

## Erweiterte Tellerradgrübchentragfähigkeit

### Untersuchungen zur erweiterten Quantifizierung der Tellerradgrübchentragfähigkeit bei Kegelrad- und Hypoidverzahnungen

Kegelräder gehören wie auch Stirnräder und Wälzlager zu den Grundelementen des Maschinen-, Fahrzeug- und Anlagenbaus. Auf Grund der stetig steigenden Leistungsdichte im Antriebsstrang sind sie im Einsatz unterschiedlichen, meist hohen Beanspruchungen infolge statischer sowie dynamischer Belastungen ausgesetzt. Eine bei Kegelrädern im Praxiseinsatz immer wieder auftretende Schädigung der Flanken stellt die Schadensart Grübchen dar. Ein bekannter Einfluss auf die Grübchentragfähigkeit, der bislang in den gebräuchlichen Rechenverfahren weder für Stirn- noch für Kegelräder berücksichtigt wird, ist die Treibrichtung. In diesem Forschungsvorhaben wurde daher die Grübchentragfähigkeit von Stirnrad- wie auch Kegelrad- und Hypoidgetrieben unter Berücksichtigung des Treibrichtungseinflusses systematisch untersucht.

Aufbauend auf theoretischen Arbeiten zur Bestimmung des Reibkrafteinflusses auf die Zahnnormalkraft, zur Bestimmung der lokalen Schmierfilmdicken unter Berücksichtigung der Kontakttemperatur sowie zur Entstehung von Grauflecken bei Treibrichtungsumkehr, wurden in Stirnradstichversuchen die sich durch unterschiedliche Treibrichtung ändernden Eingriffsverhältnisse und der Einfluss des Schrägungswinkels untersucht. Zur Klärung des Einflusses von kegelrad- und hypoidspezifischen Parametern auf die Grübchentragfähigkeit bei Treibrichtungsumkehr wurden weitere experimentelle Untersuchungen an Kegelrad- und Hypoidverzahnungen durchgeführt.

Erstmals wurde auch der maßgebende Einfluss der Graufleckenbildung auf die Grübchentragfähigkeit bei unterschiedlichen Treibrichtungen gezeigt (siehe Bild 1). Bisher noch unberücksichtigte Einflussfaktoren auf die Mechanismen zur Graufleckenentstehung konnten somit identifiziert werden. Die Erkenntnisse lassen sich gut mit den bisherigen Modellvorstellungen und Ergebnissen experimenteller Untersuchungen in Einklang bringen. Die Anteile stemmenden und ziehenden Gleitens auf der Zahnflanke konnten als Einflussgrößen auf Grauflecken- und Grübchentragfähigkeit identifiziert werden und bilden somit ein neues Auslegungskriterium für die praktische Anwendung, wenn hohe Zeitanteile mit treibendem Tellerrad (Rekuperationsbetrieb bei Hybrid-/E-Fahrzeugen) vorhanden sind. Ebenso wurde wie bereits in früheren Vorhaben gezeigt, dass vorhandene Graufleckigkeit an Kegel- und Hypoidverzahnungen die Grübchentragfähigkeit massiv steigern kann. Insgesamt trägt das durchgeführte Vorhaben somit maßgebend zur Erweiterung des Wissens hinsichtlich der Entstehungsmechanismen von Graufleckigkeit und Grübchen bei. Als Kernaussage dieses Forschungsvorhabens bleibt festzuhalten, dass bei üblichen Übersetzungen ein Ausfall des Tellerrades durch Grübchen unabhängig von der Treibrichtung nicht zu erwarten ist.



**Bild 1: Kegelritzelzahn bei treibendem Kegelritzel nach 3 Mio. Lastwechseln (links) und bei treibendem Tellerrad nach 19 Mio. LW (rechts), markiert ist die aktive Flanke**

**Autoren:** T. Reimann  
TU München, Forschungsstelle für Zahnräder und Getriebebau, FZG

**Kontakt:** Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA)  
**Christian Kunze**  
T 069- 66 03- 16 74

**Das IGF-Vorhaben IGF-Nr. 18377-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 rund 210 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 über 200 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).**