Staatliche Materialprüfungsanstalt

Universität Stuttgart

Postfach 80 11 40
D-70511 Stuttgart

MPA STUTTGART

Deutscher Akkreditierungs Rat DAR

DAP - PL - 2907.99

Prüfungsbericht

Auftraggeber:	**Kempchen & Co. GmbH** **Alleestr. 4** **D-46049 Oberhausen**
Auftrags-Nr. (Kunde):	10 E 03 012161
Auftrags-Nr. (MPA):	951 098 002/Hh/Dr. Koc/Gue
Prüfgegenstand:	Kammprofildichtung vom Typ **PF29**
Prüfspezifikation:	**Prüfung der Leckagerate nach VDI 2440**
Eingangsdatum des Prüfgegenstandes:	04. August 2003
Datum der Prüfung:	12. bis 16. August 2003
Datum des Berichts:	19. August 2003
Seite 1 von	5 Textseiten
Beilagen:	2
Anlagen:	
Gesamtseitenzahl:	7
Anzahl der Ausfertigungen:	**2 x Kempchen & Co. GmbH**

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände.

Veröffentlichung des vorliegenden Berichtes (auch auszugsweise) ist nur mit schriftlicher Genehmigung der MPA Stuttgart zulässig.

Inhalt

1 Zusammenfassung

2 Zielsetzung der Untersuchungen

3 Gegenstand der Untersuchungen

4 Vorgehensweise bei den Untersuchungen

4.1 Prüfflanschpaar und Montage der Verbindung

4.2 Prüfung des Abdichtverhaltens (Leckageversuch)

5 Ergebnisse der Untersuchungen

6 Bewertung der Untersuchungsergebnisse

1 Zusammenfassung

Das Abdichtverhalten der Dichtung wurde nach 48 stündiger Auslagerung bei erhöhter Temperatur und Prüfdruck p = 1 bar absolut (Prüfmedium: Helium) untersucht. Die Vorgehensweise und die Randbedingungen bei diesen Prüfungen entsprechen denen bei der Ermittlung des Leckageverhaltens nach VDI-Richtlinie 2440 (Ausgabe November 2000) zum Nachweis der Hochwertigkeit im Sinne der TA-Luft. Da diese Richtlinie praktisch keine Vorgaben bezüglich der Versuchsdurchführung enthält, wurde das folgende Vorgehen gewählt:

- Es wurden Flansche DN 40 PN 40 DIN 2635 mit Dichtleisten in Anlehnung an DIN 28090-2 verwendet, die jedoch eine Rautiefe $R_a \leq 6{,}3$ µm aufwiesen.
- Die Schrauben wurden mit einer Kraft angezogen, die bei einer Standarddichtung DN40/PN40 aus Plattenmaterial zu einer Flächenpressung von 30 MPa führt.
- Nach der Montage wurde das verspannte Flanschpaket mittels Temperaturregler und integrierter Heizpatrone 48 Stunden bei 250°C warmgelagert.
- Nach dem Abkühlen wurde die absolute Leckagerate mit einem Helium-Lecksucher (Massenspektrometer) gemessen.
- Bei der Ermittlung der spezifischen Leckagerate wurde der mittlere Umfang der wirklich verpressten Dichtfläche herangezogen.

Die Prüfungen zeigten, dass die Dichtung die Anforderung der VDI-Richtlinie 2440 erfüllt.

2 Zielsetzung der Untersuchungen

Das Ziel der Untersuchungen war die Bestimmung des Abdichtverhaltens der vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Dichtung nach Auslagerung in einer Flanschverbindung bei erhöhter Temperatur vor dem Hintergrund der VDI-Richtlinie 2440 (Ausgabe November 2000) bzw. TA-Luft.

