

Methode zur Erkennung und Vermeidung von Eingriffsstörungen im hochelastischen Umfeld

Die Kenntnis über die exakten Kontaktbedingungen im Zahneingriff ist die Grundlage zur Auslegung effizienter Verzahnungskorrekturen, die sich direkt auf das Trag- und Anregungsverhalten von Stirnradverzahnungen auswirken. Die exakte Bestimmung der Verlagerung der Berührlinien unter Last ist bisher nur mit zeitaufwendigen, kommerziellen Kontaktfindungsalgorithmen möglich. Durch den hohen Modellierungsaufwand und das notwendige Expertenwissen ist der industrielle Einsatz allerdings nur in Ausnahmefällen sinnvoll.

Das Ziel dieses Forschungsvorhabens war es, die etablierte FE-basierte Zahnkontaktanalyse STIRAK zur Berücksichtigung der Berührlinienverlagerungen unter Last zu erweitern. STIRAK bietet momentan, neben kommerziellen Voll-FE-Ansätzen, die exakteste Methode zur Berücksichtigung sämtlicher Verformungsanteile aus dem Zahnkontakt sowie deren Wechselwirkungen aufeinander. Der Vorteil der Berechnungseffizienz von STIRAK liegt unter anderem in der Vorberechnung der Berührlinien begründet, wobei eine Berührlinienverlagerung sowie die Verlängerung des Eingriffsgebiets unter Last vernachlässigt wird.

Die in diesem Forschungsprojekt umgesetzte Methode bietet die Möglichkeit, eine Veränderung des Kontaktbereichs, wie er insbesondere für nachgiebige Werkstoffe oder große Verlagerungen auftritt, in der Berechnung zu berücksichtigen. Außerdem wurde eine Methode bereitgestellt, mit der der Betrag und die Länge einer notwendigen Profilrücknahme FE-basiert ermittelt werden kann, da gerade der Kontaktbeginn sowie die Vermeidung eines vorzeitigen Zahneintritts für das Anregungsverhalten sowie die Tragfähigkeit entscheidend sind. In **Bild 1** sind die Problemlage sowie die Zielsetzung des Forschungsprojekts dargestellt.

