

Tribologisch optimierte Auslegung von Innenverzahnungen

In diesem Forschungsvorhaben wurde der Wissensstand zur Flankentragfähigkeit von Innenverzahnungen erweitert. Insbesondere der Einfluss der Gleitverhältnisse auf die Grübchentragfähigkeit sowie das Grauflecken- und Verschleißverhalten wurde untersucht.

Innenverzahnungen bieten, im Gegensatz zu Außenverzahnungen, die Möglichkeit, den Wälzpunkt C vergleichsweise einfach außerhalb der Eingriffsstrecke der Verzahnung zu legen. Damit kann, je nach Auslegung, entweder am Planeten oder am Hohlrad negatives spezifisches Gleiten vollständig vermieden und der Betrag des spezifischen Gleitens reduziert werden. Durch die Verschiebung des Wälzpunktes kann also die Grauflecken-, Grübchen- und Verschleißtragfähigkeit von Innenverzahnungen beeinflusst werden. Ergebnisse systematischer Untersuchungen zu diesen Einflussgrößen lagen bisher allerdings nicht vor. Die Tragfähigkeitsreserven der Werkstoffe im Bereich positiven spezifischen Gleitens waren nicht quantifiziert und existierende Berechnungsverfahren zur Flankentragfähigkeit waren für Verzahnungen mit einem außerhalb der Eingriffsstrecke liegenden Wälzpunkt nicht verifiziert.

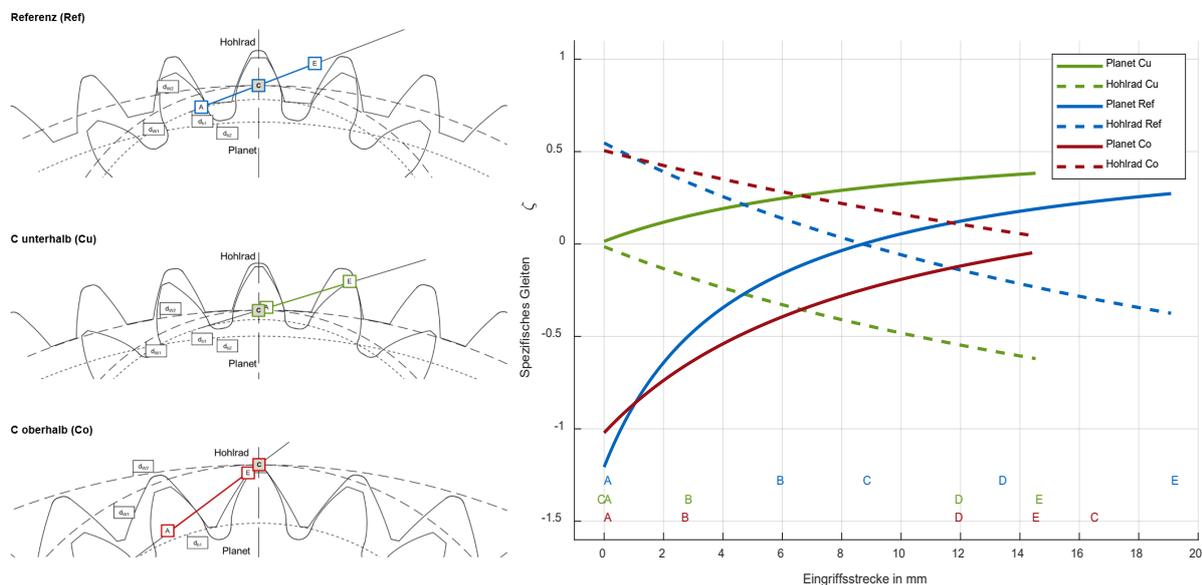


Bild: Geometrie und spezifisches Gleiten der untersuchten Innenverzahnungen (Planet treibt)

Für die Untersuchungen wurden drei geeignete Verzahnungsgeometrien identifiziert, Als Referenz wurde eine Geometrie mit ausgeglichenen Gleitverhältnissen (Wälzpunkt etwa in der Mitte der Eingriffsstrecke) festgelegt, die bereits in den umfangreichen Untersuchungen der Vorgängervorhaben erfolgreich eingesetzt wurde. Davon wurden zwei Verzahnungsvarianten abgeleitet, deren Wälzpunkt unterhalb bzw. oberhalb der Eingriffsstrecke liegt. Somit wird gezielt bei einer Variante der Planet durch rein

positives Gleiten (C unterhalb), bei der anderen Variante durch rein negatives Gleiten (C oberhalb) beansprucht – am Hohlrad genau umgekehrt.

Damit wurden umfangreiche theoretische und experimentelle Untersuchungen zum Einfluss der Lage des Wälzpunkts und der Gleitverhältnisse auf der Zahnflanke an Innenverzahnungen durchgeführt. Die Ergebnisse bestätigen einen deutlichen Einfluss der Gleitverhältnisse und zeigen, dass eine signifikante Tragfähigkeitssteigerung für den Partner mit positivem spezifischem Gleiten möglich ist. Anhand der Ergebnisse wurden Tragfähigkeitskennwerte und Grenzbelastbarkeiten für verschiedene praxisrelevante Werkstoffpaarungen abgeleitet und in den Stand des Wissens eingeordnet.

Auf Basis aller Erkenntnisse wurden die bestehenden Berechnungsverfahren zur Grübchen-, Grauflecken- und Verschleißtragfähigkeit überprüft und teilweise Vorschläge zur Erweiterung ausgearbeitet, die eine quantifizierte Berücksichtigung des Einflusses der Gleitverhältnisse auf die Flankentragfähigkeit von Innenverzahnungen erlauben. Schließlich wurden identifizierte Tragfähigkeitspotenziale von Verzahnungen mit unausgeglichene Gleitverhältnissen zusammengestellt und Empfehlungen zur tribologisch optimierten Auslegung von Innenverzahnungen abgeleitet.

Die Erkenntnisse des Forschungsvorhabens liefern einen wesentlichen und innovativen Beitrag zur Erhöhung der Leistungsdichte von Hochleistungsgetrieben durch eine bedarfsgerechtere Verzahnungsauslegung mit höchster Werkstoffausnutzung, wodurch längere Laufzeiten möglich sind und kosten- und CO₂-intensive Ressourcen eingespart werden können.

Autoren: **Michael Geitner, M.Sc.**
Technische Universität München
Forschungsstelle für Zahnräder und Getriebesysteme (FZG)

Kontakt: Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA)
Dirk Arnold
T 069- 6603 -1632

Das IGF-Vorhaben IGF-Nr. 20065 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

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Hintergrundinformationen zur FVA

Die FVA (Forschungsvereinigung Antriebstechnik e. V.) ist das weltweit erfolgreichste und größte Forschungs- und Innovationsnetzwerk in der Antriebstechnik. Zusammen mit rund 200 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 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.**