

**Bernd Zornek, 2018**

## **Untersuchungen zur Flankentragfähigkeit vergüteter und nitrierter Innen- und Außenverzahnungen**

Durch Nitrieren kann die Tragfähigkeit von Zahnrädern gegenüber dem vergüteten Ausgangszustand maßgebend gesteigert werden. Nitrierte Zahnräder sind in der Regel charakterisiert durch eine dünne, hochharte Verbindungsschicht direkt an der Oberfläche sowie die anschließende, tiefer in den Werkstoff reichende Diffusionsschicht. Die Diffusionsschicht führt bei ausreichender Nitrierhärte NHD in erster Linie zu einer Erhöhung der Grübchen- und Zahnfußtragfähigkeit. Aufbau und Eigenschaften der Verbindungsschicht bestimmen dagegen in entscheidender Weise die tribologische Tragfähigkeit der belasteten Oberfläche hinsichtlich Verschleiß und Graufleckigkeit.

Wesentliches Ziel der vorliegenden Arbeit war daher die Erweiterung des Kenntnisstands zur Flankentragfähigkeit von nitrierten Innen- und Außenverzahnungen. Dazu wurde zunächst die Grübchentragfähigkeit gerad- und schrägverzählter Hohlräder im vergüteten Ausgangszustand ermittelt. Anschließend wurden umfangreiche experimentelle Untersuchungen zur Grauflecken- und Verschleißtragfähigkeit nitrierter Innen- und Außenverzahnungen in den Paarungen Eh/N und N/N durchgeführt. Dabei lag der Fokus vor allem auf den Einflussgrößen Werkstoff, Nitrierverfahren, Aufbau und Zusammensetzung der Verbindungsschicht sowie Nitrierhärte. Die Ergebnisse dieser experimentellen Untersuchungen zeigen, dass nitrierte Verzahnungen ein großes Potential zur Steigerung der tribologischen Tragfähigkeit bieten und, dass die Vorgehensweise der bestehenden Berechnungsverfahren grundsätzlich auch für nitrierte Verzahnungen geeignet ist. Für die Berechnung der Graufleckentragfähigkeit nach ISO/TR 15144-1 wurde ein neuer Vorschlag zur Wahl des Werkstofffaktors erarbeitet. Zudem konnten die entsprechenden Modellvorstellungen zu Schadensentstehung und Schadensfortschritt an nitrierten Verzahnungen weiterentwickelt werden. Die aus den Versuchsergebnissen gewonnenen Erkenntnisse stellen damit eine sehr gute Ausgangsbasis für die Auslegung und Dimensionierung nitrierter Zahnräder hinsichtlich ihrer Grauflecken- und Verschleißtragfähigkeit dar.

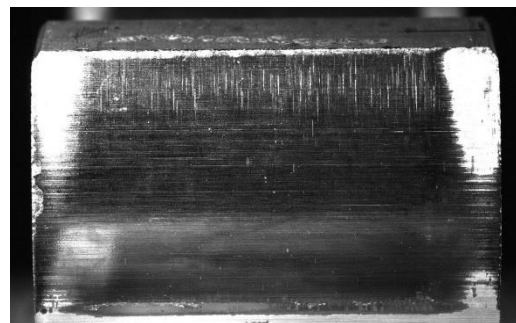
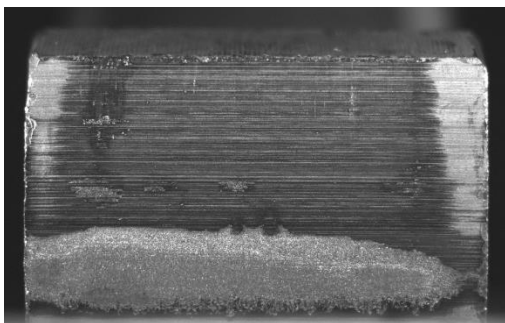


Bild 1: Exemplarische Flankenfotos für die Schadensmechanismen Graufleckigkeit (links) und Verschleiß (rechts) an nitrierten Verzahnungen