



Dichtungsringe für dynamische Dichtungen

Inhaltsverzeichnis

Seite

Charakteristische Eigenschaften	3
■ Charakteristische Eigenschaften für die Verwendung als Dichtwerkstoff in dynamischen Dichtungen	3
■ Gleitringe für axiale Gleitringdichtungen	3
Gleitringe für axiale Gleitringdichtungen	4
■ a) Werkstoffauswahl	5
■ b) Einsatzgrenzen	6
■ c) Gegenlaufmaterialien.....	7
■ d) Bearbeitung der Gleitflächen Rautiefe – Planheit	7
■ e) Druckdichtheit von Kohlenstoffgleitringen	8
■ f) Zerstörungsfreie Prüfung	8
■ g) Einbau von Kohlenstoffgleitringen	8
■ h) Anwendungsgebiete mit Werkstoffempfehlung	9
Speisekopfdichtungsringe	10
■ Kohlenstoffdichtungsringe für Speisekopfdichtungen.....	10
■ Werkstoffempfehlung	10
Kugelhahndichtringe	11
Dichtungsringe für radiale Dichtungen	12
■ 1) Spaltdichtungen	13
■ Einsatzgebiete	13
■ a) Mehrteilige Ringe	13
■ b) Panzerkohleringe	14
■ c) Labyrinthringe	15
■ 2) Berührungsdichtungen	16
■ 3) Werkstoffauswahl	16
■ Gegenlaufmaterialien für radiale Dichtungen	17
■ 4) Stützringe	17
■ 5) Konstruktionsempfehlungen	17
■ 6) Ausführungsbeispiele mehrteiliger Dichtungsringe	18

Charakteristische Eigenschaften

Charakteristische Eigenschaften für die Verwendung als Dichtwerkstoff in dynamischen Dichtungen

Folgende charakteristische Eigenschaften von Kohlenstoff- und Graphitwerkstoffen haben breite Anwendungsgebiete für Dichtungsringe aus diesen Werkstoffen erschlossen, u. a. im Hoch- und Tieftemperaturbereich, in der chemischen und petrochemischen Industrie, im Lebensmittel-, Pharmazie- und Kosmetikbereich, im Pumpen-, Kompressoren- und Turbinenbau, im Flugzeug- und Kraftfahrzeugbau, im Schifffahrtsbereich, der Papierindustrie, der Klimatechnik sowie im Haushaltsgerätebereich und der Reaktortechnik.

- Gleit- und Trockenlaufeigenschaften, geringer Reibungskoeffizient
- Verschleißfestigkeit
- Chemische Beständigkeit
- Temperaturbeständigkeit
- Gute Wärmeleitfähigkeit
- Hervorragendes Thermoschockverhalten
- Ausgezeichnete Formbeständigkeit
- Hohe Ermüdungsfestigkeit
- Günstiges Verhältnis Festigkeit/Rohdichte
- Keine Verschweißungsgefahr wie bei Metallpaarungen

Ergänzende Broschüren über Kohlenstoff und Graphit für mechanische Anwendungen finden Sie im PDF-Format unter www.schunk-tribo.com.

„Chemische Beständigkeit“

„Werkstoffkennwerte Standardwerkstoffe“

„Allgemeines; Eigenschaften, Verwendung als Gleitwerkstoff, Konstruktionshinweise“

Gleitringe für axiale Gleitringdichtungen

Die axiale Gleitringdichtung ist bei der Abdichtung rotierender Wellen als das überwiegend verwendete hochwertige Dichtungselement anzusehen.

Kontinuierliche Neu- und Weiterentwicklungen unserer Kohlenstoffwerkstoffe erweitern die Einsatzbereiche und tragen höchsten Anforderungen Rechnung.

Neben den geforderten Werkstoffeigenschaften sind auch kostengünstige Herstellverfahren hauptsächlich für Gleitringe in preiswerten Massendichtungen zu berücksichtigen.

Die Schunk-Werkstoffpalette für Gleitringe reicht von kunstharzgebundenen Kohlenstoffwerkstoffen über mit Kohlenstoff nachverdichteten Kohlenstoffgraphit- und Elektrographitwerkstoffen und Kohlenstoffgraphit- und Elektrographitwerkstoffen mit verschiedenen Kunstharz- und Metallimprägnierungen bis zu mechanisch festen Elektrographiten mit speziellen Imprägnierungen zur Verbesserung der Oxidationsbeständigkeit oder der Trockenlaufeigenschaften.

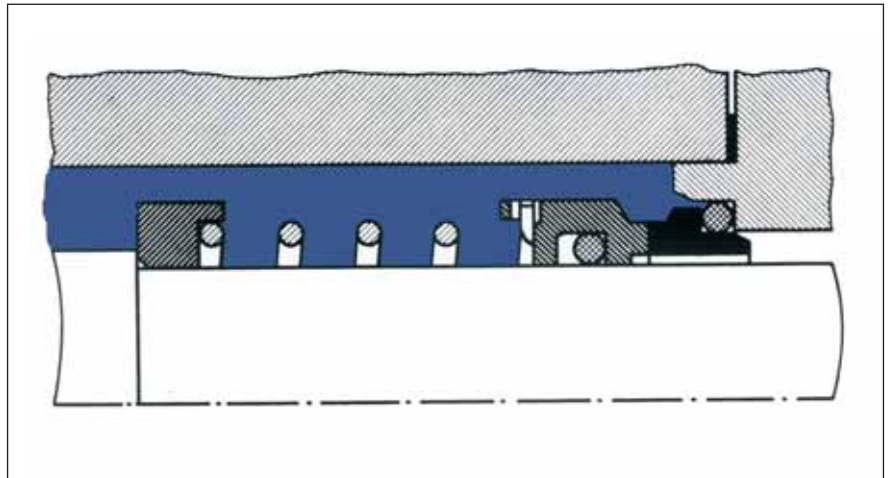
Bei den kunstharzgebundenen Kohlenstoffwerkstoffen wurden die Eigenschaften gegenüber kohlenstoffhaltigen Kunstharzpressmassen wesentlich verbessert. Diese Werkstoffe eignen sich besonders für kostengünstiges Fertigpressen auch komplizierter Ausführungsformen für Großseriendichtungen. Für Großseriendichtungen stehen zudem auch eine Reihe fertigpressbarer oder teilfertigpressbarer Kohlenstoffgraphitwerkstoffe mit den oben genannten Imprägnierungen zur Verfügung.

