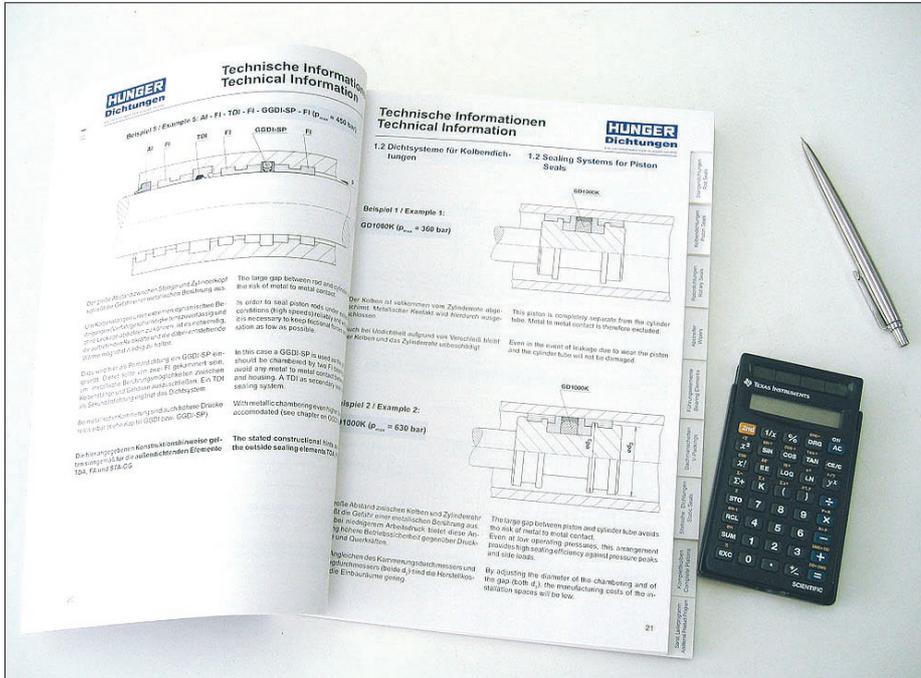


Schäden vermeiden

Häufige Praxisfehler bei Dichtungsanwendungen



Dieter Albert

Dichtungstechnik ist kein Buch mit sieben Siegeln. Das Gros der Hersteller dieser Maschinenelemente ist seit Jahrzehnten im Geschäft, verfügt über entsprechende Erfahrung und viel Feedback aus eigenen Versuchen oder Kundenberichten.

Fast alle Kataloge oder Internetseiten verfügen über einen ausführlichen „allgemeinen technischen Teil“ (**Bild 1**), der diese Erfahrungen dem Anwender zugänglich macht. Dem Konstrukteur oder Montagepersonal ist es möglich, neben der persönlichen Beratung in speziellen Anwendungsfällen schnell einen Leitfaden für die tägliche Arbeit zu finden.

Autor: Dipl.-Ing. (FH) D. Albert, Leiter Anwendungstechnik, Hunger DFE GmbH, Dichtungs- und Führungselemente, Würzburg. Dieser Beitrag basiert auf einem Vortrag, der anlässlich der 15. Internationalen Dichtungstagung (ISC) im Oktober 2008 in Stuttgart gehalten wurde

Trotzdem - oder vielleicht auch deshalb - werden in der Schadensanalyse doch einige grundsätzliche und immer wiederkehrende vorprogrammierte Ausfallursachen ermittelt. Dieser Beitrag soll prinzipielle Fehlerquellen anführen und deren Vermeidung erleichtern.

Mögliche Fehlerursachen können wie folgt unterteilt werden:

- Spezifische Fehler
- Konstruktive Fehler
- Montagefehler
- Bedienerfehler

Spezifische Fehler

Teilweise werden spezifische Fehler aus Unwissenheit, teilweise aber auch aus Erfahrung gemacht. Während die ersteren leicht vermeidbar sind, ist die Vorbeugung bei den „erfahrungsbedingten Fehlern“ schwieriger. Auf den Punkt gebracht: Eine Dichtung, mit der man in einem bestimmten



2: Hydrolyse am Stangennutring

1: Beispiel einer allgemeinen technischen Information

Anwendungsfall hervorragende Resultate erzielen konnte, kann in einem geringfügig anders gelagerten Einsatzfall bald versagen.

