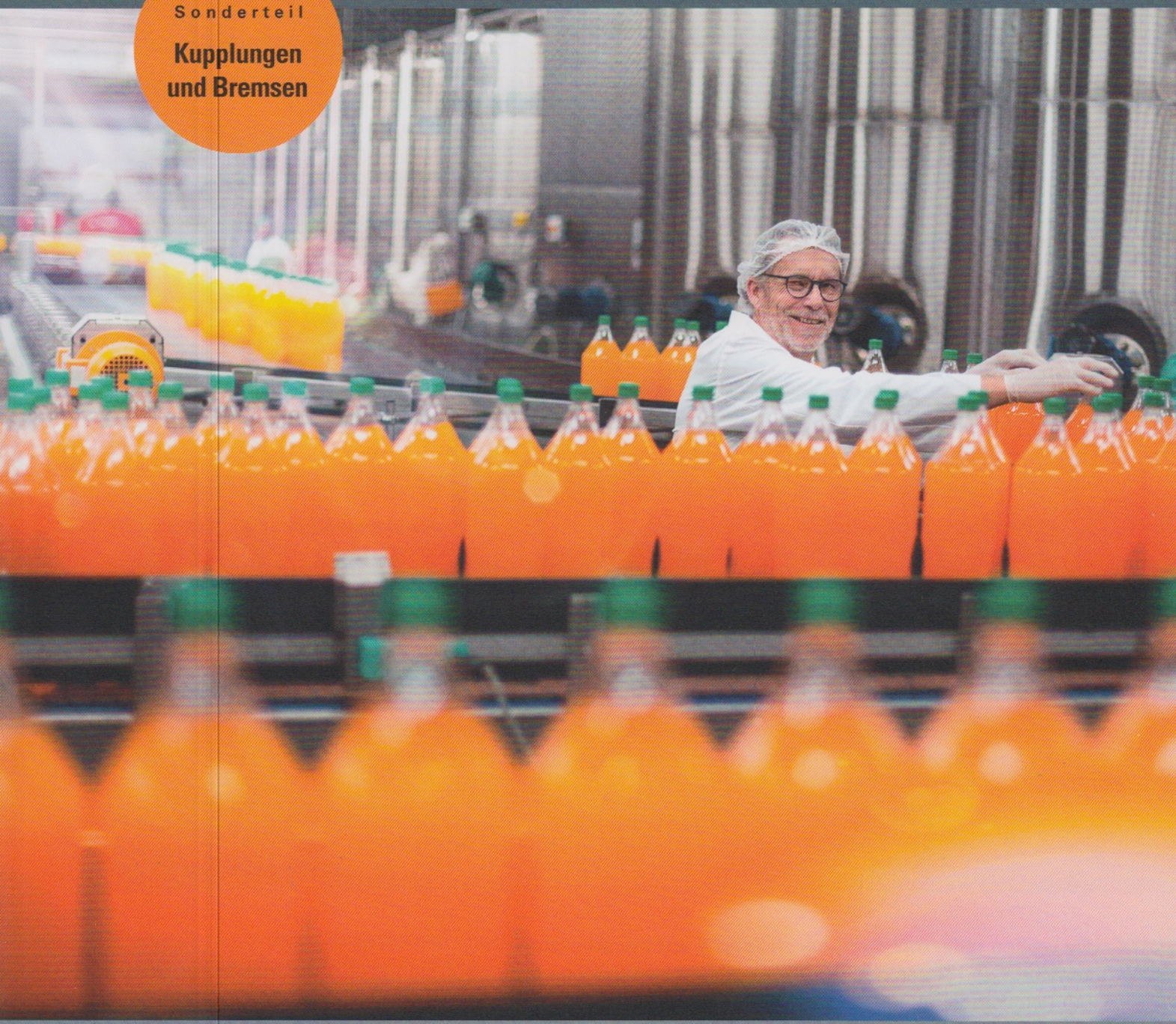
07-08 | 2020
VDI fachmedien
www.konstruktion-online.de

Konstruktion

Organ der VDI-Gesellschaften Produkt- und Prozessgestaltung (VDI-GPP) und Materials Engineering (VDI-GME)

Sonderteil
Kupplungen und Bremsen



TITELTHEMA: SENSORTECHNIK

AKTOREN
Produktentwicklung mit Formgedächtnisaktoren

ENTWICKLUNG
Nachhaltigkeitsgerechte Konstruktion

VERBUNDMATERIALIEN
Verbundgläser mit Liquid Composites

Elastische Beschichtungen bewältigen unterschiedliche Reibprobleme dauerhaft

Die Krux mit der Reibung

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, die an die Qualität, Funktion und das Handling einer Dichtung gestellt werden, in der Regel sehr hoch. Aufgrund ihrer zahlreichen Vorteile gehören Elastomere zu den bevorzugten Dichtungswerkstoffen. Jedoch machen vor allem die üblicherweise hohen Reibwerte von Elastomeren Nutzern das Leben bei der Montage und dem Einsatz der Dichtelemente oft schwer. 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 Elastomerdichtungen auf den ersten Blick erscheint, so anspruchsvoll ist es oftmals in der Praxis.

