

Berechnung der biegekritischen Drehzahl einer Welle mit dem FEM-System **MEANS V10**

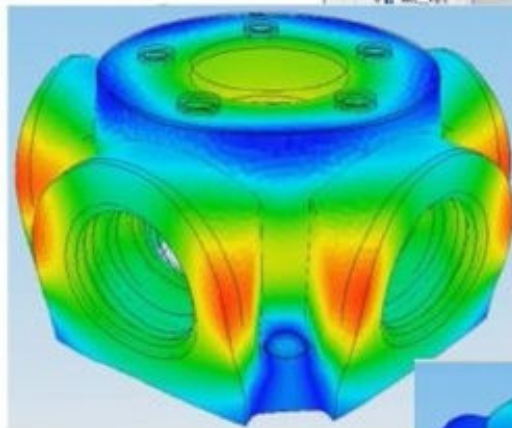
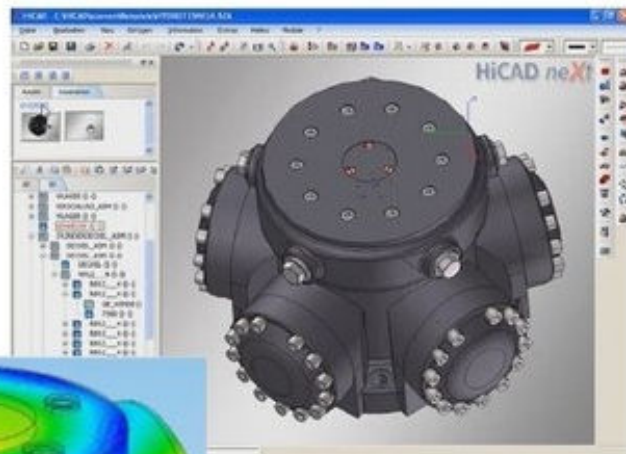
Homepage: www.femcad.de

Email: info@femcad.de

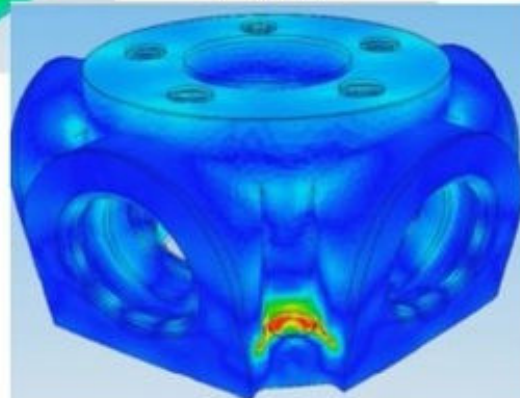
Telefon: 07844 – 98 641

**FEM-System
MEANS V10**

since 1987



- All CAD-System with
- STEP-Format like
- Pro/Engineer
- Solid Works
- Solid Edge
- BricsCAD
- AutoCAD
- ZWCAD
- HICAD
- CATIA

