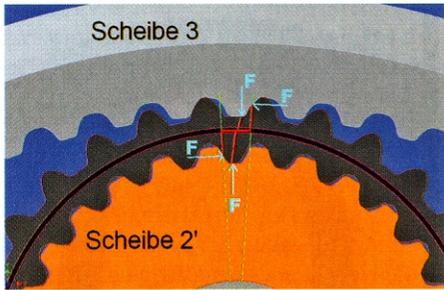
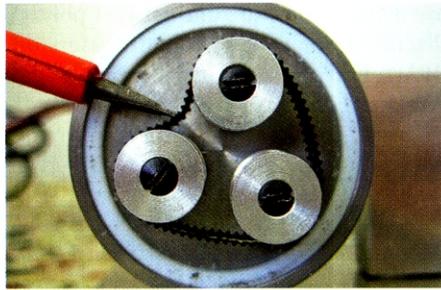


6: Torsions- und Biegebelastung vom KGT-Zapfen.



7: Kraftfluss (rot dargestellt) im Riemen bei Antrieb über Scheibe 2 (links). Riemen liegt nahezu „lose“ im Getriebe. Ansicht der Abtriebsseite eines Cyclobelt-Getriebes vom Typ C ohne Abtriebs-scheibe 3 (rechts).



Bei der Auslegung der Kundenapplikationen ist es sehr wichtig, alle Parameter der Linearachse und der Anbauteile zu kennen und in die Auslegung mit einfließen zu lassen. Zur Feststellung der realen Reibwerte der Riemenvorgelege können diese an einem speziell aufgebauten Prüfstand gemessen werden. Die unterschiedlichen Einflüsse durch Riemenbreite, Antriebsmoment, Vorspannung und Geschwindigkeiten können damit in der Gesamtauslegung berücksichtigt werden. Eine große Verträglichkeit des Zahnriemens gegenüber den verschiedensten Reinigungsmitteln und den unterschiedlichsten Umgebungsbedingungen wird gefordert. Durch den vermehrten und vor allem intensiveren Einsatz von stark basischen oder sauren Substanzen zum Reinigen der Linearachsen und damit auch zum Reinigen des Zahnriemens sind die Linearachsen stärkeren Belastungen ausgesetzt. Hier wird eine größtmögliche Resistenz gegen diese Stoffe erwartet.

Zahnriemen in Miniatur-Umlaufrädergetrieben

Dipl.-Ing. Stefan Richter, PD Dr.-Ing. Thomas Nagel, Dipl.-Ing. Sebastian Fraulob, Dipl.-Ing. Jens Schirmer, Institut für Feinwerktechnik und Elektronik-Design der TU Dresden

Getriebe mit Zahnriemen nehmen in vielen Bereichen der Industrie einen festen Platz ein. Optimierte Riemenwerkstoffe, Hochleistungsprofile und verbesserte Zugstränge erlauben nun auch Anwendungen in mini-

aturisierten Antriebslösungen. Insbesondere erweitern sie die Einsatzmöglichkeiten in der Feinwerk- und Gerätetechnik. Die speziellen Eigenschaften der Zahnriemen sind auch für die Anforderungen an Produkte der modernen Gerätetechnik interessant. Neuartige, als Cyclobelt-Getriebe bezeichnete Zahnriemengetriebe, wurden vorgestellt. Sie zeichnen sich durch umlaufende Zahnriemen und Scheiben aus. Die Abtriebsdrehzahl von Cyclobelt-Getrieben bildet sich aus der Differenz zweier durch den Antrieb erzeugter Drehzahlen. Angetrieben wird stets der Steg. Mehrere Varianten wurden vorgestellt. Manche Getriebeaufbauten besitzen neben dem Vorzug der geteilten Last am Abtrieb einen weiteren Vorteil. Sie können so ausgelegt werden, dass sie prinzipbedingt ohne Flankenspiel arbeiten. Da derselbe Riemen an verschiedenen Stellen gleichzeitig in eine innenverzahnte Scheibe (Hohlscheibe) eingreift, ist der Aufbau überbestimmt. Geeignete konstruktive Festlegungen unter Beachtung der eingesetzten Werkstoffe müssen diese Besonderheit berücksichtigen. Untersuchungen zeigten, dass der Riemen zum Teil Überbestimmungen ausgleichen kann und dadurch Verdrehspiel verhindert.

