

Gemeinsam mit der Firma BRECO Antriebstechnik Breher GmbH & Co. KG wurden Nockenkonstruktionen bezüglich ihrer Belastbarkeit analysiert. Für die Verbindung von Nocke und Riemen sind die entscheidenden Größen u.a. die Werkstoffpaarung, die Schweiß- oder Klebfläche und die an der Nocke angreifenden Kräfte. Die zugehörigen begrenzenden Parameter sind zum einen die zulässige Scherspannung in der Verbindungsebene und zum anderen die an den Rändern der Schweiß- oder Klebstelle auftretenden Zugspannungen am Riemenrücken.

Um das Einreißen der Verbindung zur Nocke zu verhindern, darf ein zulässiger Spannungswert nicht überschritten werden. Deshalb gibt es Empfehlungen für zulässige Nockenbreiten bei entsprechenden Zahnscheibendurchmessern. Diese Werte sind fast ausnahmslos Erfahrungswerte und vor allem im Bereich kleiner Zahnscheibendurchmesser und größerer Rückendicken noch optimierbar. Außerdem berücksichtigen bisherige Dimensionierungsmethoden die angreifenden Kräfte, deren Richtung und Wirkung nur unzureichend. An dieser Stelle setzt der Einsatz eines Finiten-Elemente-Systems zur Berechnung der Nockenverbindungen an. Im Folgenden werden die Ergebnisse am Beispiel einer einfachen rechteckigen Nocke erläutert.

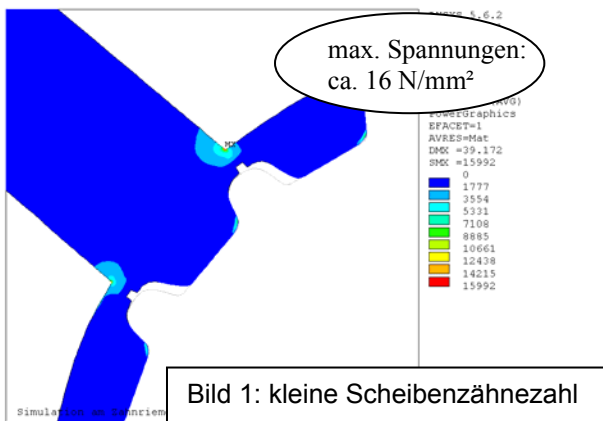


Bild 1: kleine Scheibenzähnezahl

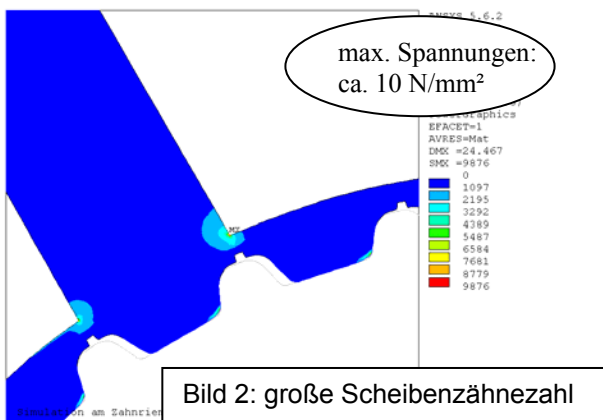


Bild 2: große Scheibenzähnezahl

Betrachtet man zunächst den Fall einer massereichen und tangential nahezu unbelasteten Nocke, so steht das Optimieren der Nockenbreite in Abhän-

gigkeit vom eingesetzten Zahnscheibendurchmesser im Mittelpunkt der Betrachtungen. Die Bilder 1 und 2 zeigen infolge verschiedener Zähnezahlen der Scheiben unterschiedliche Spannungswerte am Übergang vom Riemenrücken zu den Seitenflächen der Nocke.

Das Berechnen der Spannungen mittels FEM ermöglicht außerdem das Optimieren der Geometrie. So wurde eine Reihe von Berechnungen mit dem Ziel durchgeführt, Spannungsspitzen infolge von Kerbspannungen sowie in Abhängigkeit von der Aufschweißposition zu verringern.

Bei hohen Umfangskräften können durch das Anlegen der tragenden Zahnflanke des Riemens an den Scheibenzahn zusätzliche Belastungen in die Nockenverbindung eingeleitet werden. Bild 3 zeigt eine Nockenverbindung bei vorgespanntem Riemen und bei zusätzlich beaufschlagter Umfangskraft.

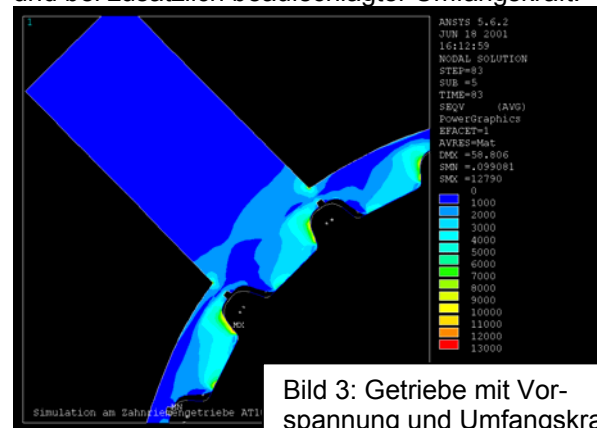


Bild 3: Getriebe mit Vorspannung und Umfangskraft

Weitere, in manchen Einsatzfällen nicht unerhebliche Belastungen, sind an der Nocke in verschiedenen Höhen angreifende tangentiale Kräfte. Diese können sowohl aus Schubkräften, als auch aus Beschleunigungen resultieren und u.a. nicht unerhebliche Deformationen der Nocke hervorrufen. Infolge derartiger Deformationen treten teilweise sehr hohe Spitzenbelastungen in der Nockenverbindung zum Zahnriemen auf. Bild 4 belegt diesen Sachverhalt sehr deutlich.

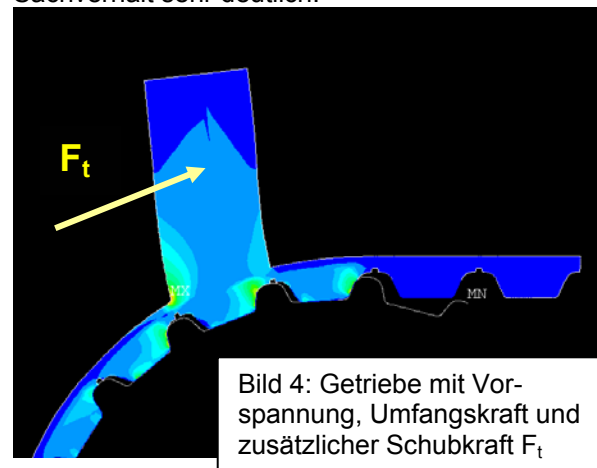


Bild 4: Getriebe mit Vorspannung, Umfangskraft und zusätzlicher Schubkraft  $F_t$