Solche Fehler sind beispielsweise dann gegeben, wenn ein Anwendungsfall ein geändertes Betriebsmedium erfordert. Im Allgemeinen zeigen Dichtungen aus Polyurethan (PUR) in Hydraulikanwendungen eine lange Lebensdauer und ein hervorragendes Verschleiß- bzw. Reibungsverhalten. Sie bieten sich daher für die Mobilhydraulik, den Pressenbau oder die Förder- und Hebertechnik an.

Häufige Ausfallursache ist jedoch die Hydrolyse durch Einfluss von Wasser im Medium, beispielsweise bei Bio-Ölen, Wasser-Öl- oder Wasser-Glykol-Medien (**Bild 2**).

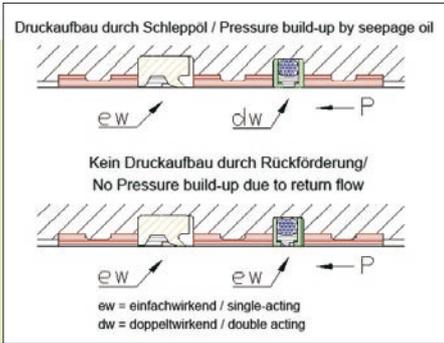
Hier bieten nahezu alle Hersteller einbaugleiche Profile aus NBR oder anderen kompatiblen Werkstoffen an. Dichtungen aus Acrylnitril-Butadienkautschuk (NBR) sind als formvulkanisierte Teile seit vielen Jahren auf dem Markt eingeführt. Speziell in der Pneumatik sind sie aufgrund der guten Resistenz gegen Anhaften (Ankleben) an der Oberfläche weit verbreitet. Ihre Schwachstellen sind jedoch geringe Beständigkeit gegenüber gesättigten oder ungesättigten synthetischen Estern, die verstärkt als feuerresistente Medien in Hochtemperaturanwendungen und einigen pflanzenölbasierten Bio-Ölen eingesetzt werden (**Bild 3**).

Hier können teilweise die moderneren PUR-Werkstoffe punkten. Des Weiteren können materialbedingte Ausfälle vermieden werden, wenn man berücksichtigt, dass

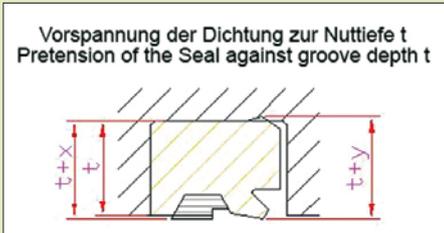
- der Ethylkautschuk EPDM gute Dampf- und Ozonbeständigkeit aufweist, aber nicht mit Mineralöl in Berührung kommen sollte
- Silikonwerkstoffe ebenso wenig öl- und benzinbeständig sind



3: Chemisch angegriffener NBR-Ring



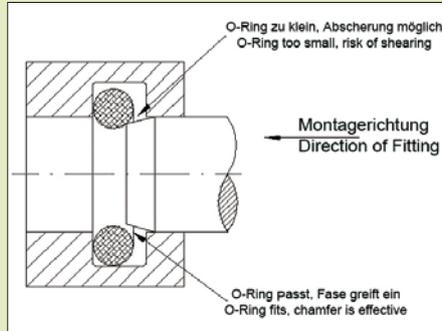
4: Stange einfach/doppelt wirkend



6: Vorspannung des Nutrings und der Kolbendichtung

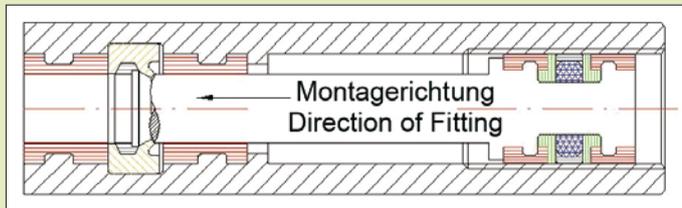


5: Stangenpassung bzw. abgesetzt



8: Mögliche O-Ring-Schäden

7: Dichtlippe und Kolbenkompaktdichtung gegen scharfe Ecke/Gewinde



- Fluorkautschuk FPM hervorragende Hochtemperatureigenschaften, aber schlechte Tieftemperatureigenschaften aufweist
- Fluorkautschuke zwar 120°C heißes Wasser aber bei Druckabfall keinen 100°C heißen Dampf vertragen

Konstruktive Fehler

In der Wahl der Profilgeometrie liegen ebenfalls Gefahrenpotentiale. Der Übergang von der Dichtung zum Dichtsistem wird besonders an der stangenseitigen dynamischen Abdichtung bevorzugt, denn diese gezielte Anordnung von unterschiedlichen Elementen ermöglicht eine minimale Leckage bei minimaler Reibung (Bild 4). Im Allgemeinen bestehen diese Dichtsyste-me aus einfach und/oder doppelt wirk-samen Bauteilen. Bei falscher Auswahl von Dichtelementen kann somit eine sehr hohe Reibung und damit einhergehend ein geringer Wirkungsgrad bzw. eine Überlastung der Dichtung auftreten. Die Folgerung hier-aus ist, dass auch ein Dichtelement, das als Einzeldichtung eine gute Performance auf-weist, als Systembauteil bei falscher Platzie-rung Nachteile verursachen kann.

