

Kapitel 3 - Das erste FEM-Projekt - Exzenterbolzen mit einer Axialbelastung

(C) 2021
Ing.Büro HTA-Software
Maiwaldstraße 24
77866 Rheinau
Tel. 07844-98641
www.femcad.de
info@femcad.de

Inhaltsverzeichnis:

	Seite
1. Exzenterbolzen erstellen	2
1.1 Exaktes Ergebnis	2
1.2 CAD-Modell	2
1.3 FEM-Netz generieren	3
1.4 Lagerung erzeugen	5
1.5 Axialbelastung	6
1.6 FEM-Analyse	7
1.6.1 MEANS-Solver	7
1.6.2 Quick-Solver mit Tetraederelement TET4	8
1.6.3 Quick-Solver mit Tetraederelement TET4X8	8
1.6.4 Quick-Solver mit Tetraederelement TET10	8
1.7 Auswertung der Ergebnisse	9

Fortsetzung

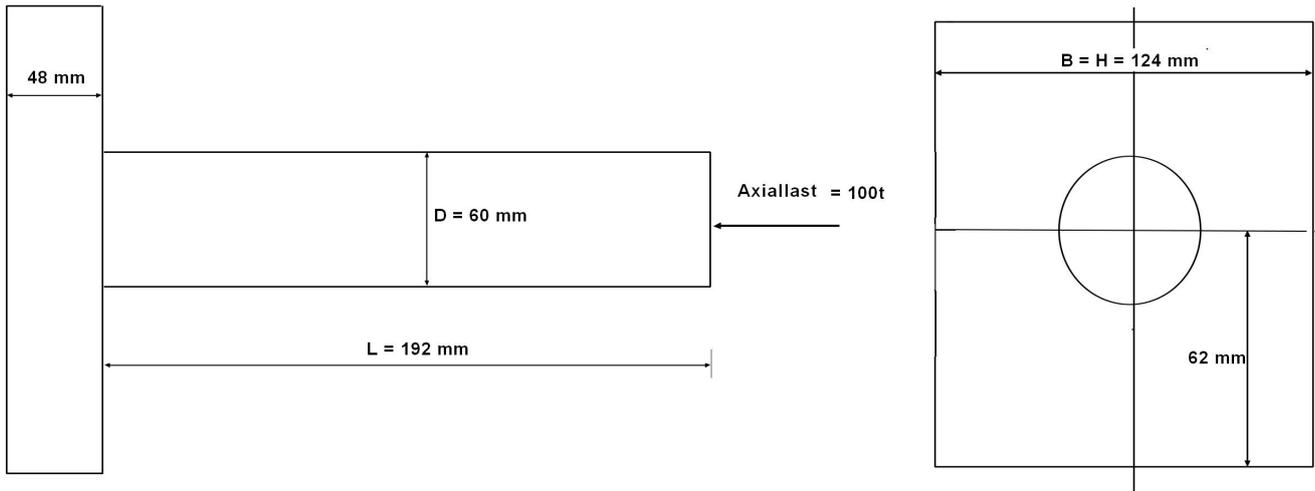
Kapitel 23 - Exzenterbolzen mit eingefügter Bohrung und mit einer Biege- und Torsionsbelastung

1. Exzenterbolzen erstellen

Der Exzenterbolzen besteht aus einem Zylinder mit $D=60$ mm und $L=192$ mm der mit einer Axialkraft von 100t an einen Quader mit den Maßen 124 mm x 124 mm x 48 mm angepreßt wird.

1.1 Exaktes Ergebnis

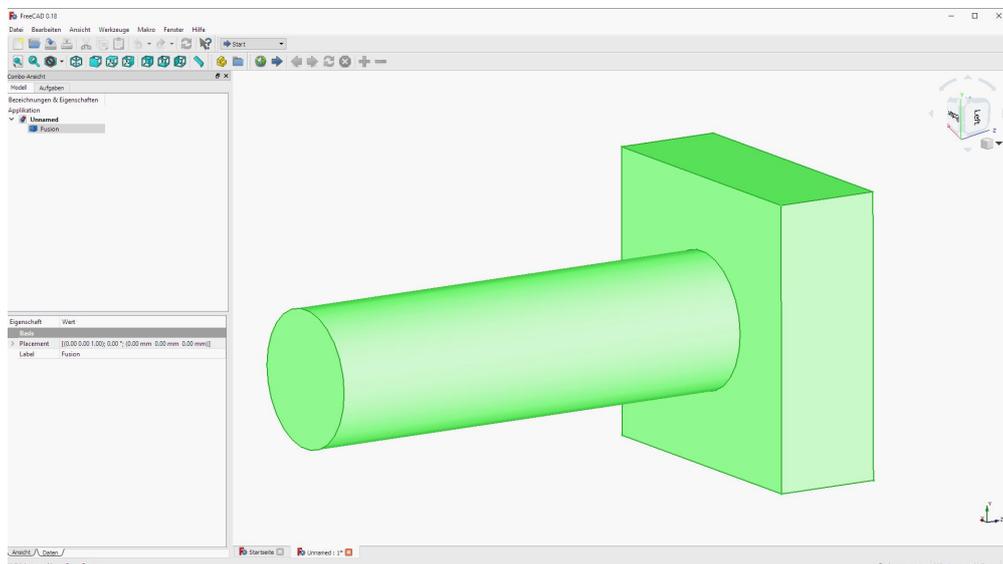
Die Axialspannungen im Zylinder lassen sich mit der Querschnittsfläche A exakt berechnen.



$$\begin{aligned} \text{Axialspannung} &= F_A / A_Z = 1\,000\,000 \text{ N} / 3.1416 \cdot D^2 / 4 \\ &= 1\,000\,000 \text{ N} \cdot 4 / 3.1416 \cdot 60^2 \text{ mm}^2 = 353.7 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

