



**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑪

**641 562**

⑮① Gesuchsnummer: 7093/79

⑦③ Inhaber:  
Balzers Aktiengesellschaft, Balzers (LI)

⑮② Anmeldungsdatum: 02.08.1979

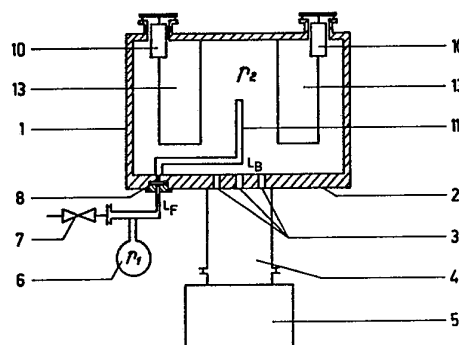
⑮④ Patent erteilt: 29.02.1984

⑮⑤ Patentschrift  
veröffentlicht: 29.02.1984

⑦② Erfinder:  
Hermann Mennenga, Balzers (LI)

⑤④ **Einrichtung zum Kalibrieren eines Vakuummeters.**

⑤⑦ Um in der Prüfkammer (1), welche das zu kalibrierende Vakuummeter (10) aufnimmt, einen Kalibrierdruck  $p_2$  herzustellen, der um einen konstanten Faktor niedriger ist als der mittels eines Bezugsvakuummeters (6) genau gemessene Druck  $p_1$  in der Zuleitung (7) des Kalibriergases, lässt man dieses über eine erste Drosselstelle (8) mit einem Leitwert  $L_F$  in die Prüfkammer (1) eintreten und pumpt es über eine zweite Drosselstelle (3) von wesentlich grösserem Leitwert  $L_B$  ab. Das Druckverhältnis  $p_2/p_1$  ist dann gleich  $L_F/L_B$ , jedoch hängen die beiden Leitwerte auch von der Temperatur ab. Um diese Abhängigkeit praktisch auszuschalten, werden die Drosselstellen in einem gemeinsamen Wärmeausgleichskörper (2) aus gut wärmeleitendem Werkstoff angeordnet. Vorzugsweise ist dieser als Bodenplatte (2) der Prüfkammer (1) ausgebildet und wird die aus einem porösen Sinterkörper bestehende Drosselstelle durch eine Platte abgedeckt.



## PATENTANSPRÜCHE

1. Einrichtung zum Kalibrieren eines Vakuummeters mit einer mit Evakuierungsanschluss und einer Haltevorrichtung zur Aufnahme des zu kalibrierenden Vakuummeters ausgestatteten Prüfkammer sowie mit einer mit einem Bezugsvakuummeter verbundenen Zuleitung für ein Kalibriergas, wobei die Prüfkammer mit dem Evakuierungsanschluss und mit dem Bezugsvakuummeter je über eine Gasdrosselstelle in Verbindung steht, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Drosselstellen (3, 8) in einem gemeinsamen Wärmeausgleichskörper (2) aus gut Wärme leitendem Werkstoff angeordnet sind.

2. Einrichtung nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmeausgleichskörper als Bodenplatte (2) der Prüfkammer (1) ausgebildet ist.

3. Einrichtung nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens die Drosselstelle (8) zwischen Bezugsvakuummeter (6) und Prüfkammer (1) durch einen porösen Sinterkörper (15) gebildet wird.

4. Einrichtung nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die im Wärmeausgleichskörper (2) angeordnete Drosselstelle (8) zwischen Bezugsvakuummeter (6) und Prüfkammer (1) durch eine mit der Kalibriergaszuleitung (17) verbundene Abdeckplatte (16) abgedeckt ist.

Die Erfindung bezieht sich auf eine Einrichtung zur Kalibrierung eines Vakuummeters mit einer mit Evakuierungsanschluss und einer Haltevorrichtung zur Aufnahme des zu kalibrierenden Vakuummeters ausgestatteten Prüfkammer sowie mit einer mit einem Bezugsvakuummeter verbundenen Zuleitung für ein Kalibriergas, wobei die Prüfkammer mit dem Evakuierungsanschluss und mit dem Bezugsvakuummeter je über eine Gasdrosselstelle in Verbindung steht.

