

# Prüfungsbericht

Auftraggeber: **Kempchen & Co. GmbH**  
**Alleestr. 4**  
**D-46049 Oberhausen**

Auftrags-Nr. (Kunde): 10 E 03 012161

Auftrags-Nr. (MPA): 951 098 001/Hh/Dr. Koc/Gue

Prüfgegenstand: Kammprofilichtung vom Typ **B29A**

Prüfspezifikation: **Prüfung der Leckagerate nach VDI 2440**

Eingangsdatum des Prüfgegenstandes: 04. August 2003

Datum der Prüfung: 08. bis 13. August 2003

Datum des Berichts: 13. 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  $R_a \leq 6,3 \mu\text{m}$  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-Auflagen vom Typ **B29A**. Die Dichtung hatte einen Außendurchmesser von 92 mm und eine Dicke von 4,82 mm. Die PTFE-Auflage 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 La

Der Rohranschluss der Flansche war entsprechend DIN 28090-2 zugeschweißt. Die Dichtflächen hatten eine gedrehte Oberfläche, die Rautiefe der Drehriefen war  $\leq 6,3 \mu\text{m}$  ( $R_a$ ).

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 Mutterstirnseiten 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 Flanschkpaket 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

<b>Ausgangspressung [MPa]</b>	63,6
<b>Restpressung [MPa]</b>	6,9
<b>Relaxation [%]</b>	89
<b>Maximum: Leckagerate absolut [mbar*l/s]</b>	$1,5 \cdot 10^{-8}$
<b>Maximum: Leckagerate spezifisch [mbar*l/s*m]</b>	$7,6 \cdot 10^{-8}$
<b>nach 24h: Leckagerate absolut [mbar*l/s]</b>	$1,4 \cdot 10^{-8}$
<b>nach 24h: Leckagerate spezifisch [mbar*l/s*m]</b>	$7,1 \cdot 10^{-8}$

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 geringe, verbrannte Klebstoffreste 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**

