

Entwicklung einer Prüfmethode zur Bestimmung der Zeitschwellfestigkeit von Kunststoffzahnradern mittels Pulsatorversuchen

Festigkeitswerte zur Zahnfuß- und Zahnflankentragfähigkeit von Zahnradern werden in der Regel anhand experimenteller Lebensdauerversuche ermittelt. Während die Zahnflankentragfähigkeit im Laufversuch untersucht werden kann, ist eine Untersuchung der Zahnfußtragfähigkeit grundsätzlich sowohl im Lauf- als auch im Pulsatorprüfstand möglich. Der Pulsatorversuch stellt dabei aufgrund verschiedener Vorteile das insgesamt wirtschaftlichere Prüfverfahren dar. Versuche zur Zahnfußtragfähigkeit von Kunststoffzahnradern finden jedoch bislang überwiegend in Laufversuchen statt.

Ursache hierfür ist in erster Linie das im Vergleich zu Stahl komplexe Materialverhalten von Kunststoff, wie z. B. die Eigenerwärmung unter Last (siehe Bild 1). Die Eignung des Pulsatorversuchs zur Untersuchung der Zahnfußtragfähigkeit ist für Kunststoffzahnradern daher noch nicht vollständig geklärt. Um die Vorteile des Pulsatorversuchs auch für Kunststoffzahnradern nutzbar zu machen, waren umfangreiche Untersuchungen zum Betriebsverhalten von Kunststoffzahnradern im Pulsator erforderlich, die als Grundlage für die Ableitung einer Prüfmethode dienen und zur schnellen, effizienten und kostengünstigen Ermittlung von Materialkennwerten bzw. der Zahnfußtragfähigkeit thermoplastischer Werkstoffe verwendet werden können.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens erfolgten sowohl theoretische als auch experimentelle Untersuchungen, die zu einem tieferen Verständnis des Materialverhaltens von Kunststoffzahnradern beigetragen haben. Mit Hilfe der Finite-Elemente-Methode erfolgte zunächst eine detaillierte Betrachtung der Beanspruchungsverhältnisse von Kunststoffzahnradern im Pulsator unter Berücksichtigung der Zahnverformung, die infolge der niedrigen Werkstoffsteifigkeit signifikant höher ist als bei Stahlzahnradern. In experimentellen Versuchen wurde des Weiteren die Zahnfußtragfähigkeit von Kunststoffzahnradern im

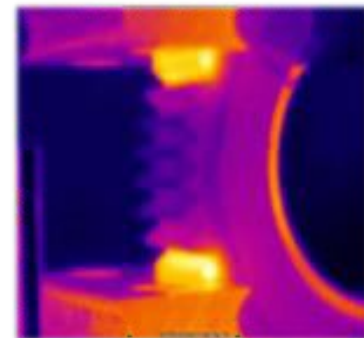


Bild 1: Anstieg der Zahn-temperatur infolge dynamischer Beanspruchung im Pulsator

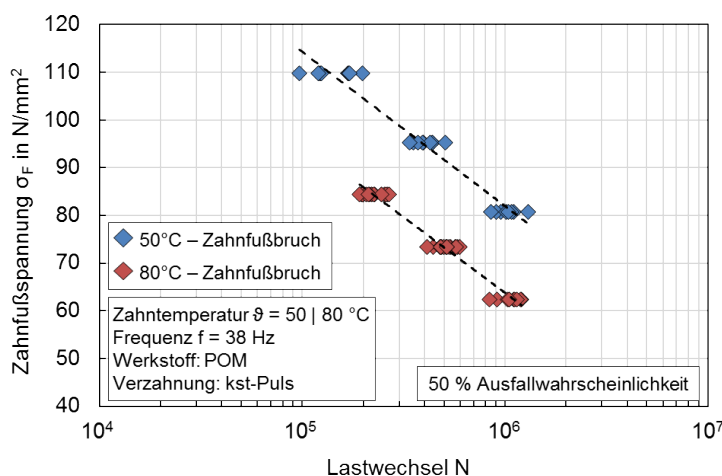


Bild 2: Einfluss der Zahn-temperatur auf die Lebensdauer im Pulsator

Pulsator umfassend untersucht. Neben dem thermischen Betriebsverhalten mit umfangreichen Zahn-temperaturmessungen bildeten Untersuchungen zur Lebensdauer den zentralen Punkt der experimentellen Versuche. Dabei konnten für den Werkstoff POM sowohl im Lauf- als auch im Pulsatorversuch vergleichbare Schadensbilder festgestellt werden. Des Weiteren zeigt sich wie auch im Laufversuch eine deutliche Abhängigkeit der Lebensdauer von der

Zahntemperatur, was sich in einer parallelen Verschiebung der Wöhlerlinie äußert (siehe Bild 2). Eine direkte Gegenüberstellung der ermittelten Lebensdauer von Pulsator- und Laufversuch unter vergleichbaren Versuchsbedingungen zeigt für den Pulsator einen insgesamt steileren Verlauf der Wöhlerlinie, was besonders im Bereich hoher Lastwechselzahlen zu einer niedrigeren bzw. konservativeren Lebensdauer im Pulsatorversuch führen kann. Trotz der Unterschiede im Verlauf der Wöhlerlinien erscheint der Pulsatorversuch, bei entsprechender Versuchsdurchführung und -auswertung sich grundsätzlich gut für die Bestimmung der Zahnfußtragfähigkeit von Kunststoffzahnradern zu eignen.

Autoren: **Stefan Reitschuster, M. Sc.**
 TU München
 Lehrstuhl für Maschinenelemente / Forschungsstelle für Zahnräder und
 Getriebesysteme (FZG)

Kontakt: Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA)
Dr. Stefan Groß
 T 069- 6603 -1127

Das IGF-Vorhaben IGF-Nr. 21797 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 Innovationssouveränität 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.