

8. Zusammenfassung

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde ein Verschleißtest für druckgeregelte Verstellpumpen entwickelt. Mit Hilfe dieses Verschleißtests konnten insgesamt 22 druckgeregelte Verstellpumpen verschiedener Bauart und Konstruktion untersucht werden. Dabei wurden an den verschleißgeschädigten Testobjekten erhebliche Beeinträchtigungen des hydraulischen Verhaltens in Form von Leckagezunahmen und Regelstörungen beobachtet. Die Leckagezunahmen werden in erster Linie an den Verdrängerbaugruppen und den Regelventilen verursacht. Die Zunahmen der Ventilleckagen sind arbeitspunktabhängig. Insbesondere bei abgeregelter Pumpe sind sie oft höher als die Verdrängerleckagezunahmen. Die Zunahmen der Stellsystemleckagen können durchweg als gering bezeichnet werden. Etwa die Hälfte aller untersuchten Pumpen weist Störungen des Regelverhaltens auf, die durch Verschleißschäden an den Regelventilen verursacht werden. Die Tribosysteme der verschleißgeschädigten Testpumpen wurden umfangreichen, oberflächengeometrischen Untersuchungen unterzogen. Darauf aufbauend konnten zum einen die an den einzelnen Tribosystemen ablaufenden Verschleißvorgänge analysiert und erklärt werden. Zum anderen konnten die an den verschiedenen Testpumpen beobachteten, baugruppenspezifischen Leckagezunahmen mit den dafür verantwortlichen Bauteilschädigungen korreliert werden. Es zeigte sich, daß das Verschleißverhalten der Pumpen in starker Weise von der konstruktiven Gestaltung ihrer einzelnen Tribosysteme abhängig ist. Diese Abhängigkeiten wurden erarbeitet und in Form von Hinweisen zur verschleißgerechten Konstruktion druckgeregelter Verstellpumpen zusammengefaßt. Bezüglich der werkstofflichen Gestaltung konnte klar aufgezeigt werden, welche Verschleißprobleme sich bei der Verwendung wenig verschleißfester Materialien (Bronze, Sondermessing) an den Tribosystemen der Pumpen ergeben. Moderne Werkstoffe mit hoher Verschleißfestigkeit und guten Gleiteigenschaften stellen interessante Alternativen zu den derzeit eingesetzten, traditionellen Gleitlagerpaarungen dar. Insbesondere Dünnschichten, wie sie beispielsweise mit den PVD-Verfahren /P-1/ aufgebracht werden können, sind nicht nur aus technischer sondern auch aus wirtschaftlicher Sicht reizvoll.

Neben dem Verschleißtest für druckgeregelte Pumpen wurde auch ein Verschleißtest für Proportional-Wegeventile entwickelt und angewandt. Der Verschleißtest erlaubt eine getrennte Beurteilung der einerseits durch Erosion und

andererseits durch Gleit- bzw. Korngleitverschleiß herbeigeführten Ventilschädigungen. Es zeigte sich, daß die durch Gleit- bzw. Korngleitverschleiß verursachten Verschleißschäden deutlich überwiegen. Bezüglich des Übertragungsverhaltens der Ventile wird insbesondere die Drucksignalfunktion durch die stattfindenden Verschleißvorgänge stark beeinträchtigt. Anhand einer entsprechenden Versuchsreihe wurde nachgewiesen, daß das Verschleiß- und Siltingverhalten der Testventile mit steigender Steuerkerbenzahl und -größe schlechter wird.

Mit Hilfe von Modellversuchen wurde das Verhalten verschiedener Materialpaarungen gegenüber Gleit- und Korngleitverschleiß untersucht. Um eine gute Übertragbarkeit der gewonnenen Ergebnisse zu gewährleisten, wurden die Versuche an Modellprüfständen durchgeführt, die den in hydraulischen Maschinen vorherrschenden Verschleißsituationen angepaßt sind. Nicht nur hinsichtlich der Verschleißresistenz, sondern auch bezüglich des Reibverhaltens ergibt sich eine deutliche Überlegenheit einiger PVD-beschichteter Materialpaarungen im Vergleich zu den herkömmlichen Bronze/Stahl-Reibpaarungen.