

Ist die **Dichtung** am Ende?

Welche Innovationen aus der Dichtungstechnik noch zu erwarten sind

Dass eine falsch ausgelegte Dichtung schlimme Folgen haben kann, wissen wir spätestens seit der Katastrophe des Space-Shuttle Challenger. Auch in der Industrie steigen die Anforderungen, und die Frage steht im Raum, ob die Dichtungstechnik bei dem aktuellen Innovationstempo mithalten kann. **fluid** fragt, Experten antworten.

Sind Dichtungen das bremsende Element, ja sind sie sogar die Achillesferse der Hydraulik? In welchen Bereichen sind Innovationen zu erwarten? Zu diesem Fragen diskutierten in der **fluid**-Redaktion Experten von Freudenberg Sealing Technologies, Parker Hannifin, SKF Economos sowie der Universität Stuttgart. Die Dichtungen in der Hydraulik haben sich in der Vergangenheit kontinuierlich weiterentwickelt. Wo früher

ein O-Ring verbaut war, kamen nach und nach der Stützring, der Polyurethan-O-Ring und der Polyurethan-Rechteck-Ring. Doch was erwartet der Markt heute?

Anforderungen an Dichtungen steigen

Gonzalo Barillas, bei Freudenberg zuständig für die Vorentwicklung von Dichtungen für die Fluidtechnik bei mobilen Maschinen, sieht die Zuverlässigkeit als wich-

tigste Anforderung an jede Dichtung. Doch auch die Globalisierung wirke sich auf das Maschinenelement aus: „Da Land- und Baumaschinen heute vielfach geleast werden, weiß man als Hersteller oft nicht, wo die Maschinen landen. Die können genauso gut in Südostasien wie in Nordkanada in Betrieb sein. Die Dichtung muss sowohl Hitze als auch Kälte aushalten. Die Pflege des Hydrauliksystems ist zudem vielerorts schlechter. Man weiß nicht, mit welchem Öl das Hydrauliksystem nachgefüllt wird, oder ob Wartungsintervalle eingehalten wer-

den.“ Sein Kollege Dr. Kristian Müller-Niehuus, bei Freudenberg als Director Engineering Heavy Industry für die stationären Maschinen zuständig, ergänzt: „Ein Trend ist, dass die Erwartung an die Lebensdauer einer Dichtung steigt, und das bei aggressiveren biologisch abbaubaren Medien.“ Steigende Drücke sieht er weniger als Problem, man sei in der Hydraulik seit Jahren an der 400-bar-Druckmauer: „Wir sind vielleicht mal bei 440 bar, aber nicht bei 800 oder 1000. Das haben wir im Griff. Aber wir müssen von -40 °C bis 160 °C mit nur einem Werkstoff agieren.“

Thomas Papatheodorou, Leiter Versuch und Fast Sampling Cell bei Parker Hannifin in der Prädifa Technology Division bringt einen anderen Punkt in die Diskussion: „Nach wie vor wollen die Kunden Kosten reduzieren. Idealerweise sollte die glei-



Experten von Freudenberg Sealing Technologies, Parker Hannifin, SKF Economos und der Uni Stuttgart diskutierten mit fluid-Chefredakteur Wolfgang Kräußlich über Dichtungen.





Michael Krüger leitet bei COG die Anwendungstechnik.

fluid hakt nach

Zwei Fragen an Michael Krüger, COG

1 In welchen Bereichen steigen die Anforderungen an Dichtungen und warum?

Herausforderungen sind zum einen die Kälteflexibilität bis mindestens -40 °C bei Beibehaltung einer sehr guten Medienbeständigkeit und zum anderen eine Verlängerung der Einsatz- bzw. Betriebsdauer der Dichtung durch Optimierung des Dichtungswerkstoffes. Letzterer Punkt ist als besonders herausfordernd zu sehen, da auch neue Hydraulikfluide auf den Markt kommen, deren Aggressivität auf die Dichtungswerkstoffe nicht zu unterschätzen ist. Zu nennen sind hier in erster Linie die biologisch abbaubaren Fluide.

