

Dichtheit – ausgereift bis an das Limit

Maßgeschneiderte Lösungen für kundenspezifische Anwendungen – Teil 2

DYNAMISCHE DICHTUNGEN – PTFE scheint für dynamische Dichtungen aufgrund seines niederen Reibungskoeffizienten „der“ Werkstoff der Wahl zu sein. Einschränkend für den Einsatz als tribologisch beanspruchter Dichtungswerkstoff jedoch erweist sich die geringe Abriebbeständigkeit. Hier können Füllstoffe Abhilfe schaffen. Dadurch wird ein Werkstoffsystem geschaffen, dessen Variablen vielfältig sind und nicht unabhängig voneinander verändert werden können. Teil 1 des Beitrages in DIGHT! 3/2009 beleuchtete das Zusammenwirken der Werkstoffzusammehänge mit Designfragen der Bauteilauslegung und Aspekten des Herstellprozesses, Teil 2 zeigt Praxisbeispiele und neue Werkstofflösungen.

Um neue Produkte für kundenspezifische Anwendungen entwickeln zu können, müssen im Vorfeld die einzelnen Komponenten aufeinander abgestimmt werden, damit das Anforderungsprofil an das Dichtungssystem erfüllt wird. Durch die spezifische Anwendung der vorab beschriebenen Designregeln können Produkte für die besonders anspruchsvollen Anwendungen im Bereich der Automobil- und der Luftfahrtindustrie sowie der Medizintechnik kreiert werden.

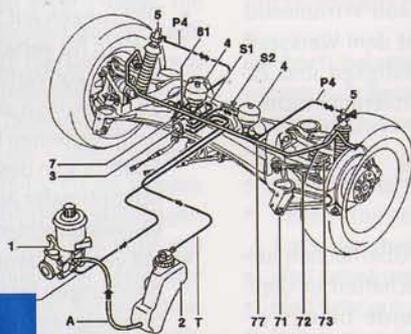
Praxisbeispiele

Ein Beispiel ist ein Kolbenring, der in einem Kompressor für die Luftfederung und Niveauregulierung zum Einsatz kommt » 13. Die Dichtungssysteme werden hierfür kontinuierlich weiterentwickelt, da die Anforderungen an den Fahrkomfort im Automobilbereich steigen. Nicht nur Werkstoff- sondern auch Designanpassungen tragen dazu bei, dass die Funktion – auch bei schwierigen Einsatzbedingungen – gewährleistet ist. Luftfederkompressoren werden in der Luftfederung oder der Niveauregulierung einge-

setzt, um die benötigte Druckluft zu erzeugen. Die Luftfederung führt zu einer ruhigen und komfortableren Fahrweise, zusätzlich kann die Fahrzeughöhe der Geschwindigkeit angepasst werden. Die Niveauregulierung sorgt dafür, dass bei wechselnden Belastungszuständen der Sollabstand zwischen Achse und Karosserie angepasst wird. Dies erfolgt über einen Höhensensor, der diesen Abstand ermittelt und den Kompressor bei Abweichungen aktiviert. Über Magnetventilsteuerung wird dann der Druck in den Federelementen gezielt eingestellt. Dabei werden die Kolbenringe unter gleichzeitig starker Erwärmung mit hohem Druck beaufschlagt. Aber nicht nur bei hohen, sondern auch bei tiefen Temperaturen muss der erforderliche Druck innerhalb kürzester Zeit aufgebaut und zur Verfügung gestellt werden. Hierbei ist es äußerst wichtig, dass diese Temperaturdifferenzen bei der Konzipierung einer Dichtung nicht vernachlässigt werden, da ansonsten der Kolbenring im Tieftemperaturbereich nicht mehr anliegt, bei hohen Temperaturen dagegen klemmt. Als besonders wichtiges Designelement erweist sich

hierbei der Verbindungsstoß, der einerseits die thermische Ausdehnung des Werkstoffes kompensieren, andererseits aber luftdicht abschließen muss.

Nicht nur dynamische, sondern auch statische Dichtungen werden im Automobilbereich verstärkt eingesetzt. In einer weiteren Anwendung handelt es sich um eine Schutzkappe für einen Lenkwinkelsensor » 14. Dieser hat die Aufgabe, die Winkelstellung des Lenkrads und damit auch den Einschlagwinkel der Räder zu ermitteln. Da der Sensor in den meisten Fällen mit dem Lenkgetriebe gekoppelt ist, muss dieser gegen das Eindringen von Öl etc. geschützt werden. Aus diesem Grund kommt das besonders diffusionsdichte modifizierte PTFE zum Einsatz. Fertigungstechnisch handelt es sich um ein werkzeuggebundenes Formteil, dessen Innenkontur plasmabehandelt wird, damit eine Verbindung zur innenliegenden, die Elektronik schützende Vergussmasse hergestellt werden kann.



