

Die Krux mit der Reibung

Reibwerte bei Elastomer-Dichtungen senken

Dichtungen zählen funktionell zu den wichtigsten Komponenten der Fluidtechnik. Mit ihnen steht und fällt die Dichtheit und damit die Funktion der Anlagen. Obgleich sie kostenseitig klar zu den C-Teilen zählen, sind die Anforderungen an Qualität, Funktion und Handling einer Dichtung in der Regel sehr hoch. Aufgrund ihrer zahlreichen Vorteile gehören Elastomere zu den bevorzugten Werkstoffen. Allerdings erschweren vor allem die üblicherweise hohen Reibwerte von Elastomeren oft die Montage und den Einsatz der Dichtelemente. Doch das muss nicht sein.

Ob zur Abdichtung von Flüssigkeiten oder Gasen – für nahezu jeden Anwendungsfall gibt es das passende Dichtelement und einen geeigneten Werkstoff. Elastomere gehören aufgrund ihrer hervorragenden Dichteigenschaften und hohen Flexibilität zu den am häufigsten genutzten Materialien. Ihre Anpassungsfähigkeit an die Dichtflächen erzielt schon bei einfachen Geometrien, wie beispielsweise einem O-Ring, und korrektem Anpressen einen hohen Dichtheitsgrad. Darüber hinaus erleichtert die Dehnbarkeit der Werkstoffe die Handhabung der Komponenten. Doch so simpel der Einsatz von Elastomer-Dichtungen auf den ersten Blick erscheint, so anspruchsvoll ist es oftmals in der Praxis.

Wer kennt sie nicht, die Herausforderungen beim Einbau und Einsatz elastomerer Dichtelemente? Sie sollen in erster Linie

ihre Dichtfunktion erfüllen und gegenüber den eingesetzten Medien beständig sein. Doch häufig sind sie schon in der Verpackung verklebt oder lassen sich bei automatischer Montage nur stockend zuführen. Die notwendigen Kräfte zum Installieren der Komponenten sind manchmal unerwartet hoch und während der Fügevorgänge werden sie deshalb teilweise beschädigt. Sind die Dichtungen erst einmal an Ort und Stelle montiert und übernehmen ihre Funktion, stellen sich nur zu oft weitere, unerwünschte Phänomene ein. Ventile lassen sich nur schwer oder nach einiger Zeit gar nicht mehr verstellen. Im dynamischen Einsatz kommt es zu Stick-Slip-Effekten und Geräuschen oder die Dichtungen werden schneller abgerieben als erwartet und halten nur kurze Zeit den Belastungen stand. In den meisten dieser Fälle heißt der Übeltäter Reibung.



Maßgeschneiderte und leistungsfähige Beschichtungslösungen sind das Produkt enger Zusammenarbeit der Spezialisten in den Bereichen Dichtung, Anwendung und Oberflächen.

Wissenschaftlich betrachtet ist die Reibung bei Gummwerkstoffen sehr komplex. Innere Dämpfungsverluste durch wechselnde Verformungen spielen beim Gleiten von Elastomeren auf Oberflächen ebenso eine Rolle wie ihr viskoelastisches Verhalten. Werden, wie im Falle der meisten Dichtungen, Elastomerwerkstoffe an Oberflächen angepresst, dringen sie in die Rauheitstäler der Gegenaufläachen ein. Dies wirkt sich sehr positiv auf das Dichtverhalten von Gummidichtungen aus, hat jedoch einen eher negativen Einfluss auf die Reibung bei Montagevorgängen oder beim dynamischen Einsatz der Komponenten. Mit klassischen Reibgesetzen kann der Gummireibung nicht begegnet werden. Sie ist neben der Flächenpressung auch von anderen Faktoren wie Temperatur oder Gleitgeschwindigkeit abhängig. Je nach Werkstoff, Dichtungsgeometrie, Einsatz- und Montagebedin-

gungen ergibt sich eine spezielle Reibproblematik. Die Lösungsmöglichkeiten sind so vielfältig wie die Anforderungen.

Herausforderung Reibung meistern

Es gibt mehrere Ansätze, wie das Thema bei der Anwendung von Elastomerdichtungen angegangen werden kann. Aus technischer Sicht bieten sich verschiedene Wege an. Beleuchtet man die Thematik jedoch auch vom wirtschaftlichen Standpunkt und beachtet Zusatzanforderungen wie Sauberkeit oder Prozesssicherheit, fällt die Einschätzung häufig unterschiedlich aus.

Die gängigste Lösung ist das Schmieren der Dichtungen mit Ölen, Fetten oder Pulvern – aus wirtschaftlicher Sicht durchaus die Mittel der Wahl. Allerdings bringen Schmierstoffe technisch gesehen einige Nachteile mit sich. Silikonöle verbieten sich im Hinblick auf Lackieranlagen. Alle Varianten verunreinigen Montageanlagen und Maschinenbauteile. Durch Abtragung oder Trocknen verliert sich die Schmierwirkung nach einiger Zeit und bei manuellem Auftrag sind die Mengenunterschiede teilweise gravierend. Die notwendige Prozesssicherheit bei Montage und Einsatz der Dichtungen ist damit häufig nicht mehr gegeben.