Eine weitere Herausforderung wird vermutlich darin bestehen, zukünftige Vorschriften an die Verwendung von bestimmten Stoffen sowie Umweltauflagen Rechnung zu tragen. Dazu gehört zum Beispiel die beschränkte Verwendung oder gar das kom-

plette Verbot von Stoffen, die bisher Bestandteil der Elastomer-Werkstoff-Rezeptur waren und nunmehr substituiert werden müssen, ohne dass sich die Eigenschaften des Dichtungswerkstoffes verringern (zum Beispiel bei der REACH-Verordnung).

2 Welche Entwicklungsmöglichkeiten gibt es im Bereich Dichtungen?

Mit den steigenden Anforderungen im Maschinenbau, steigen gleichzeitig auch die Anforderungen an die Elastomerdichtungen. Hier werden in erster Linie die Optimierung der Werkstoffe eine wesentliche Rolle spielen, insbesondere hinsichtlich der Wechselwirkung mit den Medien als auch in Bezug auf eine Verlängerung der Einsatzzeiten.

Die Fragen stellte Felicitas Heimann, Redaktion



Die Einschränkungen bezüglich Chrom VI in der Hartverchromung, obwohl wir direkt damit nichts zu tun haben, gehen uns natürlich auch viel an.

Gonzalo Barillas, Freudenberg

Thomas Deigner, Geschäftsführer bei SKF Economos, bestätigt, dass zuverlässige Dichtfunktion und Preis wesentliche Punkte seien. Er ergänzt allerdings: „Es geht auch darum, Prozesskosten zu senken, etwa durch automatische Montage oder durch konstruktive Maßnahmen, etwa wenn anstatt drei Dichtungen nur eine verwendet wird. Es geht auch um Einbauraum und Montagemöglichkeit.“

Betriebsbedingungen ändern sich

„Die Gleitringdichtung funktioniert eigentlich sehr gut, wenn sie eingelaufen ist und konstante Betriebsbedingungen hat, so wie es über viele Jahre in jeder Pumpe war“, führt Prof. Werner Haas aus. Prof. Haas ist Leiter des Bereichs Dichtungstechnik am Institut für Maschinenelemente der Universität Stuttgart. „Heute werden die Pumpen aber über drehzahlgeregelte Antriebe je nach Leistungsanforderung hoch und runter gefahren, und das macht doch sehr

große Schwierigkeiten. Ein anderer Bereich ist Robotik, dort haben wir schnelle, kurze, ruckartige Bewegungen, und das mögen die Dichtstellen überhaupt nicht.“ Die Anwender stellen zwar immer höhere Anforderungen, was Drücke, Drehzahlen oder Temperaturen anbelange, auch im Tieftemperaturbereich, aber das Wissen über die Funktion einer Dichtstelle sei relativ gering. „Dort liegen viele Fehler begründet, die heute in der Praxis auftreten“, so der Professor.

Doch ist ein bewährtes Element wie die Dichtung nicht in seiner Entwicklung am Ende? Wo gibt es noch Innovation? Gonzalo Barillas ist optimistisch: „In Zukunft wird das Thema Werkstoffe die maßgebliche Rolle spielen. Die Geometrien haben sicherlich auch einen Effekt, aber Innovation wird hauptsächlich vom Werkstoff ausgehen, der auch stark die Konstruktion der Dichtstelle beeinflusst – je nach dem Material der Gegenläufigkeit.“ Auch bei anderen Dichtungs-Experten weiterer Unternehmen steht der Werkstoff im Mittelpunkt – zum Beispiel bei Entwicklungen im Hause Hänchen. Klaus Wagner, Bereichsleiter Entwicklungen: „Neue Entwicklungen sind eine Herausforderung, die wir aktuell mit neuen Technologien und Werkstoffen realisieren. Durch den Einsatz unserer Carbon-Technologie ist es möglich, hier Dichtelemente zu realisieren, die völlig neue mechanische Eigenschaften aufweisen.“ Dichtungshersteller COG ist der gleichen Meinung. Michael Krüger, Leiter Anwendungstechnik bei COG: „Bei weiteren Entwicklungen werden in erster Linie die Optimierung der

