

*Kurzfassung Dissertation Michael Hochmann, 2011*

## **Zahnradtragfähigkeit bei Schmierung mit Getriebefließfetten**

Neben Getriebeölen werden auch Getriebefette zur Schmierung von Zahnradgetrieben verwendet. Heutzutage wird zwar die überwiegende Anzahl von Getrieben mit Getriebeölen geschmiert, bei Getrieben mit schwierigen Dichtungsverhältnissen oder offen laufenden Antrieben kann aber auf die Verwendung von Getriebefetten nicht verzichtet werden. Die Getriebefette werden stets mit den Getriebeölen, auf welchen sie basieren, verglichen und es wird von fettgeschmierten Getrieben erwartet, dass sie ölgeschmierten Getrieben hinsichtlich der Leistungsdichte um nichts nachstehen.

Diese Arbeit untersucht systematisch den Einfluss von Getriebefließfetten auf das Reibungsverhalten, die Schmierfilmbildung und die Zahnradtragfähigkeit. Die verwendeten Getriebefließfette liegen in NLGI-Klasse 00 und werden hinsichtlich Grundölviskosität, Verdicker, Festschmierstoffanteil und Additivierung variiert.

In Grundlagenuntersuchungen werden am Zweischeibenprüfstand für Getriebefließfette das Reibungsverhalten und die Schmierfilmbildung systematisch untersucht. Die Versuchsergebnisse zeigen, dass Getriebefließfett im hochbelasteten EHD-Kontakt gleiche Reibungszahlen wie sein Grundöl besitzt. Folglich ist für die Reibungszahl von Getriebefließfetten das Grundöl maßgebend. Die Ergebnisse der integralen Schmierfilmdickenmessungen zeigen, dass die Schmierfilmdicke in hochbelasteten EHD-Kontakten bei Schmierung mit Getriebefließfetten durch die Viskosität des Grundöls bestimmt wird. Verdickerart und Verdickerkonzentration haben nur einen geringen Einfluss auf die gemessene Schmierfilmdicke. Für praktische Anwendungen kann für Getriebefließfette die Schmierfilmdicke mit der Grundölviskosität nach Ertel/Grubin hinreichend genau berechnet werden, wenn der thermische Korrekturfaktor nach Murch/Wilson berücksichtigt wird.

Die Zahnradtragfähigkeit von Getriebefließfetten wird systematisch am FZG-Zahnradverspannungsprüfstand untersucht. Die Fresstragfähigkeit und Grübchentragfähigkeit werden durch die Viskosität des Grundöls dominiert, das Verschleißverhalten eher nicht. Der Verdickereinfluss auf die Zahnradtragfähigkeit ist gering. Bei Hinzugabe von Festschmierstoff Graphit kann es zu erhöhtem Verschleiß kommen. Die Zahnradtragfähigkeit von Getriebefließfetten kann mit der Viskosität des Grundöls berechnet werden, ggf. ist eine stärkere Erwärmung von Getriebefließfetten zu berücksichtigen. Für die Berechnung der Fresstragfähigkeit nach DIN 3990-4 sowie die Berechnung des Verschleißverhaltens nach Plewe stehen für die untersuchten Schmierstoffe Kennwerte zur Verfügung, welche den Einfluss der Fettschmierung berücksichtigen. Für die an vergüteten Zahnradern untersuchten Getriebefließfette korreliert die Berechnung der Grübchentragfähigkeit nach DIN 3990-2 unter Berücksichtigung von deren Grundölviskosität gut mit der experimentell ermittelten Grübchentragfähigkeit. Bei einsatzgehärteten Verzahnungen kann für die untersuchten Getriebefließfette eine gute Übereinstimmung der experimentellen und berechneten Grübchentragfähigkeit erreicht werden, wenn zusätzlich zu DIN 3990-2 der Berechnungsansatz nach Knauer unter Berücksichtigung von zutreffenden, z.B. experimentell bestimmten Reibungszahlen angewendet wird, aufgrund der stärkeren Erwärmung im Betrieb.

Die Untersuchungen zum Wirkungsgrad von Verzahnungen haben gezeigt, dass im Bereich der Grenzreibung und hohen Schmierstofftemperaturen bei Getriebefließfetten der Verdickeranteil einen reibungsmindernden Einfluss im Vergleich zum Grundöl hat.