

## **4. Workshop 1**

## **4.1. Keramische Gleitlager und Gleitringdichtungen**

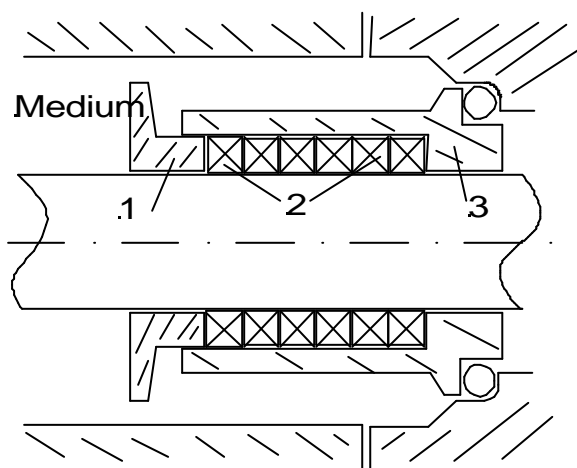
## Keramische Gleitlager und Gleitringdichtungen

Dr.-Ing. Arthur Lynen

Schunk Ingenieurkeramik GmbH

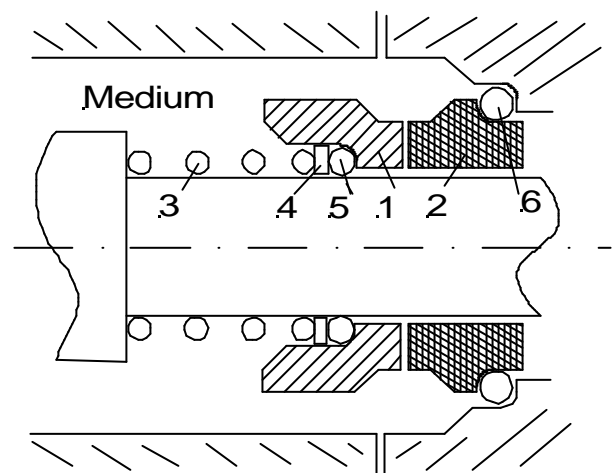
Willich-Münchheide

„Dichtungen sind notwendig, damit das Hindurchtreten von Flüssigkeiten oder Gasen durch die Fugen zweier miteinander verbundenen Bauteile verhindert wird, wenn diese Bauteile nicht genau genug (nicht selbstdichtend) hergestellt worden sind oder werden konnten, (Dubbel, Taschenbuch für den Maschinenbau). Mit ruhenden Dichtungen, z.B. der Zylinderkopfdichtung im Verbrennungsmotor, ist es möglich, zwei Bauteile ohne Spalt und damit dicht miteinander zu verbinden. Bewegen sich aber die abzudichtenden Teile gegeneinander, z.B. eine Pumpenwelle im Pumpengehäuse, läßt sich ein Spalt kaum vermeiden. Bei der Stopfbuchsendichtung wird die Dichtwirkung dadurch erzielt, daß der Spalt relativ lang ist und so der Leckage einen vergleichsweise großen Strömungswiderstand entgegensetzt.



### **Stopfbuchsendichtung**

1. Brille, nachspannbar
2. Dichtmaterial
3. Gehäuse mit Stopfbuchsraum



### **Gleitringdichtung**

1. Gleitring
2. Gegenring
3. Druckfeder
4. Unterlegling
- 5,6. Nebendichtringe

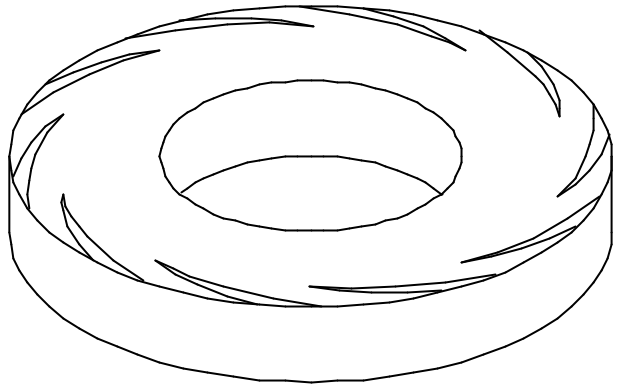
Bei der Gleitringdichtung, die wegen niedrigeren Reibungsverlusten, geringerem Wartungsaufwand und Platzbedarf die Stopfbuchsendichtung in vielen Bereichen verdrängt hat, wird dagegen ein relativ kurzer, aber extrem enger Dichtspalt von nur 5 – 10 µm zwischen Gleit- und Gegenring angestrebt. Der ist nur zu realisieren, wenn die Dichtflächen absolut eben sind. Unebenheiten von einigen Mikrometern führen bereits zu einem Vielfachen an Leckage.

