

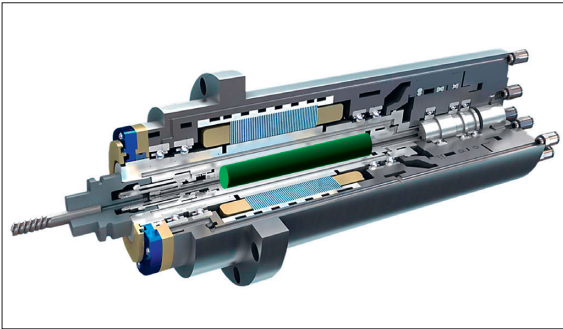


Daniel Brändle

Diplomand	Daniel Brändle
Examinator	Prof. Dr. Hanspeter Gysin
Experte	Prof. Dr. Hans Gut, MAN Diesel & Turbo Schweiz AG, Zürich, ZH
Themengebiet	Simulationstechnik
Projektpartner	Fischer AG Präzisionsspindeln, Herzogenbuchsee, BE

Monoblock-Feder für Spannsystem von Werkzeugmaschinen spindeln

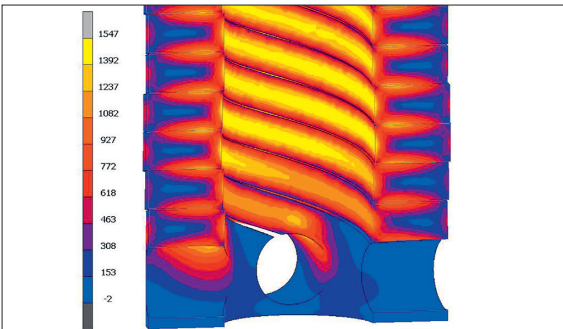
FEM – Federentwicklung



Schnitt der Spindel mit der grün markierten Einbauposition

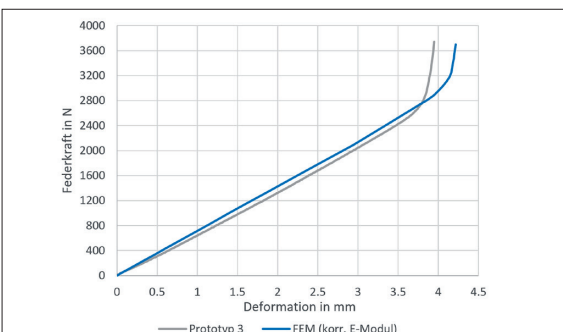
Ausgangslage: Die Spindeln der Werkzeugmaschinen werden immer leistungsfähiger und präziser. Mit neuen Fertigungsstrategien wird mit immer höheren Drehzahlen gearbeitet. Je höher diese werden, desto mehr Einflüsse müssen beachtet werden. Im Rahmen dieser Arbeit geht es um eine Spindel mit 45 000 U/min. Das Werkzeug wird über einen Spannsatz, welcher mit einer Zugstange gespannt wird, sicher in der Spindel fixiert. Die nötige Spannkraft bringen in diesem Fall zwei Spiraltellerfedern auf. Diese zwei Federn erfüllen ihren Zweck. In Bezug auf die erwähnte Weiterentwicklung der Spindeln treten jedoch zwei entscheidende Nachteile auf. Erstens ist die Wuchtgüte nicht mehr ausreichend, und zweitens ist die Verdrehungssicherung der beiden Federn sehr aufwendig. Diese Sicherung ist notwendig, damit sich die Federn im Laufe des Betriebs nicht verdrehen, weil sonst die Wuchtgüte des ganzen Spindelrotors beeinträchtigt wird.

Ziel der Arbeit: Im Laufe dieser Arbeit soll eine Monoblockfeder entwickelt werden, welche diese Nachteile nicht mehr aufweist. Genau gesagt, soll die Feder die geforderte Steifigkeit innerhalb des knappen Bauraumes erfüllen, sowie alle anderen Anforderungen an Genauigkeit, Wuchtgüte, thermische Stabilität, Dauerfestigkeit, Kosten und Medienbeständigkeit.



Vergleichsspannung in der Feder nach Mises in MPa

Ergebnis: Diverse Konzepte wurden entworfen und näher betrachtet. Es wurde schnell klar, dass die geforderten Federdaten sehr hohe Anforderungen an den Werkstoff mit sich bringen. Dies aus dem Grund, weil der Bauraum sehr kompakt ist und gleichzeitig die geforderten Kräfte sehr hoch sind. Ein Konzept weist aber ein hohes Potenzial auf. Diese Feder erfüllt die geforderten Daten bezüglich Kraft und Deformation. Von dem Federmodell werden fünf kleine Prototypen hergestellt, welche anschliessend geprüft werden, um die FEM Rechnung zu validieren. Ausserdem werden aus dem restlichen Material vier Zugproben gefertigt. Diese dienen dazu, die Festigkeitsdaten gemäss dem Datenblatt nach der Wärmebehandlung zu überprüfen. Ebenfalls wird, wie im Diagramm dargestellt, mit dem aktuellen E-Modul aus dem Zugversuch eine Vergleichsrechnung durchgeführt. Beide Versuche verlaufen positiv. Die FEM-Rechnung hat lediglich eine Abweichung von 2,7%. Die Zugproben widerspiegeln die deklarierten Festigkeiten gemäss dem Datenblatt und deuten auf eine einwandfreie Materialqualität hin. Die Abschätzung anhand eines Dauerfestigkeitsdiagramms verspricht theoretisch die geforderte Lebensdauer von 2–3 Mio. Lastzyklen.



Vergleich der Federkennlinie von FEM und Versuch