Gleitringe für axiale Gleitringdichtungen

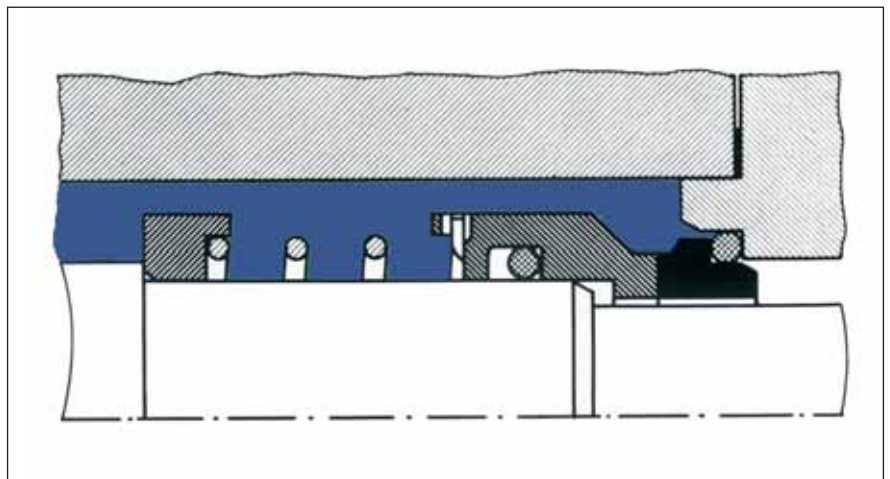
Gleitringdichtungen werden überwiegend für Dichtungen von Gasen benutzt, wobei auch Flüssigkeiten mit geringer hydrodynamischer Schmierwirkung bei Kohlenstoffgleitringen als Schmiermittel ausreichen.

Die Abdichtung von Gasen und dem damit vorliegenden Trockenlauf ist, ausreichend geringen Verschleiß vorausgesetzt, mit Kohlenstoffgleitringen bei geringen Gleitgeschwindigkeiten wie z. B. in Rührwerksdichtungen möglich.

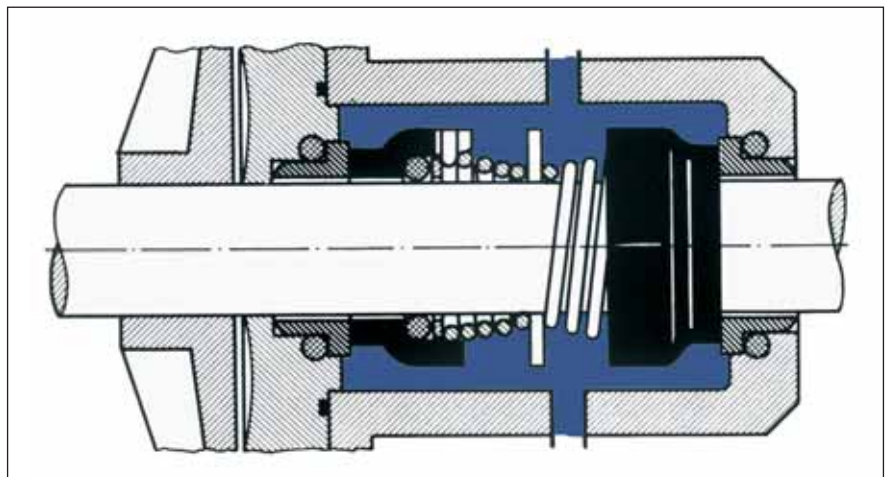
Bei hohen Gleitgeschwindigkeiten ist bei der Abdichtung zwischen Gasen die Verwendung von Kohlenstoffgleitringen in so genannten Gasdichtungen ebenfalls üblich, wenn durch konstruktive Maßnahmen dafür gesorgt wird, dass ein Anlaufen der Gleitflächen nur beim Anlaufen und Auslaufen der Maschine möglich ist. Während des normalen Betriebes laufen die Gleitflächen berührungsfrei auf einem Gaspolster. Ansonsten erfolgt die Abdichtung zwischen Gasen mit doppelt wirkenden Gleitringdichtungen mit Sperrflüssigkeit. Dabei übernimmt die Sperrflüssigkeit die Schmierung der Gleitflächen und dient zur Abfuhr der anfallenden Reibungswärme.



Belastete Gleitringdichtung



Entlastete Gleitringdichtung



Doppelt wirkende Gleitringdichtung

Schematische Darstellung von Gleitringdichtungsansammlungen

a) Werkstoffauswahl

Zur Auswahl des Gleitringwerkstoffes ist zu sagen, dass es nicht möglich ist, alle Betriebsbedingungen mit einem Kohlenstoffgraphitwerkstoff universell abzudecken.

Allgemeine Werkstoffhinweise:

kunsthartzgebundene Kohlenstoffwerkstoffe Beispiel: FF521	Nasslauf, geringe Gleitgeschwindigkeiten und Drücke, keine hohen chemischen Anforderungen
Mit Kohlenstoff nachverdichtete Kohlenstoffwerkstoffe Beispiel: FH82Y5	Nasslauf, mittlere Gleitgeschwindigkeiten und Drücke, höchste chemische Anforderungen
Kunsthartzimprägnierte Kohlenstoffwerkstoffe Beisp.: FH44Z5, FH42Z5, FH82Z5	Nasslauf, mittlere bis hohe Gleitgeschwindigkeiten und Drücke, hohe chemische Anforderungen
Metallimprägnierte Kohlenstoffwerkstoffe Beispiele: FH42A, FH82A	Nasslauf, bis zu höchsten Gleitgeschwindigkeiten und Drücken, eingeschränkte chemische Anforderungen
Elektrographitwerkstoffe und graphitische Kohlenstoffwerkstoffe Beispiele: FH44Z2, FE45Y2	Trockenlauf, geringe Gleitgeschwindigkeiten
Sonderwerkstoffe Beispiele: FH71ZH5, FH71A	Anwendung in absolut trockener Umgebung



