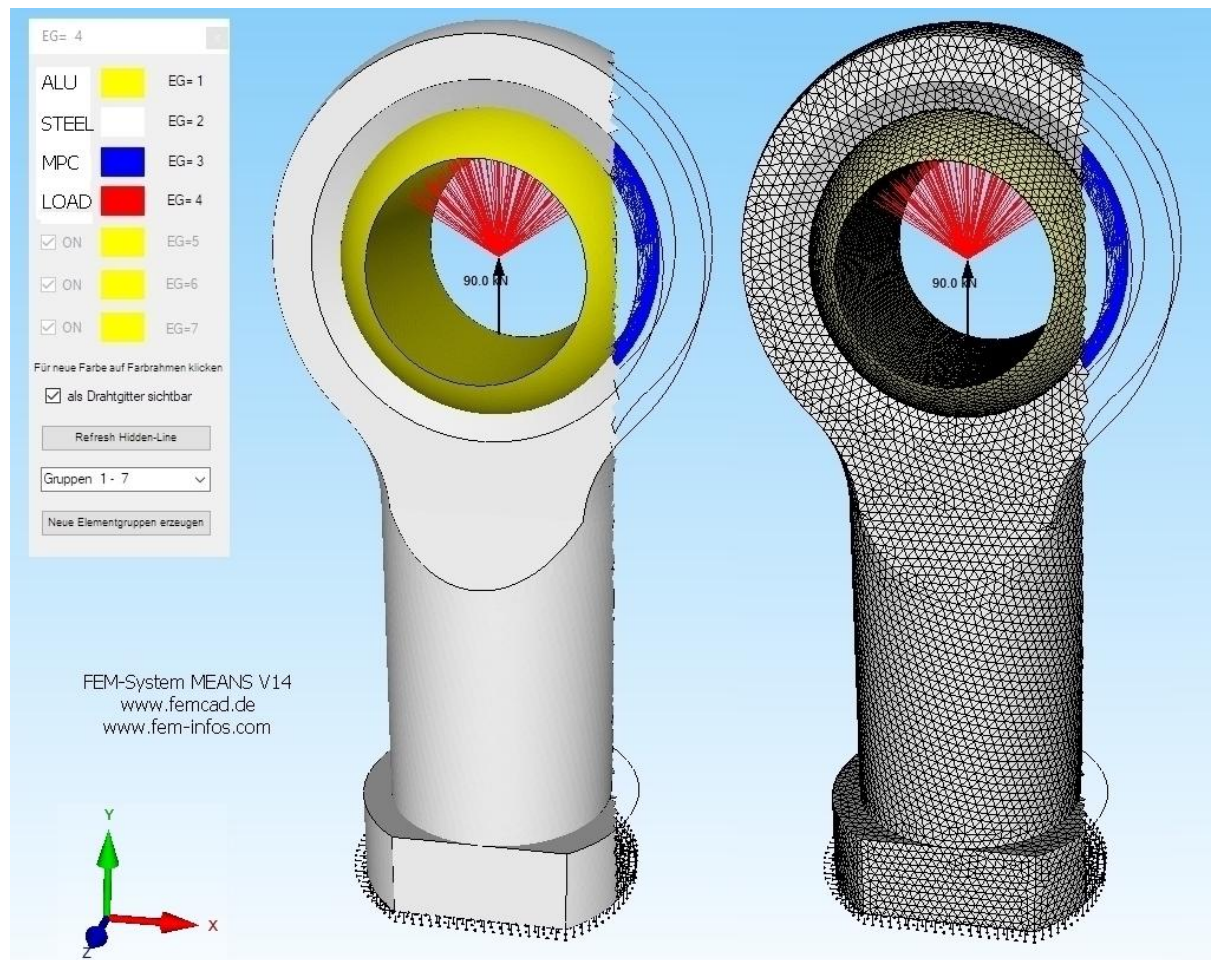


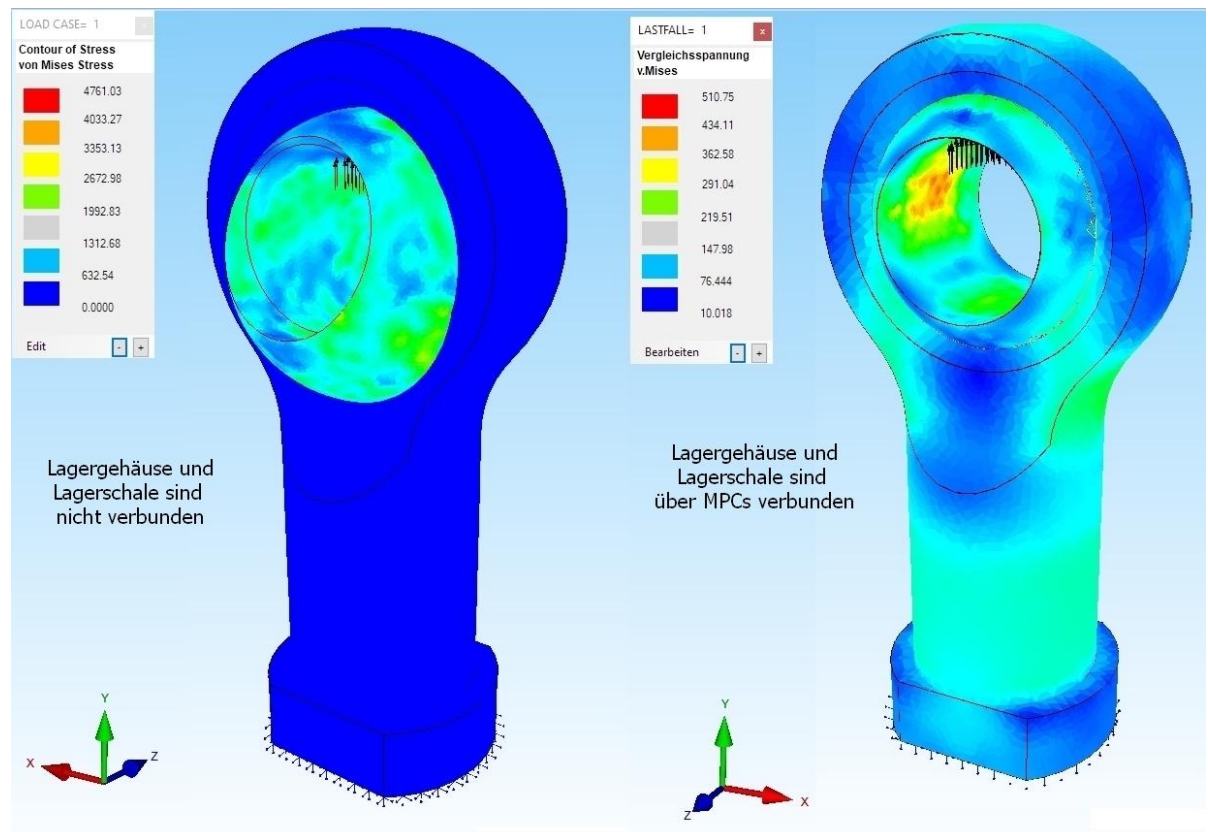
Kapitel 40 - Gelenkkopf und Lagerschale mit MEANS V14 simulieren

Mit einer „normalen“ FEM-Analyse kann der Gelenkkopf nicht genau genug berechnet werden. So ist der Einsatz von starren Balken-Elementen die auch als MPC-Elemente (Mehrpunkt-Constraint-Elemente) bezeichnet werden, erforderlich:

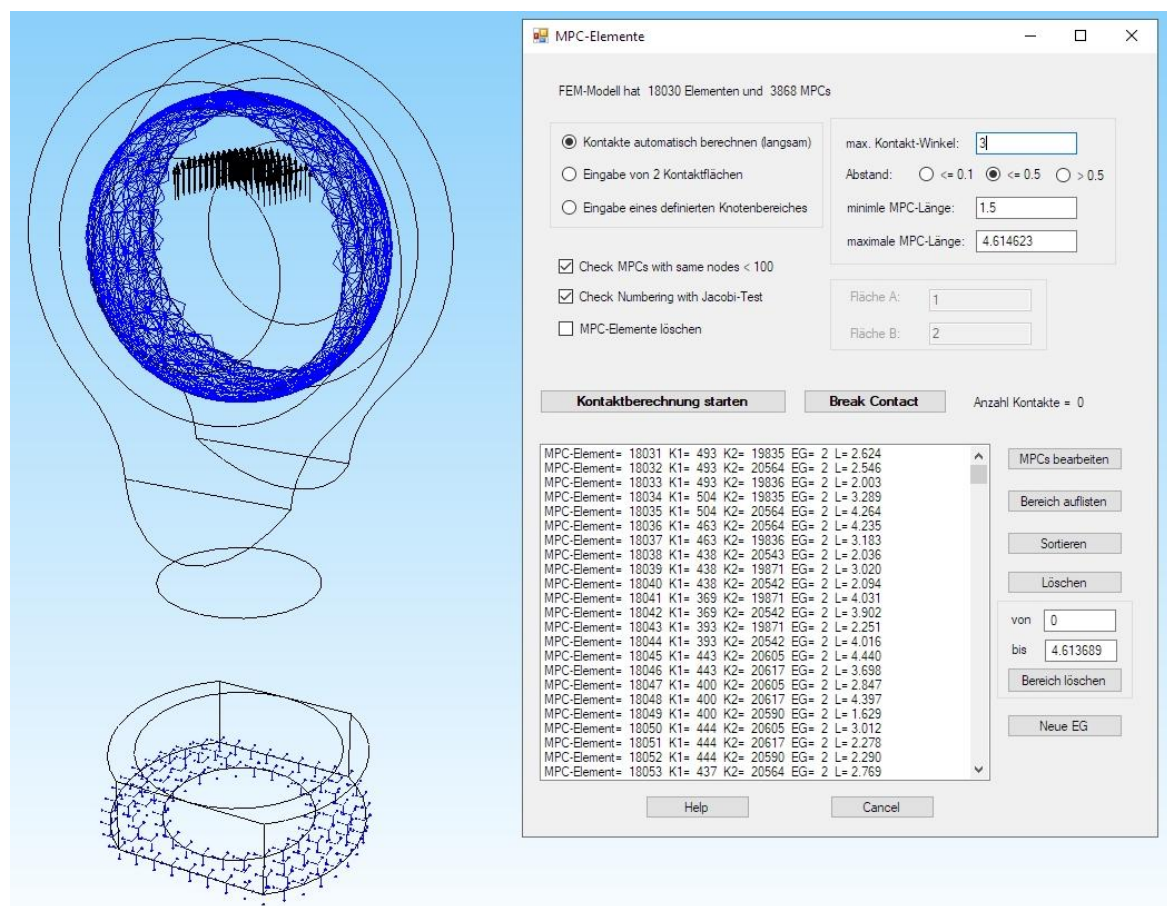
- Um die Zugbelastung von der Welle auf die Lagerschale zu übertragen muß ein Referenzpunkt in der Wellenmitte auf einen Knotenbereich der Lagerschale mit MPC-Elementen verbunden werden.
- Um das Lagergehäuse mit der Lagerschale fest zu verbinden können Flächen des Lagergehäuse mit Flächen der Lagerschale über MPC-Elemente verbunden werden.
- Zusätzlich müssen Lagergehäuse und Lagerschale getrennt vernetzt und über eine FEM-Zuladung vereint werden damit man 2 Elementgruppen für die E-Module des Stahl-Gehäuse und der Alu-Lagerschale erhält.



Zugbelastung greift außerhalb des FEM-Netzes an und muß von der Wellenmitte auf die FEM-Knoten der Lagerschale mit MPC-Elementen übertragen werden.

