

Massenstrombasierte hydraulische Systemsimulation im Ein- und Zweiphasenmodell

Im Rahmen dieser Arbeit werden konzentriert-parametrische Modelle zur Beschreibung von Ein- und Zweiphasenströmungen in hydraulischen Systemen untersucht. Diese werden auf Basis physikalisch exakter massenstrombasierter Modellbeschreibungen und thermodynamischer CFD-Simulationen sowie Prüfstandsversuchen entwickelt. Die Modelle bilden die Grundlage für eine massen- und energiekonservative konzentriert-parametrische Simulation. Es werden daher sowohl isotherme als auch thermohydraulische Modelle betrachtet. Während die meisten Grund-Komponenten auf analytischem Wege beschrieben werden können, wird für turbulent und laminar durchströmte Widerstände ein thermodynamisches Modell entwickelt, dessen analytisch nicht beschreibbare Strömungsparameter durch CFD-Simulationen ermittelt werden. Komplexere Geometrien wie Ventile werden jedoch zur Steigerung der Genauigkeit vermessen. Ferner wird neben dem klassischen Einphasenmodell eine massenstrombasierte Zweiphasensimulation vorgestellt, um der Gasphase im Hydraulikmedium Rechnung zu tragen. Insbesondere im Bereich geschlossener Systeme und bei Langzeitsimulationen kann hierdurch eine erhebliche und notwendige Genauigkeitssteigerung der simulierten Ergebnisse erzielt werden.

Hydraulic System Simulation based on one- and two-phase Mass Flow Models

This thesis presents results of a study on analytical correlations and relevant fluid parameters based on physically exact mass flow models, thermodynamic CFD-simulations as well as experiments. These models provide the fundamentals of a mass and energy conservative lumped parameter simulation of hydraulic systems. Therefore, the focus remains on isothermal as well as thermo-hydraulic models. Whereas most basic components in hydraulic systems can be described in an analytical way, this work presents a thermo-hydraulic model for turbulent and laminar resistances. Parameters that cannot be described in an analytical way are determined using CFD-simulations. However, more complex resistances such as valves are tested in order to increase accuracy. Besides the classic one-phase model, a mass flow based two-phase simulation is described that considers the significant influence of gas content in the hydraulic fluid. These models drastically increase the simulation accuracy, especially in case of closed hydraulic systems and long-term simulations.