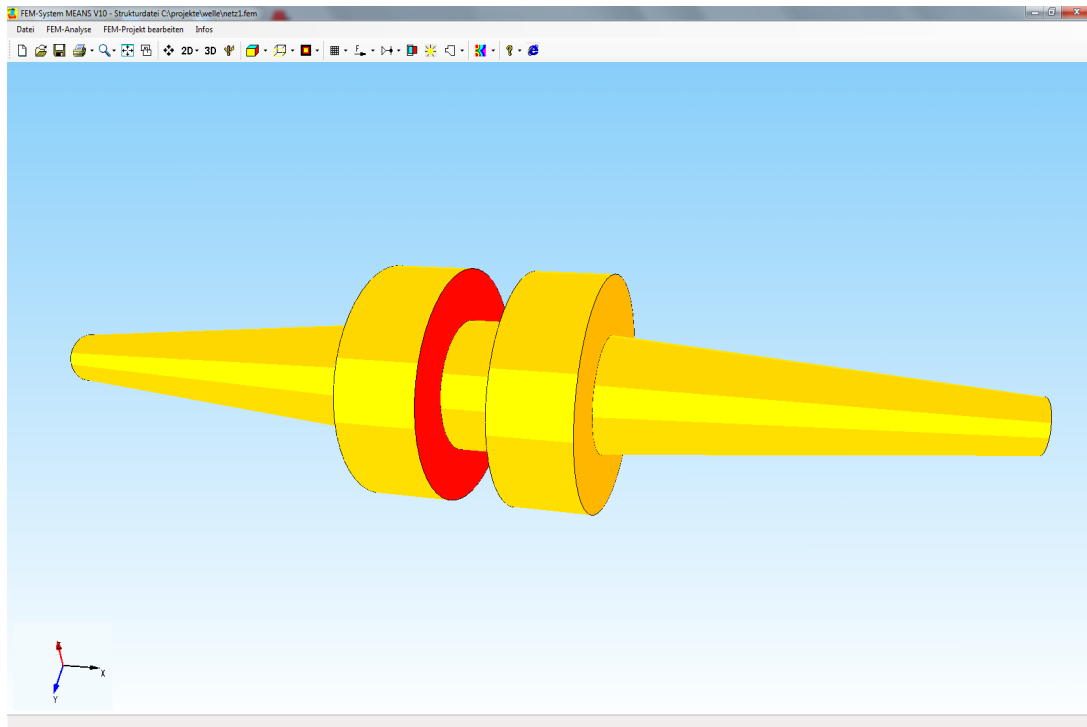


Ingenieurbüro
HTA-Software
Maiwaldstraße 24
77866 Rheinau
Tel.: 0 78 44 / 98 641
Fax: 0 78 44 / 98 642
eMail: info@femcad.de
Internet: www.femcad.de

Kapitel 16: Berechnung der biegekritischen Drehzahl einer Welle

Die Berechnung der Eigenfrequenzen bei Wellen mit großen Massen wie z.B. bei Rührern, Ventilatoren oder Pumpen ist sehr wichtig, denn die Eigenfrequenz kann mit der Erregerfrequenz zusammenfallen, wobei es zu unerwünschten Resonanzschwingungen mit extremen Belastungen oder Aufschwingen der Welle kommen kann.

Berechnen Sie für folgende konische Ventilatorenwelle, die durch zwei Zusatzmassen besonders resonanzgefährdet ist, die biegekritische Eigenfrequenz und Drehzahl.



Berechnen Sie zuerst mit dem FEM-System MEANS V10 Grundversion STATIK die Durchbiegung f_G mit dem Lastfall Eigengewicht sowie mit dem Zusatzmodul DYNAMIC die unterste Eigenfrequenz ω und berechnen daraus die biegekritische Eigenfrequenz und Drehzahl mit folgenden Formeln:

Winkelgeschwindigkeit:

$$\omega = \sqrt{\frac{C}{m}}$$

Kritische Eigenfrequenz:

$$f_k = \frac{\omega}{2 * \pi} = \frac{1}{2 * \pi} \sqrt{\frac{C}{m}}$$

$$f_k = \frac{1}{2 * \pi} \sqrt{\frac{C}{m}} = \frac{1}{2 * \pi} \sqrt{\frac{g}{f_G}}$$

Kritische Drehzahl:

$$n_k = f_k * 60$$

Es sind:

ω = Winkelgeschwindigkeit (rad/s)

C = Biegesteifigkeit der Welle (N/m)

m = Einzelmasse (Scheibe) (kg)

f_k = Kritische Eigenfrequenz (Hz)