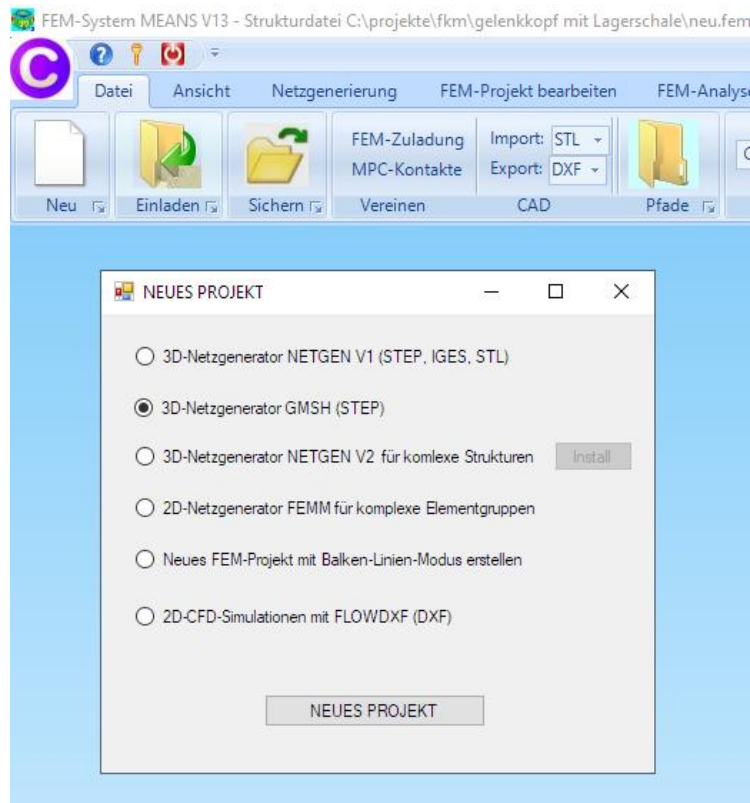


v.Mises-Spannung von Lagergehäuse und Lagerschale ohne Verbindung (links) und mit MPCs von Lagergehäuse und Lagerschale (rechts und unten).

