

Dynamische Drehfehleranalyse im Getriebe

Christian Brecher, Jürgen Patzer, Markus Brumm,
Christoph Löpenhaus, Martin Hellmann

Untersuchungen an Pkw-Antriebssträngen zeigen, dass die Kenngröße der Differenzdrehbeschleunigung fähig ist, die Anregung von Zahnradstufen in einem Getriebe zu beschreiben. Allerdings sinkt dämpfungsbedingt die Signalqualität mit steigendem Abstand zur Anregungsquelle. Im Rahmen des DFG-Vorhabens BR 2905/37-1 wird die Getriebebeschwingung anhand von Dynamikmodellen simuliert und in einem innovativen Untersuchungsansatz die Differenzdrehbeschleunigung durch Integration der Messtechnik innerhalb des Getriebes an einer Zahnradstufe quantifiziert.



Einleitung und Zielsetzung

Die Hauptanregung im Getriebe geht von den Verzahnungen aus. Die Auslegung einer Verzahnungsstufe erfolgt in der Regel mithilfe einer Zahnkontaktanalysesoftware. Nach der Herstellung eines Radsatzes wird das Anregungsverhalten mit einer Laufprüfung außerhalb des Getriebes am Radsatz überprüft. Als Kenngröße für die Simulation sowie die Laufprüfung wird häufig der Drehfehler als Maß für die Ungleichförmigkeit der Drehübertragung verwendet. Im Rahmen des Forschungsvorhabens WE 550/174-1 wurde ein Konzept zur Erfassung der Anregung von Verzahnungen im Getriebe mittels des Kennwerts der Differenz-Drehbeschleunigung entwickelt [1]. Allerdings sind die Messsysteme bei dieser Methode von außen an das Getriebe montiert, weshalb dämpfungsbedingt keine absoluten Beträge der Verzahnungsanregung bestimmt werden können.

Aktuelle Zahnkontaktanalyseprogramme ermöglichen die Simulation der zu erwartenden Anregung von Verzahnungen.

Allerdings wird durch den quasistatischen Berechnungsansatz der Einfluss der Drehzahl nicht berücksichtigt. Die Finite-Elemente-Methode oder die Mehrkörpersimulation sind fähig, dynamische Effekte zu untersuchen. Allerdings fehlt in kommerziellen Systemen ein Modul zur detaillierten Beschreibung der aus dem Zahnkontakt resultierenden Anregung. Die Kombination der Zahnkontaktanalyse mit Mehrkörpersimulationen wurde im DFG-Vorhaben WE 550/162-2 entwickelt und an einem einfachen Modell verifiziert [2]. Die Übertragung auf komplexe Systeme, wie sie in Serienapplikationen zu finden sind, erfolgte bisher noch nicht.

Daraus leitet sich die Zielsetzung des DFG-Vorhabens BR 2905/37-1 ab, im Rahmen eines Transfers die Methoden zur dynamischen Drehfehlermessung sowie – berechnung auf eine industrierelevante Applikation zu übertragen. Im Fokus des Transfervorhabens stehen die Untersuchungen der Übertragbarkeit des Anregungsverhaltens von Radsätzen auf das Gesamtsystem Getriebe. Die Untersuchungen werden unter Verwendung von überkorrigierten Radsätzen vorgenommen, um so eine klare Zuordnung zwischen der Art der Flankenmodifikation und dem resultierenden Geräusch am Radsatz und am Getriebe treffen zu können. Als Demonstrator wird ein mehrstufiges Getriebe mit unterschiedlichen Verzahnungsarten übertragen werden.

Vorstellung des abgebildeten Prüfsystems

Die zentralen experimentellen Arbeitspakete werden auf dem Universal-Getriebeprüfstand am WZL durchgeführt. Dieser besteht aus drei elektrischen Maschinen, die für einen 4-Quadrant-Betrieb ausgelegt sind. Die Motoren können quer sowie längs auf dem Spannungsfeld verschoben werden. **Bild 01** fasst die wesentlichen Leistungsgrößen der Antriebs- und Abtriebsmaschinen zusammen.

Für die geplanten Untersuchungen wird das Getriebe auf dem Spannungsfeld aufgenommen und mit der Antriebsmaschine

Prof. Dr.-Ing. Christian Brecher, Leiter Lehrstuhl für Werkzeugmaschinen am WZL, RWTH Aachen
Dipl.-Ing. Jürgen Patzer, Leiter Getriebeberechnung, bei der Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG, Weissach
Dr.-Ing. Markus Brumm, Oberingenieur, WZL, RWTH Aachen
Dipl.-Wirt.-Ing. Christoph Löpenhaus, Oberingenieur, WZL, RWTH Aachen
Dipl.-Ing. Martin Hellmann, Wissenschaftlicher Mitarbeiter, WZL, RWTH Aachen