Häufig beobachtet wird auch, dass bei der Konstruktion die Anforderungen der einzel-nen Elemente nicht berücksichtigt werden. Zur Vermeidung von metallischem Kontakt wird speziell stangenseitig oft ein Spielmaß zwischen Stange und Kopfflansch ange-

wendet, das im druckbelasteten Zustand den Extrusionswiderstand der Dichtungen weit übersteigt. Auch der Wunsch nach ein-facher und kostengünstiger Fertigung mit „einem“ Innendurchmesser kann zu die-sem Fehler führen. Hier sollten die Einbau-räume der Elemente sich an den Bedürf-nissen der einzelnen Bauteile orientieren und zu Gunsten der Betriebssicherheit zu kom-promissbereite Konstruktionen vermieden werden (Bild 5).

Ein weiterer Punkt, der bereits in der Konstruktionsphase spätere Montage-schwierigkeiten oder Dichtungsausfälle verursachen kann, ist, keine ausreichenden Einführschrägen oder so genannte „Schlupffasen“ vorzusehen. Das Prinzip fast aller elastomerbasierenden Dichtelemente ist, durch ein gewisses Übermaß zur Dich-tungsnut eine so genannte Vorspannung

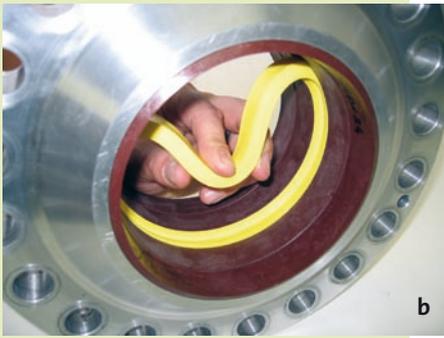
16th ISC (2010)

Die 16th ISC - Internationale Dichtungstagung 2010 findet am 12./13. Oktober 2010 an der Universität Stuttgart statt

Weitere Informationen:
www.sealing-conference.com oder bei
ralf.stemmjack@vdma.org
 Der vollständige Tagungsband der 15th ISC mit CD-ROM kann unter ralf.stemmjack@vdma.org zum Preis von 140 Euro bezogen werden



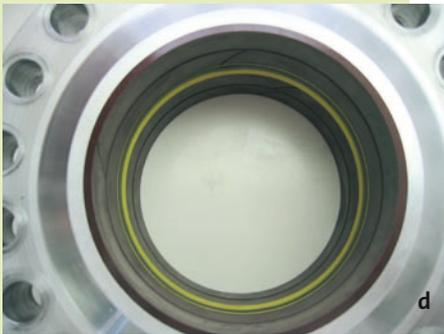
a



b



c



d

9: „Schnappmontage“ eines Dichtringes



10: Montage eines Gleitringes

aufzubringen, die im drucklosen Zustand die Abdichtung gewährleistet und im Moment des Druckaufbaues ein Überströmen der Dichtung vermeidet (**Bild 6**).

Dies bedeutet jedoch im Montagestatus, dass, je nach Art der Dichtung, deren Gleitring oder Dichtlippe ungeschützt über die Dichtungsnut hinaus ragt. Das Überfahren einer scharfen Kante oder Ecke, z.B. bei der Einführung des Kolbens, Kopfflansches oder Bodens in das Rohr oder des vormontierten Stangenkopfes oder Kolbens auf die Stange kann - meist unbemerkt - das Dichtsystem beschädigen. Besonders kritisch ist es, wenn im Einschubbereich vorgesehene Gewinde nicht den erforderlichen Abstand zur Dichtung aufweisen, da durch die scharfen Gewindeflanken die Dichtlippen sofort beschädigt werden können (**Bild 7**).

