

FORSCHUNGSVORHABEN AIF-Nr. 11149N / VGB-Nr. 170
MPA-Auftrags-Nr. 890 201 001

Kennwerte für Stopfbuchspackungen

Laufzeit: 01.05.1997 bis 30.04.1999

Ergänzungsband

Verfasser:

Dipl.-Ing. Th. Klenk

06/1999

Staatliche Materialprüfungsanstalt (MPA) Universität Stuttgart

Universität Stuttgart
Staatliche Materialprüfungs-
anstalt (MPA)

Name der Forschungsstelle(n)

11149N / IV

AiF-Vorhaben-Nr. / GAG

01.05.97 bis 30.04.99

Bewilligungszeitraum

Schlußbericht für den Zeitraum : 01.05.97 bis 30.04.99

Forschungsthema :

Kennwerte für Stopfbuchspackungen

Stuttgart, den 19. Mai 1999

Ort, Datum

H. Kadda

Unterschrift des Projektleiters

Versuchsübersicht Ergänzungsband

1 Stauchversuchsstand

1.1 Versuche an Einzelringen

Ermittlung: Packungskennlinie, Umlenkfaktoren K_i und K_a , Rückfederung

Einzelringe: $\varnothing 60 \times \varnothing 80 \times 10$ Werkstoff	Stauchversuche Einzelringe			
	Spaltmaße ⁺			
	Stobu 0 Grundring 0	Stobu 0 Grundring 1	Stobu 1 Grundring 0	Stobu 1 Grundring 1
R-P0-10-00-00-00-C1	2	2	2	2
R-F0-20-20-00-00-C2	2	2	2	2
R-F0-50-00-00-00-C3	2	2	2	2
R-F0-10-00-10-10-C4	2	2	2	2
R-F0-20-00-00-00-M1	2	2	-	-
F-F0-30-00-00-00-M2	2	2	-	-
R-S0-20-00-00-00-M3	2	2	-	-
R-P0-10-00-00-00-A4	1	-	-	-
R-F0-10-00-10-30-A2	2	2	-	-
R-P0-10-00-10-30-V2	2	-	-	-
R-P0-10-00-00-00-C1 1 Monat bei 450 °C warmgelagert	2	-	-	-

⁺Stobu 0 / Grundring 0 Stopfbuchsgehäuse $\varnothing_i=60\text{mm}$, $\varnothing_a=80\text{mm}$ / Grundringe $\varnothing_i=60\text{mm}$, $\varnothing_a=80\text{mm}$

Stobu 0 / Grundring 1 Stopfbuchsgehäuse $\varnothing_i=60\text{mm}$, $\varnothing_a=80\text{mm}$ / Grundringe $\varnothing_i=62\text{mm}$, $\varnothing_a=80\text{mm}$

Stobu 1 / Grundring 0 Stopfbuchsgehäuse $\varnothing_i=60\text{mm}$, $\varnothing_a=82\text{mm}$ / Grundringe $\varnothing_i=60\text{mm}$, $\varnothing_a=82\text{mm}$

Stobu 1 / Grundring 1 Stopfbuchsgehäuse $\varnothing_i=60\text{mm}$, $\varnothing_a=82\text{mm}$ / Grundringe $\varnothing_i=62\text{mm}$, $\varnothing_a=82\text{mm}$

1.2 Versuche mit mehreren Ringen

Ermittlung: Packungskennlinie, Rückfederung, axiale Flächenpressung im Stopfbuchsgrund

Einzelringe: $\varnothing 60 \times \varnothing 80 \times 10$ Werkstoff	Stauchversuche mit mehreren Ringen		
	Spaltmaß: Stobu 0; Grundring 0		
	Ringanzahl		
	2	3	4
R-P0-10-00-00-00-C1	2	2	2 + Fuji-Folie
R-F0-20-20-00-00-C2	2	2	2
R-F0-50-00-00-00-C3	2	2	2
R-F0-10-00-10-10-C4	2	2	2
R-F0-10-00-10-30-A2	2	1	1

