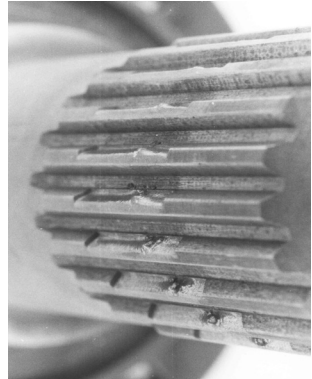


## Verschleißschutzschicht für Zahnwellen-Verbindungen

Schäfer, G.; Wild, J.

*Der Verschleiß von Zahnwellen-Verbindungen ist eine industriell relevante Schadensursache. Öle und Fette sind prinzipiell zur Verschleißreduzierung geeignet. In Kombination mit Beschichtungen sind deutliche Verbesserungen erreichbar, wie der folgende Artikel am Beispiel einer Dünnschicht zeigt.*



*The wear of splines is a serious problem in industry. Oil and grease are typical products to avoid wear. The possible combination with coatings leads to better results, which is shown in this paper using the example of thin dense chrome.*

### Einleitung

Die Zahnwellen-Verbindung ist eine gerne genutzte Welle-Nabe-Verbindung, die eine hohe Übertragungsfähigkeit mit wirtschaftlichen Fertigungsverfahren vereint. Bezüglich möglicher Optimierungen der Tragfähigkeit gefräster Profile nach DIN 5480 sei auf den zweiten Artikel in dieser Institutsmitteilung, „Betrachtungen der Zahnfußausrundung von Passverzahnungen“, verwiesen. Hier geht es jetzt um die zweite mögliche Schadensursache in Zahnwellen-Verbindungen, den Verschleiß. Er tritt nicht nur an axial bewegten Schiebesitzverbindungen, siehe vierter Artikel, sondern häufig auch in Verbindungen mit axial fixierter Position auf. Ursächlich dafür sind sekundäre Quer- oder Biegelasten /1/.

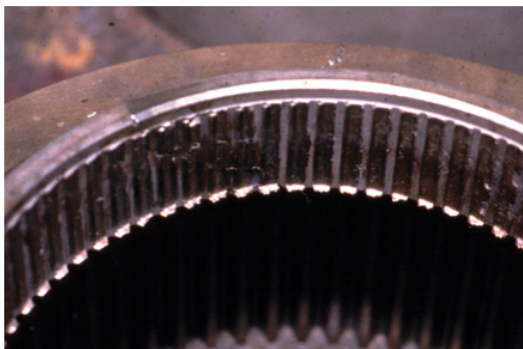


Abbildung 1: Verschleißschaden an einer Naben(Innen)verzahnung

Abbildung 1 und das Titelbild dieses Artikels zeigen typische Verschleißbilder an Naben und Wellen, die mit Flankenzenrierung für reine Drehmomentübertragung konzipiert wurden und unter kleinen sekundären Lasten gelitten haben. Ein sehr wirksames, aber konstruktiv nicht immer anwendbares, Mittel gegen solchen Verschleiß ist die Ölschmierung [2]. In vielen Fällen ist ein prinzipiell trockener Betrieb gefordert, der lediglich den Einsatz von Fetten oder Pasten zulässt. Nicht selten ist diese Anforderung mit dem Wunsch verbunden, das Schmiermittel nur einmalig bei der Montage einzubringen. Für diesen häufigen Anwendungsfall werden immer wieder neue leistungsfähigere Schmiermittel und Beschichtungen entwickelt, so war durch die „weißen“ reaktionsschichtbildenden Fette ein deutlicher Schritt im Verschleißschutz möglich. Inhalt dieses Artikels ist die Untersuchung einer Dünnchromschicht in Kombination mit einer Montagepaste im Vergleich zu bewährten Schmierungsvarianten. Solche vergleichenden Untersuchungen werden am IMW, auf der für Zahnwellenversuche bewährten Prüfstandausstattung, immer wieder durchgeführt, um anwendungsspezifisch aktuell optimale Empfehlungen geben zu können.

### Das Versuchsprogramm

Die neue Variante aus Dünnchromschicht in Kombination mit Montagepaste wurde im Vergleich zu einem aktuell empfehlenswerten weißen Schmierfett (Referenz, ohne zusätzliche Beschichtung) untersucht. Ebenso wurden die Dünnchromschicht und die Montagepaste alleine untersucht. Für die Versuche wurden Wellen aus 42CrMo4V gegen Naben aus 16MnCr5 mit einer Verzahnung DIN 5480 25x1,25x30x18 mit einer gemeinsamen Verzahnungslänge von 20 mm eingesetzt.

Tabelle 1: Produktübersicht

Produkt	Hersteller	Herstellerangaben
DURALLOY TDC	AHC Oberflächentechnik	Schichtdicke 2,5-20 µm Härte 800-1300 HV Prozesstemp. < 70 °C Einsatztemp. < 350 °C
Silbermontagepaste	EWS-Becker	Einsatztemp. -40/200 °C
Weißes Fett	auf Anfrage	Lithiumseifenfett auf Syntheseölbasis Einsatztemp. -45/130 °C

Die DURALLOY-Schicht wurde, in einer möglichst großen Schichtdicke von ca. 15 µm, auf die Versuchswellen vom Hersteller aufgebracht. Die Versuche wurden alle bis  $5 \times 10^6$  Lastwechsel gefahren, zusätzlich wurden Versuche mit der Silberpaste

und der Kombination aus DURALLOY-Beschichtung und Silberpaste bis  $1 \times 10^7$  Lastwechsel gefahren. Die Belastung war jeweils zusammengesetzt aus 2000 Nm Drehmoment und einer Querkraft von 200 N, womit sich ein praxistypischer ideeller Radius von 100 mm ergibt /2/. Solche Querkräfte können z.B. durch Restausrichtabweichungen verursacht werden. Als Maß für den Verschleiß wird die Zunahme des in Umfangsrichtung gemessenen Verdrehspiels am Teilkreis in mm angegeben. Die Messung erfolgt mit einem Drehmomentwechsel von -50 Nm auf +50 Nm ohne Querkraftbelastung in zentrierter Position an der gereinigten Probe. Die Angaben finden sich in den Bildunterschriften.