che Dichtung bei gleichem Leistungsvermögen nur noch die Hälfte kosten als vielleicht noch vor zehn Jahren.“ Auch er sieht das Problem, dass Maschinen in Mitteleuropa ausgelegt, dann aber in Kolumbien oder Malaysia eingesetzt würden, wo unter anderem hohe Luftfeuchtigkeiten den Dichtungen zusetzen. Hinzu kommt: „Viele Öle, die in Europa funktionieren, müssen noch lange nicht in Amerika oder Asien funktionieren. Selbst Öle mit der gleichen Bezeichnung haben manchmal andere Zusammensetzungen. Dessen sollte sich der Kunde einfach bewusst sein.“



Wenn der Kunde zu spät kommt, kann es passieren, dass wir extrem hochwertige Werkstoffe wählen müssen, um die Situation auch dicht zu bekommen.

Dr. Kristian Müller-Niehuus, Freudenberg

schichtungen getestet.“ Dr. Kristian Müller-Niehuus meint, dass, wenn Chrom VI wegfällt, zunächst viele unterschiedliche Oberflächen am Markt sein werden, von denen nach zehn Jahren ein, zwei Oberflächen übrig bleiben, die kommerziell gut herstellbar seien. „Da werden dann alle anderen folgen: Schmierstoffhersteller, Dichtungshersteller, und gute Systeme entwickeln.“

Um flexibel auf die jeweiligen Anforderungen einzugehen, schlägt Thomas Deigner vor, dass der Kunde sehr früh im Entwicklungsstadium mit dem Dichtungshersteller zusammenarbeitet. „Wir bieten an, dass der Kunde zu uns kommt und seine Bauteile mitbringt. Dann designen wir zusammen Dichtung und Dichtstelle. Das bringt für Kunden viele Erkenntnisse und kann auch oft deutlich Kosten einsparen.“

„Viele Öle, die in Europa funktionieren, müssen noch lange nicht in Amerika oder Asien funktionieren. Selbst bei gleicher Bezeichnung kann die Zusammensetzung anders sein.“

Thomas Papatheodorou, Parker Hannifin

fluid hakt nach

Drei Fragen an Klaus Wagner, Hänchen

1 In welchen Bereichen steigen die Anforderungen an Dichtungen und warum?

Im Bereich hochfrequenter Prüfaufgaben, die mit Hydraulikzylindern betrieben werden, ist der Verschleiß von Dichtung und Bauteilen mit konventionellen, berührenden Dichtungen signifikant. Meist wird hier mit berührungsfreien Drosselspalt-dichtungen gearbeitet.

Das Ziel ist es, eine Dichtung zu entwickeln, die nahezu Leckagefrei arbeitet und dabei auch über eine lange Einsatzdauer keinen Verschleiß erzeugt. Dies bedeutet unterm Strich weniger Verluste und damit eine deutlich bessere Energieeffizienz.

2 Wie viel Potenzial steckt in den Komponenten?

Das Potenzial steckt auf der einen Seite in den Komponenten selbst. Vor allem aber in den Dichtungs-

Werkstoffe eine wesentliche Rolle spielen, insbesondere hinsichtlich der Wechselwirkung mit den Medien als auch in Bezug auf eine Verlängerung der Einsatzzeiten.“

