



Innovative Leichtbau-Zahnscheiben für den PKW-Steuertrieb

Der Leichtbau und letztendlich die Einsparung an knappen Ressourcen beginnt mit der Wahl einer innovativen Fertigungstechnologie und dem Systemverständnis. Diese Ansprüche stellt auch die Automobilindustrie an ihre Zulieferindustrie. Damit die hohen Ansprüche erfüllt werden, setzt die Schaeffler Gruppe zur Absicherung der Produktqualität einen möglichst durchgängigen virtuellen Produktentstehungsprozess (vPEP) ein.

Das zu optimierende Bauteil, die innovative Leichtbau-Zahnscheibe (Bild 1), soll die derzeit üblichen „massiven“ Scheiben ersetzen und ist eine Komponente eines Nockenwellenversteller- Systems „NWS“, der sich wiederum im Steuertrieb eines Mehrzylinder Otto-Verbrennungsmotors befindet. Somit ist die Zahnscheibe Schnittstelle -Kraftein- bzw. -ausleitung – zwischen Zahnriemen und Ventiltrieb. Die Krafteinleitung erfolgt kurbelwellenseitig durch einen elastischen Riemen, der in der Regel durch eine „massive“ Riemenscheibe nockenwellenseitig abgestützt wird. Die Belastungen, die dabei auftreten, erfolgen abgesehen von hochdynamischen Effekten periodisch. Zur Auslegung des NWS wird diese Belastung in Abhängigkeit des Umschlingungswinkels auf die Zahnriemenscheibe verteilt. Bei „massiven“ Scheiben können diese Schnittlasten mit hinreichender Genauigkeit durch analytische Ansätze bestimmt werden – was bei Leichtbau-Zahnscheiben aber zu größeren Ungenauigkeiten führen würde. Der Herstellungsprozess wird bei einer ganzheitlichen Betrachtung durch eine Umformsimulation berücksichtigt. Damit wird der nachfolgenden FE Analyse der Verfestigungsgrad und die reale Geometrie übermittelt, was bei der Abbildung der Beanspruchung, Steifigkeit und deren anschließenden Bewertung essenziell ist. In der vorliegenden Arbeit ist die Herstellung und die virtuelle Abbildung dieses Prozesses nicht der Schwerpunkt, sondern es wird die Seite der Methode zur Bestimmung der Belastungen und deren Anwendungen in der Auslegung stärker beleuchtet. Unter Belastung wird insbesondere die lokale Belastungsverteilung an der auszulegenden Zahnriemenscheibe verstanden. Durch die Anwendung der Methode – FEM Simulation Zahnriemen – war es möglich, Kenngrößen von Komponenten- und Motorversuchen qualitativ zu vergleichen. Die Ergebnisse lassen in gewissem Maße eine Korrelation zwischen beiden Versuchen zu und geben somit ein erstes Gefühl für das Übertragungsverhalten zurück. Das Mehrscheiben- Modell lieferte eine gute Realitätsnachbildung der Riemen-Scheiben-Interaktion sowie der Beeinflussung der Scheiben untereinander. Dagegen bewirkt das 3D-Einscheiben-Modell lange Rechenzeiten, bei einer sehr guten Wechselwirkung zwischen Riemen und „elastischer“ Leichtbau-Zahnscheibe. Anhand dieser Ergebnisse ist es überhaupt erst möglich, die Beanspruchungen und insbesondere die Verformung dieser Komponenten realistisch zu beurteilen.



Bild 1: 3D-Modell der Scheibe mit Zahnriemen

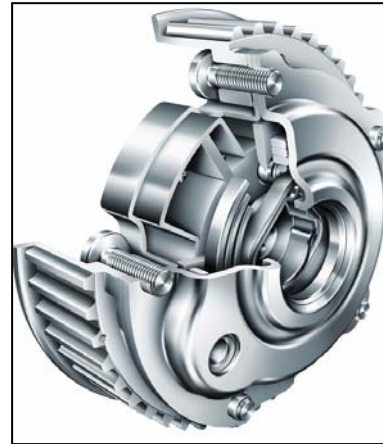


Bild 2: Aus Blech tiefgezogener Leichtbau Nockenwellenversteller für Riementrieb (Quelle: Waterkotte, Fa. INA-Schaeffler KG)

Die Deformationen der Leichtbauscheibe durch Riemenbelastung sind nicht vernachlässigbar.

Es sind daher als Ziele der Berechnungen definiert:

- tangentielle Zahnkraftverteilung,
- radiale Zahnkraftverteilung,
- lokale Kontaktdruckverteilung,
- axialer Verlauf der Belastungsgrößen,
- Rückwirkung der Scheibendeformation auf Riemen,
- Schnittlasten für nachfolgende Getriebekomponenten (VCT).

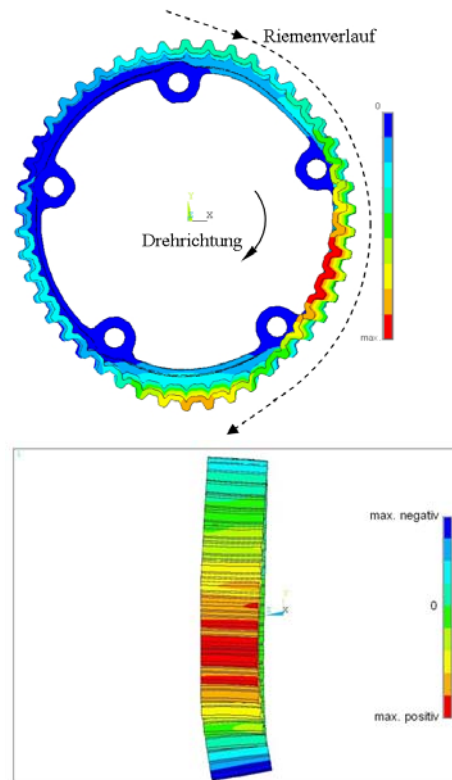


Bild 3: Deformation der Leichtbauscheibe durch den Riemen (300fach überhöht, Riemen und Bord ausgeblendet)