*Dichtungsringe
für Kompressoren*

b) Einsatzgrenzen

Gleitgeschwindigkeit:
max. 70 m/s

Druckgefälle:
max. 160 bar

Gleitdruck:
10 - 200 N/cm²
allgemein < 50 N/cm²

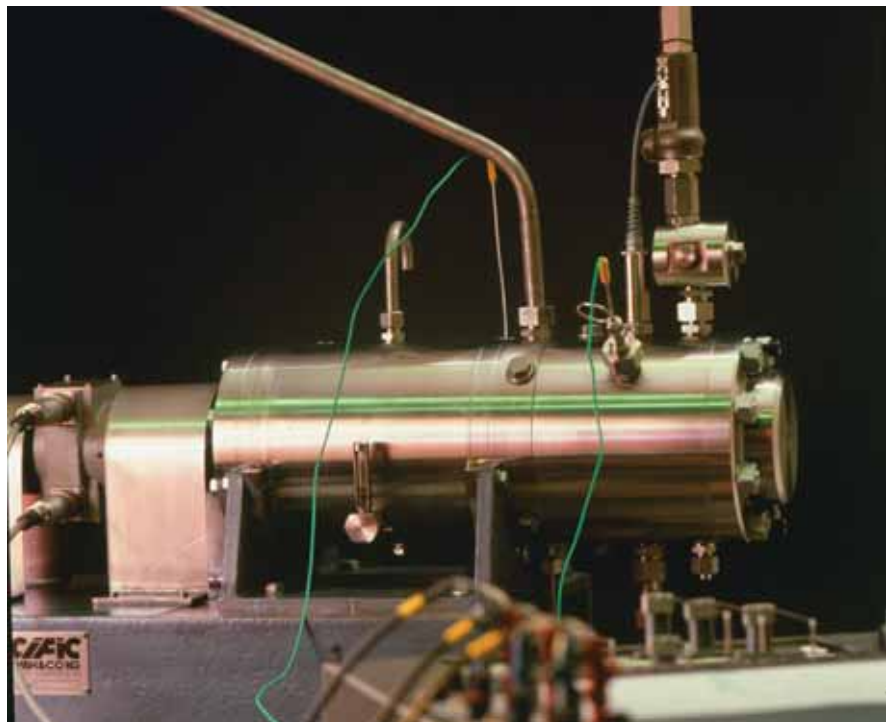
Produkt aus Gleitdruck und
Gleitgeschwindigkeit:
 $p \cdot v_{\max.} = 12.500 \text{ N/cm}^2 \cdot \text{m/s}$

Der Gleitringverschleiß wird vom
Gleitdruck wesentlich stärker
beeinflusst als von der Gleit-
geschwindigkeit.

Bei Schunk Kohlenstofftechnik
werden seit vielen Jahren Verschleiß-
tests mit Standardwerkstoffen und
neuentwickelten Werkstoffen auf
Gleitringdichtungsprüfständen
durchgeführt.



Gleitringdichtungsprüfstände



*Prüfstand für Blistertests mit hochviskosen
Ölen als abzudichtendes Medium*

c) Gegenlaufmaterialien

Für die Funktion von Gleitringdichtungen ist die Materialauswahl von ausschlaggebender Bedeutung. In nachfolgender Tabelle sind gut geeignete, bedingt verwendbare und ungeeignete Gegenlaufwerkstoffe für Gleitringe aus Kohlenstoffgraphitwerkstoffen zusammengestellt.

Gegenlaufwerkstoffe

gut geeignet

- Grauguss
- Chromstahlguss
- gehärteter Chromstahl
- Wolframkarbid
- Chromoxid (plasmabeschichtet)
- Siliciumcarbidwerkstoffe
- Sinterkeramik (Al_2O_3) (nur bei Nasslauf)
- Kohlenstoffgraphitwerkstoffe
- SiC/C-Verbundwerkstoff SiC30

bedingt verwendbar

- Chromnickelstahl
- austenitisches Gusseisen
- rostfreier Sinterstahl (polyesterharz imprägniert)
- Stellite
- PTFE-Compounds
- Buntmetalle

ungeeignet

- Aluminium
- Aluminiumlegierungen (auch eloxiert)

d) Bearbeitung der Gleitflächen Rautiefe – Planheit

Ausschlaggebend für Dichtheit bzw. Leckage einer Gleitringdichtung sowie den Verschleiß der Gleitringe ist die Bearbeitungsgüte der Gleitflächen. Die Gleitflächen von Gleitringen sind deshalb zu läppen, polieren oder superfinishen.

Rautiefen der Gleitflächen

Kohlegleitflächen:

Ra 0,2 – 0,4 μm

Gegengleitflächen:

Abhängig vom verwendeten Gegenlaufwerkstoff und der Anwendung.

Kohlegleitflächen laufen sich schnell auf die Gegenauflfläche ein und bilden auf dieser einen Graphitfilm.

Angepasste Rautiefen der Gegenauflflächen gewährleisten einen schnellen Einlauf und optimale Ausbildung dieses reibungs- und verschleißmindernden Transferfilms.

Planheit der Gleitflächen

Gleitflächenaußendurchmesser

< 80 mm

2 Heliumlichtbänder
(ca. 0,6 μm)

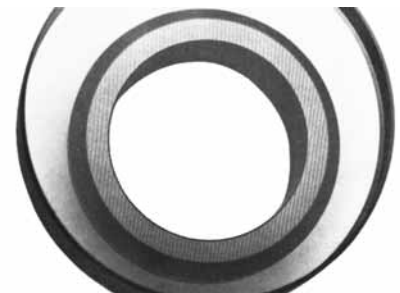
> 80 mm

+ 1 Lichtband
(ca. 0,3 μm)
für jeweils 30 – 50 mm
größere Durchmesser.

Die Planheitsprüfung erfolgt mit Planglas und monochromatischem Licht auf einem Interferenzprüfgerät oder mit einem Laserprüfgerät.