Neben der Beherrschung von engsten Fertigungstoleranzen ist die Werkstoffauswahl von wesentlicher Bedeutung, wenn der Dichtspalt unabhängig von der Belastung und der Einsatzdauer in möglichst engen Grenzen definiert bleiben soll. Die Verformung durch thermische oder mechanische Belastung läßt sich durch Verwendung von Werkstoffen mit guter thermischer Leitfähigkeit, hohem E-Modul und niedriger Wärmedehnung begrenzen. So verwundert es nicht, daß die Fortschritte in der Gleitringdichtungstechnik beginnend mit gehärteten Stählen und Hartmetalle über Aluminiumoxid zu Siliciumcarbid und –nitrid mit der Entwicklung von harten, insbesondere keramischen Werkstoffe verknüpft sind.

Unterschiedliche Anforderungen an die Dichtung wie Art des abzudichtenden Mediums, zulässige Leckage, Einbausituation, Druck und Drehzahl usw. führten zu eine Reihe von Konstruktionen, die sich in der Anordnung und Zahl der Gleitringpaarungen und in der Werkstoffauswahl unterscheiden. In Anwendungen, bei denen der Dichtspalt nicht durch ein flüssiges oder gasförmiges Medium geschmiert wird, kann nur einer der beiden Dichtringe aus hartem Material bestehen, der andere muß Schmiereigenschaften besitzen. Erst in neuerer Zeit wird in einigen der sogenannten hart-weich Paarungen PTFE eingesetzt, wogegen Kohlewerkstoffe, die ebenfalls der technischen Keramik zugeordnet werden, schon seit langem als weiches Material mit Festschmierstoffeigenschaften verwendet werden.

Die in letzter Zeit immer wichtiger werdenden gasgeschmierten Dichtungen sind ebenfalls Trockenläufer. Bei ihnen kommt es allerdings nur im Stillstand und in der Anlaufphase zu einem Materialkontakt. Ansonsten werden die Dichtflächen von einem dünnen Gasfilm getrennt. Er wird durch aerodynamisch wirkende, in die Oberfläche eingearbeitete Strukturen erzeugt. In den nur einige Mikrometer tiefen Kanälen baut sich bei Rotation der für die Gasschmierung notwendige Druck auf. Dieser Dichtungstyp wird in

Turboverdichtern und Kompressoren mit Gasdrücken von 200 bar eingesetzt und erreicht Umfangsgeschwindigkeiten von bis zu 200 m/s. Die dabei auftretenden Fliehkräfte und Drücke verursachen in dem rotierenden Ring Spannungen, denen nur extrem feste Werkstoffe wie Siliciumnitrid standhalten.



**Dichtring einer gasgeschmierten Dichtung**

Die Zusammenhänge für Flüssigschmierung lassen sich auf die Verwendung von keramischen Werkstoffen, insbesondere Siliciumcarbid in Gleitlagern übertragen. In Pumpen, die für die Förderung von Flüssigkeiten mit hohem Gehalt an abrasiven Feststoffen eingesetzt werden, ergeben sich bei der Verwendung von Keramik anstelle von Metall erheblich vereinfachte Konstruktionen. Dadurch, daß zum Beispiel beim Pumpen von Schlämmen mit hohem Sandgehalt diese selbst als Schmierung fungieren können, entfällt der Aufwand einer Schmiermittelversorgung, die bei der Verwendung von metallischen Lagerwerkstoffen notwendig ist.