Herausforderung neue Regulierung

Weitere Anforderungen an die Dichtungstechnik kommen laut Barillas aus dem regulatorischen Umfeld. „Die Einschränkungen bezüglich Chrom VI in der Hartverchromung, obwohl wir direkt damit nichts zu tun haben, gehen uns natürlich auch viel an“, führt er aus. Denn es sei die Frage, welche Alternativen die Kunden für den verchromten Zylinder wählen. Keramische Schichten etwa seien sehr abrasiv, allerdings gebe es auch dafür Lösungen. Thomas Papatheodorou bestätigt: „Ich sehe das nicht ganz so problematisch, weil wir uns mit der Thematik schon seit circa 20 Jahren beschäftigen. Es wurden bereits unterschiedlichste Be-

systemen als Ganzem, also dem Zusammenspiel von Dichtelement, der Lauffläche und dem richtigen Fluid. Es reicht also nicht, sich nur auf die Komponente zu konzentrieren, das ist heute nicht mehr der richtige Weg.“

3 Welche Entwicklungsmöglichkeiten gibt es im Bereich Dichtungen?

Die Entwicklungsmöglichkeiten besteht zum Beispiel in der Herausforderung, die wir aktuell sowohl mit neuen Technologien und auch mit Werkstoffen realisieren. Durch den Einsatz unserer Carbon-Technologie ist es hier möglich Dichtelemente zu realisieren, die anders als bisherige Produkte völlig neue mechanische Eigenschaften aufweisen.

Die Fragen stellte Felicitas Heimann, Redaktion



Klaus Wagner ist Bereichsleiter Entwicklung bei Hänchen.



Viele Öle, die in Europa funktionieren, müssen noch lange nicht in Amerika oder Asien funktionieren. Selbst bei gleicher Bezeichnung kann die Zusammensetzung anders sein.



„Es geht darum, Prozesskosten zu senken, durch automatische Montage oder durch konstruktive Maßnahmen, etwa wenn anstatt drei Dichtungen nur eine verwendet wird.“

Thomas Deigner, SKF Economos

Ein Punkt, den Dr. Müller-Niehuus genauso sieht: „Aus meiner Sicht hakt es häufig genau daran, dass der Kunde zu spät kommt und für eine vorhandene Einbausituation spontan das reale Teil benötigt. Dann kann es passieren, dass wir wirklich extrem hochwertige Werkstoffe wählen müssen, um die Situation, die er uns dort anbietet, auch dicht zu bekommen.“

Was der Konstrukteur tun kann

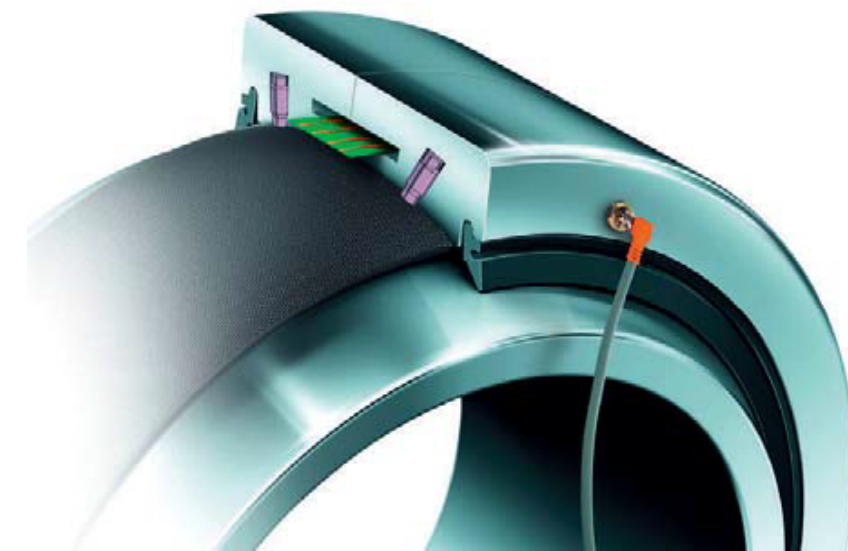
„Die konstruktive Auslegung der Dichtstelle ist oft nicht so, wie sie sein sollte“, bestätigt auch Prof. Werner Haas. „Bei der Hydraulikdichtung kommt es ja nicht nur auf den Dichtring an, sondern auch auf die Oberfläche der Hydraulikstange. Noch viel kritischer ist es bei Wellendichtringen. Dort kann man je nach Oberfläche der Welle mit ein und demselben Dichtring sehr gute, dauerhafte Dichtstellen hinbekommen, oder aber solche, die nach ganz kurzer Zeit ausfallen. Das hat mit dem Dichtring an sich so gut wie gar nichts zu tun. Erst beides zusammen ist das Dichtsystem.“ Bei Wellendichtungen sei ein typischer Fehler, dass Konstrukteure häufig