Nicht einwandfrei plane Gleitfläche



Einwandfrei plane Gleitfläche

e) Druckdichtheit von Kohlenstoffgleitringen

Gleitringe aus nachverdichteten oder imprägnierten Kohlenstoffgraphitwerkstoffen sind flüssigkeits- bzw. gasdicht.

Eine Druckdichtheitsprüfung ist möglich bei 3, 5 oder 10 bar.

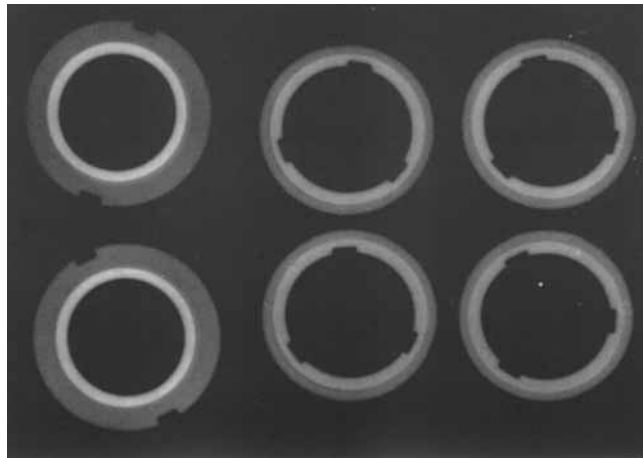
f) Zerstörungsfreie Prüfung

Auf Kundenwunsch sind zerstörungsfreie Prüfungen wie Röntgenprüfung und Ultraschallprüfung möglich.

g) Einbau von Kohlenstoffgleitringen

Der Einbau von Kohlenstoffgleitringen erfolgt üblicherweise über O-Ringe sowie in Gummi- oder Kunststoffmanschetten, wobei jeweils eine Verdrehsicherung vorzusehen ist.

Der Einbau in Metallfassungen oder Metallfaltenbälge erfolgt häufig auch durch Kleben. Die verwendeten Klebstoffe müssen den chemischen



Röntgenaufnahme von metallimprägnierten Kohlenstoffgleitringen

und thermischen Beanspruchungen im Einzelfall angepasst werden. Beim Einkleben ist besonders auf Druckdichtheit der Klebeverbindung zu achten.

Dies gilt auch für Press- und Schrumpfsitze. Dafür ist die Einhaltung enger Maß- aber in erster Linie enger Formtoleranzen wie z. B. Rundlauf und Konizität bei Aufnahmebohrung und Ringaußendurchmesser notwendig.

Press-Sitz: H7/s6

Schrumpfsitz: H7/x8-zb8

Die erforderliche Überschneidungstoleranz und die Einschrumpftemperatur bei Schrumpfsitz sind abhängig vom Fassungswerkstoff und der Betriebstemperatur.

Da beim Einschrumpfen Formänderungen auftreten, erfolgt die Gleitflächenbearbeitung auf Planheit nach dem Einschrumpfen.

Wegen der bei Betriebstemperaturen gegenüber Raumtemperatur geringeren Schrumpfspannung sind so bearbeitete Gleitflächen bei Betriebstemperatur nicht mehr über die gesamte Gleitflächenbreite plan. Hieraus kann eine gewisse Leckage bis zum erfolgten Einlaufen der Gleitflächen resultieren.



Kohlenstoffgleitringe mit Metallfassung

h) Anwendungsgebiete mit Werkstoffempfehlung

Die nachfolgende Zusammenstellung über Anwendungsgebiete für Gleitringdichtungen mit Gleitringen aus Kohlenstoffgraphitwerkstoffen erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Die für die verschiedenen Anwendungen genannten Schunk-Werkstoffe sind als Empfehlung zu verstehen, da sie sich für den jeweiligen Anwendungsfall bewährt haben.

Im Einzelfall können spezielle Betriebsbedingungen die Verwendung eines anderen Kohlenstoffgraphitwerkstoffes notwendig erscheinen lassen. Unsere Anwendungstechnik stehen für entsprechende Fragen gerne zur Verfügung.

Anwendungsgebiete für Gleitringdichtungen	Werkstoffempfehlung für Kohlegleitringe
Kaltwasserpumpen	FH421Z5, FH421A
Warmwasserpumpen	FH82ZH5, FH82A
Brauchwasserpumpen	FH42Z5, FH82Z5
Speisewasserpumpen	FH82ZH5, FH82A, SiC30
Autokühlwasserpumpen	FH421Z5, FH421A, FF541
Kompressoren für KFZ-Klimaanlagen	FH421A
Kältekompresoren	FH82A, FH82ZH5, SiC30
Kraftstoff- und Heizöl-Förderpumpen	FH42A, FH82A
Ölbrennerpumpen	FH421A, FF521
Geschirrspül-Laugenpumpen	FH421Z5
Im Flugzeugbau	FE679Q, FH42AR, SiC30
Im Schiffsbau	
Stevenrohrdichtungen für Über- und Unterwasserschiffe	FH429A, FH829A, FH829Z5
Lenzpumpen	FH42Z5, FH82Z5
In Pumpen und Anlagen der Lebensmittelindustrie	FH42Z5, FH82Z5
Chemiepumpen	FH44Z5, FH42Z5, FH82Z5, FH82Y5, FE45Y2, FE45Z5
Pumpen in der Petrochemie	FH42A, FH82A
Rührwerke Nasslauf	FH42Z5, FH82Z5, FH42A, FH82A
Trockenlauf	FH71Z5
Zentrifugen	FH44Z5, FH42Z5
Verdichter	FH82A, FH82ZH5
Wärmeträgerölpumpen	FH42A, FH82A
Pumpen für Kraftwerksanlagen	FH82Z5, FH82ZH5, FH82A, SiC30
Hauptkühlmittelpumpen für Kernkraftwerke	FH829Z5, FH829ZH5, SiC30
Wasserturbinen	FH27Z2, FH42, FH71ZH5
Pumpen für flüssige Gase	FH42A, FH82A, FE45A



