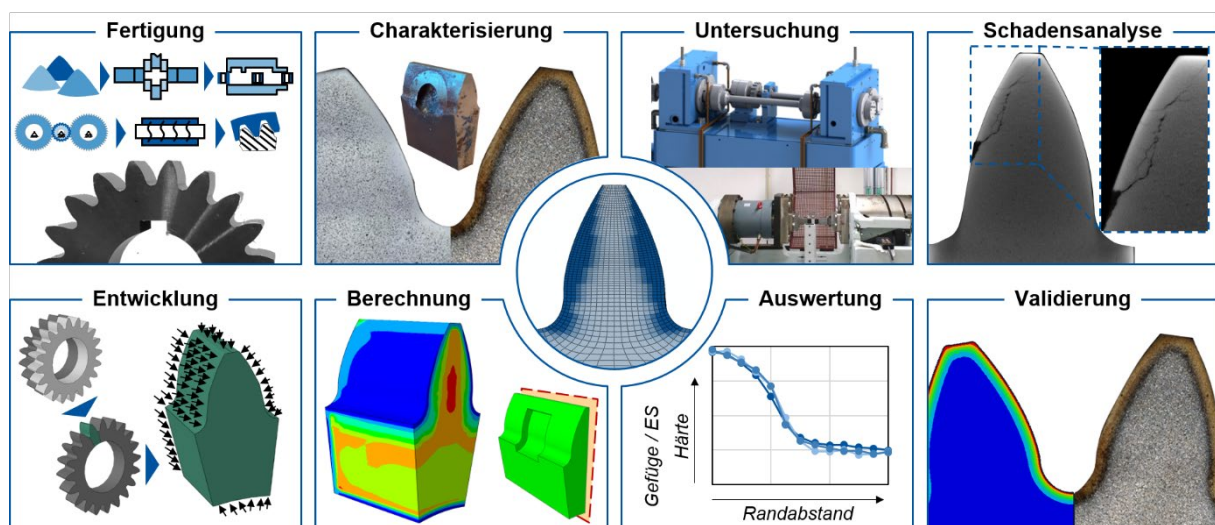


Optimierung der Wärmebehandlung von hochfesten, gesinterten Zahnradern

Pulvermetallurgisch hergestellte (PM-) Zahnräder bieten neben ökonomischen und ökologischen Einsparpotentialen im Bereich der Serienfertigung alternative Eigenschaften gegenüber konventionellen schmelzmetallurgischen Zahnradern. Das Ziel des Forschungsvorhabens war eine systematische Untersuchung des Einflusses von Verdichtungs- und Einsatzhärtungstiefen auf die Zahnfuß- und Zahnflankentragfähigkeit von PM-Zahnradern.

Hierzu wurden Prüfstandsversuche mit PM-Zahnradern durchgeführt, bei denen sechs verschiedene Varianten mit unterschiedlichen Kombinationen von Verdichtungs- und Einsatzhärtetiefen im Hinblick auf die resultierende Zahnfuß- und Zahnflankenbelastbarkeit untersucht wurden. Demnach bewirkt eine – im Vergleich zu konventionellen Zahnradern – höhere Einsatzhärtetiefe sowohl eine Steigerung der Zahnfuß- als auch der Zahnflankentragfähigkeit der Prüfräder. Zusätzlich lässt sich die Zahnfußtragfähigkeit von PM-Zahnradern infolge Erhöhung der Verdichtungstiefe steigern. Im Gegensatz dazu zeigen Laufversuche mit dem Zwei-Wellen-Verspannungsprüfstand bei einer mittleren Einsatzhärtetiefe ein antiproportionales Verhalten der Zahnflankentragfähigkeit in Bezug auf die Verdichtungstiefe. Als Ursache für dieses Phänomen wurde eine plastische Verformung der Zahnflanken während des Versuchs identifiziert, die zu einem Spannungsabbau aufgrund von geringeren Flächenpressungen führt. Durch computertomographische (CT) Untersuchungen der Zähne konnte die Zahnflankenoberfläche als Ort der Rissinitiierung identifiziert werden. Ausgehend von einem Anriss der Oberfläche bildet sich in den PM-Zahnradern mit mittlerer Einsatzhärtetiefe ein ausgeprägter Hauptriss hinter der Verdichtungszone aus, welcher in Richtung Zahnkopf wächst und durch einen Ausbruch zum Bauteilversagen führt.



Neben den experimentellen Untersuchungen der Tragfähigkeit wurde ein Simulationsmodell zur quantitativen Beschreibung der Härte- und Eigenspannungstiefenprofile nach der Wärmebehandlung der PM-Zahnräder entwickelt. Das Modell basiert auf einer kontinuumsmechanischen Analyse der, während der Einsatzhärtung, im Werkstoff auftretenden thermomechanischen und metallurgischen Vorgänge, welche zur Entstehung von Eigenspannungen im Zahnrad führen. Die Simulation zeigt für beide Wärmebehandlungsvarianten eine martensitische Oberflächenzone mit Restaustenit und ein rein bainitisches Gefüge im Kern. Der Vergleich zwischen Simulation und Experiment zeigt, dass lediglich geringe, nicht signifikante Abweichungen sowohl für die Härtetiefenverläufe als auch hinsichtlich der Eigenspannungstiefenverläufe vorliegen. Daher wurde das Simulationsmodell erfolgreich validiert.

Autoren: **Philipp Scholzen**
RWTH Aachen University Werkzeugmaschinenlabor, WZL
Ali Rajaei
RWTH Aachen Institut für Werkstoffanwendungen im Maschinenbau,
IWM

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

Das IGF-Vorhaben IGF-Nr. 19025 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:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

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.