» 13 Kolbenringe für Luftfederkompressoren, die zur Druckluftherzeugung für die Hinterachs niveauregulierung oder für die Luftfederung bei Kraftfahrzeugen eingesetzt werden



Anforderungsprofil:

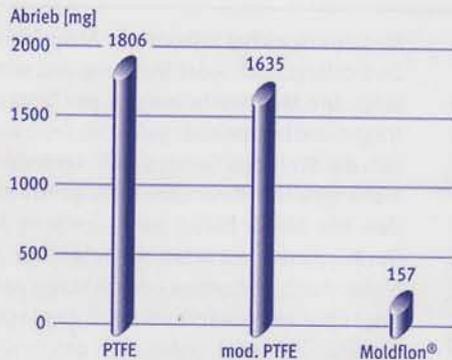
- die Sensorelektronik muss vor Getriebeöl geschützt werden
- diffusionsdicht
- temperaturbeständig von -40°C - +150°C
- Festverbund der Schutzkappe mit dem Gehäuse

» 14 Schutzkappe für Lenkwinkelsensoren: Modifiziertes PTFE überzeugt in dieser Anwendung insbesondere durch die hohe Barrierewirkung gegenüber additivierten Ölen



Memory Manschette

» 15 Memory Manschetten zur Kolbenabdichtung in Taumelkolbenkompressoren sind die ideale Systemlösung zur wirtschaftlichen Erzeugung ölfreier Druckluft. Typisches Anwendungsgebiet: Atemluftkompressoren für die Versorgung von Inhalatoren



» 16 Schon im ungefüllten Zustand weist Moldflon® im Kurzzeitverschleiß einen deutlich geringeren Abrieb auf als PTFE oder modifiziertes PTFE

Lösungen für die Medizintechnik

Auch für die Medizintechnik werden Sonderdichtungen mit einer speziellen Konturgebung entwickelt, welche z.B. in Atemluftkompressoren zum Einsatz kommen. Als Kolbendichtung wird hier eine Memory Manschette eingesetzt, deren Radialkraft auf ein Minimum reduziert wurde. Geringste Reibkräfte sorgen dafür, dass auch nach längeren Stillstandszeiten das Losbrechmoment auf einem sehr niedrigen Niveau gehalten werden kann. Dies wirkt sich besonders positiv auf das Verschleißverhalten und somit auf die Standzeit aus. Der Vorteil einer Memory Manschette » 15 liegt darin, dass die benötigte Vorspannung sowie die Materialnachführung durch den Memory Effekt, welcher sich durch einen thermischen Formgebungsprozess einstellen lässt, erreicht wird. Auf ein zusätzliches Federelement kann somit verzichtet werden. Bei dem hierfür eingesetzten PTFE-Compound handelt es sich um einen für medizinische Anwendungen zugelassenen Werkstoff, welcher eine hohe Formstabilität bei Temperaturen von -40 °C bis +200 °C aufweist. Ein Druck von 5 bar und Gleitgeschwindigkeiten bis zu 3 m/s sind für diese Anwendung charakteristisch.

Basis für leistungsfähige Compounds

Natürlich gibt es auch sehr kritische Anwendungen, bei denen man mit den bekannten Werkstoffen auf Basis von PTFE oder modifiziertem PTFE an Grenzen stößt. Geht es insbesondere darum, die bisher gesetzten Grenzen hinsichtlich Druckfestigkeit oder Abriebverhalten zu überwinden, dann können Compounds auf Basis von Moldflon®, dem neuen thermoplastisch verarbeitbaren PTFE, weiterhelfen » 16. Vergleicht man das Abriebverhalten von PTFE, modifiziertem PTFE und Moldflon®, dann ist sofort erkennbar, dass der neue Werkstoff eine sehr geringe Verschleißrate aufweist.