Gasdichtungsring

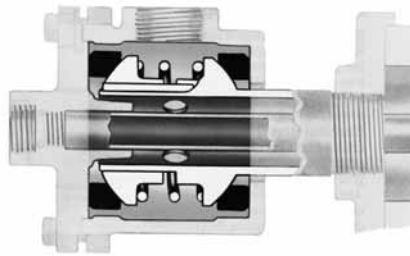
Speisekopfdichtungsringe

Kohlenstoffdichtungsringe für Speisekopfdichtungen

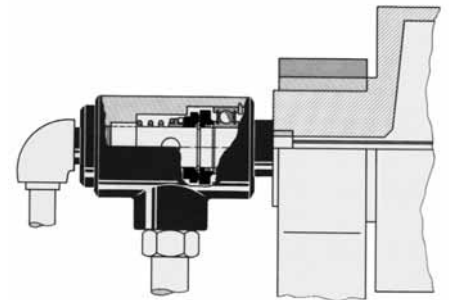
Die Dampfkopf-, oder allgemeiner, Speisekopfdichtung stellt eine spezielle Form der Gleitringdichtung dar.

Bei der Zuführung von Dampf, Heiß- oder Kühlwasser und Wärmeträgerölen in umlaufende Walzen und Trommeln können neben der Drehbewegung noch Schwingungs-, Pendel- und Taumbewegungen auftreten.

Die Konstruktion der Speisekopfdichtung muss also gewisse Winkelbewegungen gestatten. Dies wird überwiegend durch die Verwendung von Kohlenstoffdichtungsringen mit einer konvexen oder konkaven Gleitfläche erreicht. In Dampfkopfdichtungen z. B. in der Papier- und Zellstoffindustrie müssen die Dichtungen wartungsfrei über lange Zeiträume ununterbrochen laufen, obwohl für die Dichtungsringe aus Kohlenstoffgraphitwerkstoffen nur Mischreibung durch Dampfschmierung oder sogar Trockenlauf vorliegt.



Dampfkopfdichtung



Speisekopfdichtung

Die Gleitgeschwindigkeiten sind zwar üblicherweise mit $< 0,1$ m/s gering, die Belastung kann aber bis über 150 N/cm^2 betragen. Durch die entstehende Reibungswärme kann dadurch die Dichtspalttemperatur über den Sättigungspunkt des Dampfes ansteigen, was zu Trockenlauf führt.

Die Belastung sollte deshalb nicht zu hoch eingestellt, sondern lieber eine geringfügige Leckage des ungiftigen Dampfes zugelassen werden.

Anpressdruck durch Federelemente: $1-3 \text{ N/cm}^2$

Werkstoffempfehlung

Dampf:

FH27S, FH42, FH42A, FH44Y2, FH27Z2, FH44Z2

Kaltwasser:

FH44Z5, FH42Z5

Warmwasser:

FH42A, FH44ZH5, FH42ZH5

Wärmeträgeröle:

FH42A, FH82A

Die im vorhergehenden Kapitel „Gleitringe“ aufgeführten sonstigen Angaben sind größtenteils übertragbar.