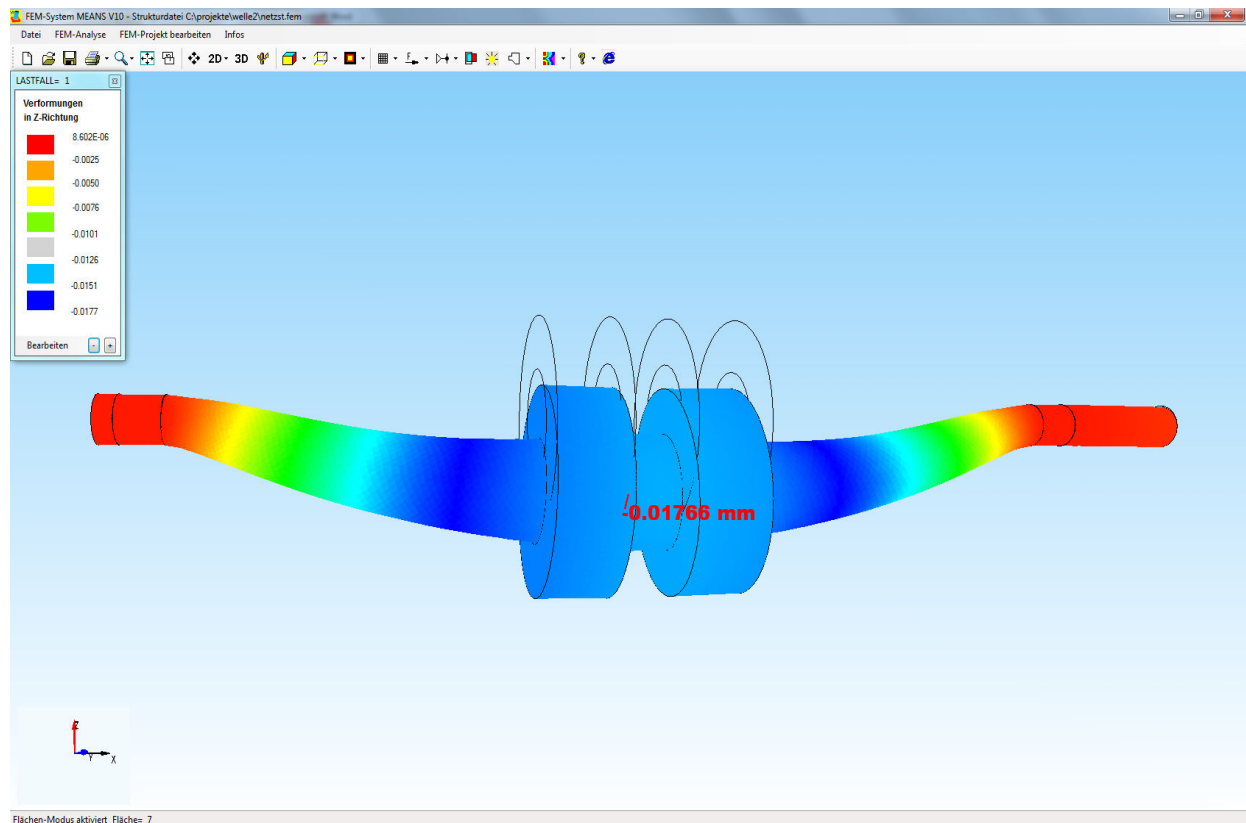
f_G = Durchbiegung der Welle (m)

g = Erdbeschleunigung 9.81 (m/s²)

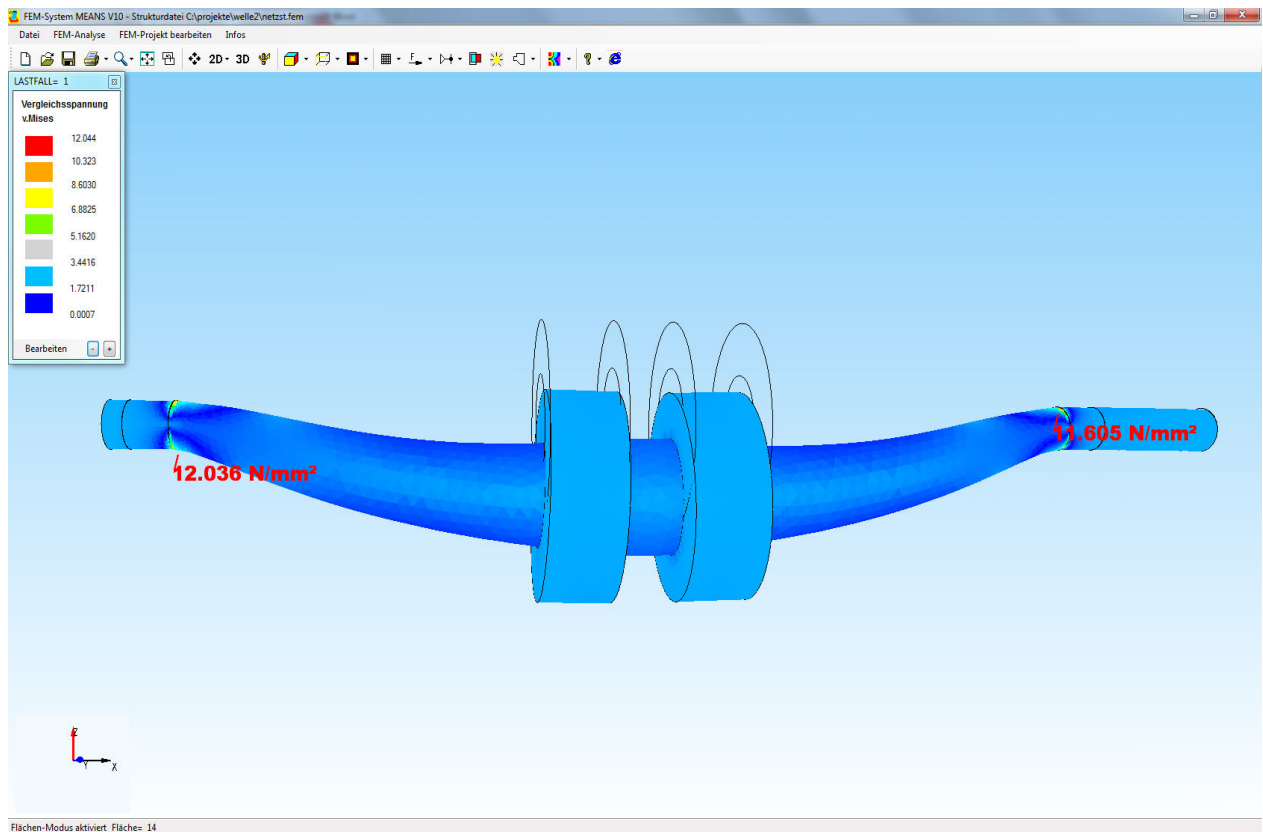
n_k = kritische Drehzahl (1/min)

