



Bilder: fluid/dto

Zylinderstangen-Prüfstand im Institut für Maschinenelemente: Am gelben Joch montieren die Mitarbeiter die Stangen für die Tests.

# Forschung an der Oberfläche

## Institut für Maschinenelemente untersucht Zylinderstangen



Poliert, geschliffen, gedreht – 15 verschiedene Oberflächen sind Teil der Untersuchung.

Leckage, Verschleiß und Reibung in Hydraulikzylindern hängen stark von der Oberfläche der Zylinderstange ab. Das Institut für Maschinenelemente an der Universität Stuttgart untersucht diese Zusammenhänge an einem eigens gebauten Prüfstand. Erste Ergebnisse zeigen: 2D-Kennwerte reichen nicht.

**B**isheriger Stand der Technik bei der Auslegung von Hydraulikdichtsystemen ist die Hypothese, dass Pressung gleich Druck ist und dass die inverse Reynoldsgleichung gilt, wonach für das Leckageverhalten einer Dichtung im Wesentlichen die Pressungsgradienten verantwortlich sind. Mit dem Verständnis der inversen Reynoldsgleichung konnten entscheidende Fortschritte im Dichtverhalten von Hydraulikdichtungen erzielt werden. Allerdings werden für den oben genannten Ansatz einige Einschränkungen vorausgesetzt:

- gleiche Bedingungen am ganzen Umfang der Dichtung
  - voll ausgebildeter Schmierfilm im ganzen Dichtspalt
  - ideal glatte Spaltwände bei Dichtung und Stange
  - Viskosität ändert sich nicht im Dichtspalt
  - newtonsches Verhalten des Hydraulikfluids.
- Die Praxis zeigt, dass die Oberflächenrauheit der Stange einen großen Einfluss auf Reibung, Leckage und Verschleiß hat und nicht vernachlässigt werden darf. Dichtungshersteller geben als Vor-

gabe für die Stangenoberfläche eines Dichtsystems allerdings zweidimensionale Kennwerte, wie zum Beispiel die Rautiefe und den Materialtraganteil an. Diese empirisch gewonnenen Werte funktionieren für hartverchromte, geschliffene Stangen sehr gut. Kommt es jedoch zu Abweichungen durch ein geändertes Herstellungsverfahren oder eine andere Beschichtung der Stange, sind aufwendige Freigabeversuche notwendig. Deshalb führt das Institut für Maschinenelemente ein Forschungsvorhaben durch, das den Einfluss der Stangenoberfläche auf das Dichtsystem genauer betrachtet.

### Rauheitskennwerte reichen nicht aus

In dem Projekt werden unterschiedlich hergestellte Hydraulikstangen in Kombination mit PU-Nutringen oder PTFE-Stufendichtungen untersucht. Dabei werden 15 polierte, geschliffene, längsgeschliffene, gedrehte sowie mit stark unterschiedlichen Honwinkeln gehonte Stangen in unterschiedlichsten Rauheiten eingesetzt. Mitarbeiter untersuchen auf einem Prüfstand die Verschleiß-, Leckage- und Reibkrafteigenschaften dieser Stangen. Aus dem laufenden Forschungsvorhaben konnten bereits folgende Erkenntnisse in Kombination mit dem PU-Nutring gezogen werden:

- Die Leckage, die Reibung und der Verschleiß sind nicht einfach von den vorgegebenen Rauheitskennwerten der Dichtungshersteller abhängig.
- Strukturen mit einer Ausrichtung in Umfangsrichtung, also parallel zum Dichtring, sind auch bei großen Rauheiten (Rz 3-6 Mikrometer) gut abdichtbar.
- Je weiter Strukturen in ihrer Ausrichtung senkrecht zum Dichtring orientiert sind, desto größer werden die Leckage, die Reibung und der Verschleiß.



Die Forscher haben noch einiges an Arbeit vor sich. Für die Kombination mit dem PU-Nutring gibt es schon erste Ergebnisse.

Diese ersten Ergebnisse zeigen, dass taktill mit einem 2D-Messschrieb gewonnene Oberflächenkennwerte nicht ausreichend sind, da sie die räumliche Ausrichtung der Strukturen nicht erfassen können.

Um allgemeingültigere Oberflächenvorgaben zu erhalten, muss die Oberfläche dreidimensional untersucht und beschrieben werden. Hierzu bieten sich die Oberflächenkennwerte nach DIN EN ISO 25178 an, welche zum Beispiel die Ausrichtung der Strukturen bereits erfassen können. Das Ziel der Forscher ist es, mit Hilfe der Untersuchungsergebnisse und den 3D-Kennwerten künftig Oberflächenvorgaben zu schaffen, welche unabhängig von dem Fertigungsverfahren und der Beschichtung eine reibungs-, leckage- und verschleißarme Stange beschreiben. do ■

Autoren

Mario Stoll, Lothar Hörl und Prof. Werner Haas, Universität Stuttgart

# fluid Markt

## Jahreseinkaufsführer

### HYDRAULIK

Marktübersicht  
Hydraulikzylinder 34

### DRUCKLUFT

Trendreport  
Pneumatikventile 98

### MECHATRONIK

Industrie 4.0 in  
der Hydraulik 110



EO-3-Ver-  
schraubungen  
von Parker im  
Einsatz beim  
Stapler-Hersteller  
Jungheinrich

Seite 82