2 Reib- und Leckageversuchsstand

2.1 Stauchversuche

Ermittlung: Packungskennlinie

Einzelringe: $\varnothing 40 \times \varnothing 56 \times 8$ Werkstoff	Versuche mit mehreren Ringen		
	Spaltmaß: Stobu 0; Grundringe 0		
	1	3	5
R-P0-10-00-00-00-C1	1	2	2
R-F0-10-00-10-10-C4	-	1	1
R-P0-10-00-00-00-C1 3 Ringe + R-F0-10-00-10-10-C4 2 Ringe	-	-	1
R-F0-20-20-00-00-C2	1	-	1
R-F0-50-00-00-00-C3	-	1	1
R-F0-20-00-00-00-M1	-	-	1
F-F0-30-00-00-00-M2	-	-	1
R-P0-10-00-00-00-A4	-	-	1
R-F0-10-00-10-30-A2	-	1	-
	Spindeloberfläche: Ra 6 \cong Rz 25		
R-P0-10-00-00-00-C1		1	

2.2 Reibversuche

Ermittlung: Stopfbuchsreibkraft, Veränderung der Brillenspannung beim Auf- bzw. Abwärtsfahren, Überprüfung von Ansätzen zur Ermittlung der Stopfbuchsreibkraft, Reibwerte μ

Werkstoff	Ringanzahl		
	Spaltmaß: Stobu 0; Grundringe 0; Spindelgeschwindigkeit $v = 6$ mm/s; Raumtemperatur		
Einzelringe: $\varnothing 40 \times \varnothing 56 \times 8$	1	3	5
R-P0-10-00-00-00-C1	1	2 + 1 ohne Vorverformung	1 + 1 Spindelbewegung zuerst bei hoher Flächenpressung
R-F0-10-00-10-10-C4	-	1	1
R-P0-10-00-00-00-C1 3 Ringe + R-F0-10-00-10-10-C4 2 Ringe	-	-	1
R-F0-20-20-00-00-C2	1	-	1
R-F0-50-00-00-00-C3	-	1	1
R-F0-20-00-00-00-M1	-	-	1
F-F0-30-00-00-00-M2	-	-	1
R-P0-10-00-00-00-A4	-	-	1
R-F0-10-00-10-30-A2	-	1	-
Einzelringe: $\varnothing 40 \times \varnothing 56 \times 8$	Spaltmaß: Stobu 0; Grundringe 0; Spindelgeschwindigkeit $v = 6$ mm/s; Hohe Temperaturen		
R-P0-10-00-00-00-C1	-	1 (350°C)	-
Einzelringe: $\varnothing 60 \times \varnothing 80 \times 10$	Spaltmaß: Stobu 0; Grundringe 0; Spindelgeschwindigkeit $v = 20 - 130$ mm/s; Raumtemperatur		
R-P0-10-00-00-00-C1	2	-	-
	Spindeloberfläche: Ra 6 \cong Rz 25		
R-P0-10-00-00-00-C1		1	

2.3 Quasistatische Leckageversuche

Ermittlung: spezifische Leckagerate λ bzw. Leckageratenkennfeld (σ_{VU} ; σ_{BU}),
Veränderung der axialen Flächenpressung bei Druckaufgabe

