Kurzfassung Dissertation Maximilian Strebel, 2017

Spontanschäden an nasslaufenden Lamellenkupplungen

Nasslaufende Lamellenkupplungen und –bremsen sind wichtige Maschinenelemente, die unter Differenzdrehzahl geschaltet werden können. Deswegen werden sie vielfältig eingesetzt, zum Beispiel als Lastschaltelemente in Doppelkupplungs- und Automatikgetrieben, Wandlerüberbrückungskupplungen oder Rutschkupplungen. Aufgrund der oftmals sicherheitsrelevanten Funktionen sind Ausfälle von Lamellenkupplungen zu vermeiden, wobei Spontanschäden als besonders kritisch anzusehen sind, da sie den Ausfall der Kupplung bereits durch eine einzige Schaltung bewirken können.

In dieser Arbeit wird die Tragfähigkeit nasslaufender Lamellenkupplungen mit organischen und metallischen Reibwerkstoffen hinsichtlich Spontanschäden experimentell und theoretisch untersucht. Die beobachteten Spontanschäden werden systematisch in Kategorien unterschiedlicher Schweregrade eingeordnet und klassifiziert.

Bild 1: Mit Hot Spots geschädigte Lamellenkupplung.

Zur Durchführung der experimentellen Untersuchungen wird eine auf Stufenversuchen basierende Testmethode definiert, mit der die Tragfähigkeit von nasslaufenden Lamellenkupplungen in einem weiten Beanspruchungsbereich untersucht werden kann.

Die Experimente zeigen, dass die untersuchten Kupplungen umso mehr spezifische Reibarbeit schadensfrei ertragen können, je niedriger die maximale spezifische Reibleistung ist bzw. je länger die Rutschphase dauert. Die Ursache hierfür wird in der erhöhten Wärmeabfuhr aus der Reibfläche bei langen Rutschzeiten und somit einer besseren Kühlwirkung gesehen, so dass trotz der höheren spezifischen Reibarbeit kein höheres Temperaturniveau erreicht wird.

Die Zusammenhänge werden in einer Berechnungsmethode zusammengefasst, die die im Mittel für das Auftreten von Spontanschäden erforderliche spezifische Reibarbeit in Abhängigkeit der maximalen spezifischen Reibleistung bzw. der Rutschzeit bestimmt. Mit der Berechnungsmethode kann die Neigung verschiedener Reibsysteme zu Spontanschäden objektiv ermittelt und bewertet werden.

Zweidimensionale Berechnungen der nominellen Reibflächentemperaturen zeigen, dass bei realistischen Wärmeübergangskoeffizienten ein konstanter Temperaturbereich bei Schadenseintritt existieren kann. Aufgrund in der zweidimensionalen Berechnung nicht abbildbarer lokaler Inhomogenitäten der Reibfläche sind jedoch Unschärfen der Ergebnisse vorhanden. Mit einer dreidimensionalen Temperaturberechnung werden hier lokale Überhöhungen der Flächenpressung bis um den Faktor fünf abgeschätzt.

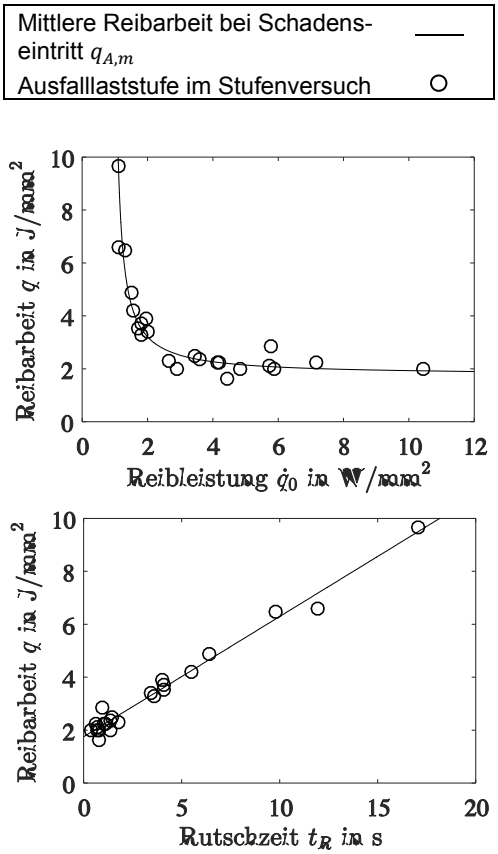

Bild 2: Mittlere Reibarbeit bei Schadenseintritt in Abhängigkeit von der spezifischen Reibleistung (oben) bzw. der Rutschzeit (unten) für eine untersuchte Kupplungsvariante.

Die gewonnenen Erkenntnisse werden in eine Empfehlung für die Applikation und Konstruktion von nasslaufenden Lamellenkupplungen zur Vermeidung von Spontanschäden überführt.