Kurzfassung Dissertation Jan-Friedrich Süßmuth, 2003

Eignungsbeurteilung von Schmierstoffen für stufenlose Umschlingungsgetriebe

Stufenlose Umschlingungsgetriebe (CVT) im Antriebsstrang von Kraftfahrzeugen ermöglichen verbrauchs- und emissionsoptimierte Kraftfahrzeuge, die gleichzeitig gute Fahrdynamik und hohen Komfort aufweisen. Ein CVT-Getriebesystem besteht aus dem hydraulisch angesteuerten Variator mit reibschlüssiger Kraftübertragung und gegebenenfalls Zahnradstufen sowie nasslaufenden Reibkupplungen bzw. –bremsen. Erst bei vertiefter Kenntnis der besonderen Anforderungen an den Schmierstoff in einem derartigen CVT-Getriebesystem können spezielle CVT-Schmierstoffe formuliert werden, deren Eigenschaften die gezielte Gestaltung der mechanischen Komponenten und den wirtschaftlichen Betrieb ermöglichen.

Gegenstand dieser Arbeit ist es, Versuchsmethodiken und Kenngrößen zu erarbeiten, an Hand derer eine Eignungsbeurteilung von Schmierstoffen für stufenlose Umschlingungsgetriebe vorgenommen werden kann.

In den dazu auf dem FZG-CVT-Prüfstand CVT1 durchgeführten Untersuchungen an drei verschiedenen Umschlingungsmittelsystemen wird drei speziellen CVT-Schmierstoffen ein ATF als Referenzschmierstoff gegenübergestellt.

Die erforderlichen Anpresskräfte bestimmen Bauteilbelastung und Wirkungsgrad eines CVT-Getriebes maßgeblich. Der Anpressbedarf ist daher eine wesentliche Kenngröße eines CVT-Öls. Die Eignung des quasistationären $\square_{max}$-Verfahrens zur experimentellen Ermittlung des Anpressbedarfs wird für Schubgliederband- und Zuggliederketten-Getriebe bestätigt. Bei verschiedenen Übersetzungen und Betriebsbedingungen lassen die sehr gut reproduzierbaren Versuche einen eindeutigen Trend im Anpressbedarf der Versuchsöle erkennen. Überlastversuche zur Bestimmung des Schädigungsverhaltens beim Durchrutschen des Variators in Folge von Überlastung erfolgen mit einer betriebssicheren Versuchsmethodik mit geblocktem Antriebsscheibensatz. Zur quantitativen Beschreibung der Veränderungen an den mittels Konturograph und 3D-Oberflächentopografiemessanlage untersuchten Oberflächen der Reibpartner ist die Kenngröße sR_k+sR_{pk} geeignet. In Bezug auf die Anpressbedarfsversuche ergibt sich in den Überlastversuchen ein Abstand der Rutschgrenze vom $\square$-Maximum von bis zu 20 %. Die Untersuchung des Verschleißverhaltens der Versuchsöle erfolgt in Mehrstufen-Versuchen von 500 h Laufzeit mit Anteilen in Konstantübersetzung und Dauerverstellung bei Nennlasten unterhalb der Dauerfestigkeit. Je nach Umschlingungsmittel-System und Schmierstoff werden die Verschleißversuche ohne betriebsrelevante Veränderung des Laufverhaltens abgeschlossen bzw. führen zu Grübchenbildung, Grauflecken und Reibungszahlabfall sowie zu Brüchen, Längung und Breitenverschleiß an den Umschlingungsmitteln.

Begleitende Körperschallmessungen am Variatorprüfstand erweisen sich als nicht geeignet, Schmierstoffunterschiede bezüglich des Geräuschverhaltens zu ermitteln. Standardisierte Zahnradtests sowie der FZG-Langsamlauf-Verschleißtest bestätigen die Zahnradeignung von dreien der vier Versuchsöle. Brems- und Dauerschlupfversuche am FZG-Reibschwingprüfstand RS-1 belegen, dass für die Charakterisierung des Reibschwingverhaltens der Schmierstoffe die Durchführung von Bremsversuchen hinreichend ist.

Als kostengünstiges Verfahren für ein erstes Screening von Ölkandidaten im Entwicklungsprozess insbesondere im Hinblick auf den Anpressbedarf dient die im Vorhaben entwickelte Modellprüfmethode mit translatorisch oszillierend auf einer Platte bewegten Kugeln. Die auf dem Modellprüfstand ermittelten Reibungszahlen zeigen eine gute Korrelation mit mittels mathema-

tischer Modelle aus den Anpressbedarfsversuchen abgeleiteten Reibungszahlen.