Die FEM-Simulation ermöglicht es, optimale Geometrien für solche Hohlscheiben festzulegen und den Einfluss der Vorspannkraft auf das Zusammenspiel der Verzahnungen zu untersuchen, um Verzahnungsparameter für gute Eingriffsbedingungen festzulegen. Dies betrifft insbesondere die Justage des Eingriffes der Riemenrücken-

verzahnung in die Hohlscheibe. Simulationsmodelle erlauben es außerdem, verschiedene Profile, Achsabstände und Belastungsfälle zu simulieren.

In allgemein bekannten Zwei- oder Mehrwellengetrieben mit Zahnriemen bilden sich im Betrieb immer ein Last- sowie ein Leertrum aus. Eine optimal eingestellte Vorspannkraft gewährleistet dort das problemfreie Zusammenspiel der Verzahnungen auch bei hohen Belastungen und verhindert das Überspringen der Riemenverzahnung über die Scheibenverzahnung. Bei Cyclobelt-Getrieben mit Hohlscheiben ist eine Vorspannkraft nicht unbedingt notwendig, da Scheibe 2' für den Riemen 2 als Antrieb dient (Bild 7). Drückt diese den doppelt verzahnten Riemen 2 in die Abtriebs-hohlscheibe 3, so bildet sich kein Lasttrum aus, da der Weg des Kraftflusses sehr kurz ist und direkt von der Scheibe 2' durch den Riemen hindurch in die dahinter befindliche Verzahnung der Hohlscheibe verläuft. Das verringert die Länge des Lasttrums auf Werte von nahezu Null. Daraus resultierend liegt ein weiterer Vorteil dieser Varianten darin, dass ohne Lasttrum auch keine besondere Vorspannung des Riemens notwendig ist.

Die Ergebnisse der FEM-Simulation bestätigen, dass das maximal übertragbare Moment bei diesen Getrieben nicht von der Vorspannung des Riemens abhängt. Das maximal übertragbare Moment ermittelt sich mit Hilfe der zulässigen Spannungen für den Riemenwerkstoff Polyurethan. Eingestellt wird der Betrag der Anpresskraft über den Abstand von Scheibe 2' zur Hohlscheibe. Einen optimierten Wert für diesen Abstand gilt es für jeden Zahnriemen mit Hilfe der FEM zu ermitteln. Optimale Anpresskräfte liegen in Cyclobelt-Getrieben ohne Lasttrum deutlich unter den sonst üblichen Vorspannungswerten für Zahnriemen. Aus diesem Grund benötigt der Riemen keine spezielle Spannvorrichtung. Er liegt regelrecht „lose“, nur seitlich durch Bordscheiben geführt, im Getriebe. Weniger Bauteile stehen für geringere Kosten. Auf Grund der kleineren Auflagerkräfte können auch kostengünstigere Lager eingesetzt werden.

Am Institut für Feinwerktechnik und Elektronik-Design der TU Dresden wurde eine Systematik erarbeitet, welche es erlaubt, die Getriebe der neuen Bauform Cyclobelt nach deren Aufbau und Eigenschaften zu unterteilen, zu dimensionieren und konstruktiv auszuführen. So besitzen beispielweise Getriebe vom Typ A die Fähigkeit, nahezu unbegrenzt hohe Übersetzungen in nur einer Stufe zu realisieren. Getriebe vom Typ C sind jedoch auf den Bereich von $1 < i < 200$ pro Stufe festgelegt, ermöglichen aber deutlich höhere Lastmomente, da sich die Last mit Hilfe einfacher konstruktiver Maßnahmen über mehrere Scheiben aufteilen kann.