

*Kurzfassung Dissertation Christian Mosbach, 2002*

## **Das Reibungs- und Reibschwingverhalten nasslaufender Lamellenkupplungen**

Bei nasslaufenden Kupplungen und Bremsen können je nach Einsatzfall Geräuscentwicklung und Schwingungsanregung auftreten. Die auftretenden Reibschwingungen sind der Kategorie der selbsterregten Schwingungen zuzuordnen. Reibschwingungen im Antriebsstrang stellen eine oft nicht unerhebliche zusätzliche dynamische Beanspruchung der Bauteile dar. Durch die Schwingungsanregung hervorgerufene akustisch wahrnehmbare Geräusche stellen eine ernst zu nehmende Komfortminderung dar.

Zielsetzung der Arbeit war eine systematische Untersuchung des instationären Reibungs- und Reibschwingverhaltens nasslaufender Lamellenkupplungen. Den Schwerpunkt stellt die Untersuchung der sich in der Lamellenkupplung unter spezifischen tribologischen Beanspruchungen und Randbedingungen einstellenden Reibcharakteristik dar. Diese gilt als entscheidender Einflussfaktor für die Entstehung von Reibschwingungen. Durch Variationen des tribologischen Systems hinsichtlich Reibpaarung, Schmierstoff und Beanspruchungen wird der daraus resultierende Einfluss auf Reibungs- und Reibschwingverhalten der Lamellenkupplung bestimmt. Durch begleitende grenzflächenanalytische Untersuchungen sollte das Verständnis der Wirkzusammenhänge von Reibpaarung, Schmierstoff und tribologischer Grenzschicht auf die resultierenden Reibkräfte im Kontakt erweitert werden.

Einen wichtigen Einfluss auf die Reibcharakteristik und das Reibschwingverhalten weist der Schmierstoff auf. Es wurden Variationen der Additivierung und des Ölzustandes (Frisch-/Gebrauchtöl, Verunreinigungen) untersucht. Reibschwingungen können durch geeignete Schmierstoffabstimmung (Grundöl und Additivierung) vermieden werden. Durch Alterung des Schmierstoffs im Betrieb kann jedoch eine Verschlechterung bezüglich Reibungszahlverlauf und Reibschwinganregung eintreten. Eine Beimengung von Wasser führt zu einer kurzfristig deutlichen Verschlechterung des Reibschwingverhaltens. Allerdings wird erhöhter Wasseranteil im Versuch schon bei 40°C Öltemperatur schnell wieder ausgetrieben.

Der Einfluss einzelner Additivbestandteile und die Wechselwirkungen von Additivkombinationen auf das Reibungsverhalten wurden anhand von Modellfluiden untersucht. Es wurden hierbei Friction Modifier, sowie Antiwear- und Detergent-Additivkomponenten verwendet. Analysen der tribologischen Grenzschicht an Stahllamellen und Sinterreibbelägen zeigten unterschiedliche Grenzschichtausbildung in Abhängigkeit des verwendeten Schmierstoffs (Untersuchungen mit verschiedenen Frischöl-Varianten sowie mit im Fahrzeugeinsatz gealtertem Schmierstoff).

Änderungen am Reibbelag können das Reibschwingverhalten nachhaltig beeinflussen; ein Einfluss der Stahllamellen-Endbearbeitung ist in Einzelfällen erkennbar. Die Einglättung der Stahllamellen im Dauerschaltversuch bringt eine Verschlechterung des Reibschwingverhaltens mit sich. In den experimentellen Untersuchungen zeigte sich, dass die Beanspruchungen oft einen starken Einfluss auf das Reibungsverhalten ausüben. In Abhängigkeit des verwendeten Schmierstoffs ist eine entsprechende Beeinflussung durch Flächenpressung und/oder Gleitgeschwindigkeit erkennbar.

Zur Charakterisierung der Reibcharakteristik hinsichtlich Reibschwingverhalten des Kupplungssystems wird der Gradient  $\frac{\mu}{\mu_0} (20 \dots 5\% v_{Gmax})$  definiert. Dies entspricht der Steigung des Reibungszahlverlaufs zwischen 20% und 5% der Ausgangsgleitgeschwindigkeit  $v_{Gmax}$ . Der Kennwert liefert eine Aussage über mögliches Auftreten bzw. Nichtauftreten von Reibschwin-

gungen.