1.2 CAD-Modell

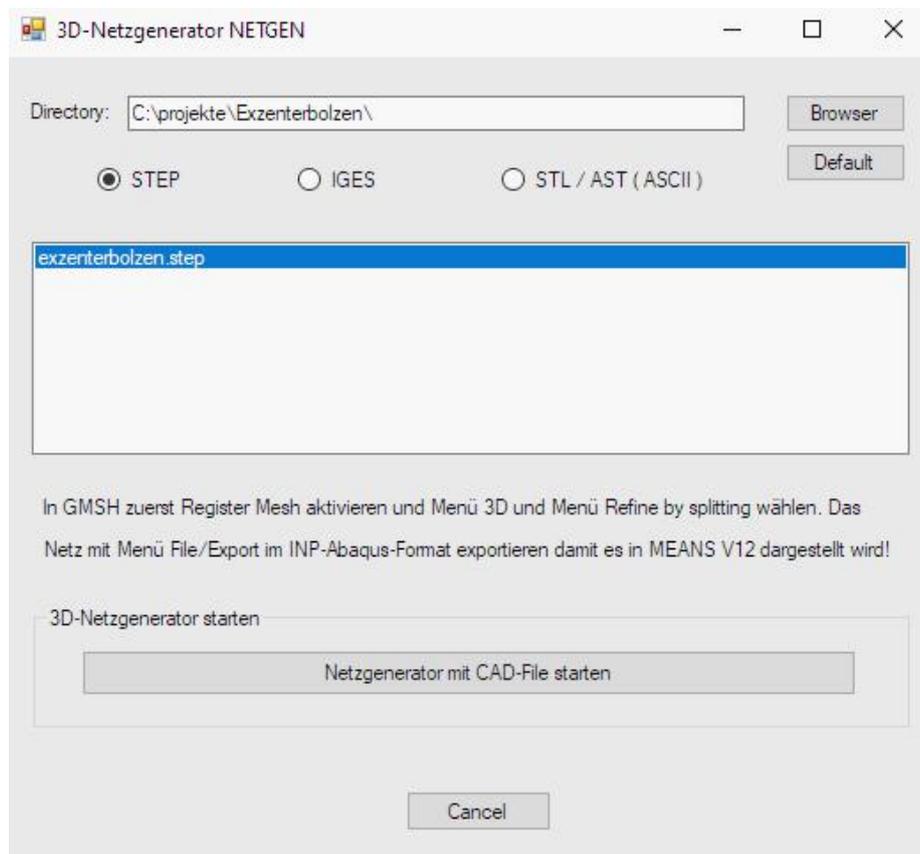
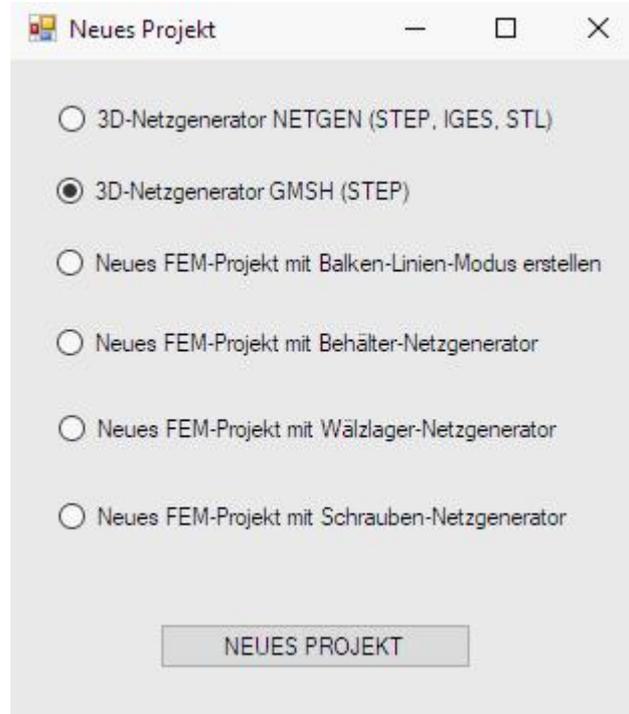
Im CAD-System wird der Exzenterbolzen mit einem Zylinder und einem Quader erzeugt. Nach dem Zusammenfügen zu einem Part wird der Exzenterbolzen im STEP-Format abgespeichert.