3 Gegenstand der Untersuchungen

Gegenstand dieser Untersuchungen war die Kammprofildichtung mit PTFE-Umhüllung vom Typ **PF29**. Die Dichtung hatte einen Außendurchmesser von 92 mm und eine Dicke von 4,90 mm. Die PTFE-Umhüllung hatte einen Innendurchmesser von 53 mm und einen Außendurchmesser von 73 mm. Damit hatte die Dichtung einen mittleren wirksamen Umfang von 0,198 m.

4 Vorgehensweise bei den Untersuchungen

4.1 Prüfflanschpaar, Montage der Verbindung, Auslagerung und Leckagemessung

Der Prüfling wurde in einem Prüfflanschpaar, der folgenden Bezeichnung untersucht:
2.11 140 Z DN40 48 3 PN40 DIN 1.4571 chg 907077 $\mathscr{La}$

Der Rohranschluss der Flansche war entsprechend DIN 28090-2 zugeschweißt. Die Dichtflächen hatten eine gedrehte Oberfläche, die Rautiefe der Drehriefen war $\leq$ 6,3 µm (R_a).
Es wurden vier als Messschrauben ausgebildete Sechskantschrauben M 16 mit Unterlegscheiben und innerem Messstift verwendet. Mittels Messuhren kann die Schraubenkraft bestimmt und so ein gleichförmiges Anziehen erzielt werden. Die Gesamtschraubenkraft wurde so eingestellt, dass sich bei einer Standarddichtung DN40/PN40 aus Plattenmaterial eine wirksame Dichtungspressung von 30 MPa ergibt.

Die Schraubengewinde und Mutternstirnseiten wurden vor der Montage geschmiert. Die Belastung wurde in vier Stufen aufgebracht und innerhalb von 15 min nachgezogen, damit schließlich alle Messuhren die gleiche Belastung zeigten. Es wurde jeweils über Kreuz angezogen.

Nach der Montage wurde das Flanschpaket mittels eines Temperaturreglers und einer integrierten Heizpatrone mit 2 K/min aufgeheizt und danach 48 h bei 250 °C warmgelagert.
Die Leckageuntersuchungen wurden nach Abkühlung auf Raumtemperatur durchgeführt. Die Schrauben wurden nach der Warmlagerung nicht nachgezogen. Der Innendruck betrug 1 bar absolut, Prüfmedium war Helium.

4.2 Prüfung des Abdichtverhaltens (Leckageversuch)

Das Prüfflanschpaar ist in einem Rezipienten untergebracht und über Vakuummetallschläuche mit einem Helium-Massenspektrometer verbunden. Der Aufbau des Hochvakuums erfolgt über eine interne Drehschieberpumpe des Lecksuchers mit nachgeschalteter Turbo-Molekularpumpe zur Verbesserung des Saugvermögens und des Helium-Untergrundverhaltens. Die Erfassung der Leckagerate erfolgt über ein 180°-Massenspektrometer. Zur Beaufschlagung des Dichtvolumens mit Medium wird dieses über eine Rohrleitung mit der Heliumquelle und einem Druckaufnehmer verbunden. Bild 1 stellt den Versuchsaufbau schematisch dar. Bei der Messung mit Massenspektrometern ist die Heliumkonzentration im Prüfgas direkt proportional zur gemessenen Leckagerate. Das Volumen innerhalb der Dichtung wurde deshalb mehrmals evakuiert und dann mit Helium bei 1 bar (absolut) gefüllt, um den Anteil der Umgebungsluft im Prüfgas zu minimieren.

4.3 Ermittlung der Restpressung

Nach der Leckagemessung wurde die Restpressung der Dichtung ermittelt, indem die Messuhren vor der Demontage wieder auf den Messschrauben angebracht und auf Null gesetzt wurden. Die Anzeige der Messuhren wurde nach der Demontage in Pressung umgerechnet.

