

Tragfähigkeit und Festigkeitseigenschaften induktiv allzahngehärteter Zahnräder

Das Vorgängervorhaben FVA 660 I zeigte, dass induktivgehärtete Verzahnungen ein großes Tragfähigkeitspotenzial aufweisen. Jedoch konnten nicht alle Fragestellungen abschließend geklärt werden und es zeigten sich neue Forschungsfelder. Ziel des aktuellen Forschungsvorhabens ist es daher, ausgehend von den im Vorgängervorhaben FVA 660 I erarbeiteten Ergebnissen, die induktive Wärmebehandlung weiter zu optimieren, um das Tragfähigkeitspotenzial induktiv gehärteter, geradverzählter Zahnräder voll ausschöpfen zu können. Hierzu wurden Untersuchungen zum optimalen Härtetiefenverlauf bei unterschiedlichen Härtekonturen durchgeführt. Bisherige Untersuchungen zeigen, dass das Durchhärten der Zahnflanke zwar durch einfachere Prozesse realisiert werden kann, es jedoch zur Gefahr des Bruchs der Zahnflanke kommt. Demgegenüber steht das aufwändigere Verfahren des konturnahen Härtens, bei dem die Zahnflankentragfähigkeit gesteigert werden kann. Zudem wurden die Möglichkeiten und Grenzen zur Substituierung des Ofenanlassprozesses durch ein induktives Kurzzeitanlassen aufgezeigt. Untersuchungen zur induktiven Wärmebehandlung von Schrägverzahnungen durch eine umfassende Charakterisierung der Wärmebehandlungsergebnisse und zur Bestimmung der Zahnradtragfähigkeit schrägverzählter Prüfräder runden das Forschungsvorhaben ab. Darauf basierend fand eine Weiterentwicklung der Zahnradtragfähigkeitsrechnung nach Norm, insbesondere aber die Entwicklung eines erweiterten, lokalen Berechnungsansatzes, in welchem lokale Lastspannungen mit maßgebenden Werkstoffeigenschaften wie Härteverlauf, Eigenspannungszustand und Gefügeausbildung in geeigneter Weise verknüpft sind, statt.

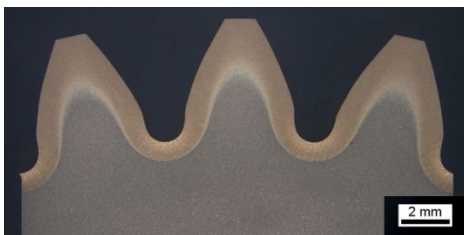


Abbildung 1: Konturnah gehärtetes Zahnrad der Baugröße $m_n = 2$ mm im Querschliff

Die Ergebnisse der Tragfähigkeitsuntersuchungen zeigen, dass sowohl die Zahnfußtragfähigkeit als auch die Grübchentragfähigkeit höher liegen als die aktuellen Angaben nach ISO 6336 5 für induktivgehärtete Zahnräder. Es konnten verschiedene Einflüsse auf die Zahnfußtragfähigkeit herausgearbeitet werden. Die Zahnflankentragfähigkeit der untersuchten Varianten ist im Rahmen der üblichen

Versuchsstreuung nahezu identisch. Ein signifikanter Einfluss der verschiedenen untersuchten Parameter auf die Zahnflankentragfähigkeit kann daher für die vorliegenden Varianten ausgeschlossen werden. Basierend auf den aktuellen Ergebnissen sowie den Ergebnissen des Vorgängervorhabens wurde für die Zahnfußtragfähigkeit ein neues Festigkeitskennfeld vorgeschlagen. Für die Zahnflankentragfähigkeit ist die Datenbasis für ein neues Festigkeitskennfeld zu gering, bzw. können die Varianten aufgrund vergleichbarer Zahnflankentragfähigkeit nicht ausreichend differenziert werden. Die Übertragbarkeit der gewonnenen Erkenntnisse auf die Schrägverzahnungen ist gegeben.