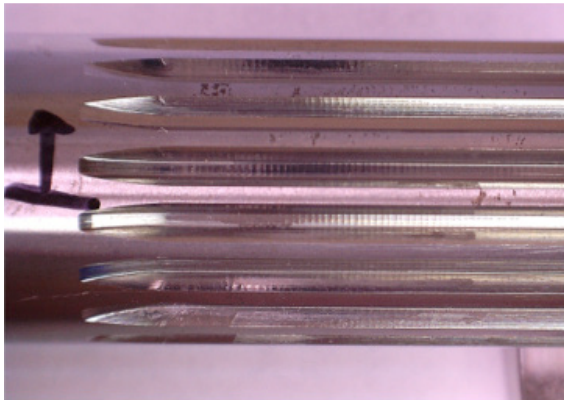


Abbildung 2: Weißes Fett nach  $5 \times 10^6$  Lastwechseln (LW), Verdrehspiel am Teilkreis:  $11,4 \mu\text{m}/5 \times 10^6$  LW

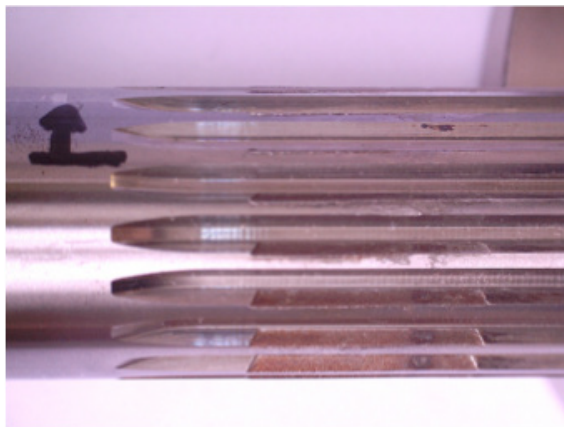


Abbildung 3: Silberpaste nach  $1 \times 10^7$  Lastwechseln (LW), Verdrehspiel am Teilkreis:  $17,2 \mu\text{m}/5 \times 10^6$  LW und  $51,9 \mu\text{m}/1 \times 10^7$  LW

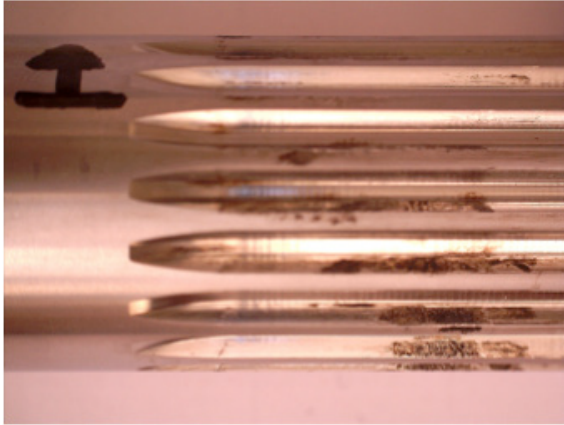


Abbildung 4: DURALLOY+Silberpaste nach  $1 \times 10^7$  Lastwechseln (LW), Verdrehspiel am Teilkreis:  $2,5 \mu\text{m}/5 \times 10^6$  LW und  $13,9 \mu\text{m}/1 \times 10^7$  LW

## Zusammenfassung

Die experimentellen Untersuchungen der Dünnschicht DURALLOY TDC in Verbindung mit einer Silbermontagepaste zeigen ein sehr positives Ergebnis in Bezug auf die erwartete Verschleißminderung. Unter einer betriebstypischen kombinierten Belastung aus Drehmoment und Querkraft, konnte der Verschleiß gegenüber einer aktuell sehr guten Schmierung mit einem „weißen“ Schmierfett nochmals um ca. 75% reduziert werden. Entscheidend dafür ist die Kombination aus Dünnschicht und klassischem Schmiermittel. Die Dünnschicht kann ohne spezielle Verzahnungsvorbereitungen (Standardverzahnwerkzeuge) auf der Welle aufgebracht werden und ist über weite Temperaturbereiche nutzbar. Der Abstand zur optimalen Ölschmierung ist damit wieder ein Stück kleiner geworden.

## Literatur

- /1/ Zapf, R.: Betriebs- und Verschleißverhalten flankenzentrierter Zahnwellen-Verbindungen mit Schiebesitz, Dissertation, TU Clausthal 1986
- /2/ Schäfer, G.: Der Einfluss von Oberflächenbehandlungen auf das Verschleißverhalten flankenzentrierter Zahnwellenverbindungen mit Schiebesitz, Dissertation, TU Clausthal 1995