Kurzfassung Dissertation M. Anzinger, 1991

Werkstoff- und Fertigungseinflüsse auf die Zahnfußtragfähigkeit, insbesondere im hohen Zeitfestigkeitsgebiet

Rahmen dieser Arbeit wurde untersucht, wie sich unterschiedliche Einflüsse aus Werkstoff, Wärmebehandlung und Bearbeitung des Zahnrads auf die Zahnrußüberlastbarkeit auswirken.

Der Schwerpunkt der Versuche lag bei dem heute wohl am häufigsten verwendeten Einsatzstahl 16 MnCr 5, weiterhin wurden Zahnräder aus Einsatzstahl 17 CrNiMo 6, Vergütungsstahl 42 CrMo 4, nitriertem Vergütungsstahl 42 CrMo 4 und austenitisch-bainitischem Sphäroguß GGG-100 untersucht. Die Versuche wurden ausnahmslos auf Pulsatoren durchgeführt. Wöhlerlinien, Anrißlinien und Schadenslinien wurden im gesamten Lastspielzahlbereich von der einmaligen statischen Belastung bis zur Dauerfestigkeit ermittelt.

Die Schadenslinie wurde hier in Anlehnung an French als Zweistufenversuch definiert, bei dem nach einer Überlastbeanspruchung die verbleibende Dauerfestigkeit auf dem Niveau Oppio^ (Dauerfestigkeit der nicht überlasteten Zahnräder für 10% Ausfallwahrscheinlichkeit) abgepriift wird. Da sich bei Dauerfestigkeits-abprüfung auf einem anderen Spannungsniveau ein anderer Verlauf der Schadenslinie ergeben kann, ist diese hier nicht als *eindeutige* Festigkeitsfunktion zu verstehen, sie liegt aber in jedem Fall im Wöhlerdiagramm links von der Wöh-lerlinie. Eine Tragfähigkeitsnachrechnung unter Verwendung der hier ermittelten Schadens- bzw. Überlastbarkeitskennlinien anstelle von Wöhlerlinien ist somit auf jeden Fall auf der sicheren Seite.

Die Schadenslinie nach French verläuft im allgemeinen mit einem steilen Anstieg bei Überlasten, die mit einer Häufigkeit in der Größenordnung 10^4 auftreten. Dies hat zur Folge, daß auch Überlasten, die die Dauerfestigkeit nur geringfügig überschreiten, nur mit einer Häufigkeit auftreten dürfen, die geringer ist als dies durch die Bruchlastspielzahl der Wöhlerlinie ausgedrückt wird.

Die Ergebnisse lassen sich im einzelnen wie folgt zusammenfassen:

Versuche mit einsatzgehärteten Zahnrädern

Eine hohe Überlastbarkeit ist stets auf eine hohe Kemfestigkeit zurückzuführen. Diese Feststellung gilt unabhängig von der Einsatzhärtungstiefe und von der Chargenkomgröße. Alle von der Oberfläche ausgehenden Einflußgrößen (z.B. Rauheit, Randoxidation, Eigenspannungen) haben kaum einen Einfluß auf die hohe Zeitfestigkeit, sondern wirken sich lediglich auf die Zahnfußdauerfestigkeit aus

Prüfräder aus Einsatzstahl 17 CrNiMo 6 weisen eine gute Überlastbarkeit auf.

Versuche mit vergüteten Zahnrädern

Auch hier kann ein eindeutiger Zusammenhang der Zahnfußüberlastbarkeit mit der Vergütungsfestigkeit beobachtet werden

Versuche mit nitrierten Zahnrädern

Bei vergüteten und anschließend nitrierten Zahnrädern ist die Zahnfußüberlastbarkeit deutlich geringer als bei den nur vergüteten. Von einer Überlastung ist daher abzuraten, es sei denn, durch Versuche an geeigneten Prüfrädern wird eine ausreichende Überlastbarkeit nachgewiesen.

Die Versuchsergebnisse werden in das bestehende Berechnungsverfahren nach DIN 3990 integriert. Aufgrund der gewonnenen Erkenntnisse wird ein verbessertes Verfahren zur überschlägigen Berechnung des Lebensdauerfaktors Y^r vorgeschlagen. Dieses Verfahren ist z.B. auch für kugelgestrahlte Zahnräder oder für Zahnräder mit Schle