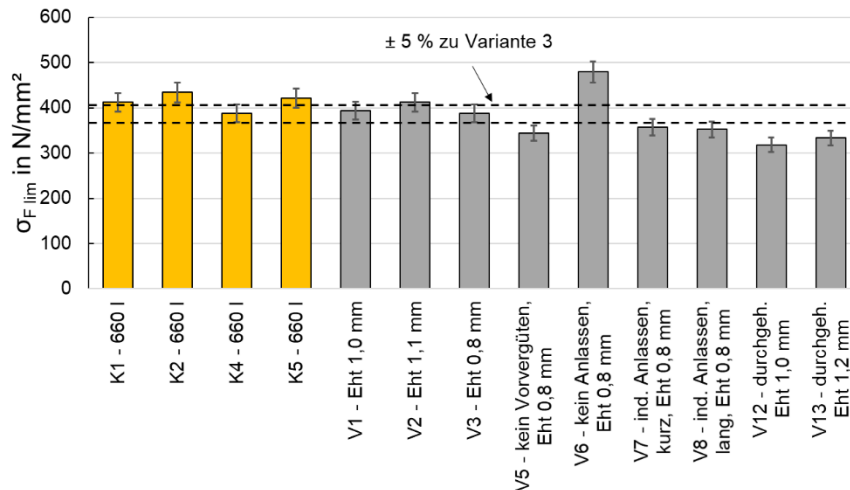


Abbildung 2: Zahnfußdauerfestigkeit $\sigma_{F \text{ lim}}$ im Vergleich mit den Ergebnissen aus FVA 660 I (Am Beispiel Baugröße $m_n = 2 \text{ mm}$)

Autoren: Nicolai Haupt, M. Sc.

Leibniz-Institut für Werkstofforientierte Technologien (IWT), Bremen

Holger Cermak, M. Sc.

Forschungsstelle für Zahnräder und Getriebesysteme (FZG), TU München

Kontakt: Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA)

Dr. Stefan Groß

T 069- 6603 -1127

Das IGF-Vorhaben IGF-Nr. 20723 N der Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA) wurde im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages mit den Mitteln der [IGF](#) gefördert.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Die Industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF)

Die [Industrielle Gemeinschaftsforschung \(IGF\)](#) ist ein europaweit erfolgreiches, themenoffenes und vorwettbewerbliches Förderprogramm des [Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz \(BMWK\)](#), das kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) einen einfachen Zugang zu praxisorientierter Forschung und zu aktuellen Forschungsergebnissen

ermöglicht. In der IGF bestimmen Unternehmen bzw. Verbände, Forschungsvereinigungen und Forschungseinrichtungen gemeinsam den Forschungsbedarf und die Forschungsthemen ihrer Branche. Die Begleitung der Forschungsprojekte durch die Unternehmen garantiert die Praxisnähe der Forschungsprojekte. Die Ergebnisse der IGF-Projekte sind öffentlich und stehen allen interessierten Unternehmen zu gleichen Bedingungen zur Verfügung. So stärkt die IGF die Wettbewerbsfähigkeit des Mittelstands in Deutschland und trägt damit maßgeblich zu Deutschlands Innovationssouveränität bei.

Die FVA (Forschungsvereinigung Antriebstechnik e. V.) ist das weltweit erfolgreichste und größte Forschungs- und Innovationsnetzwerk in der Antriebstechnik. Zusammen mit rund 180 Unternehmen und 100 Forschungsinstituten haben wir bisher weit über 2.000 Projekte realisiert. Die Antriebstechnik voranzubringen – das ist das Ziel der FVA. Dazu bringen wir Industrie und Forschung zusammen. Dies zu moderieren, neues Wissen zu erforschen, Effizienz und Erkenntnisse zu schaffen – das macht uns zum Innovationsförderer unsere Branche. Für unsere Mitglieder bedeutet das einen mehrfachen Return-on-Invest: Austausch und Kenntnistransfer in der FVA-Community, Mitgestaltung an der Forschung, Teilhabe an neuestem Wissen, Ausbildung von jungen Ingenieur*innen, passgenaue Weiterbildung, Reduzierung von F+E Kosten. Das kommt unseren Mitgliedsunternehmen, dem Forschungsstandort Deutschland und allen Beteiligten Menschen zu Gute. Denn unsere vorwettbewerbliche Gemeinschaftsforschung, finanziert über die IGF und Eigenmittel ist etwas ganz Besonderes. Gemeinsam geht einfach mehr. Dafür bündeln wir Ressourcen, auch finanzielle, moderieren Kommunikation und Prozesse. Wir helfen, Ideen zu verwirklichen. Weitere Informationen unter www.fva-net.de.