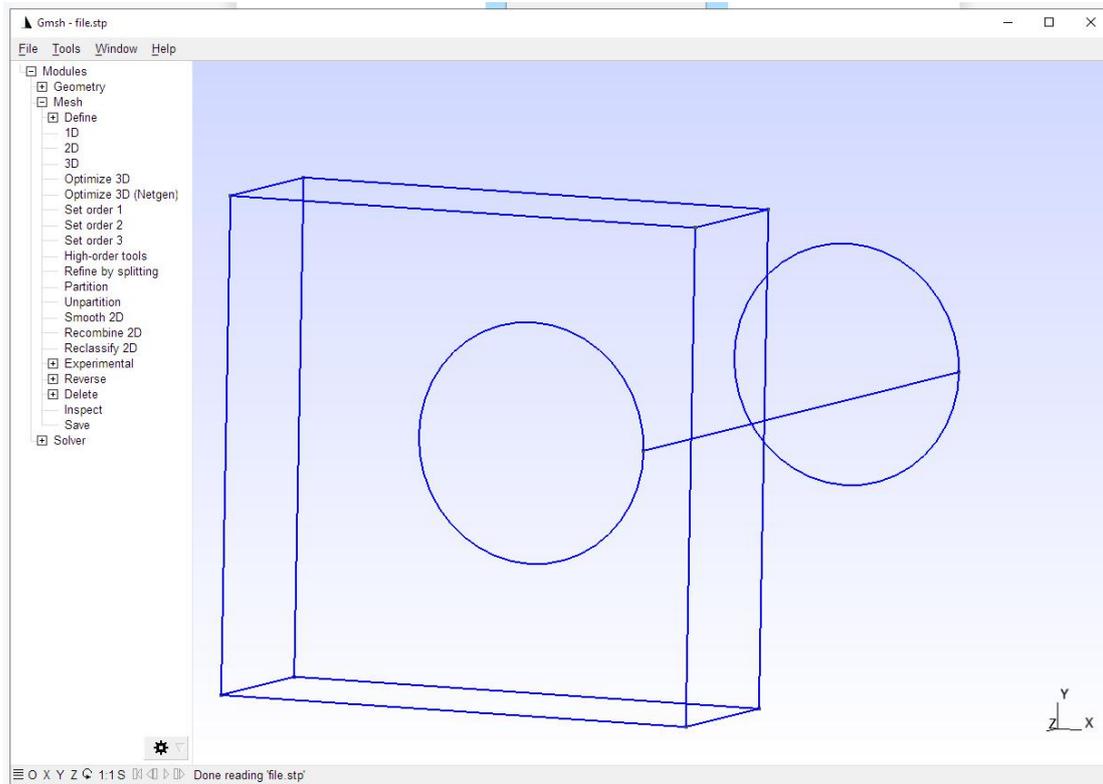
1.3 FEM-Netz generieren



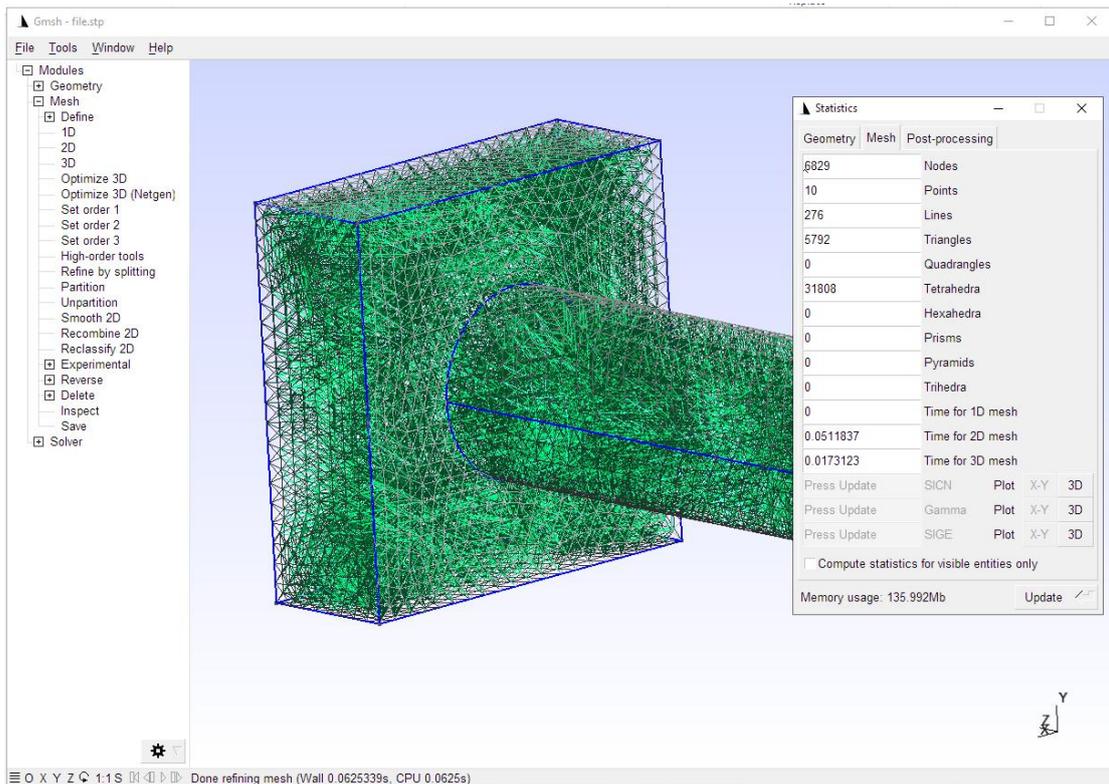
Starten Sie MEANS V12 mit dem Desktop-Icon  und wählen Sie das Register „Datei“ und das Menü „Neu“ und selektieren „3D-Netzgenerator GMSH (STEP)“ um die STEP-Datei „exzenterbolzen.stp“ in GMSH einzuladen und zu vernetzen.



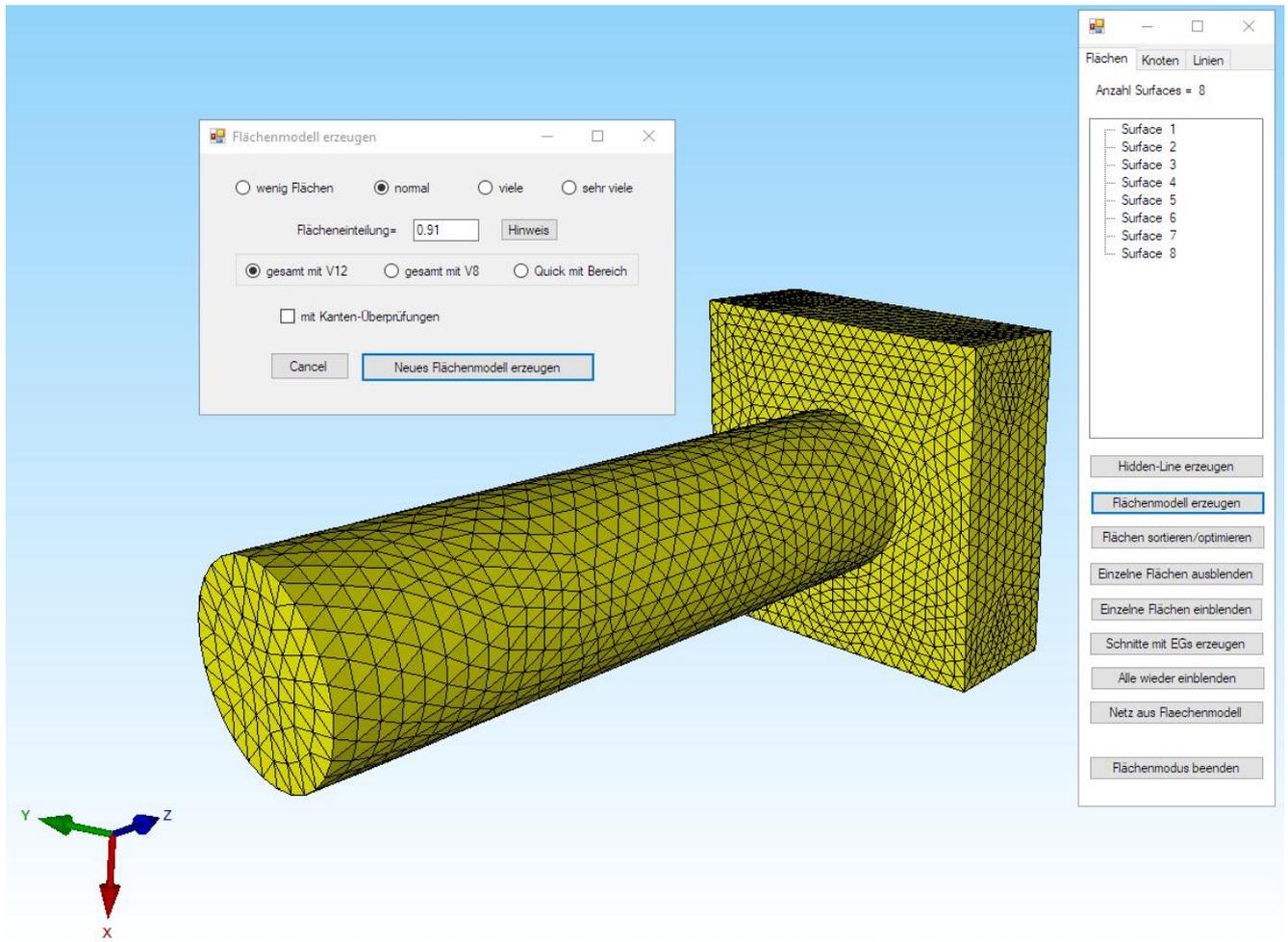
In GMSH wird der Exzenterbolzen zuerst in einem blauen Drahtgitter dargestellt. Wählen Sie im linken Menü zuerst „3D“ und anschließend „Refine by splitting“ um das FEM-Netz jeweils 8x feiner zu verfeinern. . Nach 2 Klicks erhält man ein FEM-Netz mit 31 808 Tetraedern.



