

Kurzfassung Dissertation Klaus Sattelberger, 1997

Schwingungs- und Geräuschanregung bei ein- und mehrstufigen Stirnradgetrieben

Das Schwingungs- und Geräuschverhalten von Stirnradgetrieben wird stark von der Schwingungsanregung in den Zahneingriffen beeinflusst. Wesentliche Anregungsursachen sind die zeitlich veränderlichen Verzahnungssteifigkeit, die Verzahnungsabweichungen und -korrekturen, sowie die elastischen Verformungen des Systems und die daraus folgenden Störungen des Eingriffsverhaltens (Eingriffsstoß).

Das dynamische Systemverhalten des Getriebes entscheidet darüber, inwieweit die Anregung letztendlich in hörbaren Luftschall umgesetzt wird. Eine Reduzierung der im Zahneingriff wirkenden inneren Anregung wirkt sich jedoch in der Regel positiv auf das Schwingungs- und Geräuschverhalten eines Zahnradgetriebes aus. Zur Optimierung der konstruktiven und fertigungstechnischen Gestaltung der Zahneingriffe im Sinne einer Minimierung der inneren Anregung ist es erforderlich, die Wirkungsmechanismen der einzelnen Anregungsursachen zu kennen und zu quantifizieren.

Mit dem Zahnkraftpegel L_p^{\wedge} wurde von Müller [33] ein Kennwert zur Beschreibung der Schwingungsanregung im Zahneingriff einer Stirnradstufe formuliert und experimentell abgesichert. Im Rahmen dieser Arbeit wurde mit dem Lagerkraftpegel L_{FL} auf der Basis des Zahnkraftpegels L_p ; ein Kennwert definiert, der die Bewertung der Schwingungsanregung eines mehrstufigen Getriebes erlaubt. Hierbei wird das Zusammenspiel der Zahnkräfte aller Stufen zu resultierenden Lagerkräften der Wellen betrachtet. Der Lagerkraftpegel kennzeichnet somit die Schwingungsanregung an den Krafteinleitungsstellen (Lagerstellen der Wellen) in das Getriebegehäuse.

Anhand rechnerischer und experimenteller Untersuchungen an einstufigen Getrieben wurden die wesentlichen Einflußgrößen auf die Schwingungsanregung einer Stirnradstufe untersucht. Im Bereich der Verzahnungsgeometrie wurden hierzu die Parameter Profil- und Sprungüberdeckung, das Zähnezahlnverhältnis z^{\wedge}/z^{\wedge} und der Schrägungswinkel β variiert. Darauf aufbauend wurde der Einfluß verschiedener Profil- und Flankenlinienkorrekturen, der Verzahnungsqualität und Verzahnungsabweichungen in Form einer periodischen Flankenlinienwelligkeit untersucht.

Die Schwingungsanregung einer unkorrigierten Schrägverzahnung wird im wesentlichen von der Profil- und der Sprungüberdeckung bestimmt. Für ganzzahlige Werte der Sprungüberdeckung e^{\wedge} ergibt sich ein Minimum der Schwingungsanregung, dazwischen liegt jeweils ein lokales Maximum. Für große Werte von e^{\wedge} geht der Einfluß der Sprungüberdeckung auf die Schwingungsanregung deutlich zurück. Die Abhängigkeit der Schwingungsanregung von der Sprungüberdeckung gilt unabhängig von der Profilüberdeckung ϵ_y . Eine Ausnahme bildet die Profilüberdeckung, bei der sich bei linearer Verlängerung des Zahnpaarsteifigkeitsverlaufs bis zum Steifigkeitswert null eine Eingriffsdauer entsprechend dem theoretischen Eingriffsbereich einer Verzahnung der Profilüberdeckung $\epsilon_y=2,0$ einstellt. Für die verwendete Prüfverzahnung ist dies bei einer Profilüberdeckung $\epsilon_g=1,75$ der Fall. In diesem Bereich ist die Abhängigkeit der Schwingungsanregung von der Sprungüberdeckung deutlich geringer ausgeprägt.