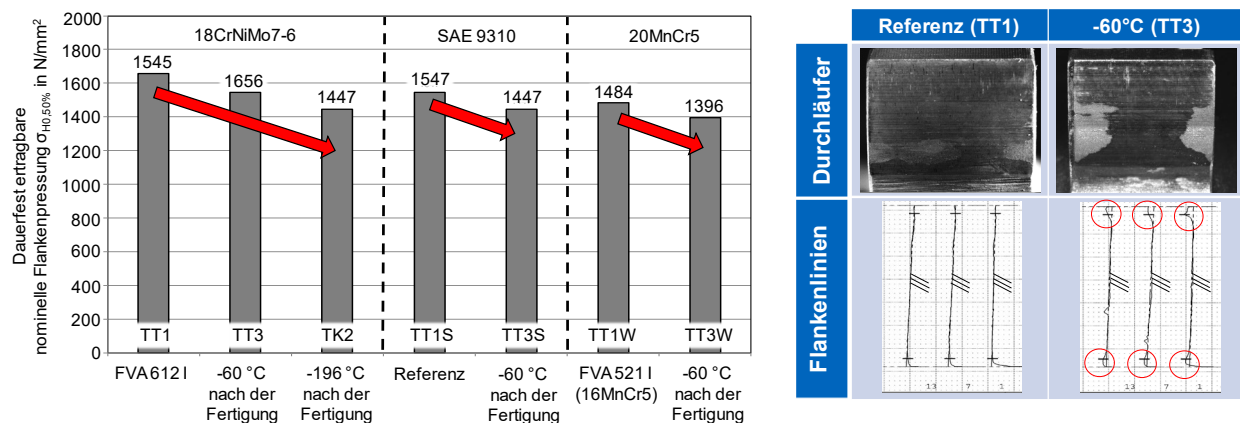


## Einfluss von tiefen Temperaturen auf die Flankentragfähigkeit einsatzgehärteter Zahnräder

Bauteile, wie Wellen oder Zahnräder, können auf unterschiedliche Weise tiefen Temperaturen ausgesetzt sein. Diese können z. B. beim Einsatz, Transport oder während Stillstandsphasen in sehr kalten Einsatzgebieten, durchaus auch über einen längeren Zeitraum, auftreten bzw. wirksam werden. Bei der Erzeugung von Dehnverbänden kann eine Verzahnung zudem stark unterkühlt werden. Wird z. B. eine Ritzelwelle am Lagersitz zu Montagezwecken mit flüssigem Stickstoff gekühlt, kann das Ritzel durch die Wärmeleitung auf eventuell kritische Temperaturbereiche herabgekühlt werden. Darüber hinaus findet für bestimmte Anwendungen oder auch Werkstoffe z. T. ein gezieltes Tiefkühlen der Bauteile im Rahmen der Wärmebehandlung selbst statt.

Im Rahmen des Vorgängervorhabens wurden zu dieser Thematik umfassende Untersuchungen zur Zahnfußtragfähigkeit an Verzahnungen aus unterschiedlichen Einsatzstählen (18CrNiMo7-6, 20MnCr5 und 15NiCr13) durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass bei einer Tieftemperaturbehandlung nicht zwingend mit einer Minderung der Zahnfußtragfähigkeit gerechnet werden muss. Ergänzende Untersuchungen zur Zahnflankentragfähigkeit, vor allem zur Grübchen- sowie zur Graufleckentragfähigkeit, belegen jedoch eine deutliche Minderung der Wälzfestigkeit für tieftemperaturbehandelte Verzahnungen. Die Ursachen dieser Minderung konnten im Rahmen des Forschungsvorhabens 612 I nicht abschließend



**Abb. 1: Ergebnisse zur Zahnflankentragfähigkeit von nach der Fertigung tieftemperaturbehandelten Zahnrädern aus unterschiedlichen Einsatzstählen im Vergleich zur jeweiligen Referenzvariante (links) sowie Kantenaufwölbungen infolge der Tieftemperaturbehandlung und daraus resultierende Graufleckenbildung (rechts)**

geklärt werden.