5 Ergebnisse der Untersuchungen

Ausgangspressung [MPa]	63,6
Restpressung [MPa]	5,9
Relaxation [%]	91
Maximum: Leckagerate absolut [mbar*l/s]	$9{,}7\times10^{-7}$
Maximum: Leckagerate spezifisch [mbar*l/s*m]	$4{,}7\cdot10^{-6}$
nach 24h: Leckagerate absolut [mbar*l/s]	$9{,}0\cdot10^{-7}$
nach 24h: Leckagerate spezifisch [mbar*l/s*m]	$4{,}6\cdot10^{-6}$

Dieses Ergebnis gilt nur für die Bedingungen im Versuchszeitraum und lässt keine Aussage über die Tauglichkeit unter anderen Bedingungen zu. Für die Eignung einer Dichtverbindung im Sinne der TA-Luft muss neben der Erfüllung des Leckagekriteriums nach VDI-Richtlinie 2440 zusätzlich gewährleistet sein, dass das verwendete Material seine Eigenschaften über den gesamten

Einsatzzeitraum behält. Außerdem ist ein Nachweis der Festigkeit und Dichtheit z.B. nach EN 1591 oder einem anderen gleichwertigen Verfahren zu erbringen.

Bei der Demontage zeigte sich, dass die Dichtung nur leicht an den Dichtflächen haftete. Sie hinterließ keine Rückstände auf dem Flansch. Es waren keine metallischen Abdrücke auf den Dichtflächen feststellbar.

6 Bewertung der Untersuchungsergebnisse

Die Dichtung erfüllt unter den gegebenen Randbedingungen die Anforderung für hochwertige Dichtungen nach TA-Luft von **$1{,}0 \cdot 10^{-4}$ mbar·l/(s m)** gemäß VDI-Richtlinie 2440.

