

# Studien- und/oder Diplomarbeit Strömungsmechanik

## Bachelor- und/oder Masterarbeit Strömungsmechanik

### **Einleitung:**

Um das Betriebsverhalten ölhydraulischer Ventile zu charakterisieren benötigt man die Abhängigkeit der Durchflüsse von den Betriebsdrücken und den Stellsignalen. Elektromagnetische Ventile werden durch elektrische Ströme angesteuert – so werden bei der Prüfung von proportionalen Ventilen Druck-Stromkennlinien bzw. Durchfluss-Stromkennlinien vermessen und daraus die Kenngrößen der Ventile extrahiert. Bei Schaltventilen beschränkt man sich auf die Vermessung typischer Betriebspunkte, um die Zuverlässigkeit zu beurteilen, mit der die Ventile im Betrieb schalten.

Ziel dieser Prüfungen ist es, vor der Auslieferung an die Kunden festzustellen, ob die Ventile die Anforderungen (Spezifikation) des Kunden erfüllen. Der Nachteil solcher Prüfungen besteht darin, dass für die Prüfung die Ventile mit Öl befüllt werden müssen. Dieses Öl stellt für den anschließenden Transport und die Montage im Endgerät ein nicht unerhebliches Problem dar.

Die zum Betrieb der Ventile eingesetzten Fluide haben oft ein erhebliches Gefährdungspotential für die Umwelt. Daneben können die für die Prüfung benutzten Fluide während der Lagerung altern oder sind mit den im Endgeräte benutzten Medien nicht kompatibel. Die mit zähen und klebrigen Ölen benetzten Bauteile werden mit Staub und Schmutz kontaminiert, der dann die Funktion der empfindlichen Ventile beeinträchtigen kann. Alle diese Gründe haben zur Entwicklung einer pneumatischen Prüftechnik geführt, mit deren Hilfe die Funktionsfähigkeit von Ventilen geprüft werden kann. Diese Prüftechnik ist heute in der Lage, externe Leckagen und die Durchflusskennlinien zuverlässig zu prüfen. Ein Problem ergibt sich bei der genauen Prüfung kleiner interner Leckagen. Hier ist eine zuverlässige Prüfung in vielen Fällen fraglich.

### **Problemstellung:**

Interne Leckagen sind in Ventilen unvermeidlich – Ausmaß und Umfang dieser Leckagen bestimmen jedoch den Wirkungsgrad und die Präzision dieser Stellelemente. Eine genaue Kenntnis der Leckagen ist unerlässlich, um ein genaues Bild von der Auslieferungsqualität dieser Ventile zu haben. Bei Leckagen handelt es sich meistens um laminare Strömungen in engen Spalten, die theoretisch und meßtechnisch gut verstanden werden. Trotzdem ist eine Vorhersage von Leckagen nur sehr ungenau möglich. Vor allem der Medieneinfluss ist erheblich – eine Korrelation zwischen Messungen mit Öl und mit Luft ist nicht möglich.

## **Aufgabenstellung:**

Erste Erfahrungen mit der Übertragung von ölhydraulischen Messungen auf die pneumatische Prüftechnik zeigt, dass die Ursache für die schlechte Übertragbarkeit in den Prüflingen selbst zu suchen ist. Dabei werden drei Ansätze diskutiert:

- die Geometrie ist in den engen Leckagespalten schlecht definiert. Form- und Lageabweichungen der Bauteile, Verformungen unter Druck und Beanspruchung und andere vorübergehende oder bleibende Verformungen bewirken so starke Änderungen, dass die Geometrieangaben für Voraussagen nicht hinreichend sind.
- bei sehr kleinen Spalten wird der Einfluss der Oberflächenstruktur entscheidend. Mikroskopische Kenngrößen wie Rauigkeit, Defekte oder Textur bestimmen die Strömungsverhältnisse.
- eine dritte Vermutung besteht darin, dass in engen Spalten Wechselwirkungen zwischen der Wand und dem Fluid vorhanden sind, die über atomare Kräfte (van der Waals Wechselwirkungen) die Ausbildung der Randschicht beeinflussen. Die Strömungsverhältnisse wären damit von der Materialpaarung Wand-Fluid abhängig.

Die Aufgabe besteht zunächst darin, für konkrete Ventile diese Hypothesen auf Plausibilität zu prüfen und Modellsysteme zu entwerfen, mit denen der Einfluss verschiedener Oberflächen und Wandmaterialien auf die Durchströmung mit verschiedenen Fluiden (Luft, Wasser, leichtflüchtige Fluide, Öle) untersucht werden kann. Es sollen diejenigen Parameter identifiziert werden (z.B. Rauigkeit, chemische Potentiale), mit denen dieser Einfluss beschrieben werden kann. Somit sollten genauere Vorhersagen für die Leckagen in engen Spalten bei der Durchströmung mit verschiedenen Medien ermöglicht werden.

**Randbedingungen:** Zunächst ist diese Arbeit darauf ausgerichtet, die für die Aufgabenstellung relevante Literatur zu sichten; eine solche Sichtung kann auch im Rahmen einer Studienarbeit erfolgen. Es liegt bei TM bereits eine Reihe von Vorstudien vor, bei denen der Einfluss dieser Parameter auf Lebensdauer und Verschleiß von Lagerpaarungen untersucht wurde. Darauf aufbauend kann ein Prüfstand konzipiert werden, an dem die Aufgabenstellung untersucht werden kann. Dieser Prüfstand wird von TM gestellt. Bei Bedarf können auch Musterteile hergestellt werden, deren Geometrie mit den vorhandenen Messmitteln genau untersucht werden kann.

**Ziel:** Ziel dieser Arbeiten ist zum Einen theoretisches Know-How bezüglich der Beurteilung von Messverfahren der pneumatischen Prüftechnik bei TM aufzubauen. Zum Anderen kann auf diesem Weg auch Nachwuchs rekrutiert werden, der sich für Aufgaben in der Mess- und Prüftechnik (FSI, Betriebsmittelbau) und für die Qualitätssicherung begeistern lässt.

## **Vorraussetzungen:**

Kenntnisse PRO/E

**Ansprechpartner:** Dr. Jörg Franke, PB-A323, Tel.: 740-4683, [joerg.franke@uni-siegen.de](mailto:joerg.franke@uni-siegen.de)