des Meßsystems unter den spezifizierten Bedingungen und die Messung der verschiedenen Meßgrößen mit der erforderlichen Genauigkeit sicherzustellen.

3 Arbeitsprinzip

Das oder die zu kalibrierenden Vakuummeter und das oder die entsprechenden Bezugsmeßgeräte werden an eine Prüfkammer angeschlossen, in der der erforderliche Druck eingestellt wird (siehe Bild 1, Anhang A).

Ein zufriedenstellender Betrieb ist dann gegeben, wenn in dem Meßvolumen an den daran angeschlossenen Druckmeßstellen eine gleichmäßige und stabile Gasverteilung erreicht ist, so daß die Drücke an den verschiedenen Stellen praktisch so weit übereinstimmen, daß Vergleiche mit der erforderlichen Genauigkeit möglich sind.

Dies setzt die Beachtung gewisser Vorbedingungen voraus, die im nachstehenden erläutert werden:

4 Apparatur

4.1 Eines oder mehrere Bezugsvakuummeter in dem Druckbereich, in dem das Vakuummeter kalibriert werden soll.

4.2 Vakuumsystem

Dieses System muß folgenden Forderungen genügen:

4.2.1 Die Prüfkammer muß ein Volumen besitzen, das mindestens 50mal größer ist als das Gesamtvolumen aus Volumen der Vakuummeter und der dazugehörigen Verbindungsleitungen.

4.2.2 Die Prüfkammer muß eine solche Form haben, daß das Verhältnis von Wandoberfläche zu Volumen so gering wie praktisch möglich ist (im Idealfall ist das eine Kugel); dieses Verhältnis darf nicht den Wert überschreiten, der durch einen geraden Kreiszylinder gegeben ist, dessen Länge gleich dem vierfachen Durchmesser ist.

4.2.3 Die Verbindung zwischen Prüfkammer und dem übrigen Teil des Vakuumsystems muß so ausgebildet sein, daß der eintretende Gasstrom weder die zu kalibrierenden Vakuummeter oder die Bezugsvakuummeter trifft noch die zu den Vakuummetern führenden Öffnungen.

4.2.4 Die Bezugsvakuummeter und die zu kalibrierenden Vakuummeter müssen an der Prüfkammer so angeschlossen sein, daß Druck- und Temperaturunterschiede zu keinen nennenswerten Fehlern führen. Die Geometrie der Verbindungsrohre zwischen Prüfkammer und Vakuummetern muß so gewählt werden, daß ein Gasteilchen, das von der Prüfkammer kommt, nicht in die aktive Zone der

Fortsetzung Seite 2 bis 4
Erläuterungen Seite 4

Normenausschuß Vakuumtechnik (FNV) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin, gestattet.

Vakuummeter gelangen kann, ohne vorher mindestens einen Zusammenstoß mit der Wand gemacht zu haben.

4.2.5 Die verschiedenen Vakuummeter können Gase sorbieren und desorbieren. Um die durch solche Effekte hervorgerufene Störung der Druckverteilung so gering wie möglich zu halten, muß der Leitwert der Rohrverbindungen zwischen Meßkammer und Vakuummeter ungefähr hundertmal größer sein als der von Sorption und Desorption herrührende Volumenstrom; diese Forderung führt gewöhnlich zu Leitwerten von mindestens einigen Litern je Sekunde.

4.2.6 Der Restgasdruck, d. h. der in der Meßkammer ohne Gaseinlaß vorhandene Druck darf 2 % des niedrigsten Kalibrierdruckes nicht überschreiten, entsprechend der Anzeige des Bezugsmeßgerätes oder des zu kalibrierenden Vakuummeters. Es muß sichergestellt sein, daß bei gleichzeitigem Betrieb von Bezugsmeßgerät und zu kalibrierenden Vakuummeter im stationären Zustand keine gegenseitige Beeinflussung der entsprechenden Druckablesung vorhanden ist.

Falls gleichzeitig Kalibrierungen vorgenommen werden sollen, wird es notwendig sein, mittels wechselseitiger Kontrollen zu prüfen, daß im stationären Zustand keine nennenswerte gegenseitige Beeinflussung vorhanden ist. Sollte dies der Fall sein, müssen zusätzliche Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden.

In diesem Zusammenhang sei speziell auf das Kalibrieren von Einbaumeßsystemen hingewiesen.

4.3 Ionisationsvakuummeter zur Überwachung des Druckes in der Meßkammer

4.4 Freibleibend: Puffervolumen und Vakuummeter zur Überwachung des Druckes im Puffervolumen (siehe Anhang A).

4.5 Kalibriergas

4.5.1 Die Reinheit des Gases soll einen max. Verunreinigungsgrad von 0,1 Vol.-% entsprechen.

4.5.2 Die Einrichtung zum Einlassen des Gases in die Apparatur aus dem Gas-Vorratsbehälter muß so konstruiert sein und so bedient werden können, daß der Reinheitsgrad des Gases praktisch erhalten bleibt. Die Reinheit des Gases im Vakuumsystem soll mit einem Partialdruckmeßgerät überwacht werden, sofern dies praktisch vertretbar ist.

