

Philipp Gwinner, 2017

Schwingungsarme Achsgetriebe elektromechanischer Antriebsstränge

Auslegung schwingungsarmer Stirnradverzahnungen für den automobilen Einsatz in hochdrehenden, elektrisch angetriebenen Achsgetrieben

In elektrisch betriebenen Fahrzeugen kommen zunehmend Hochdrehzahlachsenantriebe zum Einsatz, die eine höhere Leistungsdichte als konventionelle Konzepte aufweisen. Durch die höheren Betriebsdrehzahlen spielt die Berücksichtigung und Optimierung des Schwingungsverhaltens des Achsgetriebes eine entscheidende Rolle, um ungewünschte Geräuschemissionen zu vermeiden. Besonders bei niedrigen Fahrzeuggeschwindigkeiten kann es durch die fehlende Maskierung eines Verbrennungsmotors, der in konventionellen Antriebssträngen eingesetzt wird, zu tonalen, verzahnungsbedingten Geräuschen kommen. Weiterhin besteht durch die hohen Betriebsdrehzahlen und damit höheren Zahneingriffsfrequenzen ein erhöhtes Risiko von Verzahnungsresonanzen.

Zur Analyse des Schwingungsverhaltens von Achsgetrieben in elektromechanischen Antriebssträngen wurden im Rahmen dieser Arbeit drei Prüfgetriebe ausgelegt und experimentell anhand von Körper- und Luftschallmessungen untersucht. Zwei Prüfgetriebe wurden dabei integriert in einem Kleinstelektrofahrzeug auf dem Rollenprüfstand untersucht. Ein weiteres Prüfgetriebe, dessen Betriebsdrehzahlen bis $30\,000\text{ min}^{-1}$ reichen, wurde mit vier Prüfverzahnungen unterschiedlicher Verzahnungsgeometrie ausgelegt und auf dem Universalprüfstand der FZG untersucht. Die parallel durchgeführten rechnerischen Untersuchungen der Prüfgetriebe werden anhand der experimentellen Ergebnisse validiert. Ein Ranking der schwingungstechnisch günstigsten Verzahnungsgeometrien in elektrisch angetriebenen Hochdrehzahlgetrieben ist dokumentiert.

Die Erkenntnisse münden schließlich in einer Auslegungsempfehlung für schwingungsarme Stirnradverzahnungen in elektromechanischen Hochdrehzahlantriebssträngen. Weiterhin wird eine Betriebsstrategie für leistungsverzweigte elektrische Fahrzeugantriebe abgeleitet, die zu einer Reduzierung von Verzahnungsgeräuschen führen kann.

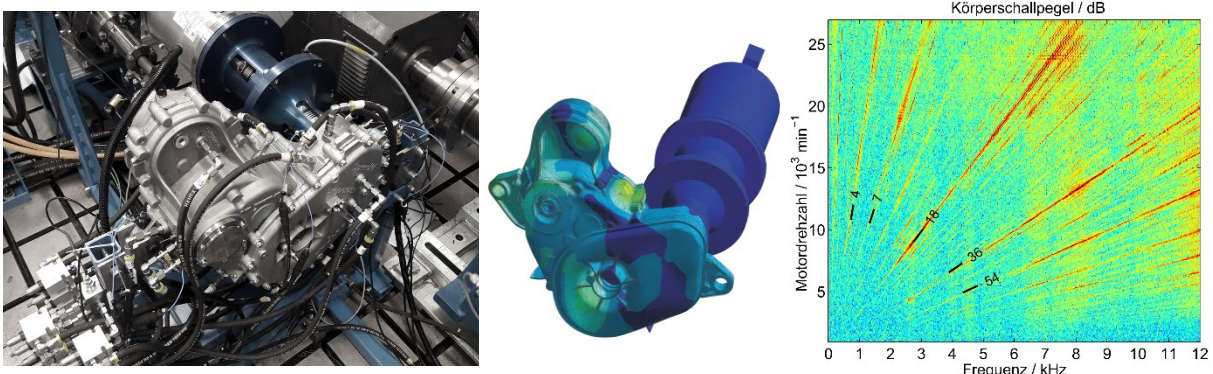


Bild 1: Hochdrehzahlantriebsstrang mit Prüfgetriebe (links), FE-basierte harmonische Analyse des Antriebsstrangs (Mitte) und Campbell-Diagramm einer Körperschallmessung für einen Drehzahlhochlauf unter Vollast (rechts)