Lastfall Gravitation

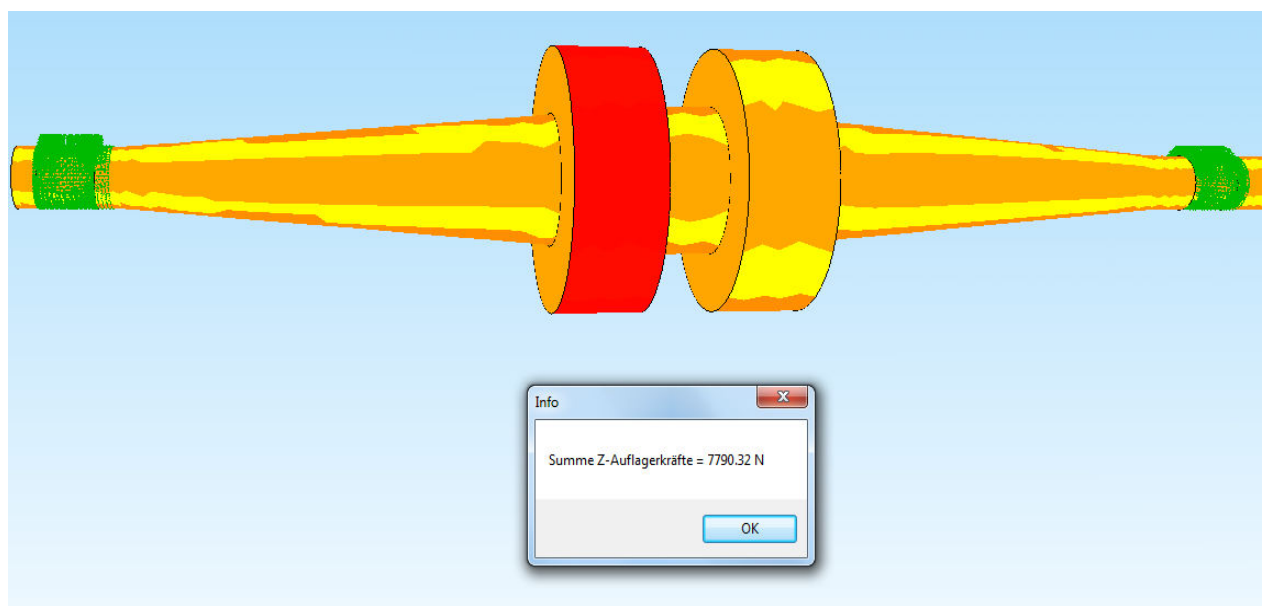
max. Verformung f_G in z-Richtung = 0.0177 mm