Kohlenstoffgleitringe für Dampfkopfdichtungen

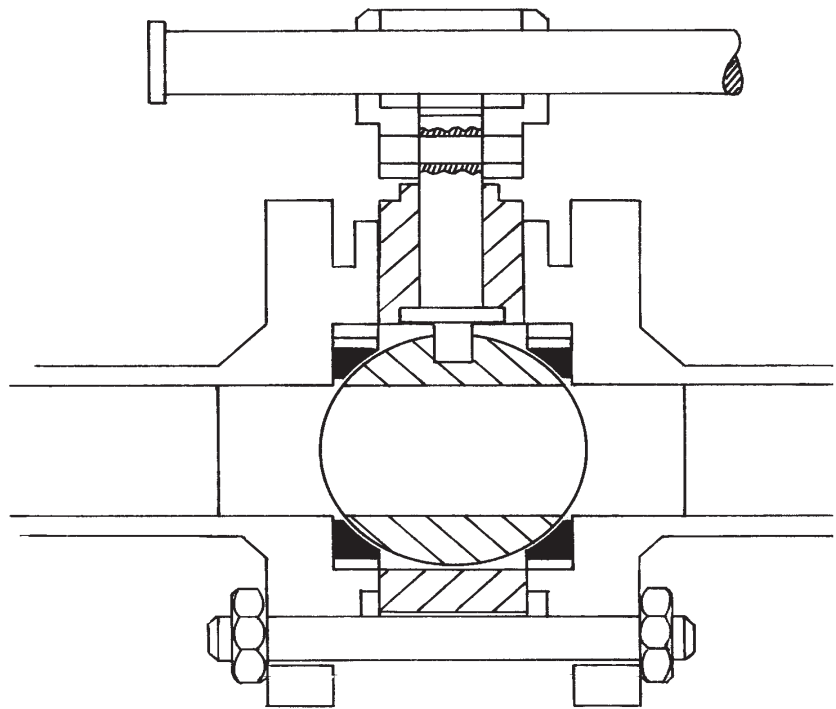
Kugelhahndichtringe

Kugelhahndichtringe

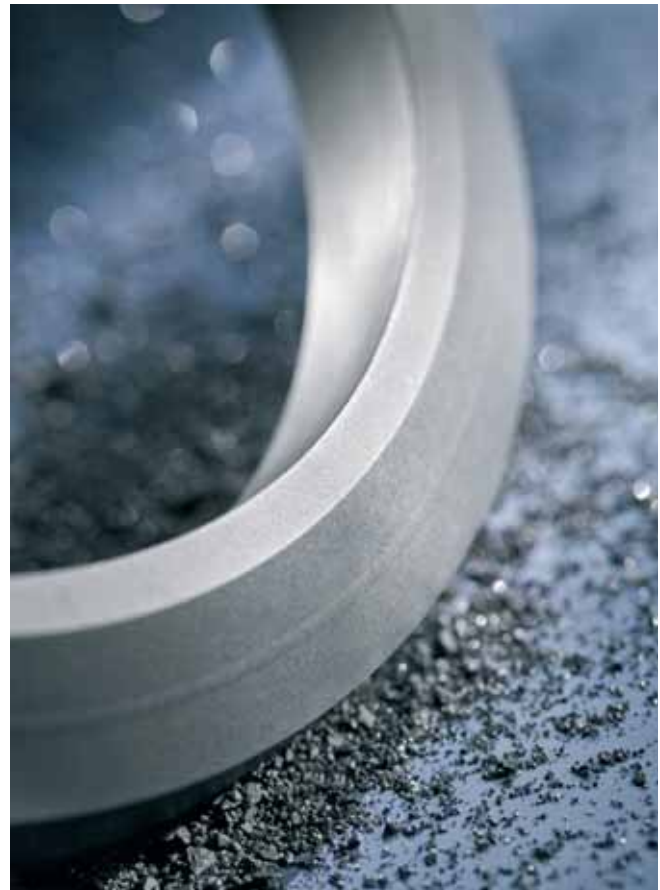
Kugelhahndichtringe aus Kohlenstoffgraphitwerkstoffen finden Verwendung in Fire-safe Kugelhähnen von Raffinerien und Öltankern sowie für Kugelhähne im Hochtemperaturbereich in der chemischen Industrie. Dichtringe aus Kohlenstoffgraphitwerkstoffen dienen der Abdichtung heißer Dämpfe und Gase, die die Verwendung herkömmlicher Werkstoffe wie z. B. PTFE-Compounds nicht mehr gestatten.

Rautiefe der Gegenlauffläche:
 $R_t \leq 1,5 \mu\text{m}$

Werkstoffempfehlung:
FE45A, FH42A



Kugelhahndichtung



Dichtungsringe für radiale Dichtungen



Dichtungsringe für radiale Dichtungen

Dichtungsringe aus Kohlenstoff-graphitwerkstoffen werden wegen der charakteristischen Eigenschaften dieser Werkstoffe (s. Kapitel 1) seit vielen Jahren in radialen Dichtungen sowohl bei umlaufenden als auch axialen Bewegungen mit Erfolg verwendet.

Für radiale Dichtungen kommen – von metallgefassten Dichtungsringen, den so genannten Panzerkohleringen, abgesehen – überwiegend mehrteilige, also segmentierte Dichtungsringe in Betracht.

Die Mehrteiligkeit ergibt eine einfache Montage, ist aber funktionsbedingt, da Kohlenstoff-graphitwerkstoffe nicht wie andere Dichtungswerkstoffe für radiale Dichtungen elastisch verformbar sind.

Die Aufteilung in 3, 4, 6, 8, 12 oder mehr Segmente erfolgt je nach Größe der Ringe. Die einzelnen Segmente können für eine optimale Zusammensetzung der Ringe zur Erzielung höchster Dichtwirkung mit Ziffern gekennzeichnet werden. Mehrteilige Dichtungsringe werden durch Schraubenzugfedern gegen die Welle bzw. Kolbenstange verspannt.

Empfohlene Flächenpressung:
 $1 - 1,5 \text{ N/cm}^2$

Bewährt haben sich Schraubenzugfedern aus dem Edelstahl 1.4310.



Radialdichtung in gebrochener Ausführung (patentiert)

Bemaßung mehrteiliger Dichtungsringe aus Kohlenstoffgraphitwerkstoffen

$$D = 1,2 \text{ bis } 1,5 \times d$$

$$b_{\min} = 8 \text{ mm bei stumpfem und überlapptem Stoß}$$

$$b_{\min} = 10 \text{ mm bei überlappt verzapftem Stoß}$$

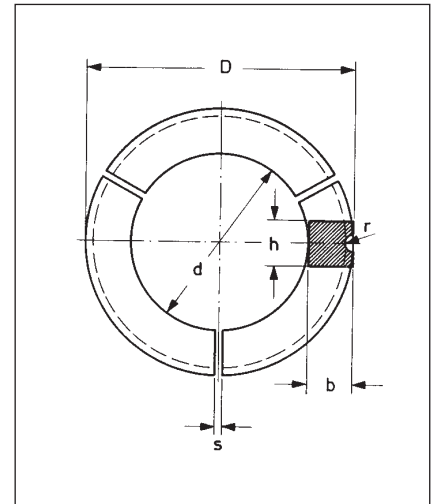
$$h \approx 0,15 \times d$$

$$h_{\min} = 6 \text{ mm bei stumpfem und überlapptem Stoß}$$

$$h_{\min} = 8 \text{ mm bei überlappt verzapftem Stoß}$$

$$r = \frac{\text{Außendurchmesser der Feder}}{2} + 0,3 \text{ bis } 0,5 \text{ mm}$$

$$s \approx \text{je nach Art der Dichtung, Größe des Wellendurchmesser und Teiligkeit des Rings}$$

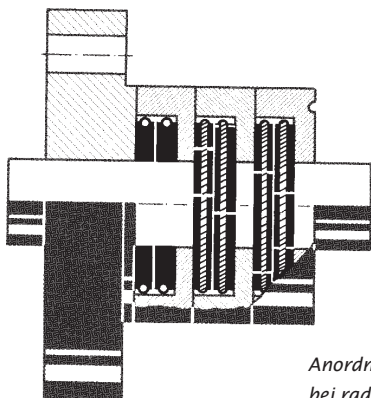


1) Spaltdichtungen

Spaltdichtungen sind sowohl bei rotierenden als auch hin- und hergehenden Bewegungen geeignet.

Einer Berührungsdichtung sind sie vorzuziehen, wenn bei kritischen Betriebsbedingungen, wie z. B. hoher Gleitgeschwindigkeit und hohen Drücken, mit starker Erwärmung der Dichtflächen und erhöhtem Verschleiß zu rechnen ist.

In Spaltdichtungen werden sowohl mehrteilige Dichtungsringe als auch einteilige Panzerkohleringe verwendet.



Anordnung von mehrteiligen Ringen bei radialer Wellenabdichtung

Einsatzgebiete

Typische Einsatzgebiete für Spaltdichtungen sind Dampfturbinen, hochtourige Gebläse und Kolbenstangendichtungen ölfreier Kolbenkompressoren sowie Schraubenverdichter und allgemeine Axialverdichter.

a) Mehrteilige Ringe

Mit mehrteiligen Dichtungsringen aus Kohlenstoffgraphitwerkstoffen ist eine Einhaltung enger Einbautoleranzen nicht erforderlich.

