



Ulrich Signer

Diplomand	Ulrich Signer
Examinator	Prof. Dr. Hanspeter Gysin
Experte	Prof. Dr. Hans Gut, MAN Diesel & Turbo Schweiz AG, Zürich, ZH
Themengebiet	Innovation in Products, Processes and Materials
Projektpartner	ThyssenKrupp Presta AG, Eschen, FL

Objektive Beurteilung von Klappergeräuschen

am Beispiel von elektro-mechanischen Lenkgetrieben der Firma ThyssenKrupp Presta AG

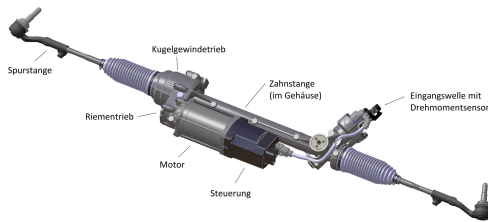


Bild1: elektromechanisches Lenkgetriebe 1er/3er BMW (Baureihe F20/F30)

Ausgangslage: Die ThyssenKrupp Presta AG in Eschen FL stellt unter anderem elektromechanische Lenkgetriebe (EPAS) für die Automobilindustrie her. Beim Überfahren der Teststrecke aus Kopfsteinpflaster (auch Klapperstrecke genannt) wird ein unregelmässig auftretendes Klappergeräusch aus dem Lenkgetriebe festgestellt. Die Ursache für dieses Geräusch, und wie es auf ein unkritisches Mass reduziert werden kann, ist nicht vollständig geklärt. Das Bild 1 zeigt ein solches Lenkgetriebe. Auf dem Bild 2 ist ein aufgenommenes und gefiltertes Zeitsignal eines Beschleunigungssignals zu sehen. Der Beschleunigungssensor wurde direkt auf das Gehäuse des Lenkgetriebe geklebt. Es zeigt deutlich die impulsartigen Ausschläge welche als Klappergeräusch hörbar sind.

Ziel der Arbeit: Als erstes gilt es in dieser Master-Thesis die Mechanismen zu verstehen, die zum Klappergeräusch führen. Weiter sollen allgemeingültige Konstruktionshinweise zur Vermeidung von Klappergeräuschen in zukünftigen Lenkgetrieben formuliert und in einem Fahrzeug oder Prüfstand validiert werden. Ein weiteres Ziel ist die Entwicklung einer objektiven Bewertungsgrösse «Klapperindex» zur eindeutigen Beschreibung und Klassifizierung von impulsartigen Geräuschen.

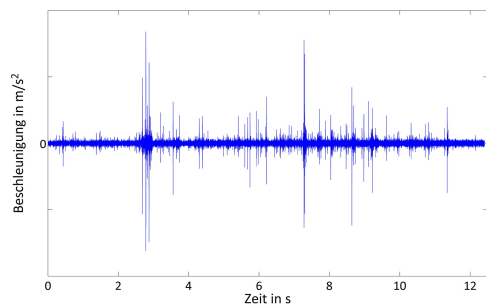


Bild 2: gefiltertes Beschleunigungssignal

Ergebnis: Das Klappergeräusch wird bei TKP bereits seit geraumer Zeit bearbeitet. In dieser Zeit wurden viele Versuche und Analysen durchgeführt, welche einerseits die Ursache für das Klappern aufdecken sollten und andererseits klären, wie das Klappern reduziert oder vermieden werden kann. In dieser Arbeit wurde die Priorität auf eine objektive Bewertungsgrösse gelegt. Anhand dieser Grösse soll es möglich werden, verschiedene Lenkgetriebe-Varianten/Optimierungen objektiv zu vergleichen. Als erstes wurden verschiedene Parameter P_i aus dem gemessenen Beschleunigungssignal berechnet, die das subjektiv empfundene Klappergeräusch möglichst gut charakterisieren sollten. Mit diesen Parametern und der subjektiven Bewertung (jeweils für mehrere Lenkgetriebe) wurde mittels freier Statistiksoftware «R» eine multiple lineare Regression durchgeführt. Dabei wurde zuerst statistisch bestimmt, welche Parameter relevant sind, und anschliessend, wie gross die Faktoren a_i sein müssen. Mithilfe des daraus erhaltenen Modells können die verschiedenen Lenkgetriebe/Optimierungen nun objektiv verglichen werden. Das Bild 3 zeigt die Modellvorhersage (oBI) im Vergleich zur subjektiven Bewertung (sBI). Die blau-gestrichelte Linie stellt zur Referenz ein perfektes Modell dar.

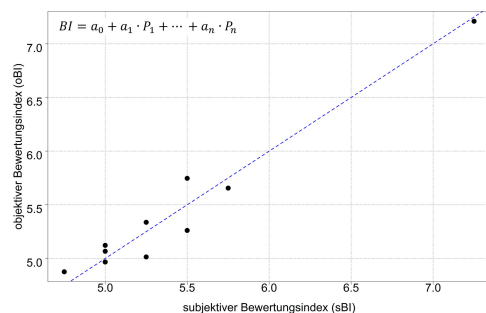


Bild 3: Vergleich Modellvorhersage (oBI) zur subjektiven Bewertung (sBI)