Das Ziel des Forschungsvorhabens FVA 612 II war es, die Datenbasis des Vorgängervorhabens, insbesondere zur Flankentragfähigkeit, abzusichern und auszubauen sowie auf einen zusätzlichen Werkstoff (SAE 9310) zu erweitern.

Anhand der abgesicherten Aussagen zu tieftemperaturbedingten Einflüssen auf die Zahnradtragfähigkeit können sowohl kritische Einsatzbedingungen, aber auch mögliche Potenziale zur gezielten Beeinflussung der Verzahnungseigenschaften erkannt und in der praktischen Anwendung verwendet werden.

In den umfangreichen experimentellen Untersuchungen zeigte sich für die nach der Fertigung tieftemperaturbehandelten Verzahnungen hinsichtlich der Grübchentragfähigkeit eine Minderung der Dauerfestigkeit und eine erhöhte Streuung der Lebensdauer im Zeitfestigkeitsbereich. Die begleitenden Untersuchungen ergaben Veränderungen in den Gefügeeigenschaften, den Härtetiefenverläufen, den Eigenspannungszuständen, den Restaustenitgehalten sowie der Flankenform aufgrund der Tieftemperaturbehandlung nach der Fertigung. Des Weiteren wurden für die Einsatzstähle 18CrNiMo7-6 und 20MnCr5 nach Prüfläufen bei allen untersuchten Varianten vermehrt Butterflies in der Randzone der Verzahnungen dokumentiert. Für die Zahnfußtragfähigkeit wurden die Ergebnisse des Vorgängervorhabens hinsichtlich des vernachlässigbaren Einflusses auf die Zahnfußtragfähigkeit für Tieftemperaturbehandlungen nach der Fertigung bestätigt. Zahnräder, welche vor dem Anlassen tieftemperaturbehandelt wurden, weisen hingegen eine verringerte Zahnfußtragfähigkeit auf.

**Autoren:** **Dr.-Ing. Holger Surm**  
Leibniz-Institut für Werkstofforientierte Technologien - IWT Bremen  
Hauptabteilung Werkstofftechnik

**Dominik Kratzer**  
Technische Universität München Fakultät für Maschinenwesen -  
Lehrstuhl für Maschinenelemente Forschungsstelle für Zahnräder und  
Getriebebau

**Kontakt:** Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA)  
**Eva Robens**  
T 069- 66 03- 18 88

**Das IGF-Vorhaben IGF-Nr. 18302-N der Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA) wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.**

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Hintergrundinformationen zur FVA

Die FVA ist das weltweit führende Innovationsnetzwerk der Antriebstechnik. Die 170 laufenden Projekte der industriellen Gemeinschaftsforschung fördern die Innovationsfähigkeit der Industrie im Bereich der Antriebstechnik und ist an den wissenschaftlichen Forschungseinrichtungen ein wichtiger Beitrag zur Ausbildung von Jungingenieuren in und für die Branche. Die 207 Mitgliedsfirmen sind produzierende Unternehmen aus der Antriebstechnikbranche. Zusammen mit den über 40 Forschungsinstituten bildet die FVA die Basis für das weltweit führende Netzwerk der Antriebstechnik. Die FVA versteht sich als eine wichtige Plattform der Kommunikation und des Wissenstransfers zwischen Wissenschaft und Industrie. Themenfelder sind die mechanische und die elektrische bzw. mechatronische Antriebstechnik, sowohl von stationären industriellen Anlagen als auch von Fahrzeugen, mobilen Maschinen und Luftfahrzeugen. Die Gemeinschaftsforschung hat zum Ziel, das technische Know-how der Unternehmen und die Qualität ihrer Produkte zu verbessern und die Produktionskosten zu senken. Informationsveranstaltungen, Seminare und Tagungen der Forschungsvereinigung bieten den Unternehmen die Möglichkeit, neueste Forschungsergebnisse anzuwenden und Mitarbeiter entsprechend aus- und weiterzubilden. **Weitere Informationen unter [www.fva-net.de](http://www.fva-net.de).**