4.6 Thermometer

4.6.1 Die Umgebungstemperatur in der Nähe der Meßkammer und der Vakuummeter wird mit Hilfe von Thermometern bestimmt, die an geeigneter Stelle angebracht und gegen Strahlung geschützt sind. Meßunsicherheit der Temperaturbestimmung ≤ 1 K.

4.6.2 Die Temperaturen der Meßkammer werden mit einer Meßunsicherheit von ≤ 1 K mit Thermometern bestimmt, die mit der Meßkammerwand thermischen Kontakt haben.

4.6.3 Sowohl die Bezugsmeßgeräte als auch die zu kalibrierenden Vakuummeter befinden sich in ruhender Luft und sind so geschützt angebracht, daß deren Temperatur unter stationären Bedingungen – gegeben durch den Betrieb der Vakuummeter und durch die Umgebungstemperatur – innerhalb der Grenzen konstant bleibt, die durch den jeweiligen Hersteller vorgeschrieben sind.

5 Durchführung des Verfahrens

5.1 Die Vakuummeter sollen in der Regel genau nach den Vorschriften des Herstellers betrieben werden, es sei denn, daß der Kunde eine andere Spezifikation fordert. Das Bezugsmeßgerät muß stets unter den hierfür angegebenen

Bedingungen betrieben werden. Im übrigen erfolgt die Bedienung nach dem herrschenden Stand der Technik.

5.2 Sobald die Montage betriebsfertig abgeschlossen ist, wird mit dem Pumpen begonnen. Je nach dem erforderlichen Enddruck dürfte häufig ein Ausheizen erforderlich sein. Das Ausheizverfahren soll gemäß Abmachungen zwischen Hersteller oder Kunden und dem die Kalibrierung ausführenden Laboratorium durchgeführt werden.

Nach Ausheizen und Abkühlung sind die folgenden Verfahrensschritte durchzuführen:

5.3 Entgasung (falls erforderlich) der Meßsysteme gemäß den Richtlinien der Hersteller oder gemäß Abmachung zwischen Kunden und dem die Kalibrierung ausführenden Laboratorium.

5.4 Vakuummeter, die gleichzeitig verwendet werden, sind in Betrieb zu halten. Es ist hinreichende Zeit für die Temperaturstabilisierung der Meßkammer mit Bezug auf die Umgebungstemperatur zu gewähren.

An diesem Punkt des Verfahrens werden Temperatur der Meßkammer und Umgebungstemperatur notiert; diese sollten zwischen 20 °C und 26 °C liegen, vorzugsweise bei 23 °C.

5.5 Das zur Kalibrierung verwendete Gas wird durch Gas-einlaß-Regelventile eingelassen, wobei das Hochvakuumventil über der Vakuumpumpe teilweise offen oder geschlossen ist. Bei der ersten Betriebsart wird der Gasstrom so geregelt, daß sich an dem Bezugsmeßgerät eine konstante Druckablesung ergibt, die dem kleinsten Kalibrierdruck entspricht. Bei der zweiten Betriebsart ist die Menge des eingeführten Gases so gewählt, daß der kleinste Kalibrierdruck in der Prüfkammer erhalten wird.

5.6 Nachdem die variablen und einstellbaren Parameter des Vakuummeters auf die verlangten Werte eingestellt sind, läßt man die Meßgeräte sich stabilisieren, so daß man Ablesungen erhält, die für eine hinreichende Zeitspanne (etwa 5 Minuten) innerhalb ungefähr 1 % des Vollausschlages des elektrischen Meßbereiches des Anzeigeinstrumentes konstant bleiben.

5.7 Die Messungen sind entsprechend den diesbezüglichen Betriebsvorschriften für die zu kalibrierenden Vakuummeter und für das Bezugsmeßgerät auszuführen.

Die zu Abschnitt 5.7 aufgeführten Schritte sind mindestens 2mal zu wiederholen.

5.8 Man steigere den Druck im System in der Weise, daß sich eine Reihe von mindestens 3 Kalibrier-Meßpunkten für jeden Bereich des Meßinstrumentes ergibt, oder 3 Meßpunkte für jede Zehnerpotenz, falls der Kalibrierbereich größer als eine Dekade ist. Diese Punkte müssen gleichmäßig verteilten Druckwerten entsprechen bei gleichbleibender Einstellung der variablen Parameter des Vakuummeters.

6 Darstellung der Ergebnisse

6.1 Die folgenden Einzelheiten sind anzugeben:

6.1.1 Die Vakuummeter oder Vakuummeter-Meßsysteme, einschließlich des Bezugsmeßgerätes, wobei Name des Herstellers, Art des Vakuummeters, Serie und Seriennummer der betreffenden Type anzugeben sind.

6.1.2 Datum der Kalibrierung

6.1.3 Methode der Kalibrierung und Betrieb nach dieser Norm nebst Abweichungen davon, falls solche vorliegen; ferner die Methoden, die zur Überprüfung der Forderungen nach Abschnitt 4.2.6 angewendet wurden.