Herausforderung Einsatz

Wer kennt sie nicht, die Herausforderungen beim Einbau und Einsatz elastomerer Dichtelemente? Die Dichtungen 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 wäh-

Bild 1 Werden Institutsfreigaben für den Dichtungswerkstoff gefordert, sind diese oder vergleichbare Freigaben auch für einen Gleitlack notwendig. *(Bild: OVE Plasmatec)*

rend 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.

Herausforderung Reibung

Wissenschaftlich gesehen ist die Reibung bei Gummiwerkstoffen 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 Gegenlaufflächen 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 der Temperatur oder Gleitgeschwindigkeit abhängig. Es ist daher oft recht schwierig, die Probleme, die durch die Reibung hervorgerufen werden, in den einzelnen Anwendungen zu lösen. Je nach Werkstoff, Dichtungsgeometrie, Einsatz- und Montagebedingungen ergibt sich eine spezielle Reibproblematik. Die Lösungsmöglichkeiten sind so vielfältig wie die Anforderungen.

Die Herausforderung Reibung meistern

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

Bild 2 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. *(Bild: OVE Plasmatec)*

Die gängigste Lösung ist das Schmieren der Dichtungen mit Ölen, Fetten oder Pulvern. Aus wirtschaftlicher Sicht durchaus die Mittel der Wahl, bringen Schmierstoffe jedoch 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 MoS_2, den Elastomermischungen zugesetzt werden. Diese Stoffe beeinflussen jedoch nicht nur die Reibeigenschaften der Elastomere, sondern verändern auch andere physikalische 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-Ringen 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 kundenspezifischen Dichtungen liegen jedoch im Regelfall um ein Vielfaches über denen einer Standarddichtung.

Als sinnvolle Alternative kristallisiert sich sowohl aus wirtschaftlicher wie auch aus technischer Sicht eine nachträgliche, permanente Veränderung der Dichtungsoberflächen heraus. Hier kommen sowohl chemische Veränderungen der Werkstoffoberflächen als auch der Auftrag von Beschichtungen in Frage. In Batchprozessen durchgeführt, garantieren beide Alternativen eine gleichmäßige Ausführung und bieten damit höchstmögliche Prozesssicherheit.

„Leistungsfähige Beschichtungslösungen sind das Produkt enger Zusammenarbeit der Spezialisten in den Bereichen Dichtung, Anwendung und Oberflächen."

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 entsprechend professioneller Vorbehandlung der Bauteile auf allen Elastomertypen. Bei Auswahl der passenden Substanzen bewältigen die elastischen Beschichtungen dauerhaft unterschiedliche Reibprobleme und bieten saubere Lösungen für unterschiedlichste Einsatzbedingungen.

Bild 3 Als sinnvolle Alternative zur Senkung der Reibung kristallisiert sich sowohl aus wirtschaftlicher als auch aus technischer Sicht eine nachträgliche, permanente Veränderung der Dichtungsoberflächen heraus. *(Bild: OVE Plasmatec)*

Maßgeschneiderte Lösungen mit Beschichtungen

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 der Dichtung 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 weitere Faktoren entscheidend für die richtige Wahl von Beschichtungssubstanzen und -prozessen.

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 der Spezialisten in den Bereichen Dichtung, Anwendung und Oberflächen. ■

Kontakt

OVE Plasmatec GmbH
Carl-Zeiss-Straße 10
71093 Weil im Schönbuch
Tel.: 0 71 57 / 73 03 30-00
E-Mail: info@ove-plasmatec.de
www.ove-plasmatec.de

Dichtung für Hydraulikzylinder

Eine Erfolgsgeschichte ist das vor zwei Jahren eingeführte Dichtungssystem „Servoseal" von Hänchen. Das Spektrum wurde jetzt auf Zylinder bis zu einem Durchmesser von 350 mm erweitert. Die Dichtung wurde durch FEM-Analysen, also den Einsatz von finiten Elementen, noch einmal deutlich optimiert, nachdem Hänchen schon bei der Entwicklung eine eigene praxisnahe Prüfung im Versuchsfeld verwendet hat. Hierzu wurde ein selbst entwickelter und gebauter Dichtungsprüfstand verwendet. Die neue Dichtung, mit einem Rückhaltering aus dem Hänchen-Verbundwerkstoff HCFK, erzeugt nur eine minimale Leckage und bietet dennoch geringe Reibungswerte und ist nahezu verschleißfrei selbst bei kleinen Amplituden, hohen Frequenzen und Geschwindigkeiten. Deshalb lassen sich diese Dichtungen oft an Stelle von Drosselspaltdichtungen einsetzen. Sie machen den Hydraulikzylinder energieeffizienter, erlauben kürzere Konstruktionen und ermöglichen technische Lösungen, die vorher nicht realisierbar waren. Durch den Servoseal gewann Hänchen in jüngster Zeit neue Kunden in der Hydraulik, obwohl dies kein Wachstumsmarkt mehr ist. Auch in Prüfzylindern werden die Dichtungen verstärkt eingesetzt. *Herbert Hänchen GmbH & Co. KG, www.haenchen.de*

„Servoseal" ermöglicht in Zylindern kürzere Einbaumaße, geringere Leckage und damit neue technische Lösungen mit z. B. längerem Hub im Testbereich – all das bei geringster Reibung. *(Bild: Hänchen)*