

- Statische Dichtungen -

Mit diesen Aufgaben sollen die wichtigsten Grundkenntnisse über häufig verwendete statische Dichtungen aufgefrischt und vertieft werden.

SD 1 Elastomer-Formdichtungen

1. Welcher physikalische Dichtmechanismus ist die Grundlage der Abdichtung bei Elastomer-Formdichtungen (Rechteck-Ring; O-Ring; X-Ring)? Welche konstruktiven und betrieblichen Forderungen ergeben sich aus diesem Mechanismus?
2. Die Durchmesser der O-Ringe sind ab Lager nur abgestuft erhältlich. Wie kann trotzdem auf jedem beliebigen Durchmesser abgedichtet werden?
3. Welche Fluide sind abdichtbar? Welche Wechselwirkungen sind in Betracht zu ziehen?
4. Welche Standard-Elastomere sind verfügbar? Unter welchen Betriebsbedingungen sind sie einsetzbar? Was kosten Sie?
5. Welche Druckdifferenz ist mit O-Ringen abdichtbar? Was ist bei hoher Druckdifferenz besonders zu beachten?
6. Auf welche Weise können O-Ringe beim Zusammenbau der abzudichtenden Maschinenteile beschädigt werden und welche konstruktiven Maßnahmen sind dagegen vorzusehen?
7. Für jeden Abdichtdurchmesser sind O-Ringe mit unterschiedlicher „Schnurdicke“ verfügbar. Nach welchen Kriterien ist die Schnurdicke zu wählen?
8. Welche Kräfte sind bei O-Ring-Abdichtungen zur Montage und insbesondere zur Demontage erforderlich? Welche konstruktiven Maßnahmen sind zur Beherrschung bzw. zur Vermeidung dieser Kräfte vorzusehen?
9. Unter welchen Bedingungen muss mit Verschleiß von O-Ringen gerechnet werden, die relativ zueinander ruhende Maschinenteile abdichten? Was ist dagegen zu tun?

SD 2 Flachdichtungen und Profildichtungen

1. Welche physikalischen Verhältnisse erfordern ein „Vorpressen“ von elasto-plastischen Flachdichtungen („It-Dichtungen“)? Wie groß sind die erforderlichen Vorpresskräfte? Bestehen Unterschiede der erforderlichen Vorpressung bei Flüssigkeits- und Gasdichtungen?
2. Welche Dichtkräfte sind im Betrieb unter der Einwirkung des abzudichtenden Drucks erforderlich? Wie kann das Spannungsschaubild einer verschraubten Flanschverbindung zum Nachweis der Dichtsicherheit verwendet werden?
3. Welche Betriebsbedingungen erfordern metallische Dichtungen zwischen relativ zueinander ruhenden Maschinen- oder Geräteteilen? Welche Elemente werden verwendet, wenn die Dichtfuge im Kraftfluss bzw. nicht im Kraftfluss der Verbindungsschrauben liegen soll?

SD 1 Elastomer-Formdichtungen

1. Welcher physikalische Dichtmechanismus ist die Grundlage der Abdichtung bei Elastomer-Formdichtungen (Rechteck-Ring; O-Ring; X-Ring)? Welche konstruktiven und betrieblichen Forderungen ergeben sich aus diesem Mechanismus?

Der sogenannte automatische Dichtmechanismus. Oder anders formuliert der abzdichtende Druck pflanzt sich in der Dichtung wie in einer hochviskosen Flüssigkeit fort und addiert sich der Vorpressung auf (siehe Skript seite 2.1-2.2). Dazu muss die Vorpressung erhalten bleiben (Verschleiß, Nutklaffen, Lunker im Dichtmaterial...) und der Dichtungswerkstoff muss nahezu inkompressibel sein (sprich seine gummielastischen Eigenschaften beibehalten, Stichwort Verhärtung, Schrumpfung, Quellung...)

2. Die Durchmesser der O-Ringe sind ab Lager nur abgestuft erhältlich. Wie kann trotzdem auf jedem beliebigen Durchmesser abgedichtet werden?

Anpassung auf Abdichtdurchmesser durch 6% dehnen und 3% stauchen.

3. Welche Fluide sind abdichtbar? Welche Wechselwirkungen sind in Betracht zu ziehen?

Nahezu alle Fluide sind abdichtbar, aber nicht mit einem einzigen Elastomerwerkstoff. Chemische Wechselwirkung Dichtungswerkstoff-abzdichtendes Fluid beachten (Stichworte, Quellung, Schrumpfung, Verkleben, Verhärtung...)

4. Welche Standard-Elastomere sind verfügbar? Unter welchen Betriebsbedingungen sind sie einsetzbar? Was kosten Sie?

	NBR	FPM	PTFE	VMQ	ACM	HNBR
Abrieb	gut	sehr gut	sehr gut	mäßig	mäßig	sehr gut
Hochtemperatur	mäßig max. +100 C	sehr gut max. +200 C	sehr gut max. +220 C	sehr gut max. +180 C	gut max. +150 C	gut max. +140 C
Tieftemperatur	-40 C	-25 C	-80 C	-50 C	-30 C	-40 C
Ölbeständigkeit	gut	sehr gut	sehr gut	mäßig	gut	gut
Preis	1	8-10	10	3	2,5	6-7

FFKM (Handelsname Kalrez) -15°C-310°C, Preis 700

5. Welche Druckdifferenz ist mit O-Ringen abdichtbar? Was ist bei hoher Druckdifferenz besonders zu beachten?

Alle technisch relevanten Drücke sind abdichtbar (mehrere 1000bar), Extrusion ist zu vermeiden (Abhilfe Backring)

6. Auf welche Weise können O-Ringe beim Zusammenbau der abzudichtenden Maschinenteile beschädigt werden und welche konstruktiven Maßnahmen sind dagegen vorzusehen?