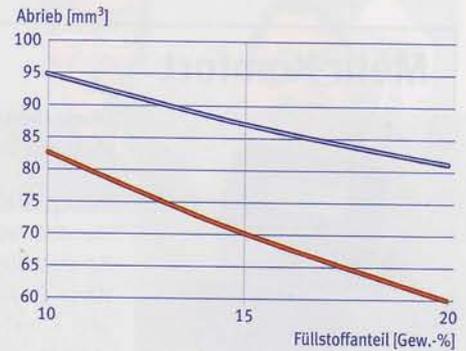
Bei dynamisch beanspruchten Dichtungen, bei welchen bisher aufgrund des Verschleißes

auf die klassischen PTFE-Compounds zurückgegriffen werden musste, kann nun vermehrt ungefülltes Moldflon® eingesetzt werden. Dies ist vor allem dann ein großer Vorteil, wenn entsprechende Zulassungen für den Medizin- oder Lebensmittelbereich gefordert sind. Die Notwendigkeit von Füllstoffen begrenzt in aller Regel den Einsatz von PTFE-Werkstoffen in Anwendungen mit speziellen Zulassungsanforderungen.

Soll die Abriebbeständigkeit besonders hoch sein, dann gehen die Entwicklungstrends in Richtung Moldflon®-Compounds. Denn bei gleichem Füllstoffanteil zeigen Compounds auf Basis von Moldflon® einen geringeren Verschleiß als Compounds auf Basis von PTFE » 17. Bei steigendem Füllstoffanteil ist die abriebvermindernde Wirkung bei Moldflon®-Compounds höher als bei Compounds auf Basis von PTFE. Mit dem neuen Werkstoff kann somit die Compoundpalette entsprechend erweitert werden. Zusätzlich ergeben sich durch den Einsatz neuer Fertigungsverfahren nicht nur neue Freiheitsgrade in der Formgebung, sondern es lassen sich komplette Systemkomponenten auch wirtschaftlicher herstellen. Beispiele für neue PTFE-Fertigungsverfahren sind der Spritzguss durch den auch komplexe Geometrien mit geringster Abfallrate hergestellt werden können oder das Umspritzen von Einlegeteilen als Füge-technik, wodurch sich die Anzahl der Systemkomponenten reduzieren lässt.

Ausblick

PTFE und PTFE-Compounds, in Standardausführung und als chemisch modifizierte Variante, haben sich in einer großen Anzahl von Anwendungen seit vielen Jahren bestens bewährt. Damit dies so bleibt, müssen Werkstoffeigenschaften und Designfragen mit Herstellungsverfahren und den speziellen Bedingungen des Einsatzes aufeinander abgestimmt werden. Im Produktentstehungsprozess ist deshalb ein intensiver Dialog zwischen den Spezialisten der Werkstoffe, der Bauteilauslegung und der



— PTFE + Kohlefaser — Moldflon® + Kohlefaser

Prüfbedingungen:

p = 0,42 N/mm²

v = 4 m/s

Gegenläufige: X210Cr12

T = 100 °C

» 17 Durch Zugabe von Füllstoffen lässt sich der Eigenschaftsvorteil des geringen Abriebs von Moldflon® noch weiter steigern: Durch die bessere Einbindung der Füllstoffpartikel in den thermoplastischen Werkstoff werden diese besser im Polymerverbund verankert und wirken deshalb länger. Aus diesem Grund vergrößert sich der Unterschied bezüglich des Abriebs zwischen PTFE und Moldflon® zugunsten Letzterem mit zunehmendem Füllstoffanteil noch weiter

Anwendung erforderlich. Für weitergehende Ansprüche etablieren sich zunehmend Compounds auf Basis des neuen thermoplastisch verarbeitbaren PTFE.

FAKTEN FÜR KONSTRUKTEURE

- Die Bewegungsart, der Aufbau eines Transferfilmes und die Haftfestigkeit des Transferfilmes auf dem Gegenläufer sind wesentliche Einflussfaktoren auf den Abrieb und damit auf die Lebensdauer der Dichtung
- Durch Füllstoffe kann bei PTFE-Compounds die Mehrheit der Eigenschaften gezielt positiv verändert werden, allerdings sind auch die Nachteile zu berücksichtigen
- Als wesentliche Kenngröße für die Auslegung dynamischer Dichtungen hat sich die Radialkraft bewährt

ElringKlinger Kunststofftechnik GmbH

www.elringklinger-kunststoff.de

von Dipl.-Ing. Katja Widmann,
Leiterin Compoundierung und
Dr. Michael Schlipf, Leiter Entwicklung