R. Hund

Fachgruppe Dichtungstechnik

Dipl.-Ing. R. Hahn

Leiter der Fachgruppe Dichtungstechnik

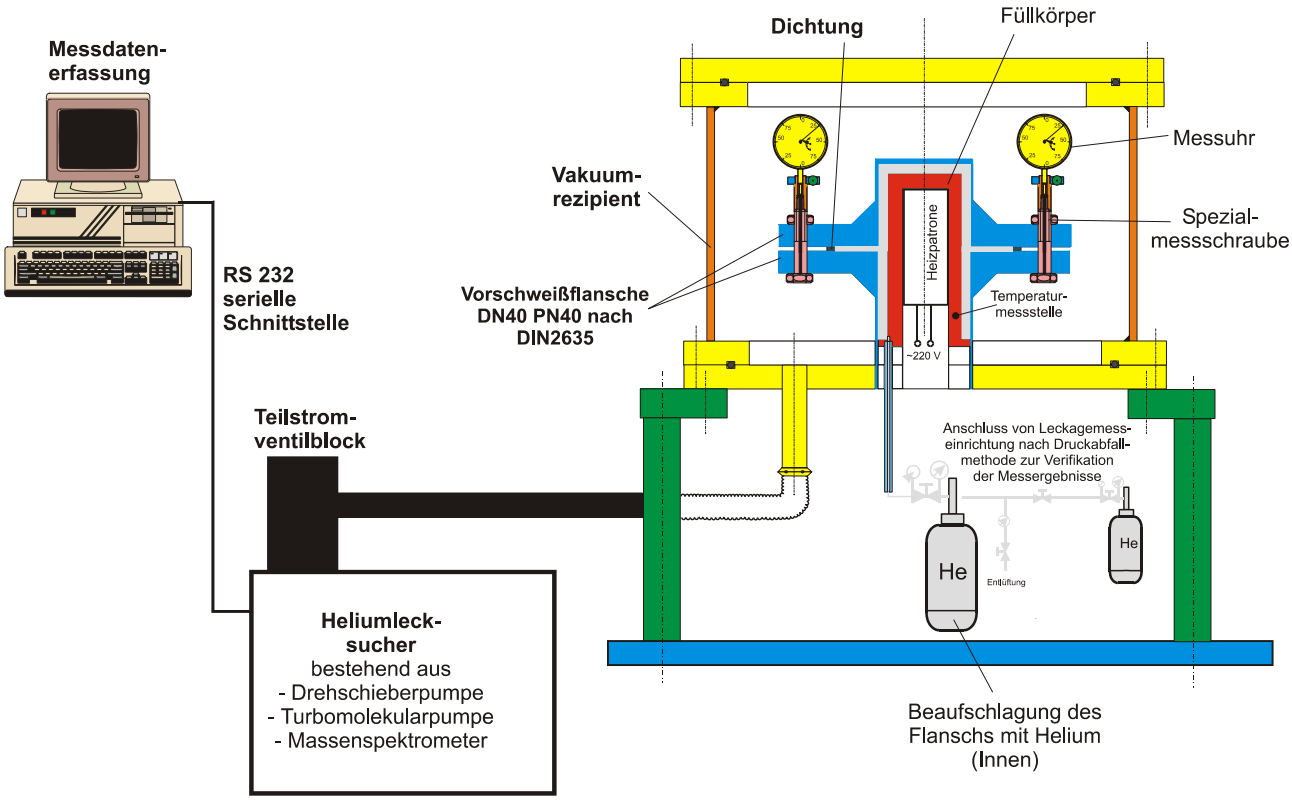

Bild 1: Versuchsaufbau mit Flanschverbindung (schematisch)