Eine weitere Möglichkeit liegt in der Reiboptimierung der Dichtungswerkstoffe selbst. So können unterschiedliche, reibungsreduzierende Substanzen wie PTFE oder MoS₂ den Elastomermischungen zugesetzt werden. Diese Stoffe beeinflussen jedoch nicht nur die Reibeigenschaften der Elastomere, sondern verändern auch andere physikalischen Merkmale. So leidet beispielsweise häufig der Druckverformungsrest und damit die Funktion der Dichtungen. Auch aus wirtschaftlicher Sicht hält dieser Ansatz zumeist nicht stand. Die Lösung eines jeden Reibproblems würde in der Entwicklung eines neuen Werkstoffes resultieren, was sich jedoch selbst bei hohen Stückzahlen selten rechtfertigen lässt.

Oftmals hilft technisch auch die Veränderung der Dichtungsgeometrie. Statt Standard-O-Ringe können Lippendichtungen oder Formteile eingesetzt werden. Diese müssen weitaus schwächer an die Gegendichtflächen angepresst sein, wodurch die resultierende Reibung geringer ausfällt. Die Kosten solcher oft kundenspezifischer Dichtungen liegen jedoch im Regelfall um ein Vielfaches über denen einer Standarddichtung.

Als sinnvolle Alternative kristallisiert sich sowohl aus wirtschaftlicher als auch aus



Als sinnvolle Alternative zur Senkung der Reibung kristallisiert sich sowohl aus wirtschaftlicher als auch aus technischer Sicht eine nachträgliche, permanente Veränderung der Dichtungsflächen heraus. (Fotos: OVE Plasmatec)

technischer Sicht eine nachträgliche, permanente Veränderung der Dichtungsflächen heraus. Hier kommen sowohl chemische Veränderungen der Werkstoffoberflächen als auch der Auftrag von Beschichtungen infrage. In Batchprozessen durchgeführt, garantieren beide Alternativen eine gleichmäßige Ausführung und bieten damit höchstmögliche Prozesssicherheit.

Bei einer chemischen Optimierung der Reibeigenschaften werden die Dichtungen zumeist mit Halogenen behandelt. Durch die ablaufenden Reaktionen kommt es zu einer marginalen Verhärtung der Oberflächen, was zu einer Reduzierung der Reibwerte führt. Für einen korrekten Behandlungsgrad müssen die Prozessparameter und Reaktionssubstanzen jedoch mit Bedacht ausgewählt sein. Leider lässt sich diese sehr kostengünstige Variante der Reibungsreduzierung nur bei einigen wenigen Elastomertypen durchführen.

Daher bietet sich in den meisten Fällen das Aufbringen von Gleitlacken an. Diese sind vielseitig einsetzbar und haften bei entsprechender professioneller Vorbehandlung der Bauteile auf allen Elastomertypen. Bei der Auswahl der passenden Substanzen bewältigen die elastischen Beschichtungen dauerhaft unterschiedliche Reibprobleme und bieten saubere Lösungen für unterschiedlichste Einsatzbedingungen.

Auf die richtige Beschichtung kommt es an

Obwohl das Angebot an Gleitlacken am Markt sehr umfangreich ist, gibt es Beschichtungslösungen nicht von der Stange. Jede Reibproblematik und Dichtungsanwendung muss als neues Projekt verstanden werden. Startpunkt einer Betrachtung bilden dabei drei grundlegende

Fragestellungen. Um welche Art Dichtung handelt es sich? Unter welchen Bedingungen wird sie eingesetzt? Und was soll durch das Beschichten in der Anwendung wirklich erreicht werden?

So macht es durchaus einen Unterschied, ob die Reibkräfte im dynamischen Einsatz einer Dichtung dauerhaft reduziert werden sollen oder ob nach einer einmaligen Montageerleichterung gesucht wird. Medien und Temperaturen beeinflussen Gleitlacke in gleicher Weise, wie sie die Auswahl der Dichtungswerkstoffe bestimmen. Daneben sind noch viele weitere Faktoren entscheidend für die richtige Wahl von Beschichtungssubstanzen und -prozessen. Werden beispielsweise, wie im Falle von Trinkwasser- oder Medizinanwendungen, Institutsfreigaben für den Dichtungswerkstoff gefordert, sind diese oder vergleichbare Freigaben natürlich auch für einen Gleitlack notwendig. Design, Größe und Stückzahl der Dichtungen sowie die Qualitätsanforderungen an das fertige Produkt fließen ebenfalls in die Entscheidung mit ein. Sogar die Art der Dichtungsmontage spielt eine Rolle bei der Definition der passenden Beschichtung.

Nur eine Betrachtung aller wichtigen Einflussfaktoren aus Sicht der Anwendung, des Dichtelements und der Beschichtung führt letztlich zu einem zuverlässigen Produkt. Maßgeschneiderte und leistungsfähige Beschichtungslösungen sind also das Produkt enger Zusammenarbeit von Spezialisten aus den Bereichen Dichtung, Anwendung und Oberflächen.

www.ove-plasmatec.de

Jürgen Fürst

Fachjournalist, Stuttgart