

*Kurzfassung Dissertation Michael Felbermaier, 2016*

## **Untersuchungen zur Graufleckenbildung und deren Einfluss auf die Grübchen-tragfähigkeit einsatzgehärteter Stirnräder**

Grauflecken sowie Grübchen, die sich beide den Ermüdungserscheinungen an einsatzgehärteten Zahnflanken zuschreiben lassen, haben gemeinsam, dass sie unter vergleichbaren Bedingungen auftreten können.

Zur Untersuchung der Graufleckenbildung bei geringen Umfangsgeschwindigkeiten sowie zur Klärung der Auswirkungen von Graufleckigkeit auf die Grübchentragfähigkeit werden in dieser Arbeit umfangreiche theoretische und experimentelle Untersuchungen durchgeführt.

Es werden Grübchen-Wöhlerlinien für unterschiedlich ausgeprägte Graufleckenzustände ermittelt, bzw. Stichversuche im Bereich der Grübchendauerfestigkeit durchgeführt. Dabei werden sowohl die Auswirkungen stagnierender als auch fortschreitender Graufleckigkeit unter Variation der Verzahnungsgeometrie und des Schmierstoffs untersucht. In diesen Untersuchungen zeigt sich, dass Graufleckigkeit die Grübchentragfähigkeit bei den vorliegenden Bedingungen mindert. Diese Minderung ist abhängig von der Ausprägung der Graufleckigkeit auf der Zahnflanke. Bei stärkerer Graufleckigkeit ist auch mit einer größeren Absenkung der Grübchentragfähigkeit zu rechnen. Des Weiteren wird festgestellt, dass im Rahmen der Untersuchungen dieser Arbeit fortschreitende Graufleckigkeit als günstiger zu bewerten ist als bereits vor Versuchsbeginn vorliegende Graufleckigkeit. Bei sehr leichter Graufleckigkeit kann im Vergleich zur Referenz ohne Graufleckigkeit eine hierzu vergleichbare Grübchentragfähigkeit beobachtet werden.

Um die Ergebnisse für die praktische Anwendung nutzbar zu machen, wird der Einflussfaktor Graufleckigkeit  $Z_{GF}$  vorgeschlagen, der in die Berechnung der zulässigen Flankenpressung nach DIN 3990/ ISO 6336 eingeführt werden kann. Somit kann auftretende Graufleckigkeit bereits bei der Auslegung eines Getriebes berücksichtigt werden. Die Anwendung des Faktors wird anhand von Versuchsergebnissen verifiziert.

In den Untersuchungen zum Einfluss der Umfangsgeschwindigkeit auf die Graufleckenbildung zeigt sich ein vergleichbares Verhalten der gemessenen Profilformabweichungen bei unterschiedlichen Umfangsgeschwindigkeiten. Es können jedoch Unterschiede in der Graufleckenfläche festgestellt werden. So ist bei geringeren Umfangsgeschwindigkeiten tendenziell zu früheren Zeitpunkten bereits eine größere Graufleckenfläche vorhanden. Die Untersuchungen werden an unterschiedlichen Verzahnungstypen und -baugrößen durchgeführt. Bei weiterer Reduzierung der Umfangsgeschwindigkeit wird ausschließlich Verschleiß beobachtet.

Grundsätzlich sind die bestehenden Berechnungsverfahren zur Graufleckentragfähigkeit auch bei geringen Umfangsgeschwindigkeiten anwendbar. Im Übergangsbereich zwischen Graufleckigkeit und Verschleiß ist jedoch eine Überlagerung mit Verschleiß nicht auszuschließen. Dies kann die Graufleckenbildung beeinflussen. Auf Grundlage der durchgeführten Analysen werden Grenzbedingungen für die Anwendbarkeit der Berechnungsverfahren zur Graufleckentragfähigkeit vorgeschlagen sowie Empfehlungen für die praktische Anwendung abgeleitet.