Achten Sie auch immer auf die untere Infozeile, wenn keine Tetraeder vernetzt werden können werden „Warnings“ und „Errors“ angezeigt. In solchen Fällen muß leider GMSH beendet werden und es muß mit NETGEN versucht werden zu vernetzen.

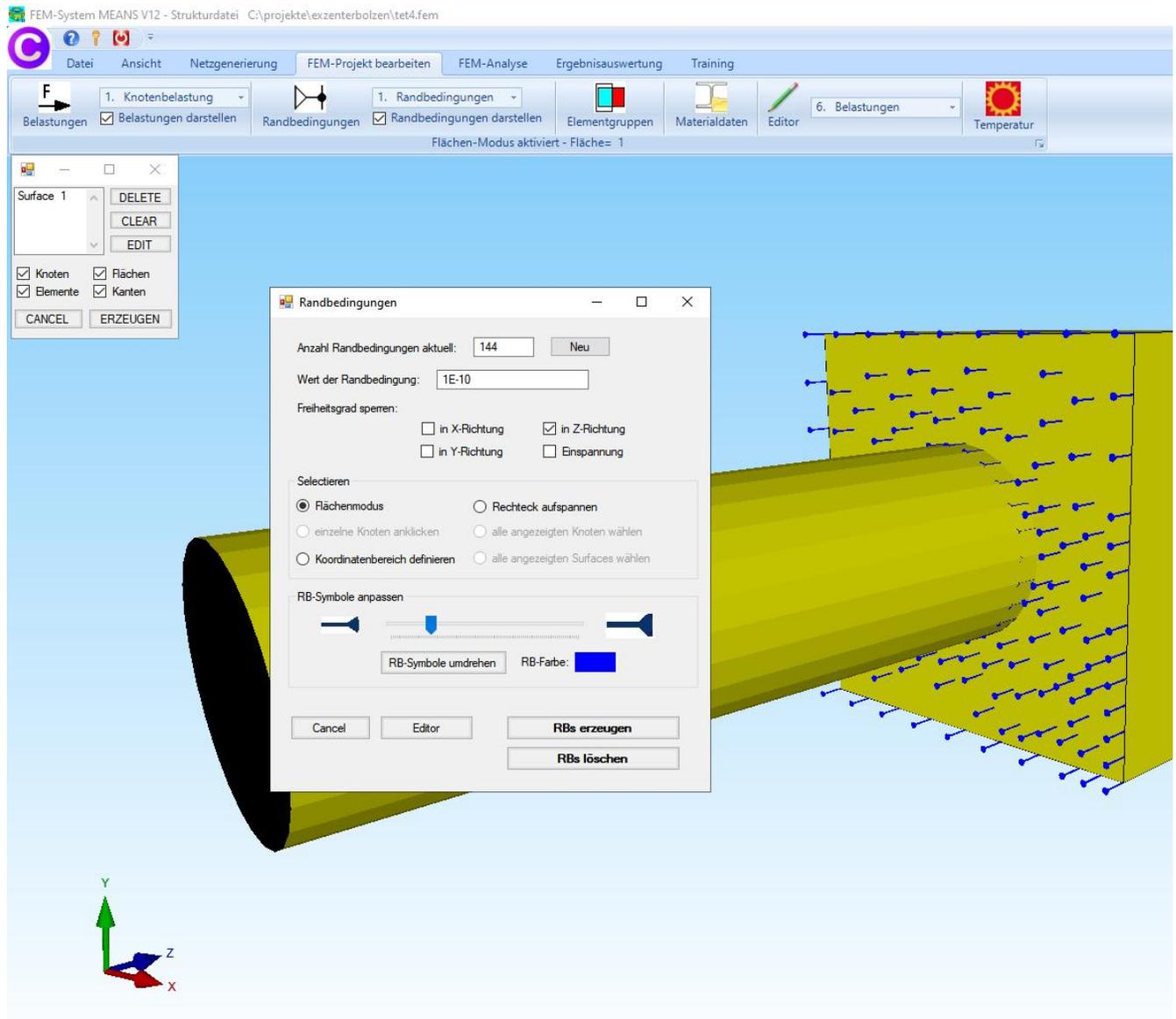


Nach dem GMSH-Export wählen Sie „Neues Flächenmodell erzeugen“ um die 8 Hauptflächen des Exzenterbolzens für die Flächenlast und Einspannung selektieren zu können.



1.4 Lagerung erzeugen

Erzeugen Sie mit Register „FEM-Projekt bearbeiten“ und Menü „Randbedingungen“ mit der Selektion „Flächenmodus“ eine Lagerung in Z-Richtung an der Vorderseite des Quaders mit der Surface 1. In der Selectbox mit „Erzeugen“ werden 144 Randbedingungen in Z-Richtung erzeugt.