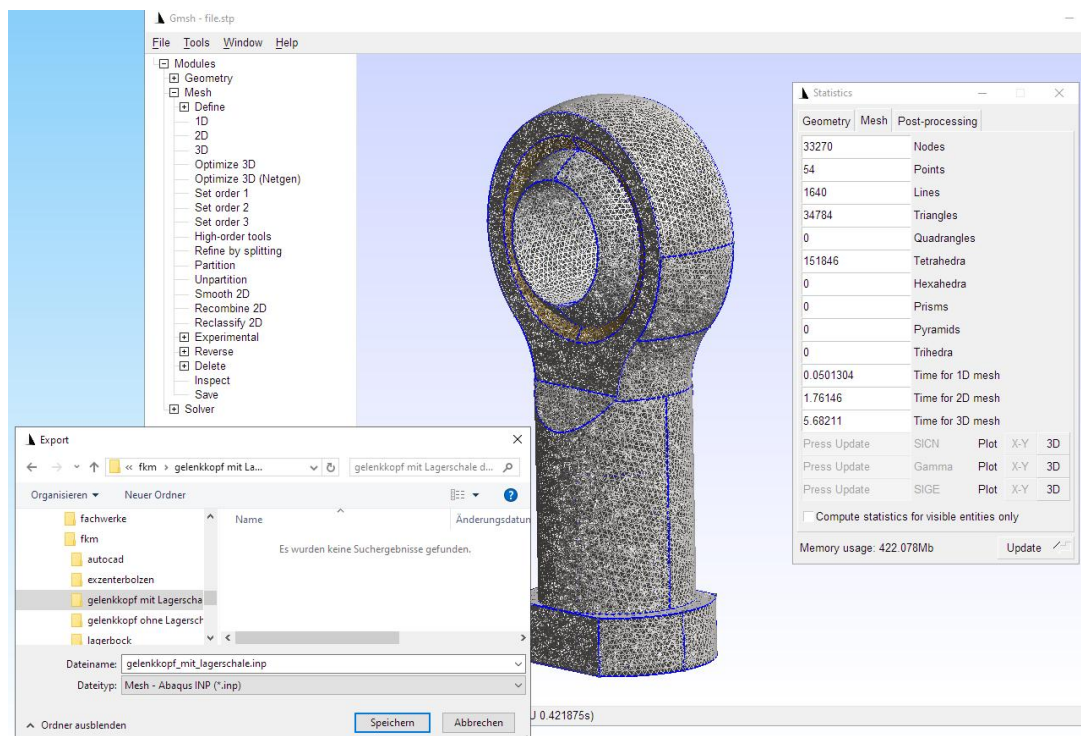


Gelenkkopf vernetzen

Wählen Sie in MEANS V14 das Register „Neu“ sowie Menü „3D-Netzgenerator GMSH (STEP)“ um ein FEM-Netz