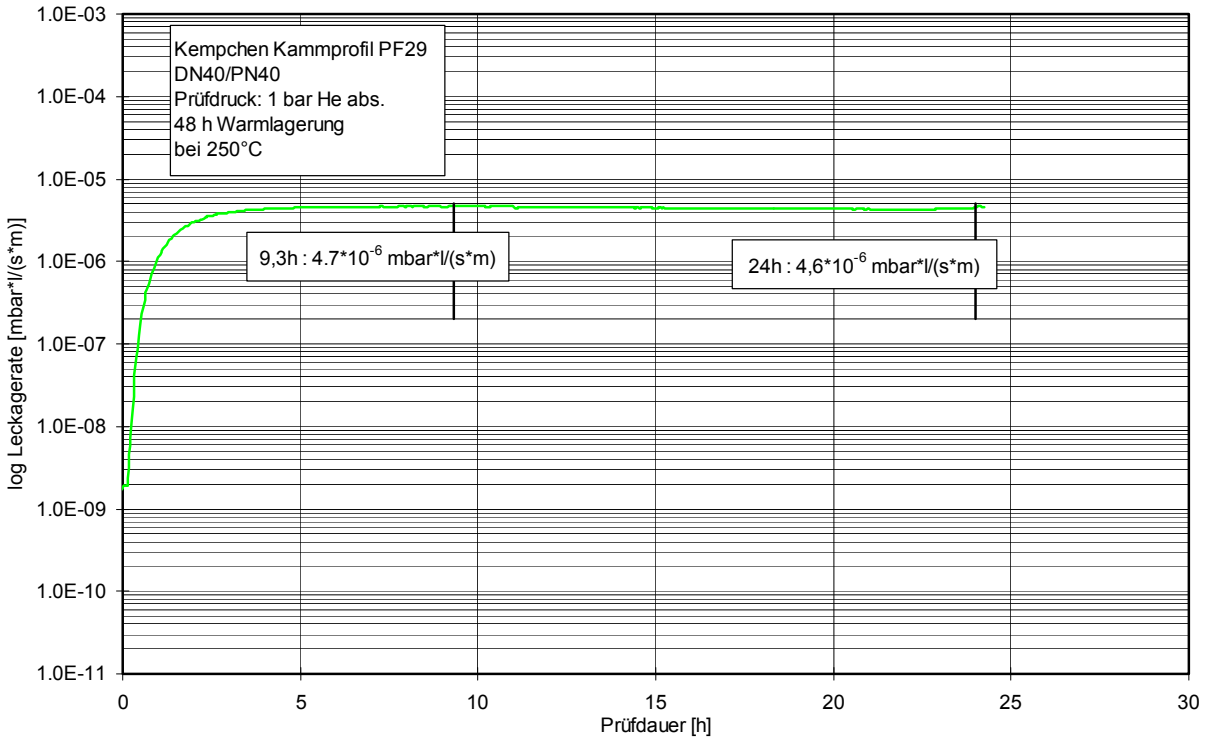

Bild 2: **Kempchen Kammprofildichtung PF29 mit PTFE-Auflage**

logarithmische Darstellung der spezifischen Leckagerate über der Prüfdauer

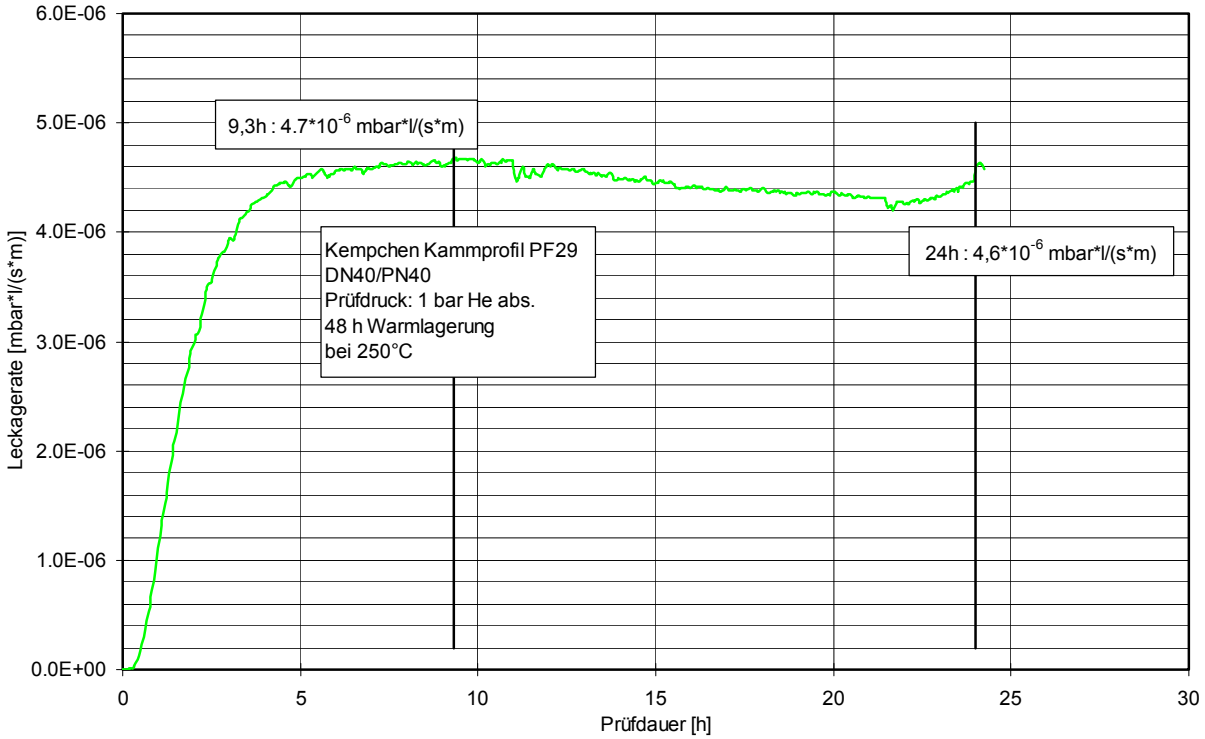

Bild 3: **Kempchen Kammprofildichtung PF29 mit PTFE-Auflage**

lineare Darstellung der spezifischen Leckagerate über der Prüfdauer