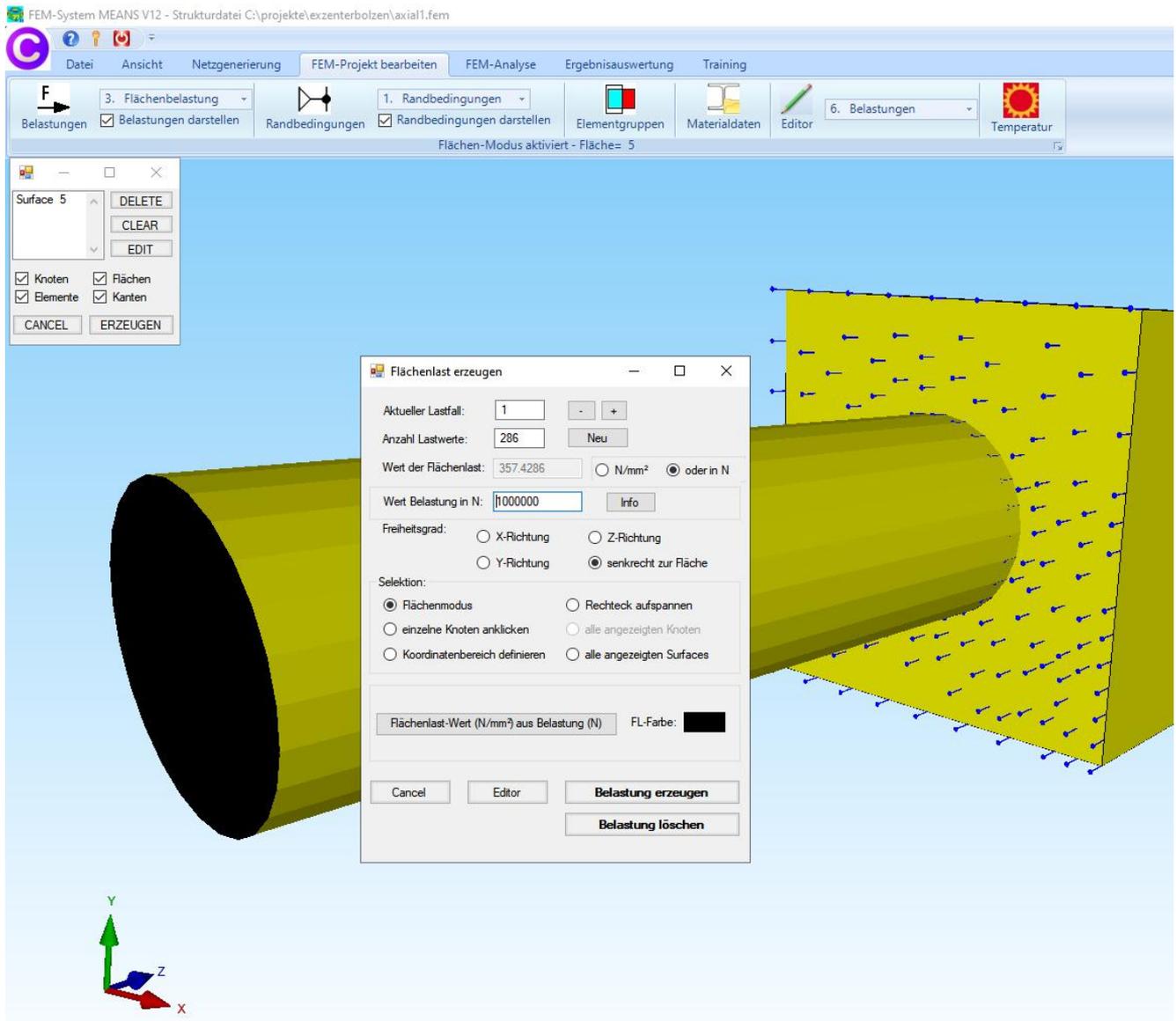


1.5 Axialbelastung

Wählen Sie Register „FEM-Projekt bearbeiten“ und Menü „Flächenbelastung“.

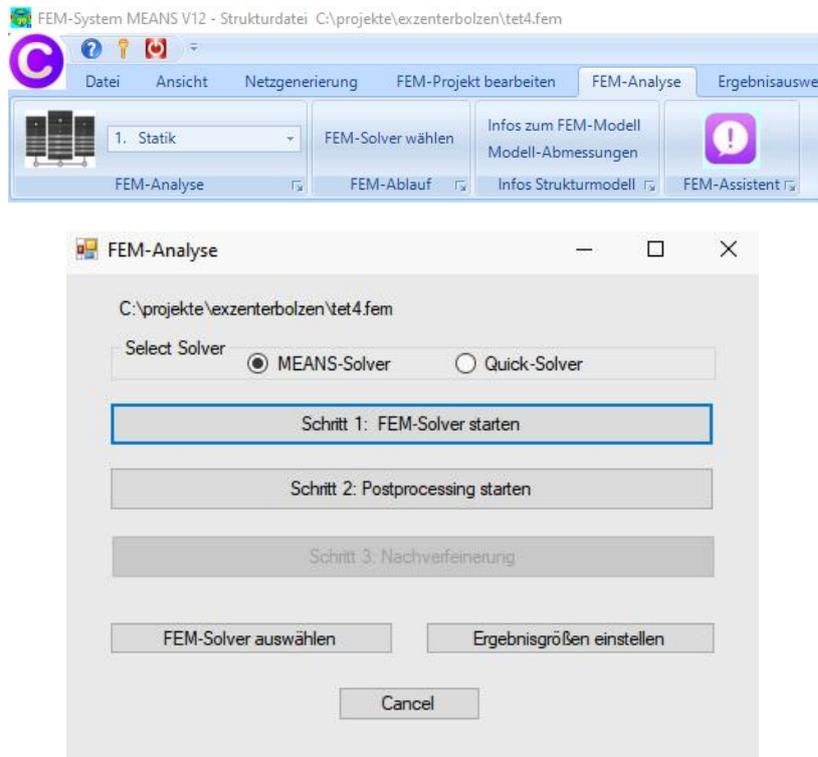
In der nächsten Dialogbox wählen Sie Lastfall „1“ sowie die Option „oder in N“ und geben den Wert „1000000“ und den Freiheitsgrad „senkrecht zur Fläche“ ein.

Mit der Selektion „Flächenmodus“ und Menü „Belastung erzeugen“ erzeugen Sie eine Flächenlast durch Anklicken der Vorderseite des Zylinders mit der Surface 5. In der Selectbox mit „Erzeugen“ werden 286 Flächenlasten erzeugt.



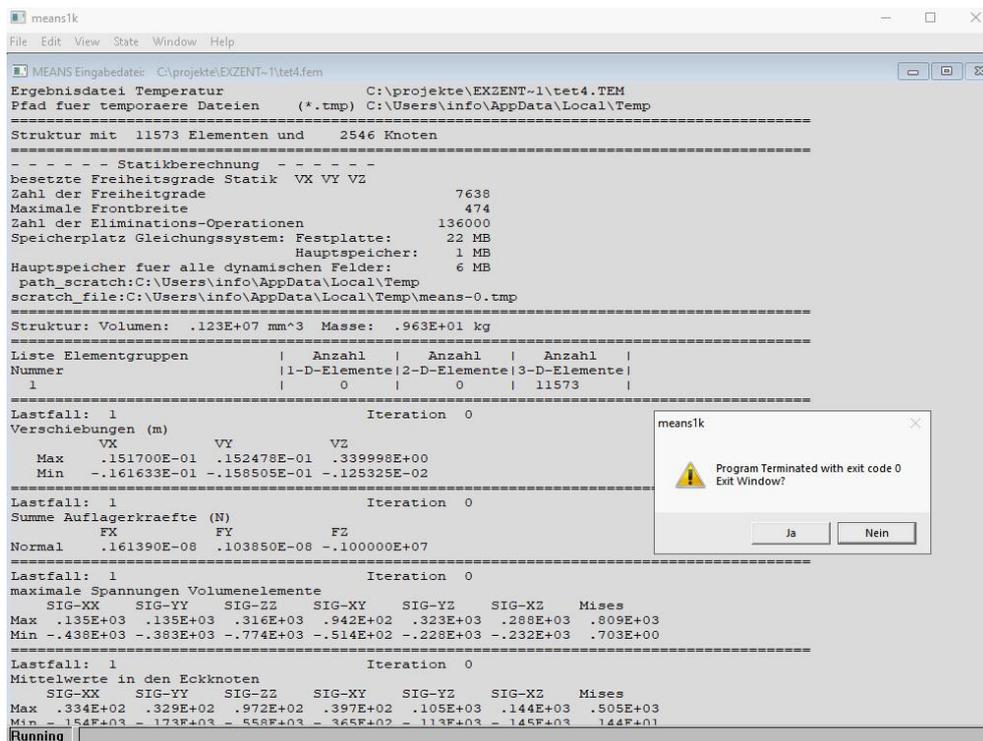
1.6. FEM-Analyse

Wählen Sie das Register „FEM-Analyse“ und das Icon  um eine FEM-Berechnung mit dem MEANS-Solver oder dem Quick-Solver zu starten.



