

Kurzfassung

In hydraulischen Lenksystemen von Kraftfahrzeugen kommt es häufig zu ungewollten Geräuschphänomenen, die bei bestimmten Fahrzuständen auftreten. Das als „Klappern“ bezeichnete Geräuschphänomen bei Servolenkungen wird durch Stöße verursacht, die beim Überfahren von Bodenwellen, abgesenkten Bordsteinkanten oder ähnlichen Hindernissen auf den Lenkzylinder wirken. Das beim Parkieren auftretende „Rattern“, welches auch unter dem Begriff „Shudder“ bekannt ist, regt das Lenksystem bei bestimmten Reibungszuständen zwischen Reifen und Fahrbahn zu starken Schwingungen an. Diese werden vom Fahrer zum einen als Störgeräusch akustisch wahrgenommen, zum anderen sind sie auch haptisch aufgrund eines schwankenden Lenkradmoments wahrnehmbar.

Im Rahmen dieser Arbeit werden die Ursachen für Klappern und Rattern untersucht. Dazu werden zwei Prüfstände konzipiert, die eine gute Zugänglichkeit zum Lenksystem gewährleisten und eine einfache Installation von benötigter Messtechnik ermöglichen. Des Weiteren werden Simulationsmodelle entwickelt und vorgestellt, die zur Untersuchung verschiedener Leitungsabstimmungen des hydraulischen Lenksystems heran gezogen werden. Die Simulationsmodelle erlauben gleichzeitig auch den Zugang zu physikalischen Größen, welche an den Prüfständen nicht zur Verfügung stehen. Ein Abgleich der Prüfstandsergebnisse mit den Simulationsergebnissen dient zur Verifikation der Simulationsmodelle. Zur Bewertung verschiedener Leitungsabstimmungen des hydraulischen Lenksystems werden Kennzahlen entwickelt und sowohl auf Messergebnisse als auch auf Simulationsergebnisse angewendet. Aktive Sekundärmaßnahmen zur Klapper- und Ratterbekämpfung werden in Form einer Lösungsmatrix systematisch erarbeitet und bewertet. Die Auswahl eines intelligenten Schaltelements als Lösung der Geräuschproblematik führt zur Konstruktion und Aufbau dreier Ventilprototypen, welche an den Prüfständen vermessen werden. Ein Vergleich der aus den Messdaten der Ventile berechneten Kennzahlen mit der Kennzahl der Serienkonfiguration der Lenkung zeigt die deutliche Beseitigung der Geräuschproblematik.

Abstract

In hydraulic power steering systems of motor vehicles, often unintended acoustic phenomena can result from certain driving situations. The acoustic phenomenon known as “rattling” is generated by impacts on the steering cylinder, if the car rides over bumps, kerb stones or similar obstacles. In special friction conditions between tyre and road surface during parking, a phenomenon called “shuddering” occurs and leads to strong vibrations. These are audible by the driver as noise, and sensory through shaky steering wheel torque.

In this PhD thesis the reasons for rattling and shuddering are analysed. The design of two test benches afford easy access to the steering systems’ components and allow measurement equipment to be easily installed. Furthermore, the development of simulation models are used to study different hydraulic line designs of the steering system. With the simulation models, physical data can be calculated, which can not be measured at the test benches. A comparison between measured and simulated data then verifies the simulation models. To evaluate measured and simulated data of different hydraulic line designs, characteristic numbers are calculated and compared. Active components, to eliminate both phenomena, are worked out systematically and structured in a matrix of principle solutions. The choice of an intelligent switch element out of the matrix leads to the design of three prototype valves, which are installed in the hydraulic lines of the power steering system and analysed at the two test benches. Characteristic numbers of the three valve lines are calculated and compared to the hydraulic line of the series. With the designed valve lines the rattling and shuddering problem can be solved.