Der Einbau erfolgt mit einem geringen Spiel an den Stoßstellen der Segmente, so dass die Ringe unter dem Anpressdruck der Schraubenzugfeder zunächst kurzzeitig als Berührungsdichtung arbeiten.

Durch den dabei auftretenden geringfügigen Einlaufverschleiß geht das Spiel an den Stoßstellen gegen Null, wodurch eine praktisch berührungsfreie Spaltdichtung mit minimalem Spaltverlust und damit hoher Dichtwirkung erzielt wird.



Unterschiedliche Kohleringsegmente

Vorteilhaft ist die bewegliche Anordnung mehrteiliger Ringe in Kammern, um radiale Verschiebungen der Welle ausgleichen zu können. Vorzugsweise bei Ringen mit stumpfem Stoß aber auch bei Ringen mit überlapptem oder überlappt verzapftem Stoß werden zur Erzielung einer guten axialen Abdichtung zwei Ringe mit gegeneinander versetzten Stoßstellen in einer Kammer angeordnet. Als Verdriftungssicherung ist ein Verdriften der Ringe miteinander oder mit dem Kammerring üblich.

b) Metallgefasste Dichtungsringe

Bei einteiligen Dichtungsringen aus Kohlenstoffgraphitwerkstoffen ist ein genügend enger Dichtspalt über einen größeren Temperaturbereich nur durch enge Einbautoleranzen und die besondere Maßnahme des Einschrumpfens in Stahlfassungen zu erreichen.

Das Einschrumpfen in Stahlfassungen macht der gegenüber Stahl geringe Wärmeausdehnungskoeffizient von Kohlenstoffgraphitwerkstoffen erforderlich.

Die metallgefassten Dichtungsringe (häufig auch Panzerkohleringe genannt) stehen unter Schrumpfspan-

nung und dehnen sich damit entsprechend dem Wärmeausdehnungskoeffizienten des Fassungsmaterials aus.

Schrumpfsitz und Einschrumpftemperatur müssen entsprechend der max. Betriebstemperatur gewählt werden.

Üblicher Schrumpfsitz:

H7/z8-zb8

Die erforderliche Einschrumpftemperatur ist abhängig vom verwendeten Fassungswerkstoff.

Beim Einschrumpfen in Stahlfassungen ist folgendes zu beachten:

- nachträgliche Fertigbearbeitung der Ringbohrung
- je nach geforderten Toleranzen nachträgliche Außendurchmesserbearbeitung bei dünnwandigen Stahlfassungen (Bearbeitungsaufmaß $\approx 0,3$ mm).

Schunk Kohlenstofftechnik liefert überwiegend einbaufertige Panzerkohleringe.

Bei Panzerkohleringen für Ventile wird außen an der Stahlfassung ein Gewinde vorgesehen.

In Spaltdichtungen werden abhängig vom Druckgefälle (s. Konstruktionsempfehlungen) mehrere Ringe in Kammerringen aus Stahl oder Guss hintereinander angeordnet.

Durch das Druckgefälle werden die Ringe axial gegen eine Kammeringfläche gedrückt, was zusätzlich axiale Abdichtung bedeutet.

Voraussetzung ist eine gute Bearbeitung der Kammeringfläche ($R_t \leq 2 \mu\text{m}$) und bei Panzerkohleringen ein axiales Vorstehen der Kohlenstoffringe aus der Fassung.



Metallgefasster Dichtungsring

c) Labyrinthringe

Als Labyrinthringe werden ein- und mehrteilige Dichtungsringe aus Kohlenstoffgraphitwerkstoffen mit Labyrinthnuten bzw. Gewinde in der Ringbohrung bezeichnet, obwohl sie in klassischen Labyrinthdichtungen nur selten Verwendung finden. Bei Spaltdichtungen mit Labyrinthringen wird durch die Nuten bzw. das Gewinde die Dichtwirkung verbessert.



Labyrinthring

2) Berührungsdichtungen

In Berührungsdichtungen können nur mehrteilige Dichtungsringe zum Einsatz kommen, wobei wegen der ständigen Kontakte zur abzudichtenden Welle oder Kolbenstange und des damit auftretenden Verschleißes konstruktiv eine Nachstellbarkeit der Ringe erreicht werden muss.

Dies wird bei Ringen mit überlappem oder überlappt verzapftem Stoß durch ein genügend großes Spiel an den Stoßstellen zwischen den Segmenten ermöglicht. Derartige Ringe werden als Drosselringe im Hochtemperaturbereich und bei hohen chemischen Anforderungen verwendet.

Außerdem finden solche Ringe in Wasserturbinendichtungen und Schottabdichtungen Verwendung.

Die vorher angesprochene Nachstellbarkeit wird bei segmentierten Ringen auch durch unterschiedliche Ringsegmente mit tangentialem Schnitt und damit entsprechenden Berührungsflächen erreicht.

Bei diesen Ringen ist zur Erzielung einer ausreichenden Axialverdichtung wieder die paarweise Anordnung mit versetzten Stößen und

Verdrehsicherung in Kammern angebracht.

Berührungsdichtungen mit solchen Ringen können nur bei hin- und hergehender Bewegung wie z. B. bei der Abdichtung von Kolbenstangen trockenlaufender Kompressoren zum Einsatz kommen.