Abscherung an scharfen Kanten. Abhilfe: Einfahrschräge, überfahrene Bohrungen zurücksetzen oder mit Fase/Radius versehen.

7. Für jeden Abdichtdurchmesser sind O-Ringe mit unterschiedlicher „Schnurdicke“ verfügbar. Nach welchen Kriterien ist die Schnurdicke zu wählen?

Schnurdicke so dick als möglich, aber auf handelsübliche Schnurstärken achten 1,78-2,62-3,53-5,33-7

8. Welche Kräfte sind bei O-Ring-Abdichtungen zur Montage und insbesondere zur Demontage erforderlich? Welche konstruktiven Maßnahmen sind zur Beherrschung bzw. zur Vermeidung dieser Kräfte vorzusehen?

Es können sehr hohe Haftreibungskräfte auftreten, daher ev. Abdrückgewinde vorsehen.

9. Unter welchen Bedingungen muss mit Verschleiß von O-Ringen gerechnet werden, die relativ zueinander ruhende Maschinenteile abdichten? Was ist dagegen zu tun?

Bei dauerhaft pulsierenden Drücken. Die Walkbewegung des O-Rings ist durch geeignet geformte Stützring zu unterbinden oder es sind andere Dichtprofile zu verwenden, die wegen der besseren Nutausfüllung erst gar nicht walken.

SD 2 Flachdichtungen und Profildichtungen

1. Welche physikalischen Verhältnisse erfordern ein „Vorpressen“ von elastoplastischen Flachdichtungen („It-Dichtungen“)? Wie groß sind die erforderlichen Vorpresskräfte? Bestehen Unterschiede der erforderlichen Vorpressung bei Flüssigkeits- und Gasdichtungen?

Die Leckagewege im Dichtmaterial und an den Flanschen müssen durch Verformung/plastisches Fließen des Dichtungswerkstoffs verschlossen werden -> Anpassung bei der Montage.

Die Vorpresskräfte richten sich nach der „Steifheit“ des verwendeten Dichtungsmaterials. Beispielsweise sind Flächenpressung von einigen wenigen N/mm^2 bei elastomeren Dichtmaterial aufzubringen, bei metallischen Dichtungswerkstoffen bis $300 N/mm^2$

Beispiel Kupferring, Innendurchmesser 50mm, 3mm Ringbreite, erforderliche Flächenpressung $150 N/mm^2$, erfordert ca. 75 kN also 7,5 Tonnen.

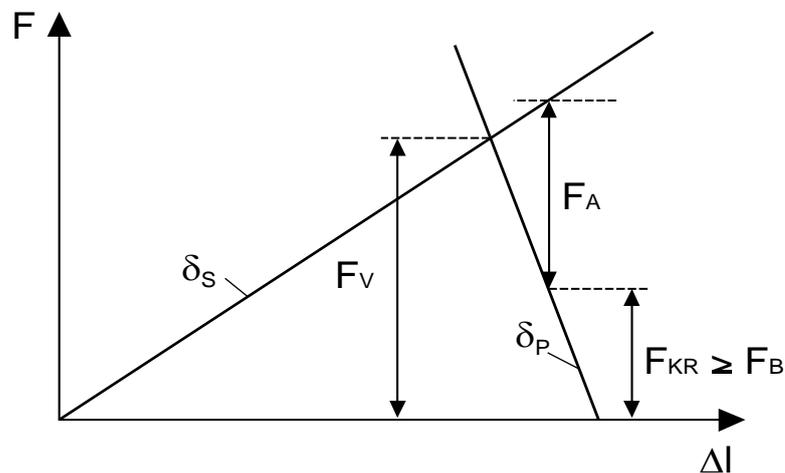
Bei 8 Schrauben wären das ca. 9,4 kN pro Schraube. Schraubenvorauswahl nach Roloff/Matek benötigt man 8 M8-Schrauben der Festigkeitsklasse 8.8.

Bei einer Flüssigkeitsabdichtung sind nicht so hohe Flächenpressungen notwendig wie bei einer Gasabdichtung.

2. Welche Dichtkräfte sind im Betrieb unter der Einwirkung des abzudichtenden Drucks erforderlich? Wie kann das Verspannungsschaubild einer verschraubten Flanschverbindung zum Nachweis der Dichtsicherheit verwendet werden?

Trotz einer eventuell öffnenden Kraft durch den abzudichtenden Druck, trotz thermischer Dehnungen und trotz Verformung der Flansch durch die Schraubenkräfte muss an jeder Stelle der Dichtung eine Mindestflächenpressung herrschen.

Im Verspannungsschaubild muss trotz Betriebskraft F_A noch eine ausreichend hohe Restklemmkraft F_{KR} herrschen.



3. Welche Betriebsbedingungen erfordern metallische Dichtungen zwischen relativ zueinander ruhenden Maschinen- oder Geräteteilen? Welche Elemente werden verwendet, wenn die Dichtfuge im Kraftfluss bzw. nicht im Kraftfluss der Verbindungsschrauben liegen soll?

Metallische Dichtungen werden bei sehr hohen Einsatztemperaturen (150-600°C) verwendet.

Im Kraftfluss liegt die Dichtung zwischen den Flanschen und wird mit der ganzen Schraubenkraft beaufschlagt. Beim Kraftnebenschluss wird die Dichtung in einer Nut nur bis zu einem gewissen Grad komprimiert. Dies erfordert aber eine dauerhaft elastisches Dichtungsmaterial.