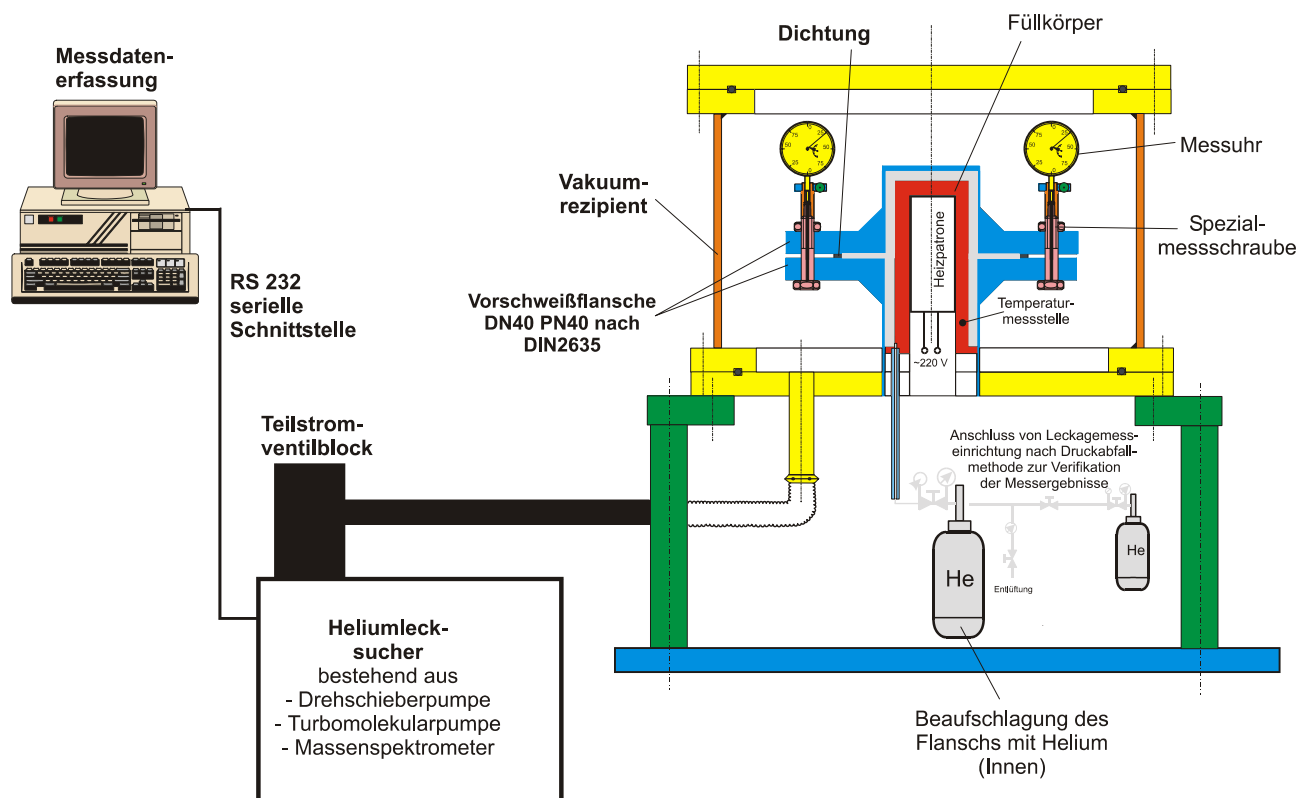
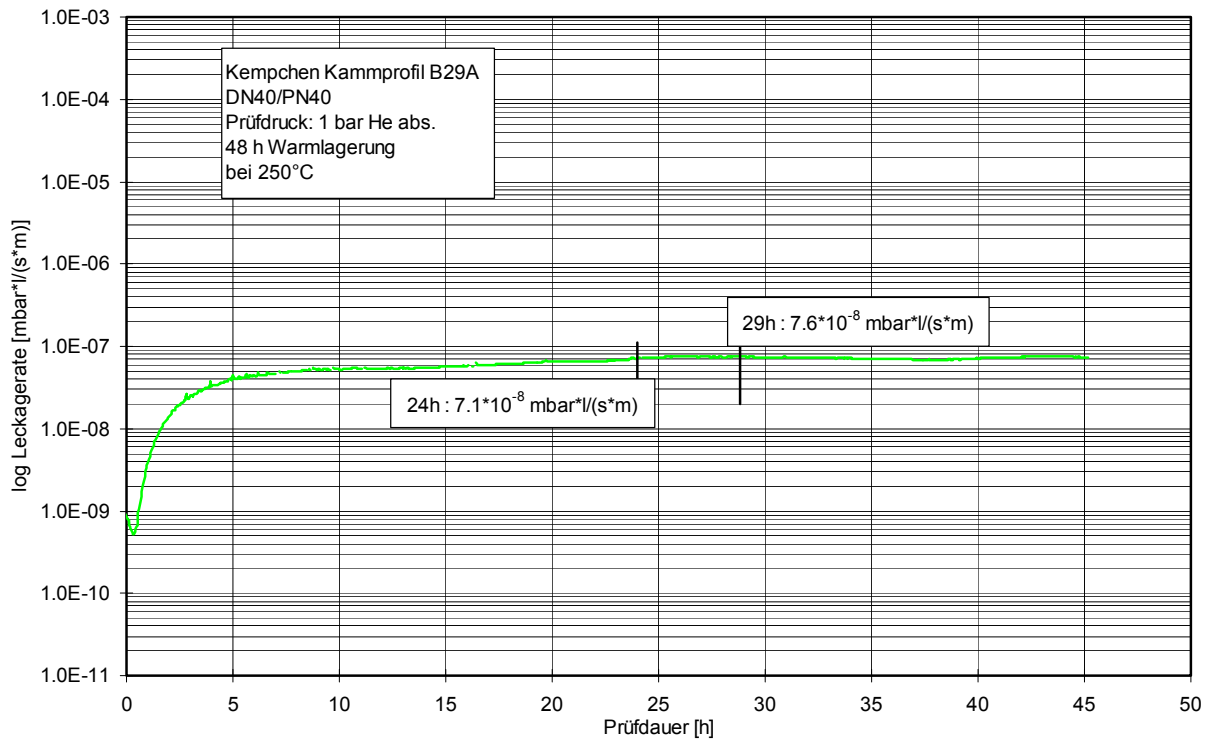
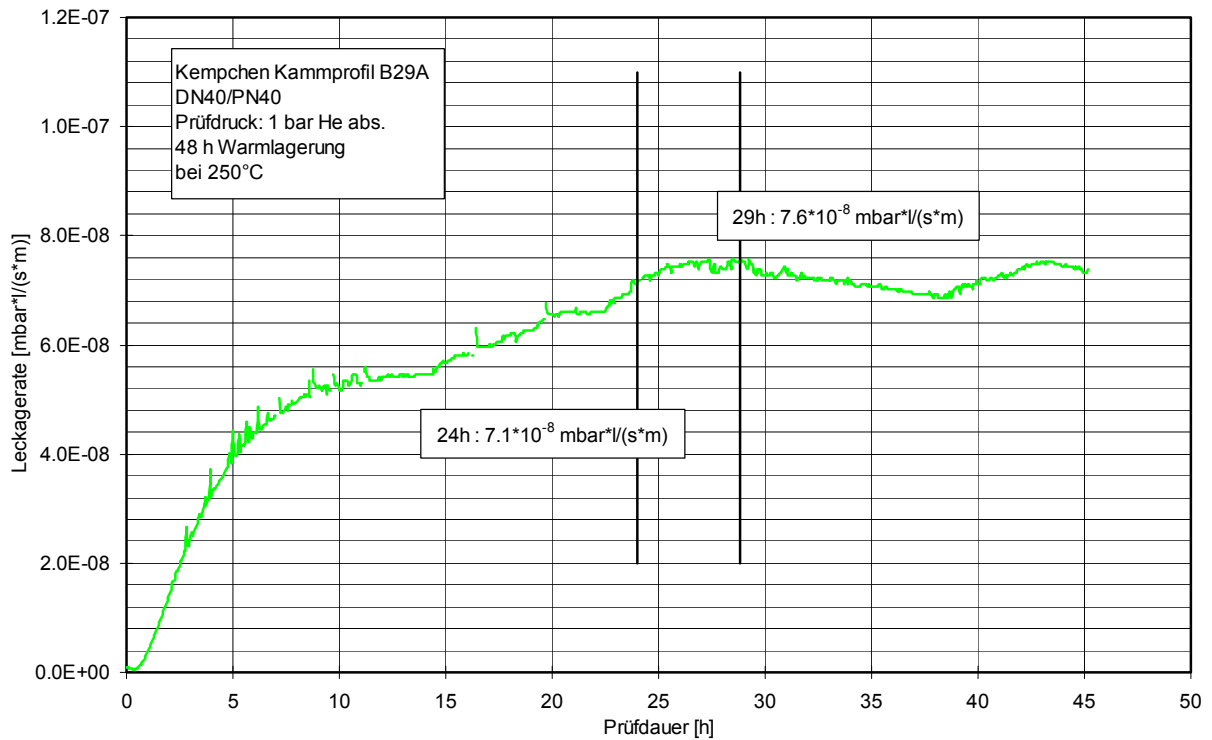


Bild 1: Versuchsaufbau mit Flanschverbindung (schematisch)



**Bild 2: Kempchen Kammpfildichtung B29A mit PTFE-Auflage**  
logarithmische Darstellung der spezifischen Leckagerate über der Prüfdauer



**Bild 3: Kempchen Kammpfildichtung B29A mit PTFE-Auflage**  
lineare Darstellung der spezifischen Leckagerate über der Prüfdauer