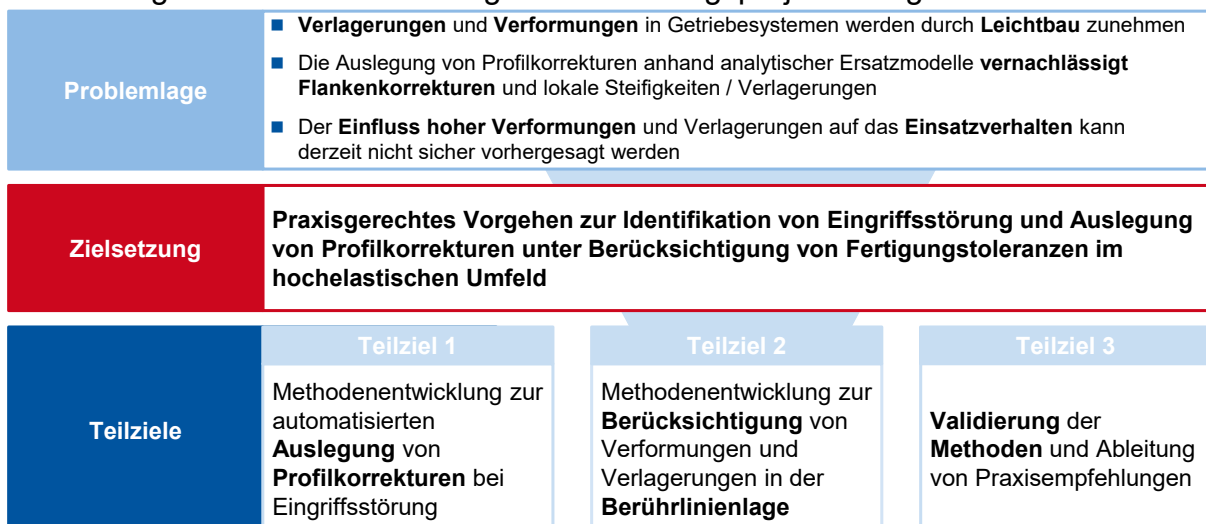


Bild 1: Ausgangslage, Zielsetzung und Teilziele des Projekts FVA 127 X

Das Forschungsprojekt, untergliedert in fünf Arbeitspakete, stellt eine Methode bereit, mit der die Berechnung des Einflusses von Achslageabweichungen sowie Mikrogeometrien auf das Einsatzverhalten einer Stirnradverzahnung quasistatisch

möglich ist, wobei die tatsächliche Berührfläche und Verlängerung der Eingriffsstrecke abgebildet wird. Auf diese Weise kann die Berechnungsgenauigkeit für eine präzisere Auslegung gesteigert werden. Darüber hinaus wurde, basierend auf diesem Kontaktansatz, eine Vorgehensweise entwickelt, mit der Profilkorrekturen zur Vermeidung eines vorzeitigen Zahneingriffs durchdringungs-basiert ausgelegt werden können. Dies stellt eine unabhängige Auslegungs- und Kontrollmöglichkeit dar und ist für beliebige linear-elastische Werkstoffe möglich. So können, basierend auf der Mikrogeometrie der Stirnräder, individuell erforderliche Rücknahmebeträge ermittelt werden, um unerwünschte Folgen des vorzeitigen Zahneintritts abzuwenden.

Der methodischen Entwicklung wurde eine umfangreiche Reihe an Validierungsmessungen nachgeschaltet, bei der neben quasistatischen Drehfehlermessungen ebenso dynamische Körperschalluntersuchungen zum Anregungsverhalten durchgeführt wurden, wobei neben einer Prüfverzahnung ebenso eine Serienverzahnung aus dem Elektromobilität eingesetzt wurde. Durch statische Messungen des Zahnein- und -austritts wurde außerdem für die Prüfverzahnung die Realüberdeckung charakterisiert. Die Prüfstandsuntersuchungen zeigen die Eignung der Profilkorrekturauslegungsmethode sowie hinsichtlich der Akustik und Überdeckung die Abbildungsgüte des Kontaktberechnungsansatzes auf. Das übergeordnete Ziel des Forschungsvorhabens konnte somit erreicht werden.

Autoren: Prof.-Dr.-Ing. Christian Brecher
Christian Westphal M.Sc.
Laurenz Roth M.Sc.

Werkzeugmaschinenlabor (WZL) der RWTH Aachen University – Lehrstuhl für Werkzeugmaschinen

Kontakt: Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA)
Christian Kunze
T 069- 6603 -1674

Das IGF-Vorhaben IGF-Nr. 21248 N der Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA) wurde im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages mit den Mitteln der [IGF](#) gefördert.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Die Industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF)

Die [Industrielle Gemeinschaftsforschung \(IGF\)](#) ist ein europaweit erfolgreiches, themenoffenes und vorwettbewerbliches Förderprogramm des [Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz \(BMWK\)](#), das kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) einen einfachen Zugang zu praxisorientierter Forschung und zu aktuellen Forschungsergebnissen ermöglicht. In der IGF bestimmen Unternehmen bzw. Verbände, Forschungsvereinigungen und Forschungseinrichtungen gemeinsam den Forschungsbedarf und die Forschungsthemen ihrer Branche. Die Begleitung der Forschungsprojekte durch die Unternehmen garantiert die Praxisnähe der Forschungsprojekte. Die Ergebnisse der IGF-Projekte sind öffentlich und stehen allen interessierten Unternehmen zu gleichen Bedingungen zur Verfügung. So stärkt die IGF die Wettbewerbsfähigkeit des Mittelstands in Deutschland und trägt damit maßgeblich zu Deutschlands Innovationsouveränität bei.

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, finanziert über die IGF und Eigenmittel 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.