



Axel Robert Tappe

Diplomand	Axel Robert Tappe
Examinator	Prof. Daniel Schwendemann
Experte	Martin Klein, Coperion GmbH, Stuttgart, BW
Themengebiet	Innovation in Products, Processes and Materials - Industrial Technologies
Projektpartner	thyssenkrupp Presta AG, Eschen, Fürstentum Liechtenstein

## Weiterentwicklung CEPS Lenkgetriebe

### Analyse und Optimierung des Schneckengetriebes

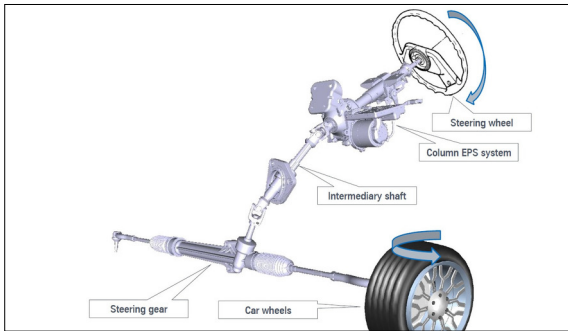


Abbildung 1: Lenksystem

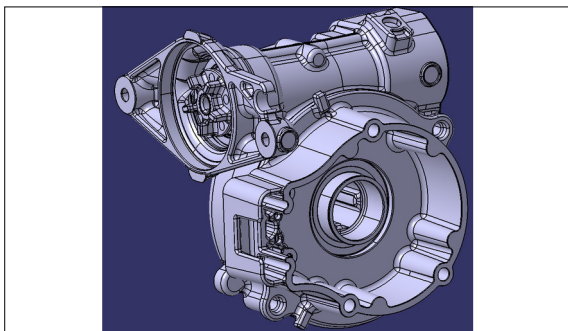


Abbildung 2: Schneckengetriebe

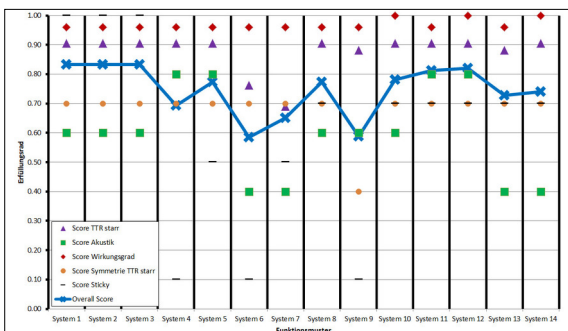


Abbildung 3: Vergleich verschiedener Funktionsmuster

**Ausgangslage:** thyssenkrupp Presta AG entwickelt unterschiedliche elektromechanische Lenksysteme für die Automobilbranche. Im Bereich CEPS (Column Electric Power Steering) wird die Lenkunterstützung direkt hinter der Lenksäule (siehe Abbildung 1) zugeschaltet. Dabei wird die Drehbewegung vom Lenkrad mittels Elektromotor und Übersetzungsgetriebe unterstützt. Zur Berechnung des Unterstützungsmoments werden drei Parameter (Lenkwinkel, aktueller Radeinschlag und Fahrzeuggeschwindigkeit) gemessen. Situationsabhängig wird ein Unterstützungsmoment vom Elektromotor über ein Schneckengetriebe (siehe Abbildung 2) zugeschaltet, damit das benötigte Lenkmoment vom Fahrer verringert werden kann. Das Schneckengetriebe hat daher die Aufgabe das Drehmoment vom Motor auf die Lenkwelle zu übertragen. Da die Räder nach links und rechts gedreht werden, wird auch das Schneckengetriebe mit alternierenden Drehrichtungen belastet. Im „Normalbetrieb“ ist die Schnecke treibend, weil das Motordrehmoment über die Schnecke an das Schneckenrad eingeleitet wird. Beim realen Betrieb auf der Strasse wirken zusätzlich noch Stöße von der Strasse ins Lenkgetriebe ein. Dies hat zur Folge, dass das Schneckenrad kurzzeitig zur treibenden Komponente wird. Dadurch ist sowohl der Antrieb als auch die Drehrichtung reversierend, was zu hohen mechanischen und akustischen Anforderungen des Schneckengetriebes führt.

**Problemstellung:** Die Kundenanforderungen an ein CEPS Lenksysteme sind auf einem hohen technischen Niveau, wodurch bereits geringe Veränderungen der Mechanik grosse Auswirkungen auf die Getriebeperformance haben können. Unter Last entstehen aufgrund von Fertigungstoleranzen und Steifigkeiten der Bauteile Bewegungen im Getriebe, was zu unterschiedlichen Effekten in Akustik, Durchdrehmoment, Wirkungsgrad und Lebensdauer führt. Des Weiteren stehen die Parameter in starker Wechselwirkung zueinander. Folglich ziehen Optimierungen der Akustik, Unterschiede der Performance von Durchdrehmoment, Wirkungsgrad und Lebensdauer nach sich. Deshalb soll mit dieser Arbeit die aktuelle Getriebemechanik und alle vorhandenen Untersuchungen analysiert werden, um die mechanischen Effekte zu konsolidieren und ein verbessertes Konzept zu entwickeln.

**Ergebnis:** Das CEPS System wurde ganzheitlich untersucht und sämtliche relevanten Analysen für diese Arbeit von seitens thyssenkrupp zusammengefasst, verglichen, verifiziert und erweitert. Daraus konnte eine theoretische Beschreibung des mechanischen Systems hergeleitet werden, welche die Kinetik des Systems beschreibt. Anhand dieser Beschreibung und den Erfahrungen bei thyssenkrupp konnten für die Schneckenlagerung neue Konzepte generiert und getestet werden. Dabei wurden einerseits das Lagerkonzept und andererseits auch geometrische Anpassung der Mechanik der Schneckenlagerung untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass in den gewählten Zielgrößen, sowohl durch mechanische Anpassungen der Schneckenlagerung als auch durch Veränderung des Lagerkonzepts, eine Verbesserung der Getriebeperformance auf Prototypenebene erzielt werden konnte. Ferner konnte das Knowhow bezüglich Einflussgrößen in die Getriebeperformance erweitert werden, was in der Zukunft durch Untersuchungen von weiteren Zielgrößen ergänzt wird. Die Arbeit dient daher als essentielle Grundlage für weitere Entwicklungsarbeit des CEPS Getriebes.