mit 151 846 Tetraeder und 40139 Knotenpunkte mit Menü „3D“ zu generieren.

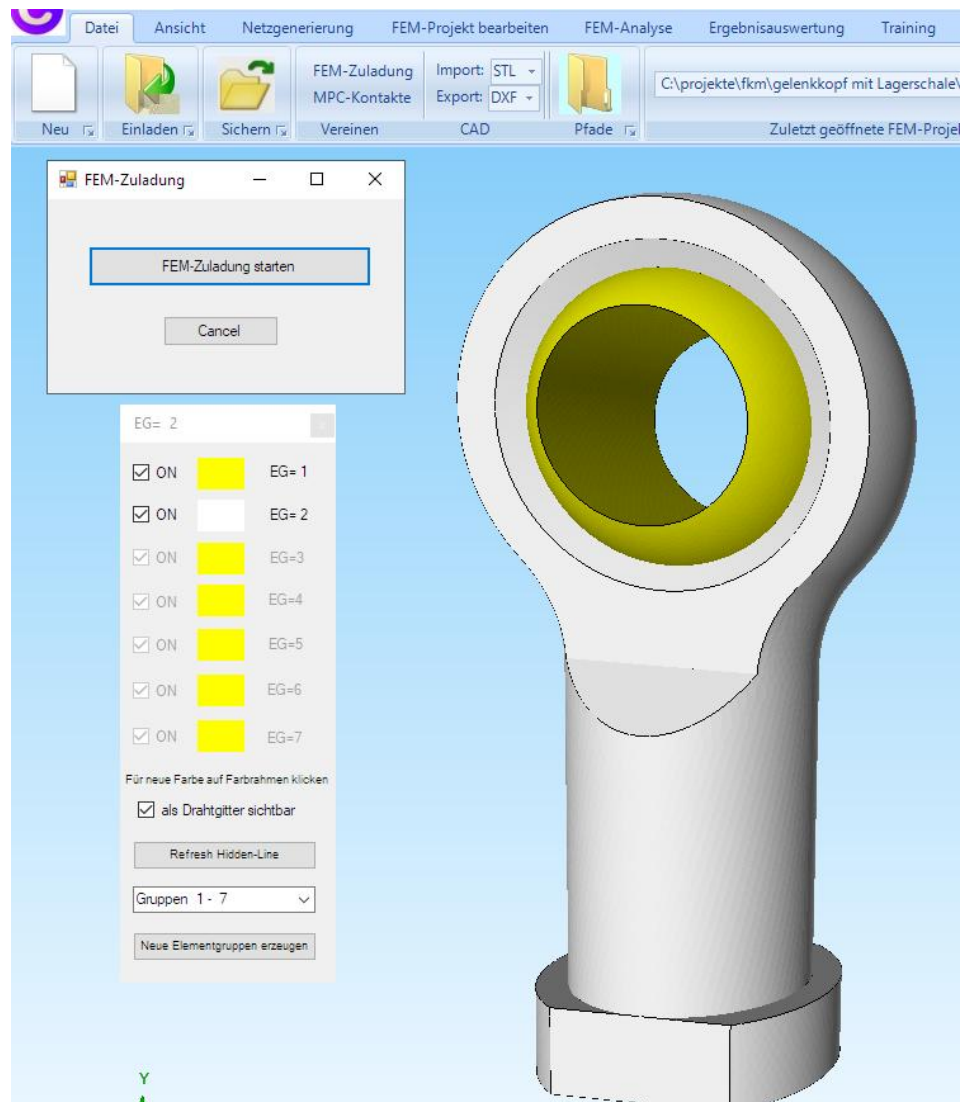
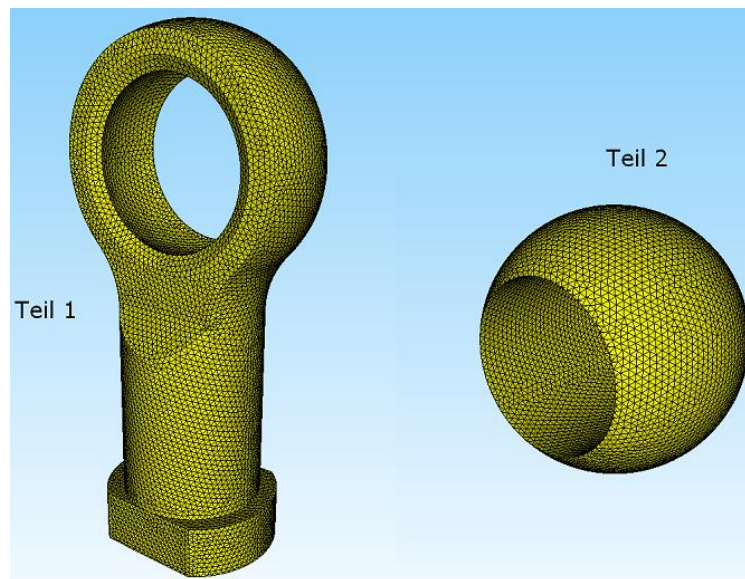


