Kurzfassung Dissertation Robert Müller, 1991

Schwingungs- und Geräuschanregungz bei Stirnradgetrieben

Ziel der vorliegenden Arbeit war die Untersuchung der Einflußgrößen auf die Schwingungs- und Geräuschanregung bei Stirnradgetrieben. Besonderer Augenmerk war hierbei auf den Einfluß von Verzahnungsabweichungen und -korrekturen zu legen.

Hierzu wurde zunächst der Zahnkraftpegel L_{Fz} als Kenngröße zur Beschreibung der Schwingungsanregung einer Verzahnung definiert. Der Zahnkraftpegel L_{Fz} erfaßt die wesentlichen Anteile der Schwingungsanregung und ist in unmittelbarem Zusammenhang mit dem abgestrahlten Luftschall zu sehen. Da es sich um eine aus dem Verlauf der Zahnkraft $F_z(t)$ abgeleitete Größe handelt, erlaubt der Zahnkraftpegel auch eine Beurteilung der Geräuschanregung von Verzahnungen unterschiedlicher mittlerer Steifigkeit, wie dies z.B. anhand der Drehwegabweichung unter Last nicht möglich wäre. Unter der Voraussetzung gleicher Zahnbreite und gleicher Zähnezahlen kann der Zahnkraftpegel L_{Fz} auf seinen wesentlichen Bestandteil, den Anregungspegel L_A reduziert werden. Dies ist insbesondere dann sinnvoll, wenn die Auswirkungen unterschiedlicher Korrekturen auf die Schwingungsanregung einer vorgegebenen Stirnradpaarung betrachtet werden sollen.

Grundlage des Zahnkraftpegels L_{Fz} ist der Verlauf der Zahnkraft $F_z(t)$ über dem Eingriff, wie er sich bei Vorgabe einer konstanten Drehwegdifferenz zwischen Ritzel und Rad errechnet Durch diese quasi-statische Betrachtungsweise wird das - individuell für jedes Getriebe spezifische - dynamische Systemverhalten ausgeklammert und eine allgemein-gültige Aussage bezüglich der Schwingungsanregung einer Verzahnung erst möglich. Zur Berechnung des Verlaufes der Zahnkraft $F_z(t)$ wurde ein Rechenansatz vorgestellt, welcher die Einflußgrößen auf die Schwingungsanregung einschließlich der Überdeckungsvergrößerung unter Last physikalisch sinnvoll erfaßt. Das bislang zumeist verwendete Ersatzmodell des Zahnkontaktes als punktförmige Feder im Stirnschnitt wurde durch die Beschreibung des räumlichen Verlaufes der Berührlinie über die Zahnflanken ersetzt; das Verformungsverhalten im Zahnkontakt wird durch ein Einflußzahlenmodell in Anlehnung an die Plattentheorie errechnet. Der Vergleich der Rechnung mit der Messung zeigte, daß erst mit diesem erweiterten Modell die Schwingungsanregung insbesondere einer abweichungsbehafteten und korrigierten Verzahnung treffsicher erfaßt werden kann.

Die experimentelle Absicherung der rechnerisch gewonnenen Aussagen erfolgte auf der Grundlage des Zusammenhangs zwischen der Schwingungsanregung und der Schwingungsantwort eines parametererregten Systems. Die hierzu erforderlichen Meßversuche wurden auf einem Verspannungsprüfstand mit a = 140 mm durchgerührt.

Die Schwingungsanregung einer unkorrigierten Schrägverzahnung wird im wesentlichen von der Sprungüberdeckung ε_β beeinflußt. Im Vergleich zur Geradverzahnung ergibt sich eine deutliche Reduzierung der Anregung für Schrägverzahnungen ausreichender Sprungüberdeckung $\varepsilon_\beta \geq 1$, für sehr große Werte der Sprungüberdeckung ($\varepsilon_\beta > 5$ .. 6) ist in der Regel keine weitere Verminderung mehr zu erwarten. Ein Minimum der Anregung liegt jeweils für ganzzahlige Sprungüberdeckung vor, die dazwischen vorhandenen Maxima verschwinden jedoch für eine Profilüberdeckung im Bereich ε_α = 1,7 .. 1,8. Durch Vergrößerung der Profilüberdeckung auf e, S 2 kann die Schwingungsanregung im Vergleich zu einer Verzahnung mit $\varepsilon_\alpha \leq 1{,}6$ um bis zu 4 – 6 dB reduziert werden. Dies gilt für Schräg- wie auch für Geradverzahnungen.