max. v.Mises-Vergleichsspannung = 12.03 N/mm²

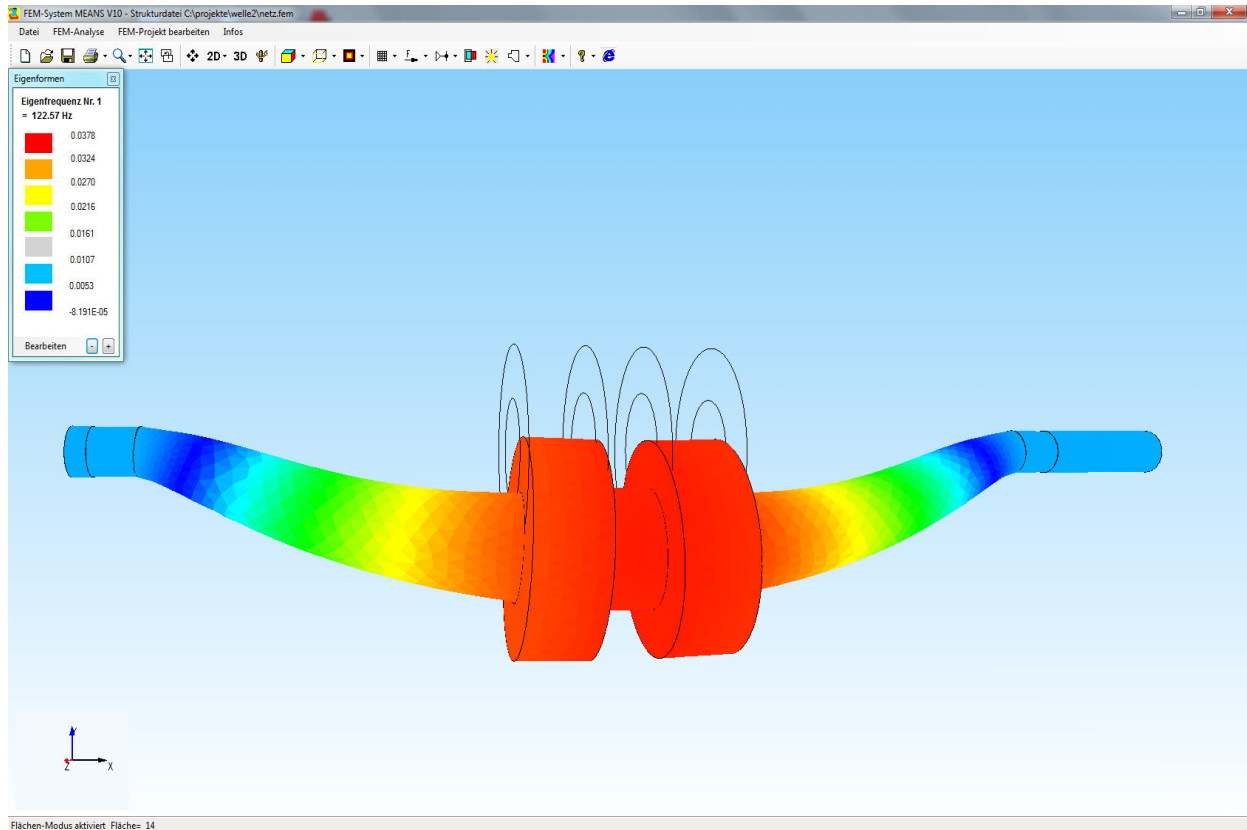


Summe der Auflagerreaktion in z-Richtung = 7790.32 N
 Masse bzw. Gewicht der Welle = 779.03 kg



Dynamik-Analyse

Eigenfrequenz Nr. 1 = 122.57 Hz



Daraus berechnet sich die kritische Eigenfrequenz:

$$f_k = 1 / (2 * \pi) * \text{Sqrt} (9.81 \text{ ms}^{-2} * 1000 / 0.0177 \text{ m}) = 118.48 \text{ Hz}$$

Kritische Drehzahl

$$n_k = 118.5 \text{ Hz} * 60 = 7110 \text{ 1/min}$$

Vergleich der Eigenfrequenz mit der biegekritischen Eigenfrequenz

Die Eigenfrequenz $\omega = 122 \text{ Hz}$ liegt sehr nahe im Bereich der kritischen Eigenfrequenz $f_k = 118.5 \text{ Hz}$ und ist damit stark resonanzgefährdet.