Zum Kalibrieren von Vakuummetern ist die sogenannte Expansionsmethode bekannt, die darauf beruht, dass ein gegebenes Volumen eines Kalibriergases, dessen Druck mit einem Bezugsvakuummeter gemessen wird, in einen Raum von grösserem Volumen hineinexpandiert, wobei dann aus dem Verhältnis der beiden Volumina und des Anfangsdruckes des Kalibriergases der nach der Expansion vorliegende Enddruck, dem das zu kalibrierende Vakuummeter ausgesetzt wird, berechnet werden kann. Bei einem solchen Messverfahren ergeben sich Fehler wegen der Ungenauigkeit der Messung des Volumenverhältnisses, ferner wegen der Sorption des Kalibriergases an den Wänden der Kammer, welche die Drücke verändern und schliesslich auch wegen etwaiger Desorption anderer Gase von den Wänden der genannten Kammer. Auch Abweichungen im Verhalten des Kalibriergases von den sogenannten idealen Gasgesetzen können zu Fehlerursachen werden.

Einerseits, um einige dieser Fehlerquellen zu verringern, andererseits um auch mit sehr genauen Bezugsvakuummetern arbeiten zu können, deren Messbereich jedoch höher liegt als der Messbereich eines zu kalibrierenden Vakuummeters, ist das sogenannte dynamische Expansionsverfahren eingeführt worden, bei dem der Druckabfall gemessen wird, der beim Durchströmen des Kalibriergases durch eine Drosselstelle auftritt. Dabei befindet sich die Gaseinströmung durch die Drosselstelle in die Prüfkammer der Kalibriereinrichtung und das Abpumpen des Gases aus derselben durch eine angeschlossene Pumpe in dynamischem Gleichgewicht d.h. die der Prüfkammer zu- und abgeführten Kalibriergasmengen sind gleich gross.

Da das Saugvermögen der meisten Pumpen nicht mit genügender Genauigkeit bestimmbar ist beziehungsweise nicht genügend konstant ist, wird, um daraus sonst erwachsende

2

Fehler auszuschalten, meist auch zwischen der Prüfkammer und der Pumpe eine weitere Gasdrosselstelle vorgesehen.

Wenn  $p_1$  den Druck des Kalibriergases in der Zuleitung,  $p_2$  den Druck desselben in der Prüfkammer und  $L_F$  bzw.  $L_B$  die Strömungsleitwerte der beiden Drosselstellen bedeuten, dann gilt für die über  $L_F$  in die Prüfkammer einströmende Gasmenge  $Q$ , die gleich ist der über  $L_B$  aus dieser abgepumpten Gasmenge (vgl. die anliegende Zeichnung):

$$Q = L_F (p_2 - p_2) = L_B (p_2 - 0) \quad (1)$$

wenn der Enddruck der Pumpe so niedrig, sozusagen gleich 0 ist, sodass er gegenüber  $p_2$  ins Gewicht fällt. Dann folgt

$$L_F (p_1 - p_2) = L_B p_2 \quad L_F p_1 = p_2 (L_F + L_B)$$

$$p_2 = p_1 \frac{L_F}{L_F + L_B} \quad (2)$$

Wählt man nun  $L_F \ll L_B$  dann gilt näherungsweise

$$p_2 = p_1 \frac{L_F}{L_B} \quad \text{oder} \quad \frac{p_2}{p_1} = \frac{L_F}{L_B} \quad (3)$$

d.h. der Druck des Kalibriergases in der Prüfkammer ist im Verhältnis  $\frac{L_F}{L_B}$  gegenüber dem Druck in der Kalibriergaszuleitung verkleinert.  $\frac{L_F}{L_B}$  eine Konstante dar unter der Voraus-

setzung molekularer Strömung durch die beiden Drosselstellen. Zweckmässigerweise wählt man ein dekadisches Unter- setzungsverhältnis; wenn  $L_F$  z.B. 1000 mal kleiner ist als  $L_B$ , dann gilt dies auch für den Druck  $p_2$  im Vergleich zu  $p_1$ .

Das Unteretzungsverhältnis  $p_2/p_1$  hängt also für eine Pumpe mit genügend tiefem Enddruck nicht mehr vom Saugvermögen derselben ab sondern lediglich vom Verhältnis der Leitwerte der beiden Drosselstellen.