Bei der Auswahl von O-Ringen für die statischen Dichtstellen ist darüber hinaus durch die Größenstaffelung die Gefahr gegeben, dass ein zu groß gewählter O-Ring bei ausdichtenden Anwendungen bzw. ein zu klein gewählter O-Ring bei innendichtenden Dichtstellen bei der Montage aus der Nut heraus ragt und, trotz ordnungsgemäßer Einführschräge, bei der Montage abgeschert wird (**Bild 8**).

O-Ringe sollten daher im Durchmesser für innendichtende Anwendungen in der Nut gestaucht bzw. bei ausdichtenden Dichtstellen leicht gedehnt vorgesehen werden.

Montagefehler

Eine häufige Ausfallursache für neu montierte Dichtungen ist Schmutzkontakt bei der Lagerung (z.B. im Servicemobil) oder am Montageort (Werkstatt, Maschinenstandplatz). Dichtungen sollten daher generell vor der Montage auf Sauberkeit geprüft werden und gegebenenfalls mit frischen Reinigungsmitteln behandelt werden. Darüber hinaus ist die Verwendung von scharfkantigen Montagewerkzeugen wie Zange, Messer oder Schraubendreher untersagt. Dichtungen, die innendichtend durch „Schnappmontage“ in eingestochene Nuten montiert werden, dürfen beim nierenförmigen Einengen im Rundungsbereich nicht überdehnt werden (**Bild 9a-d**). Bei der Montage muss der Kontakt mit scharfen Kanten vermieden werden und die eingeschnappte Dichtung wieder sorgfältig zurück geformt werden (Kalibrierdorn).

Außendichtende Dichtelemente, die in eingestochene Nuten montiert werden müssen, müssen durch Aufdehnen über die Nutflanken eingebracht werden. Hier ist wichtig, dass das Dichtelement im gedehnten Zustand nicht durch die äußere Nutkante beschädigt wird. Im Vergleich zu der Möglichkeit, die komplette Dichtung über einen Montagekegel zu pressen (extrem hohe Aufweitung), empfiehlt es sich, die Dich-

tung, wenn seitens der Kolbenbreite möglich, einseitig in die Nut einzulegen und die verbleibende Schlaufe mit einem Tuch oder gerundeten Montagewerkzeug (ähnlich der Montage eines Reifens) über die Kante zu ziehen (**Bild 10**).

Bei Dichtringen aus PTFE erleichtert eine Erwärmung auf bis zu 80 °C durch die erhöhte elastische Dehnung sowohl die Montage als auch die Rückstellung des gedehnten Dichtringes. Ein Reißen des Dichtringes oder bleibende Verformung selbst nach der erforderlichen Rückkalibrierung kann so vermieden werden.

Letztendlich können bei der Montage auch nicht sofort erkennbare Fehler begangen werden, bzw. das Vorgehen zu Fehlermeldungen führen. So ist z.B. die Devise „Viel hilft viel“ bei der Verwendung von Montagefett nicht immer die erste Wahl. Oft wird bei der anschließenden Inbetriebnahme das sich erwärmende und ölförmig austretende Montagefett als Leckage diagnostiziert und die Dichtung reklamiert.

Speziell Dichtungen für rotatorische Anwendungen reagieren negativ auf zu intensive Aufbringung von Montagefett oder Gleitmitteln in der Einbaunut. Die Folge, dass speziell bei der Inbetriebnahme ein undefiniertes Mitdrehen der Dichtung in der Nut auftritt wird dadurch heraufbeschworen. Rotatorische Dichtungen sollten daher allgemein trocken montiert und anschließend nur an der Dichtfläche/Dichtkante leicht geölt oder gefettet werden.

Bedienerfehler

Welche Umstände können ordnungsgemäß ausgelegte und korrekt montierte Dichtelemente zum vorzeitigen Versagen bringen? Im Rahmen der Schadensanalyse werden häufig Fehler erkannt, die aus einer falschen Bedienung der Hydraulikkomponente resultieren.

- Nennenswert sind:
- Extrusion durch Drucküberlastung/ Druckübersetzung
 - Materialschädigung durch thermische Überlastung (Betriebsgeschwindigkeit)
 - Chemische Schädigung durch falsches Betriebsmedium (Wartung)
 - Mechanische Beschädigung durch verspannte Montage
 - Funktionsstörungen durch abschließende Lackierung der Maschine
 - Eingriffe in die hydraulische Steuerung (Endlagendämpfung)

Aus einer stärkeren Sensibilisierung für das Thema Dichtungstechnik und der engen Zusammenarbeit mit den Dichtungsherstellern erwächst das erforderliche Basiswissen für die richtige Vorgehensweise bei Dichtungsanwendungen. Gerade dies hilft, Schäden zu vermeiden.