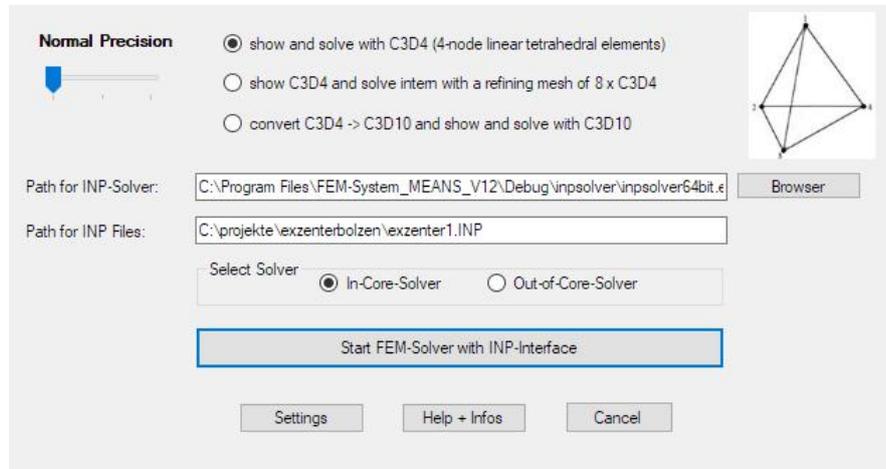
1.6.1 MEANS-Solver

Es wird der von HTA-Software entwickelte FEM-Solver, der leider eine wesentlich höhere Rechenzeit als der Quick-Solver benötigt, gestartet.



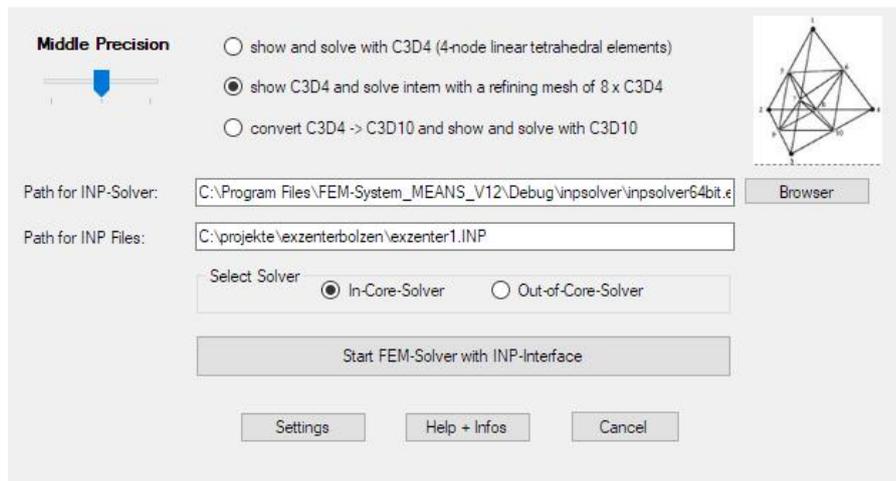
1.6.2 Quick-Solver mit Tetraederelement TET4

Es wird der Quick-Solver mit dem linearen Tetraederelement TET4 gestartet.



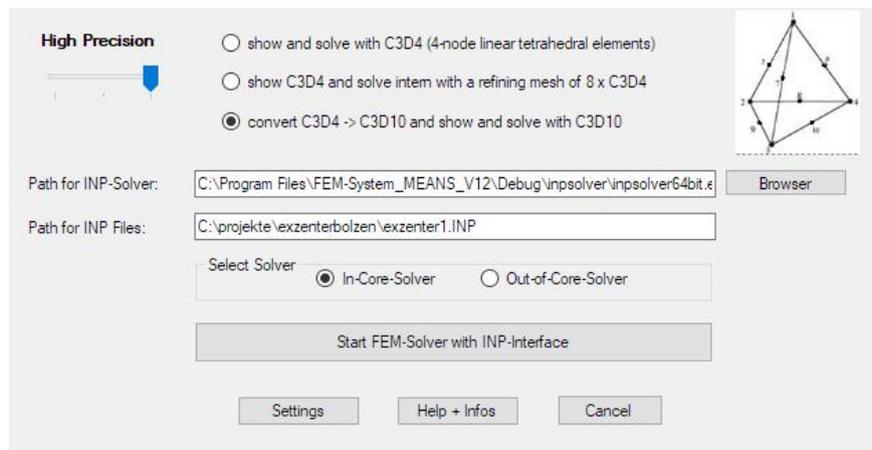
1.6.3 Quick-Solver mit Tetraederelement TET4X8

Es wird der Quick-Solver mit dem Tetraederelement TET4 gestartet, wobei intern jeder TET4 in 8 kleinere TET4s zerlegt wird und damit 8 mal genauer als obiger berechnet.