Eine Reportage in Bildern

Das Schwestermagazin von **fluid**, **ke NEXT**, wagte im Rahmen einer Schulung beim Dichtungshersteller COG einen Blick auf das Kompressionsdruckverfahren von O-Ringen. Ein Hauptbestandteil vieler Dichtungen ist Kautschuk. Dazu kommen, je nach Rezept, Weichmacher, Verarbeitungshilfsmittel, Wachse oder andere Alterungsmittel, Vernetzungsmittel wie Schwefel, Dispergatoren (zum Beispiel Stearinsäure) und Ruß. In der Bilderstrecke ist zu sehen, wie eine Mitarbeiterin die extrudierten Schnüre routiniert auf die benötigte Länge kürzt und wie neben den Pressen bereits zuge-

schnittene, grün gefärbte Schnüre bereit liegen – denn viele Anwender verwenden verschiedenfarbige Dichtungen, um für sich und Anwender die Unterscheidung von Werkstoffen zu erleichtern. Bevor die Schnüre in der heißen Form der Presse fest werden, wird die Kautschuk-Masse für kurze Zeit etwas flüssiger. Dabei verbinden sich die Enden der Schnur, sodass ein durchgehender Ring entsteht. Die Reportage ist unter www.ke-next.de zu sehen.

Langsames Kneten auf bewährten Maschinen:
Beim Kalandern entsteht die Rohmasse für die Dichtungen.



Natürlich könnte eine Dichtung im Sinne von Industrie 4.0 intelligent werden. Doch die Experten sind sich einig, dass es ökonomischer ist, die Sensorik an anderer Stelle zu integrieren – wie hier in einem Lager von Schaeffler.

versuchten, das Öl daran zu hindern, an die Dichtstelle zu kommen. „Das führt dazu, dass die Dichtstelle nicht ausreichend geschmiert ist und zu warm wird. Viel schlauer wäre es, den Ölfluss geschickt so zu steuern, dass er zwar ohne großen Druck, aber eben doch ständig an der Dichtstelle vorbeifließt und die Wärme ableitet.“ Ein weiteres typisches Problem sei die Montage. „Es gibt Konstruktionen, die eine beschädigungsfreie Montage gar nicht zulassen“, erzählt der Professor aus Erfahrung. Dr. Müller-Niehuus ergänzt, dass oft die Steifigkeit des Zylinders zu gering sei, die Spalte zwischen bewegender Stange und feststehendem Element zu groß oder Oberflächenparameter nicht eingehalten würden.

Intelligente Dichtungen kosten richtig viel Geld

In der Diskussion durfte natürlich auch das Thema Digitalisierung und intelligente Systeme nicht fehlen. „Sie kennen meine Meinung dazu, ich habe es ja schon oft genug kundgetan“, betont Prof. Haas seinen Standpunkt. „Wenn man die Dichtung bei ihrer Funktion, dem Abdichten, belässt, dann wird sie meiner Ansicht nach wohl



„Heute werden Pumpen über drehzahlgeregelte Antriebe je nach Leistungsanforderung hoch und runter gefahren, und das macht Dichtungen große Schwierigkeiten.“