Einzelringe: $\varnothing 40 \times \varnothing 56 \times 8$ Werkstoff	2 Ringe; 40 bar; Raumtemperatur; Spaltmaß: Stobu 0; Grundringe 0; ohne Spindelbewegung
R-P0-10-00-00-00-C1	1
R-F0-20-20-00-00-C2	1
R-F0-10-00-10-10-C4	1
R-F0-20-00-00-00-M1	1
F-F0-30-00-00-00-M2	1
	2 Ringe; 160 bar; Raumtemperatur; Spaltmaß: Stobu 0; Grundringe 0; ohne Spindelbewegung
R-P0-10-00-00-00-C1	1
R-F0-20-20-00-00-C2	1
R-F0-10-00-10-10-C4	1
	4 Ringe; 160 bar; Raumtemperatur; Spaltmaß: Stobu 0; Grundringe 0; ohne Spindelbewegung
R-P0-10-00-00-00-C1	1
R-F0-20-20-00-00-C2	1
R-F0-10-00-10-10-C4	1
F-F0-30-00-00-00-M2	1
	160 bar; Raumtemperatur; Spaltmaß: Stobu 0; Grundringe 0; ohne Spindelbewegung
R-P0-10-00-00-00-C1 3 Ringe +	1
R-F0-10-00-10-10-C4 2 Ringe	1
R-P0-10-00-10-30-T1 Packungssatz	1
	4 Ringe, 160 bar; Raumtemperatur; Spaltmaß: Grundringe 0; Spindeldurchmesser 39,6 mm; ohne Spindelbewegung
R-P0-10-00-00-00-C1	1
	4 Ringe, 160 bar; Raumtemperatur; Spaltmaß: Grundringe 0; Spindeldurchmesser 39,2 mm; ohne Spindelbewegung
R-P0-10-00-00-00-C1	1
	4 Ringe; 160 bar; Raumtemperatur; Spaltmaß: Stobu 0; Grundringe 0; ohne Spindelbewegung Spindeloberfläche: Ra 6 \cong Rz 25
R-P0-10-00-00-00-C1	1
	2 Ringe; 260 bar; Raumtemperatur; Spaltmaß: Stobu 0; Grundringe 0; ohne Spindelbewegung
R-P0-10-00-00-00-C1	1
	2 Ringe; 370 bar; Raumtemperatur; Spaltmaß: Stobu 0; Grundringe 0; ohne Spindelbewegung
R-P0-10-00-00-00-C1	1

2.4 Langzeit-Reib- und Leckageversuche

Ermittlung: axialer Spannungsabfall, spezifische Leckagerate $\lambda(t, T, N)$ usw.

Einzelringe: Ø40xØ56x8 Werkstoff	
	160 bar; 200 °C; Spaltmaß: Stobu 0; Grundringe 0; Vorverformung 40 N/mm²; Vorspannung 27 N/mm²; 7000 Spindelzyklen
R-F0-20-20-00-00-C2 2 Ringe + R-F0-50-00-00-00-C3 2 Ringe	1
	4 Ringe; 160 bar; 300 °C; Spaltmaß: Stobu 0; Grundringe 0; Vorverformung 50 N/mm²; Vorspannung 30 N/mm²; 9000 Spindelzyklen
R-P0-10-00-00-00-C1	1

Ermittlung: axialer Spannungsabfall, Stopfbuchsreibungskraft

Einzelringe: Ø40xØ56x8 Werkstoff	4 Ringe; RT Spaltmaß: Stobu 0; Grundringe 0; Vorspannung 22 N/mm²; 500 Spindelzyklen
R-P0-10-00-00-00-C1	1

2.5 Wärmespannungen

Einzelringe: Ø40xØ56x8 Werkstoff	
	3 Ringe; Aufheizen einer mit 50 N/mm² vorverformten und mit 17,5 N/mm² vorgespannten Packung; Spaltmaß: Stobu 0; Grundringe 0;
R-P0-10-00-00-00-C1	1
	Aufheizen und Abkühlen einer mit 40 N/mm² vorverformten und mit 20 N/mm² vorgespannten Packung; Spaltmaß: Stobu 0; Grundringe 0;
R-F0-20-20-00-00-C2 2 Ringe + R-F0-50-00-00-00-C3 2 Ringe	1

t: Zeit

T: Temperatur

N: Anzahl Spindelzyklen

3 Relaxationsversuchsstand

Ermittlung: axialer Spannungsabfall

Einzelringe: Ø40xØ56x8 Werkstoff	
	6 Ringe; 150 °C; Spaltmaß: Stobu 0; Grundringe 0; ohne Spindelbewegung
R-P0-10-00-00-00-C1	1
	6 Ringe; 300 °C; Spaltmaß: Stobu 0; Grundringe 0; ohne Spindelbewegung
R-P0-10-00-00-00-C1	1
	6 Ringe; 400 °C; Spaltmaß: Stobu 0; Grundringe 0; ohne Spindelbewegung
R-P0-10-00-00-00-C1	1
	6 Ringe; 200 °C; Spaltmaß: Stobu 0; Grundringe 0; ohne Spindelbewegung
R-F0-20-20-00-00-C2	1
	5 Ringe; 200 °C; Spaltmaß: Stobu 0; Grundringe 0; ohne Spindelbewegung
F-F0-30-00-00-00-M2	1

4 Untersuchungen der HEW

Reibwerte μ bezogen auf axiale Flächenpressung (Brillenkraft),
Medium Stickstoff und Wasser: Ergebnisse der HEW (H. Hacker)

Codierung der untersuchten Packungswerkstoffe

Zur Unterscheidung der entweder in Form von Einzelringen oder Meterware gelieferten Werkstoffe wurden diese zuerst nach dem Herstellverfahren unterteilt.

