

---

**ERWEITERUNG DER EINSATZGRENZEN VON  
WASSERHYDRAULISCHEN KOLBENPUMPEN**

**INCREASING THE OPERATING RANGE OF  
WATERHYDRAULIC PISTON PUMPS**

Der Fakultät für Maschinenwesen der  
Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen  
vorgelegte Dissertation  
zur Erlangung des akademischen Grades eines  
Doktors der Ingenieurwissenschaften

von

Florian Schoemacker

---

## ABSTRACT

State of the art water hydraulic piston pumps are lubricated with the pressure fluid and therefore the pressure level is limited to 210 bar due to the high load of the tribological contacts. For high pressure water hydraulic applications, plunger pumps are commonly used, which require a much greater installation space. These two examples show that there is a potential for the development of efficient, compact water hydraulic piston pumps.

A simulation model has been developed for the tribological contact of the piston slipper and the swash plate of an axial piston pump, which is based on the Reynold's equation. The model is combined with an elastic deformation calculation of the sliding surfaces. Within the simulation tribological contacts of metallic and plastic materials can be investigated. Plastic materials are often used in water hydraulics.

Furthermore, a radial piston machine with an innovative separation of pressure and lubrication fluid has been developed. This includes the choice of a suitable pump design and the separation itself. Therefore state of the art types of media separation are stated and a new principle is derived. The function is investigated using simulation models and from the results a prototype for experiments is designed.

In order to experimentally validate the function of the media separation a test bench has been built at the ifas laboratory. The results are used for a redesign and the development of a fully functional prototype.

---

## ZUSAMMENFASSUNG

Kompakte wasserhydraulische Kolbenpumpen sind nach dem Stand der Technik als selbstgeschmierte Maschinen ausgeführt, deren zulässiger Druckbereich 210 bar aufgrund der hohen Lasten in den tribologischen Kontakten in der Praxis nicht übersteigt. Für Hochdruckanwendungen werden hingegen Plungerpumpen verwendet, deren Bauraumbedarf um eine Größenordnung über dem Bedarf von selbstgeschmierten Pumpen liegt. Daher gilt es die Lücke zu schließen und für die Wasserhydraulik kompakte Pumpen für Hochdruck zu entwickeln.

Um den Druckbereich von selbstgeschmierten wasserhydraulischen Kolbenpumpen abschätzen zu können und den Kontakt zwischen Kolbengleitschuh und Schrägscheibe der Auslegung zugänglich zu machen, wird ein Simulationsmodell zur Berechnung des Drucks im Schmiermedium anhand der Reynolds-Gleichung aufgebaut. Dieses Modell wird mit der Berechnung der Deformation der elastischen Gegenkörper kombiniert. Damit eignet sich das Modell zur Simulation von Gleitpartnern aus Kunststoff, die in der Wasserhydraulik üblich sind.

Weiterhin wird eine Radialkolbenmaschine mit innovativer Medientrennung entwickelt. Dazu wird zunächst ein geeignetes Triebwerk ausgelegt. Zur Abgrenzung der Medientrennung werden Möglichkeiten nach dem Stand der Technik aufgezeigt und die innovative Medientrennung vorgestellt. Diese wird für die Pumpe im Rahmen der Simulation untersucht und aus den Erkenntnissen ein Funktionsmuster abgeleitet.

Zur Erprobung des Funktionsmusters wird ein Komponentenprüfstand aufgebaut und die Medientrennung messtechnisch zugänglich gemacht. Die Ergebnisse fließen in ein Redesign des innovativen Funktionsprinzips ein.