

**Name der Diplomandin / des Diplomanden**      **Pierre-Yves Senn**

**Name des Examinators**                              **Prof. Johannes Kunz**

### **Kurzfassung der Diplomarbeit**

#### **Spannungskonzentration an Servomotorwellen unter Torsion**

Bei der vorliegenden Diplomarbeit galt es, eine bestimmte Stelle der Umsteuerwelle eines Schiffsdieselmotors der Firma Wärtsilä NSD der Klasse RTA58T genauer zu betrachten. An dieser Stelle befinden sich Nuten, Querbohrungen und andere un stetige Querschnittsveränderungen. Diese Anarbeitungen sind als "Kerben" zu betrachten, folglich werden an diesen Stellen lokale Spannungsüberhöhungen infolge Kerbwirkung auftreten. An der bestehenden Lösung dieser Umsteuerwelle sind bisher keine Schadensfälle aufgetreten. Im Zuge einer Optimierung der Materialausnützung, der Fertigung und somit der Herstellungskosten werden in einer neuen Variante gewisse Veränderungen vorgenommen. Dies wird einen Einfluss auf den Spannungszustand an dieser Stelle nach sich ziehen. Nun interessiert, welcher Einfluss ausgeübt wird. Wird der Spannungszustand günstiger, bzw. ungünstiger? Treten überhaupt nennenswerte Änderungen auf? Ziel dieser Arbeit ist, mittels der Methode der Finiten Elemente Antworten auf diese Fragen zu finden.

#### **Erläuterungen zur Umsteuerwelle**

Schiffe müssen rückwärts fahren können, um zu Manövrieren oder um Kollisionsverhinderungsmanöver durchzuführen. Bei grossen Schiffen mit starrer Schraube muss der Motor die Drehrichtung ändern können. Dies wird durch diese Umsteuerwelle ermöglicht. Im Stillstand oder bei kleinen Drehzahlen werden die Flügel um  $70^\circ$  geschwenkt. Damit wird bewirkt, dass die Brennstoffpumpennocken relativ zu den Auslassventilnocken, die starr auf der Welle aufgeschumpft sind, die richtige Position einnehmen. Dieses Umsteuern muss sicher funktionieren, darum wird dies überprüft.

#### **Zusammenfassung der Resultate**

In der Umsteuerwelle herrscht an der ungekerbten Oberfläche (idealisierte Zylinder mit  $\varnothing 216$  mm) infolge des Haupttorsionsmoments von 72 kNm eine Vergleichsspannung von ca. 65 N/mm<sup>2</sup>. Diese ist bei weitem nicht kritisch.

An der betrachteten Stelle treten auf Grund der konstruktiv bedingten Formgebung Spannungserhöhungen auf. Zugleich wird im gleichen Bereich das Drehmoment für den Betrieb der Brennstoffpumpe eingeleitet, was zu einem weiteren Spannungsanstieg führt. Der zu erwartende Spannungszustand der bestehenden und der neuen Lösung wird ermittelt und beschrieben. Die Vergleichsspannungswerte sind auf Grund der Verfahrensunsicherheit auf 5 N/mm<sup>2</sup> genau gerundet. Sie geben Aufschluss über den Spannungsverlauf an der betrachteten Stelle.

In der bestehenden Lösung sind mit max. Vergleichsspannungen von 495 N/mm<sup>2</sup> zu rechnen. Sie treten lokal im Radius der Flügelnute auf. Der kritische Fall tritt auf, wenn die Last für die Brennstoffpumpe aufzubringen ist.

Bei der neuen Variante, der glatten Welle mit der gefrästen Ebene, sind mit max. Vergleichsspannungen von 520 N/mm<sup>2</sup> zu rechnen. Diese treten am Rand der Querbohrung auf, und zwar unter  $30^\circ$  bis  $45^\circ$  bezüglich der orthogonalen Richtung zur Wellenachse.

Der Spannungszustand der neuen Welle ist somit um ca. 5% grösser als bei der angestammten Lösung.

Auf Grund der möglichen Kosteneinsparung und der relativ geringen lokalen Mehrbeanspruchung empfehle ich die neue Lösung trotzdem weiter zu verfolgen.