1.6.4 Quick-Solver mit Tetraederelement TET10

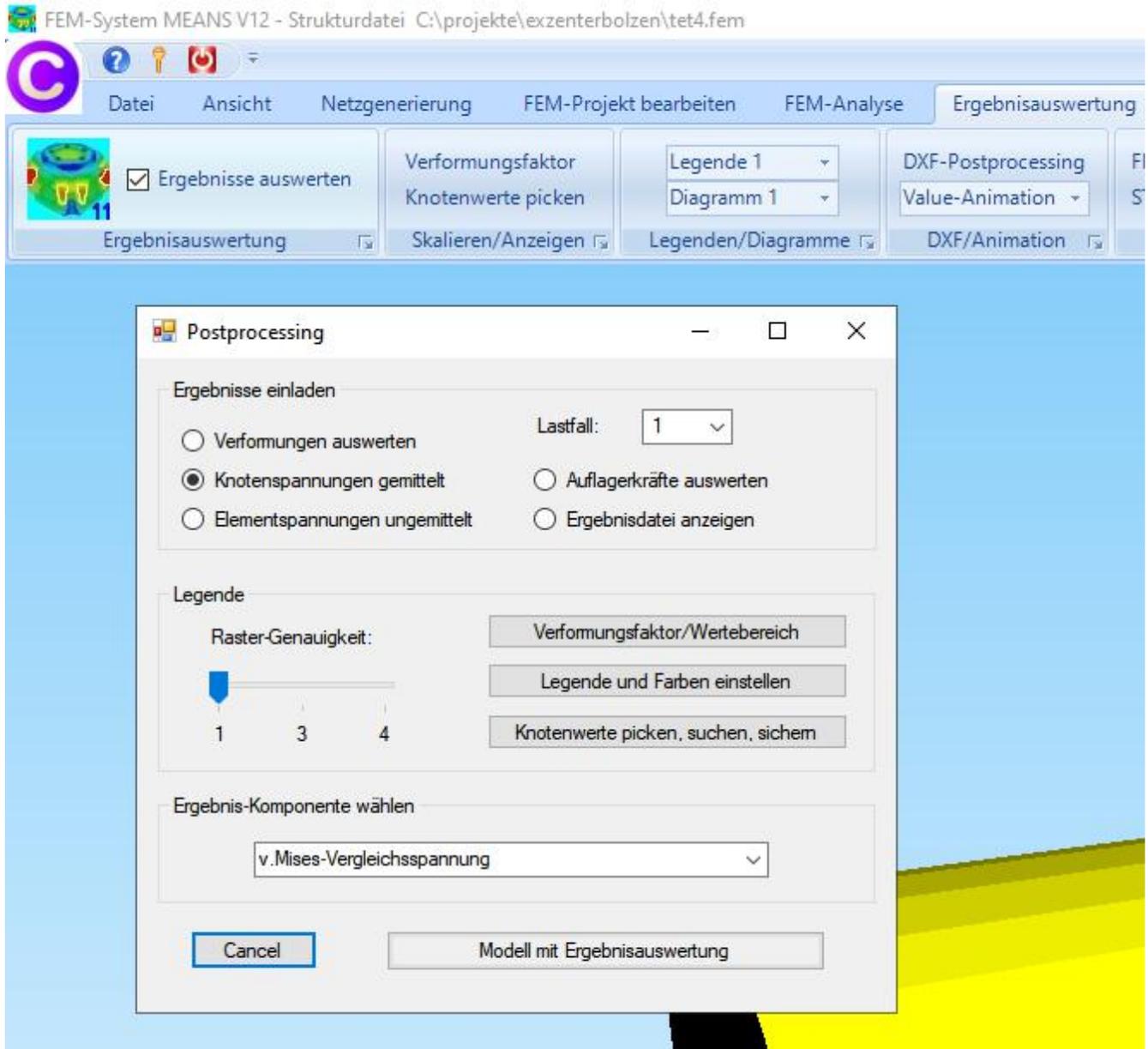
Es wird der Quick-Solver mit dem quadratischen noch genaueren Tetraeder TET10 gestartet.



1.7 Ergebnisauswertung



Wählen Sie das Register „Ergebnisauswertung“ und das Icon um die Ergebnisse als Verformungs- oder Spannungsverteilung farblich darzustellen.

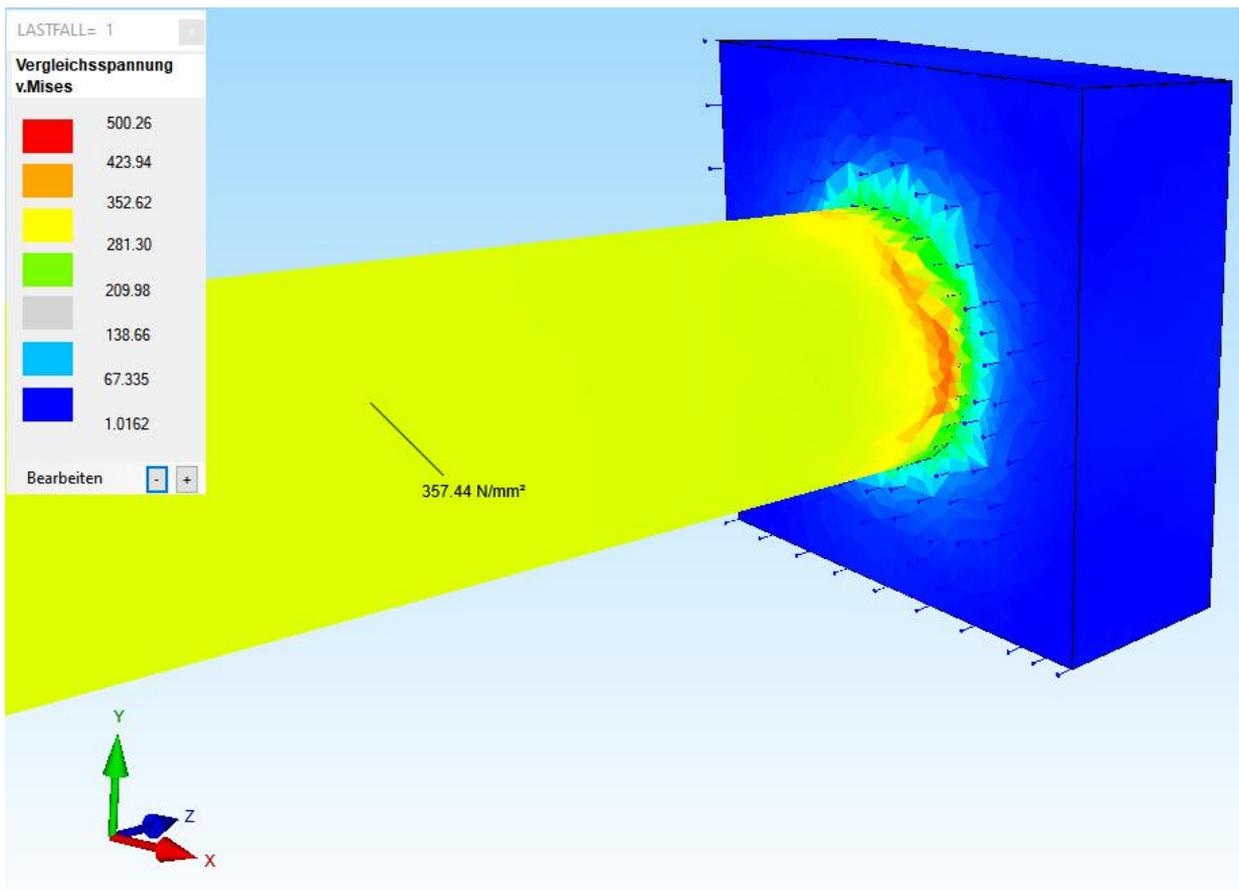


Es folgt ein Ergebnisvergleich mit den verschiedenen Tetraederelementen von MEANS V12:

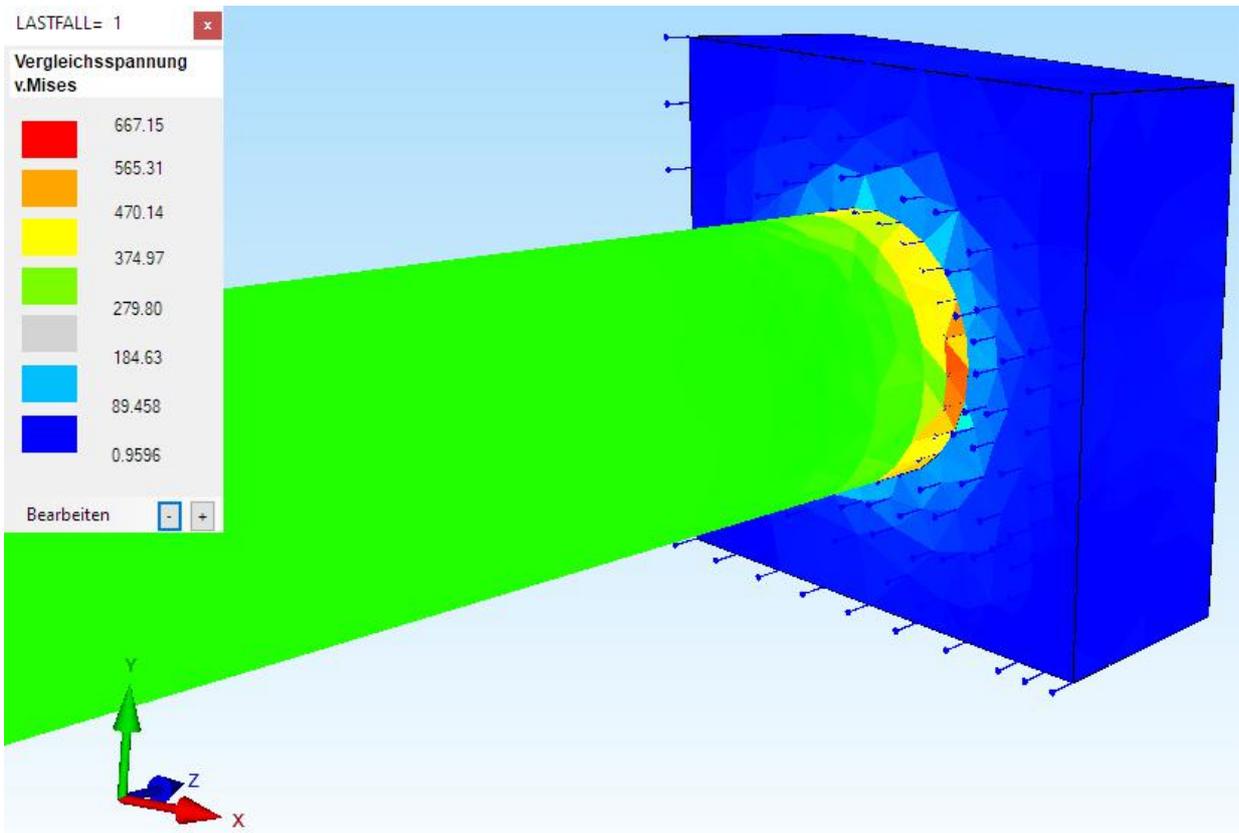
- ◆ TET4
- ◆ TET4X8
- ◆ TET10

der aufzeigt, daß mit zunehmender Knotenanzahl pro Element die Ergebnisse genauer und die Rechenzeiten dagegen höher werden.

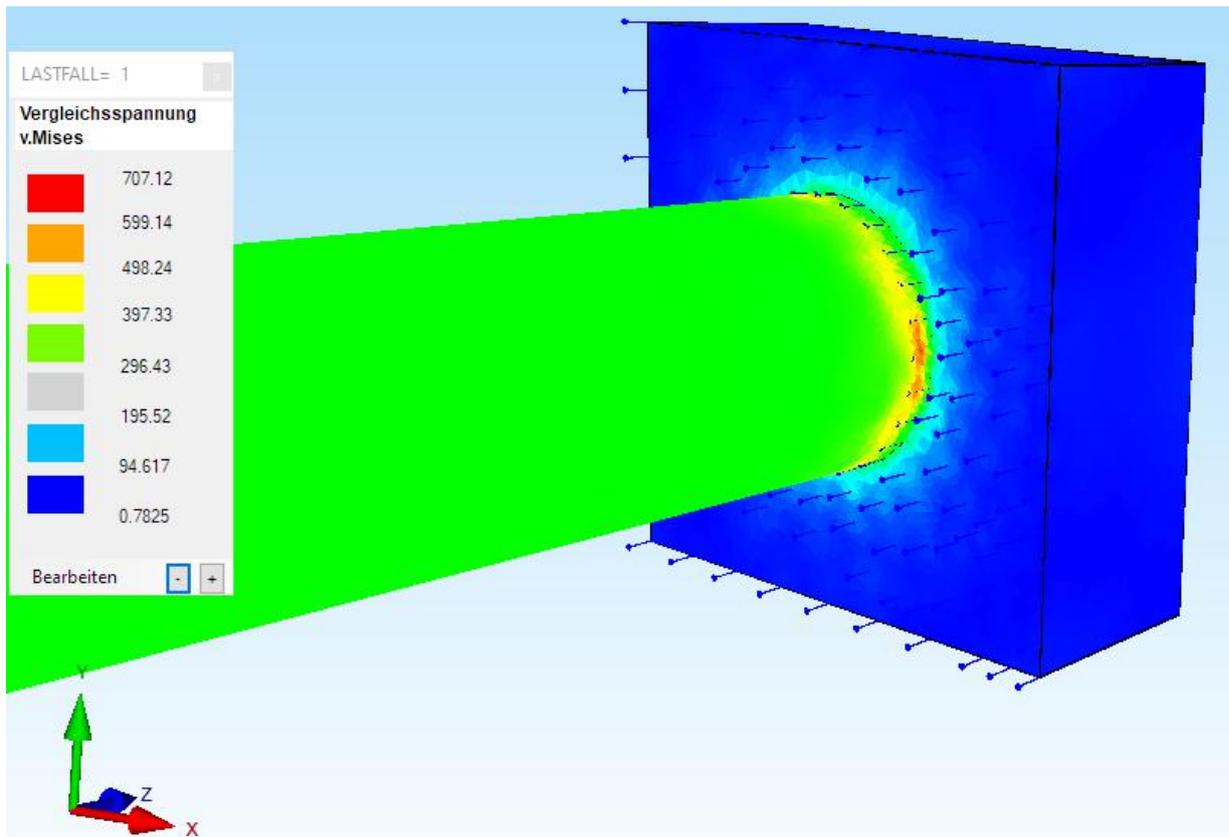
Gemittelte Knotenspannungen TET4



Ungemittelte Elementspannungen TET4



Gemittelte Knotenspannungen TET4X8



Gemittelte Knotenspannungen TET10

