

Zusammenfassung Dissertation "Eindimensionale Hydrauliksimulation mehrphasiger Fluide"

Aufgrund der kontinuierlich steigenden Anforderungen an hydraulische Systeme und Komponenten haben sich Simulationen als unverzichtbares Mittel in der Auslegung und Optimierung dieser etabliert. Insbesondere die eindimensionale Systemsimulation ermöglicht gute Erkenntnisse bezüglich des Systemverhaltens bei vertretbarem Aufwand. Die Abbildungsgenauigkeit der Realität ist jedoch stark von den zugrunde liegenden mathematischen Modellen abhängig. Besonders Verunreinigungen des Hydrauliköls durch Luftblasen oder Wasser führen aufgrund der veränderten Stoffparameter zu einem abweichenden Systemverhalten. Die für die konzentriert-parametrische Simulation benötigten Modelle zur Beschreibung des mehrphasigen Verhaltens werden in dieser Arbeit vorgestellt.

Aufbauend auf den physikalisch exakten Erhaltungsgleichungen der Masse, des Impulses und der Energie werden die mathematischen Gleichungen für die Kapazität, die Induktivität sowie verschiedene Widerstände entwickelt. Da Luftblasen in Abhängigkeit des Drucks und seiner zeitlichen Änderung in gelöster und ungelöster Form im Hydraulikmedium vorliegen können, wird dieser Diffusionsvorgang experimentell untersucht. Die Ergebnisse resultieren in einem phänomenologischen Massentransfermodell, welches in die Kapazitätsmodellierung integriert wird. Mit Hilfe von Prüfstandsversuchen wird die Anwendbarkeit des Modells experimentell für unterschiedliche Gemische aus Ölen und Luftgehalten gezeigt.

Aufgrund der geringen Verfügbarkeit an experimentellen Daten der mehrphasigen Durchströmung von hydraulischen Widerständen in der Literatur, werden umfangreiche Messreihen an unterschiedlichen Widerständen (Blenden, Drosseln und Düsen) mit verschiedenen Ölen und Wasser- bzw. Luftgehalten vorgestellt. Zur Beschreibung dieser mehrphasigen Widerstandsdurchströmung werden zwei Modelle mit unterschiedlichem Detaillierungsgrad und Rechenaufwand aufgestellt und validiert. Die geprüften Teilmodelle werden zum Abschluss der Arbeit zu einem Gesamtmodell zusammengefügt und die Genauigkeit der Simulation eines Systems mit Hilfe eines weiteren Prüfstands untersucht.

Abstract „One dimensional Fluid Power Simulation for Multi-phase Fluids“

Increasing requirements on hydraulic systems and components lead to an enhanced use of simulations for design and optimisation. Particularly, one dimensional simulations provide knowledge regarding system behaviour with reasonable effort. The accuracy of the calculation strongly depends on the underlying mathematical models. Contamination of the hydraulic oil in form of water or air bubbles results in a change in system behaviour due to the altered fluid properties. The development of new multi-phase models to describe such fluid behaviour in a lumped-parameter simulation is conducted in this work.

Based on the physically exact laws of mass, momentum and energy conservation, mathematical equations are developed to describe the capacitance, inductance and different resistances in hydraulic systems. Depending on pressure and time, entrained air can be dissolved in or dissolved air can be released from hydraulic oils. This diffusion process is experimentally investigated and the results lead to a phenomenological mass transfer model, which is implemented into the capacitance model. The applicability of the equations is experimentally proven for mixtures of different oils and air contents.

Caused by a lack of detailed experimental data for the multi-phase flow through hydraulic resistances, extensive measurement series with different forms of resistances and various mixtures of diverse oils, water and air contents are presented. Two models are developed to describe the multi-phase flow through resistances featuring different levels of detail and computing time and compared with the experimental results. The validated sub-models are merged to form a complete system model, which is then investigated using further measurements.