Als geeignete Drosselstellen können poröse Sinterkörper verwendet werden, vor allem für die Drosselstelle zwischen Bezugsvakuummeter und Prüfkammer. Dabei muss beachtet werden, dass der Leitwert einer Drosselstelle proportional ist der Wurzel  $\sqrt{\frac{T}{M}}$ , wobei  $T$  die absolute Temperatur und  $M$  das Molekulargewicht bedeutet. Der Leitwert ist also von der Temperatur abhängig.

Die vorliegende Erfindung hat sich zur Aufgabe gestellt, eine Einrichtung zum Kalibrieren von Vakuummetern anzugeben, die ermöglicht, den Temperaturfehler auf einem Minimum zu halten, d.h. praktisch auszuschalten. Diese Aufgabe wird gemäss Patentanspruch 1 bei einer Einrichtung der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass die beiden Gasdrosselstellen in einem gemeinsamen Wärmeausgleichskörper aus gut wärmeleitendem Werkstoff angeordnet sind.

Im folgenden wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der anliegenden schematischen Zeichnungen näher erläutert.

Die Figuren 1 und 2 zeigen eine zylindrische Prüfkammer in Schnitten senkrecht und parallel zur Zylinderachse. Darin sind zwei zu kalibrierende Vakuummeter 10 angerodnet, und zwar (entsprechend einer bekannten Vorschrift) so, dass jedes in die Prüfkammer eintretende Molekül des Kalibriergases mindestens einen Wandstoss erleidet, bevor es in die aktive Zone der Vakuummeter eintreten kann. Zu diesem Zweck sind die zwei halbkreisförmigen Prallbleche 13 vorgesehen und mündet die Kalibriergaszuleitung 11 gegenüber einer Stirnwand der zylindrischen Prüfkammer.

Im Sinne der Erfindung besteht die Bodenplatte 2 der Prüfkammer vorzugsweise aus Kupfer oder Aluminium (oder

einer entsprechend gut wärmeleitenden Leigerung) und sie weist die beiden Gasdrosselstellen 8 und 3 auf, (die  $L_F$  bzw.  $L_B$  der obigen Formeln entsprechen). Das Kalibriergas wird über ein Ventil 7 durch die Drosselstelle 8 der Prüfkammer zugeleitet und über die Drosselstelle 3 aus dieser über den Saugstutzen 4 mittels einer angeschlossenen Pumpe 5 abgesaugt. Der Druck  $p_1$  des Kalibriergases vor der Drosselstelle 8 wird mittels des Bezugsvakuummeters 6 gemessen.

Die gemeinsame, genügend wärmeleitende Bodenplatte sorgt für einen Temperatenausgleich und gewährleistet dadurch eine hinreichend gleichmässige Temperatur der beiden Drosselstellen, sodass die Abhängigkeit der Leitwerte von der Temperatur für die Messung nicht mehr störend ins Gewicht fällt.

Um die Angleichung der Temperatur der Drosselstellen an die Temperatur der Bodenplatte und deren Konstanthaltung während der Messung weiter zu verbessern, ist eine Aus-

bildung gemäss Figur 3 vorteilhaft. Diese zeigt einen Ausschnitt aus der Bodenplatte 2, wobei in einer Vertiefung derselben eine Platte 15 aus einem porösen Sinterwerkstoff eingelegt und durch die angeschraubte Deckplatte 16 festgehalten ist. Die Deckplatte und die Bodenplatte sind mit den Leitungen 17 bzw. 18 für die Durchführung des Kalibriergases versehen, wobei an die Bohrung 18 die Leitung 11 – vergleiche mit Figur 2 – als Verlängerung anschliesst. Bei dieser Konstruktion ist also die die eigentliche Drosselstelle darstellende Sinterplatte 15 nahezu allseits von gleichmässig temperierten Wänden umschlossen, was eine raschere und gleichmässige Temperatureinstellung gewährleistet. Diese Ausgestaltung der Drosselstelle empfiehlt sich besonders für  $L_F$ , während für die Drosselstelle  $L_B$  ein paar einfache Bohrungen, wie gezeichnet, genügen, wenn eine Druckumsetzung gemäss der obigen Formel 3 gewünscht ist, also ein kleines Verhältnis vom  $L_F$  zu  $L_B$  erforderlich ist.

