

## Tragfähigkeit und Verlustleistung poliergeschliffener Zahnräder geringer Oberflächenrauheit

Im Rahmen des Forschungsvorhabens „Polierte Zahnräder“ wurde der Einfluss unterschiedlicher Endbearbeitungsverfahren auf die Tragfähigkeitseigenschaften von einsatzgehärteten Zahnrädern untersucht. Hauptaugenmerk lag dabei auf dem Fertigungsverfahren Polierschleifen, durch welches zum Gleitschleifen vergleichbare Oberflächengüten erzeugt werden können. Anhand experimenteller Prüfstandsversuche wurde untersucht, ob ein fertigungsprozessbedingter Einfluss auf die resultierenden Zahnflankentragfähigkeitskennwerte besteht. Zusätzlich wurde in Stichversuchen die Kombinierbarkeit von Kugelstrahlen und Polierschleifen zur weiteren Steigerung der Zahnflankentragfähigkeit geprüft. Neben den Referenz-Geradverzahnungen kamen Schrägverzahnungen in experimentellen Versuchen zum Einsatz, um die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf praxisnahe Anwendungsfälle zu validieren. In ergänzenden Wirkungsgrad- und Pulsatorversuchen wurde der Einfluss der aus unterschiedlichen Endbearbeitungsverfahren resultierenden Rauheitskennwerte auf die Getriebeverluste und die Zahnfußtragfähigkeit überprüft.

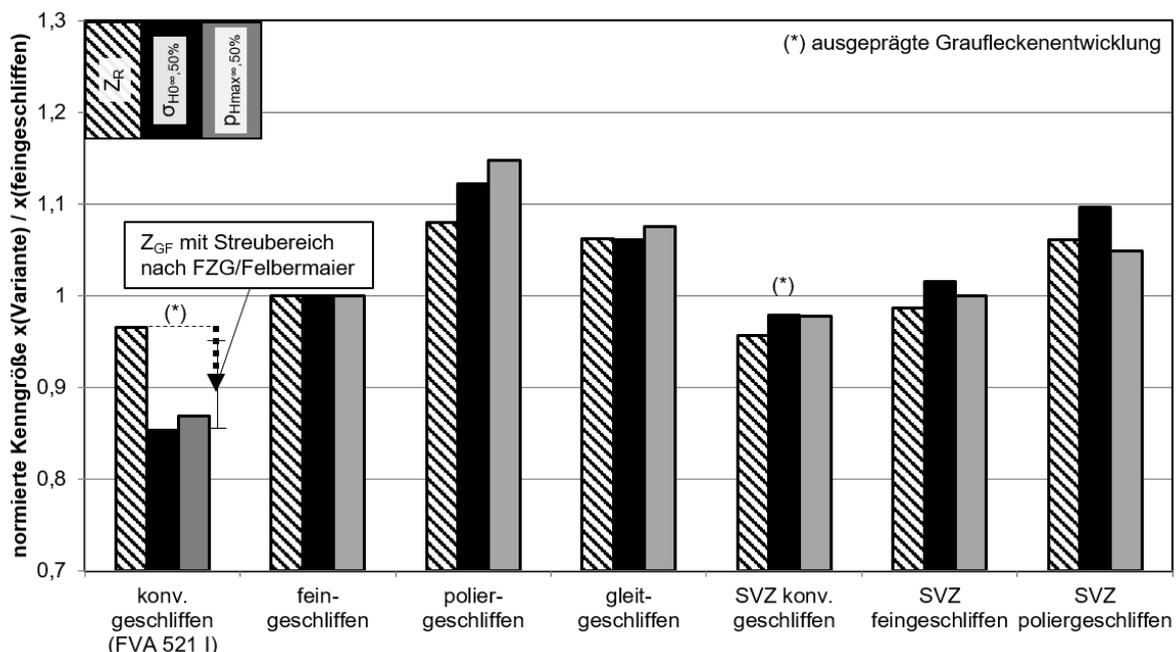


Abb. 1: Relativer Rauheitsfaktor und relative Tragfähigkeitskennwerte bezogen auf die feingeschliffene Geradverzahnungsvariante (SVZ: Schrägverzahnung)

Entsprechend Abb. 1 konnte gezeigt werden, dass mit zunehmend feinen Oberflächenrauheiten eine Erhöhung der Grübchentragfähigkeit einhergeht. Beim Vergleich

der polier- und gleitgeschliffenen Zahnradvarianten zeigt sich, dass durch Polierschleifen vergleichbare oder sogar höhere Tragfähigkeitskennwerte realisierbar sind. Basierend auf diesen Ergebnissen wird abgeleitet, dass die im Rahmen der Vorgängervorhaben erweiterten Berechnungsverfahren auch auf poliergeschliffene Zahnräder anwendbar sind. Anhand von Versuchen wurde gezeigt, dass die Erkenntnisse zum positiven Einfluss der feinen Zahnflankenoberflächen auf praxisnahe Schrägverzahnungen übertragbar sind, sofern durch geeignete Flankenkorrekturen Schäden aufgrund ungleichmäßiger Lastverteilung verhindert werden. Im Rahmen einer umfangreichen Messstudie hat sich gezeigt, dass der arithmetische Mittenrauwert  $R_a$  sowie insbesondere die gemittelte Rautiefe  $R_z$  für die Beurteilung von Zahnflankenoberflächen geeignet sind. Kein anderer, der im Rahmen dieser Arbeit untersuchten Rauheitskennwerte, zeigt das Potenzial zur Verbesserung des Berechnungsverfahrens für den Rauheitsfaktor  $ZR$ . Des Weiteren wurde festgestellt, dass zur Realisierung des Tragfähigkeitspotenzials von Kugelstrahlverfahren in Kombination mit Polierschleifen oberflächeninduzierte Schäden durch vorzeitigen Eingriff oder geometrische Unstetigkeiten ausgeschlossen werden müssen. In den Pulsatorversuchen wurde festgestellt, dass hochfein bearbeitete Zahnfußrundungen zu keinem nennenswerten Einfluss auf die Zahnfußtragfähigkeit führen, sofern die geometrischen, metallographischen und röntgenographischen Eigenschaften der Zahnräder vergleichbar sind. Durch Polierschleifen mit geringem Materialabtrag können durch vorheriges Kugelstrahlen allerdings ausgeprägte Druckeigenspannungen in der oberflächennahen Randzone bei gleichzeitig feinen Oberflächenrauheiten und damit erhöhte Zahnfußtragfähigkeiten realisiert werden. Das Wirkungsgradverhalten von unterschiedlich endbearbeiteten Zahnrädern ist von den Betriebsbedingungen und dem daraus resultierenden Schmierungszustand abhängig. Für die poliergeschliffene Zahnradvariante zeigen sich insbesondere in Bereichen mit niedrigen resultierenden mittleren Verzahnungsreibungszahlen Effizienzvorteile gegenüber konventionell geschliffenen Zahnrädern.

**Autor:** **Dominik Kratzer**  
Technische Universität München, TUM School of Engineering and Design  
Lehrstuhl für Maschinenelemente, Forschungsstelle für Zahnräder und  
Getriebesysteme

**Kontakt:** Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA)  
**Henrik Schenk**  
T 069- 66 03- 11 27

**Das IGF-Vorhaben IGF-Nr. 20181-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 Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.**



Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

## Hintergrundinformationen zur FVA

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

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).