3) Werkstoffauswahl

Werkstoffe

In radialen Dichtungen werden Kohlenstoffdichtungsringe vorwiegend aus nicht imprägnierten Kohlenstoffgraphitwerkstoffen und Elektrographitwerkstoffen vorgesehen.	FH27S, FH42, FE45Y2, FE45Y2, FH44Y2
Bei kritischeren Betriebsbedingungen haben sich kunstharz imprägnierte Werkstoffe bewährt.	FH27Z2, FE45Z2, FH44Z2
Bei vorliegenden hohen Druckgefällen und der Möglichkeit auftretenden Erosionsverschleißes empfiehlt sich die Wahl metallimprägnierter Werkstoffe.	FE45A, FH44A



*Mehrteiliger Kohlering
für radiale Wellenabdichtungen*

Gegenlaufmaterialien für radiale Dichtungen:

Alle üblichen Wellen und Kolbenstangenmaterialien

Ausnahme:

Aluminium, Aluminiumlegierungen und Buntmetalle

Einschränkungen:

Austenitische Stahlsorten

Alternative:

Hartverchromung oder Hartvernickelung

Rautiefe der Gegenlauffläche:

$R_t \leq 2 \mu\text{m}$

4) Stützringe

In Berührungsdichtungen mit Kunststoffdichtungen z. B. aus PTFE oder PTFE-Compounds ist die Verwendung von Stützringen aus Kohlenstoffgraphitwerkstoffen üblich.

Der Einbau von Kohlenstoffstützringen erfolgt mit geringem Spiel zur Welle oder Kolbenstange zwischen den Dichtungsringen aus Kunststoff. Hiermit wird ein Fließen der Kunststoffdichtungsringe bei Wärme- und Druckbelastung über den Spalt zwischen Kolbenstange oder Welle und Kammerring vermieden.

Die selbstschmierenden Eigenschaften von Kohlenstoffgraphitwerkstoffen verhindern eine Beschädigung der Wellen- oder Kolbenstangendichtfläche bei kurzzeitigem Anlauf der Kohlenstoffstützringe.

5) Konstruktionsempfehlungen

Die Anzahl der vorzusehenden Dichtungsringe aus Kohlenstoffgraphitwerkstoffen in Spalt- und Berührungsdichtungen richtet sich nach den vorliegenden Betriebsbedingungen, Art der Dichtung und Höhe der zulässigen Leckage.

Erfahrungsgemäß kann überschlagsmäßig die Anzahl der Ringe nach der Formel

$n = 2 + k \times \Delta p$ berechnet werden.

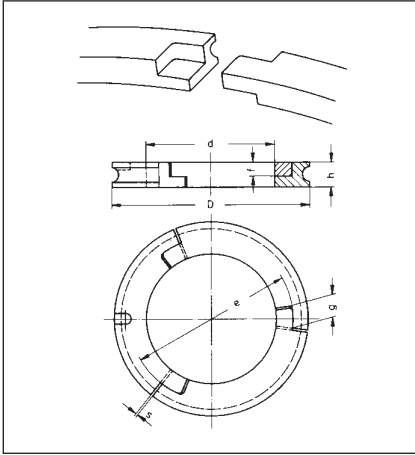
$k \approx 0,1$ bei Berührungsdichtungen

$k \approx 0,2$ bei Spaltdichtungen

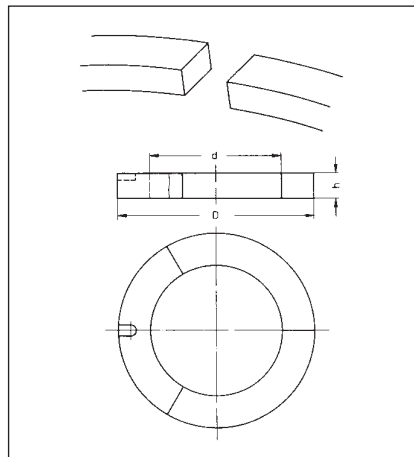


Geschlitzter Ring (Ausschnitt)

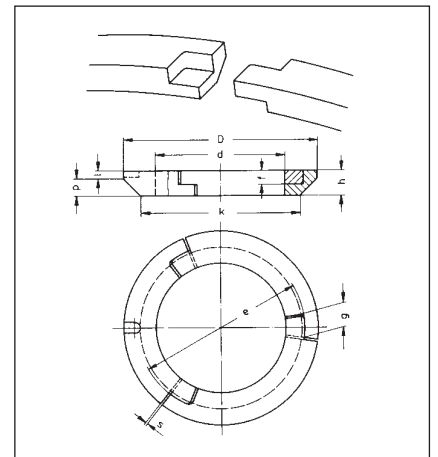
6) Ausführungsbeispiele mehrteiliger Dichtungsringe



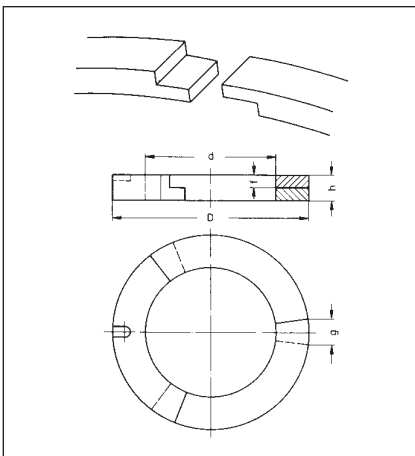
Mit überlappt, verzapftem Stoß für Wellenabdichtung YFZ 54502



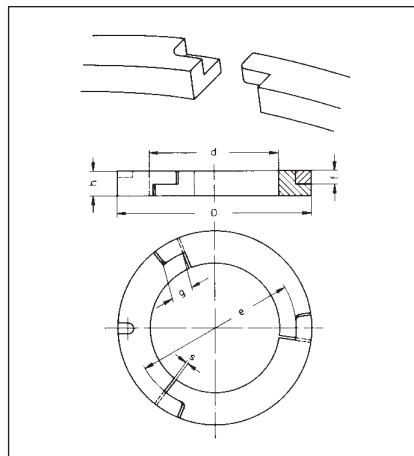
Mit stumpfem Stoß für Wellen- und Kolbenabdichtung YFZ 54500



Mit überlappt, verzapftem Stoß und Außenschräge für Wellenabdichtung YFZ 54503



Mit überlapptem Stoß für Kolbenabdichtung YFZ 54501



Mit überlappt, verzapftem Stoß für Kolbenabdichtung YFZ 54504

Schunk Kohlenstofftechnik GmbH

Rodheimer Straße 59
35452 Heuchelheim, Germany

Telefon: +49 (0) 641 608-0

Telefax: +49 (0) 641 608-17 26

sse@schunk-group.com

www.schunk-tribo.com