Fig.1

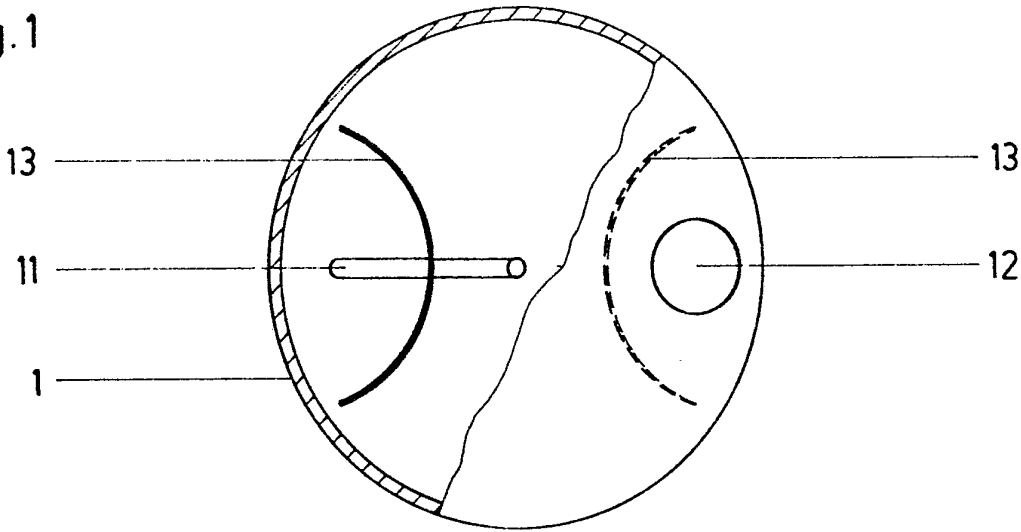


Fig.2

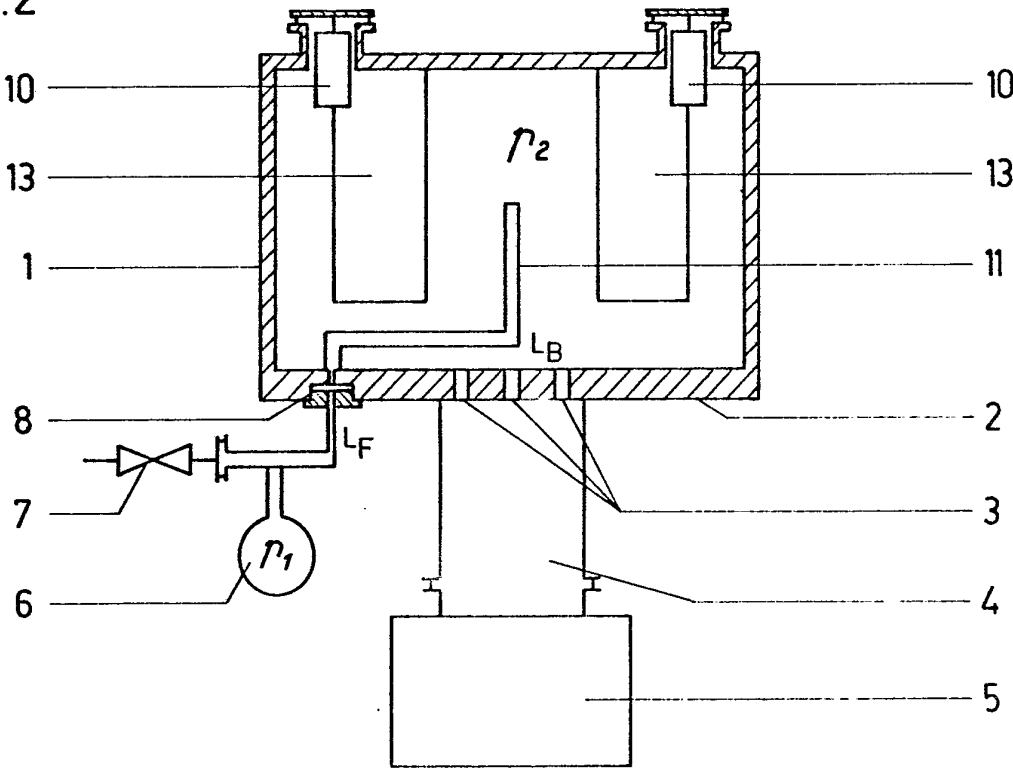


Fig.3