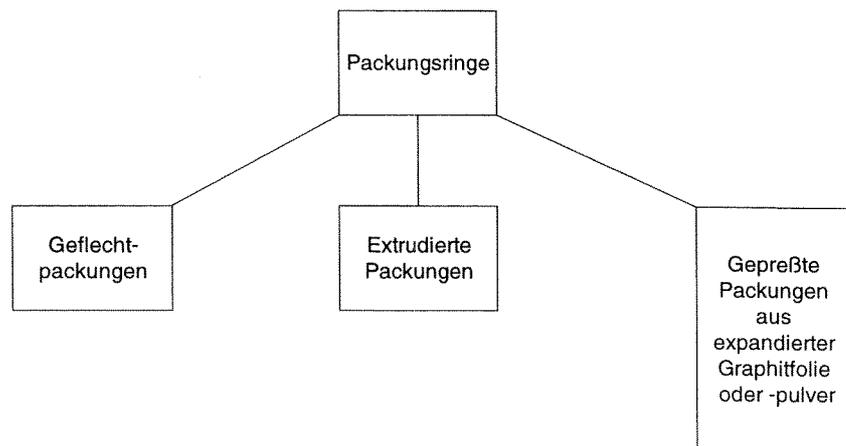


Bild: Packungsarten

Danach erfolgt eine Einteilung nach den unterschiedlichen Grundwerkstoffen sowie weiteren Angaben zu Bindemitteln und Verstärkungen bzw. Einlagen. Damit ergibt sich der folgende erweiterbare elfstellige Code zur Bezeichnung der Packungsmaterialien, **Tabelle a** und **Tabelle b**.

Stelle	Lieferform		Herstellverfahren		Grundwerkstoff		Bindemittel		Verstärkung, Einlagen		Art		Werkstoff	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			
	R	F		1		0	0		0	0		0	0	
	M	W		2		1			1			1		
		P		3		2			2			2		
		E		4		3			3			3		
		S		5								4		

Tabelle a: Sachmerkmaliste

Stelle	
1	R=einbaufertige vorgepreßte Ringe M=Meterware
2, 3	F=Flechten W=Wickeln P=Pressen E=Extrudieren S=Sonstige
4, 5	1=flexibler Graphit 2=PTFE, rein 3=PTFE-Compound 4=Faserwerkstoff außer PTFE 5=Sonstige
6, 7	00=ohne 1=Elastomer-Basis 2=Fluorpolymer-Basis 3=Sonstige
8, 9	00=ohne 1=Garn, Draht 2=Folie 3=Formteile, z.B. Winkelringe an Kanten oder Zwischenringe bei Schichtwerkstoff usw.
10, 11	00=ohne 1=Prox-, C-, G-Fasern, organische Fasern 2=anorganische Fasern 3=Metall 4=Sonstige

Tabelle b: Sachmerkmaliste

Diese Art der Kurzbezeichnung ist auf alle untersuchten Packungsringprodukte anwendbar.

Ergänzend wird diesem Code noch ein Buchstabe **B** und eine Zahl **Z** angefügt. Dabei bezeichnet der angehängte Buchstabe den Hersteller des Packungsringes und die Zahl codiert die Produktbezeichnung des jeweiligen Herstellers

Das Beispiel „**R-P0-10-00-00-00-X14**“ bedeutet einbaufertig vorgepreßter Ring aus gepreßtem flexiblen Graphit ohne Bindemittel und ohne Verstärkungen bzw. Einlagen, Produkt 14 des Herstellers X.

1 Stauchversuchsstand

1.1 Versuche an Einzelringen