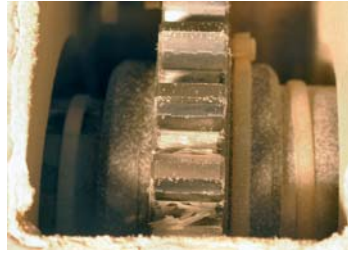


**Kontakt:**  
 Sächsische PatentVerwertungsagentur  
 der GWT-TUD GmbH  
 Tel: +49-351-87 34 1730  
 Fax: +49-351-87 34 1722  
 www.GWTonline.de  
 Margit Weigelt  
 Tel: +49-351-8734 1772  
 E-Mail: Margit.weigelt@gwtonline.de

Die Erfindung betrifft den ölfreien Betrieb von leistungsübertragenden Zahnradgetrieben. Der Einsatz von Schmierstoffen (meist Öle, seltener Fette) wird hier meist als notwendiges Übel betrachtet, da ohne einen trennenden Gleitfilm zwischen den Zahnflanken in kürzester Zeit eine Schädigung der Verzahnung bis hin zum Totalausfall zu erwarten ist. Die Funktion des Schmierstoffes beschränkt sich nicht nur auf die Trennung der Oberflächen und die damit verbundene Reduzierung des Reibwertes. Ebenso wichtig ist die Abfuhr der entstehenden Verlustwärme und von Verschleißpartikeln. Ziel der erfindungstechnischen Lösung ist es daher, solche Schmierstoffe zu finden, die nicht die Nachteile einer Ölschmierung (aufwändige Wartung, Notwendigkeit komplexer Dichtungssysteme, toxische Additive,...) aufweisen, jedoch den hohen Belastungen im Verzahnungskontakt standhalten.



## Maschinenbau Ölfreie Getriebeschmierung mit Polytetrafluorethylen-Festschmierstoffen (PTFE)

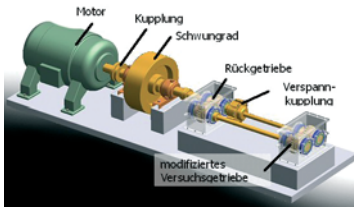


Abb. 1:  
 Versuchsaufbau

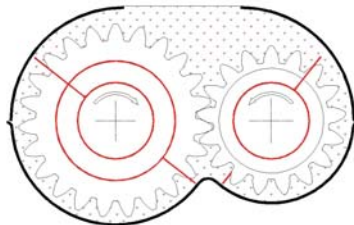


Abb. 2:  
 Modifiziertes Getriebegehäuse mit Leit- und Verwirbelungseinrichtung

Einige Polymere, wie PTFE, sind als Festschmierstoffe in Form massiver Körper (z. B. in Gleitlagern) bekannt. Diese Applikationsform ist aber aufgrund der geringen Festigkeit und begrenzten thermischen Belastbarkeit von Kunststoffen allenfalls für gering belastete Verzahnungen zu nutzen. In Form eines pulverförmigen Schmierstoffes, der einen sich ständig regenerierenden Schmierfilm auf den Flanken konventioneller Stahlzahnäder sicherstellt, wäre eine Anwendung jedoch sinnvoll möglich.

Der Kreislauf des Schmierstoffes ist dabei durch die Verwirbelung des Pulvers im Gehäuse sicherzustellen. Die ausreichende Verwirbelung sowie die Regenerierung des Schmierfilmes sind aber nur mit zusätzlichen Mitteln zu erzielen, da sich das Polymerepulver nicht wie ein Fluid (Öl) verhält. Zur Gewährleistung des Schmierstoffkreislaufes wurden sowohl auf den Getriebewellen als auch auf den Bündeln der Zahnäder elastische Peitschen angebracht. Unterbleibt die Anbringung der Peitschen, graben sich die Zahnäder rasch frei und eine weitere Verwirbelung findet nicht statt. Zusätzlich wurden im Getriebegehäuse Leichtbleche angebracht, die eine Ablagerung des Pulvers in unzureichend ventilerten Zonen des Gehäuses unterbanden. (Abb. 2)

Mehrere Versuche zum Nachweis der prinzipiellen Wirksamkeit von PTFE-Mikropulvern als Getriebeschmierstoff, zunächst durch Ausrollversuche, ergaben, dass eine grundlegende Funktionsfähigkeit dieser Polymerpulverschmierung gegeben ist. Die Ausrollzeiten der Versuche mit PTFE-Pulverschmierung waren signifikant länger als die der Versuche mit ölbefetzten Flanken, was auf geringere Verluste hindeutet. Sich anschließende Dauerversuche mit für einsetzgehärtete Verzahnungen typischen Belastungen unterstreichen diese Ergebnisse. Es konnten

bis zu 10 Millionen Lastwechsel schadensfrei erreicht werden, bis die Versuche aus Zeitgründen abgebrochen wurden (nominelle Flankenpressung  $\sigma_{HO} = 1200 \text{ N/mm}^2$ , Drehzahl  $n = 1200 \text{ min}^{-1}$ , Verzahnung: Modul  $m = 6 \text{ mm}$ ,  $z_1=17$ ,  $z_2 = 23$ ).

Aufgrund der fehlenden Wärmeableitung durch das Pulver sind die sich einstellenden Zahnmasstemperaturen jedoch höher als bei ölgeschmierten Getrieben. Dieses Verhalten ist unkritisch, solange dauerhaft keine Temperaturen über  $150^\circ \text{ C}$  erreicht werden.

Eine Kombination der PTFE Pulverschmierung mit einer verschleißfesten und reibungsarmen DLC (Diamond Like Carbon) - Zahnflankenbeschichtung würde die Vorteile beider Schmierungsvarianten kombinieren. Die Senkung des Reibkoeffizienten durch die Beschichtung könnte geringere Massentemperaturen durch verringerte Verluste zur Folge haben.

Polymerpulver sind als Getriebeschmierstoff grundsätzlich geeignet, wenn erforderliche Änderungen am Getriebegehäuse, wie Leitbleche oder andere Verwirbelungseinrichtungen, angebracht werden. Es steht somit ein im Betrieb umweltfreundlicher und physiologisch unbedenklicher Schmierstoff zur Verfügung, der aufgrund der reduzierten Schmierstoffmenge und vereinfachter Dichtungssysteme auch kostengünstiger sein kann. ■