Prof. Werner Haas, Universität Stuttgart

so blöd bleiben, wie sie seither auch ist.“ „Es gibt tatsächlich einen Simmering mit einem Leakage-Sensor“, führt Gonzalo Barillas an. „Wir hatten auch eine Entwicklung zusammen mit einem Kunden, wo die Dichtung einen metallisch leitfähigen Kern hatte sowie eine Umschichtung, die nicht elektrisch leitfähig war. Wenn diese Umschichtung verschlissen war, gab es ein Signal. Es wurde am Ende aber nicht umgesetzt, weil das Ganze relativ teuer wird. Es ist wohl für den Zylinderhersteller einfacher, das Thema Industrie 4.0 in der Sensorik anders zu platzieren als in der Dichtung.“ Dem kann Thomas Papatheodorou nur zustimmen: „Dichtungen mit Sensorik gibt es auf dem Markt. Die Frage ist aber immer, was ist der Kunde wirklich bereit dafür zu bezahlen? Letztendlich lassen sich solche Sensorik-Themen oft anderweitig deutlich günstiger lösen.“

Beim 3D-Druck ist noch Luft nach oben

Bei der Frage, ob additive Fertigungsverfahren in der Dichtungstechnik eine Rolle spielen werden, waren sich alle Experten einig, dass mittels 3D-Druck ohne Nachbearbeitung noch nicht die Oberflächenqualitäten hergestellt werden können, die in der Dichtungstechnik notwendig sind. Zwar haben alle Hersteller, nach eigenen Aussagen, bereits mit entsprechenden Verfahren experimentiert, aber was bislang fehle, sei die bei einer Dichtung so wichtige scharfe Kante, damit das Bauteil auch den Anforderungen der Anwendungen entspricht.

Auch Klaus Wagner von Hänchen, sieht hier noch Schwierigkeiten: „Grundsätzlich wäre für uns als Anwender so ein Verfahren für kleine Stückzahlen im Sonderbereich wünschenswert. Aufgrund der Erfordernisse nach sehr filigranen und scharfen Dichtkanten ist die Herstellung von Dichtungen mit additiven Verfahren aktuell aus unserer Sicht noch nicht ohne Nacharbeit möglich. Allerdings gibt es heute schon Möglichkeiten, schnell gute Dichtungen im spanenden und schneidenden Verfahren auch in Kleinstückzahlen herzustellen.“ Bis zur Marktreife steht allerdings noch ein langer Weg bevor, auch darüber herrscht in der Runde schnell Einigkeit. Michael Krüger von COG erläutert das so: „Für uns als Hersteller von Elastomerdichtungen kommt dieses Herstellungsverfahren mit den gegebenen technischen Möglichkeiten des 3D-Drucks noch nicht in Frage. Die Ergebnisse sind schlichtweg nicht markttauglich was insbesondere die physikalischen Parameter der im 3D-Druck produzierten Elastomerdichtungen anbelangt.“ ■



Autor

Chefredakteur **Wolfgang Kräußlich** beobachtet die Branchen und Märkte weltweit, um Chancen für den deutschen Maschinen- und Anlagenbau zu finden.

fluid Markt

Jahreseinkaufsführer

HYDRAULIK

Neue Antriebskonzepte für mobile Maschinen 28

DRUCKLUFT

Expertenrunde zur Sicherheit in der Druckluft 52

MECHATRONIK

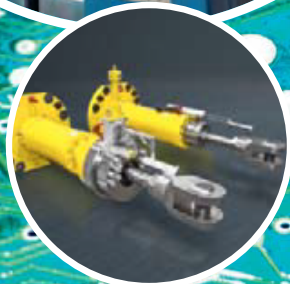
Steigende Anforderungen an Getriebe 76

TERMIN NOTIEREN:
9. Mai 2018

Die Praxis-konferenz für Hydrauliker

Mehr Infos: auf Seite 20

Gewinnspiel: vorletzte Umschlag-Seite



VOICE OF THE MACHINE

Parker stellt ein neues Diagnose-Messsystem für die Hydraulik vor

Seite 22