Das FEM-Netz muß im „Abaqus-INP“ Format exportiert werden das in MEANS V14 wieder importiert werden kann.



Verschiedene E-Module

Soll mit zwei verschiedenen E-Modulen gerechnet werden dann müssen Lagergehäuse und Lagerschale zuerst getrennt mit GMSH vernetzt werden und über eine FEM-Zuladung zusammen geladen werden.

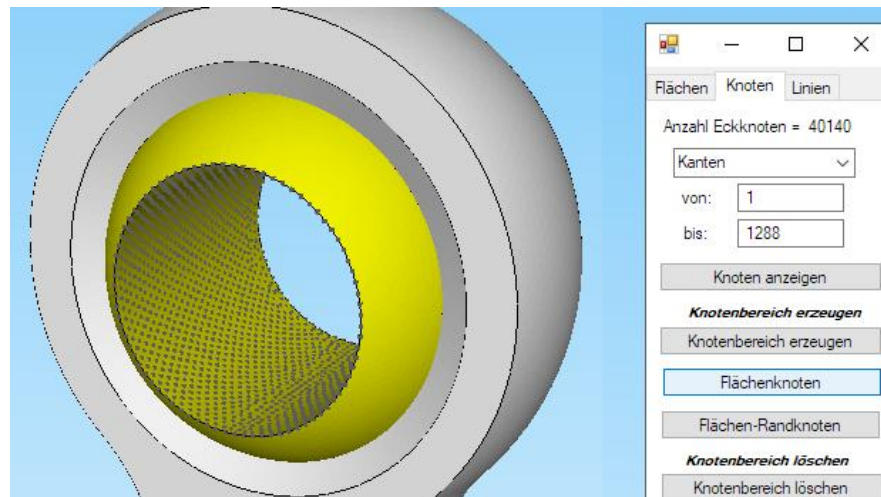


Zugbelastung mit Knotenbereich erzeugen

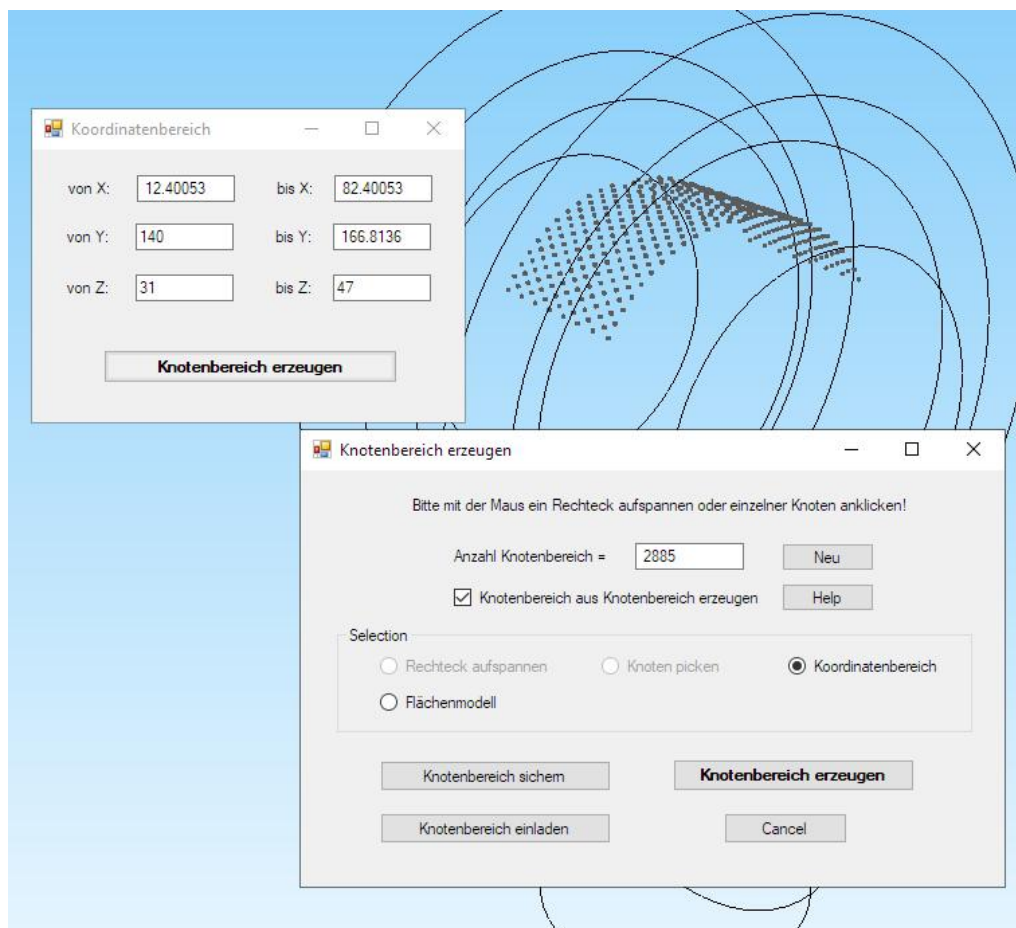
Da die Welle nicht vernetzt ist, muß die Zugbelastung mit einem Referenzpunkt in der Wellenmitte definiert werden und mit einem Knotenbereich der Lagerschale über MPC-Elemente verbunden werden.

Knotenbereich definieren und kürzen

Erzeugen Sie im Knoten-Modus und Menü „Flächenknoten“ einen Knotenbereich der Surface 6. Schalten Sie auf „Dratgitter“ um mit einem zweiten Knotenbereich die



Z-Breite auf „31 mm bis 47 mm“ und Y-Höhe auf „140 mm bis 166 mm“ zu kürzen.



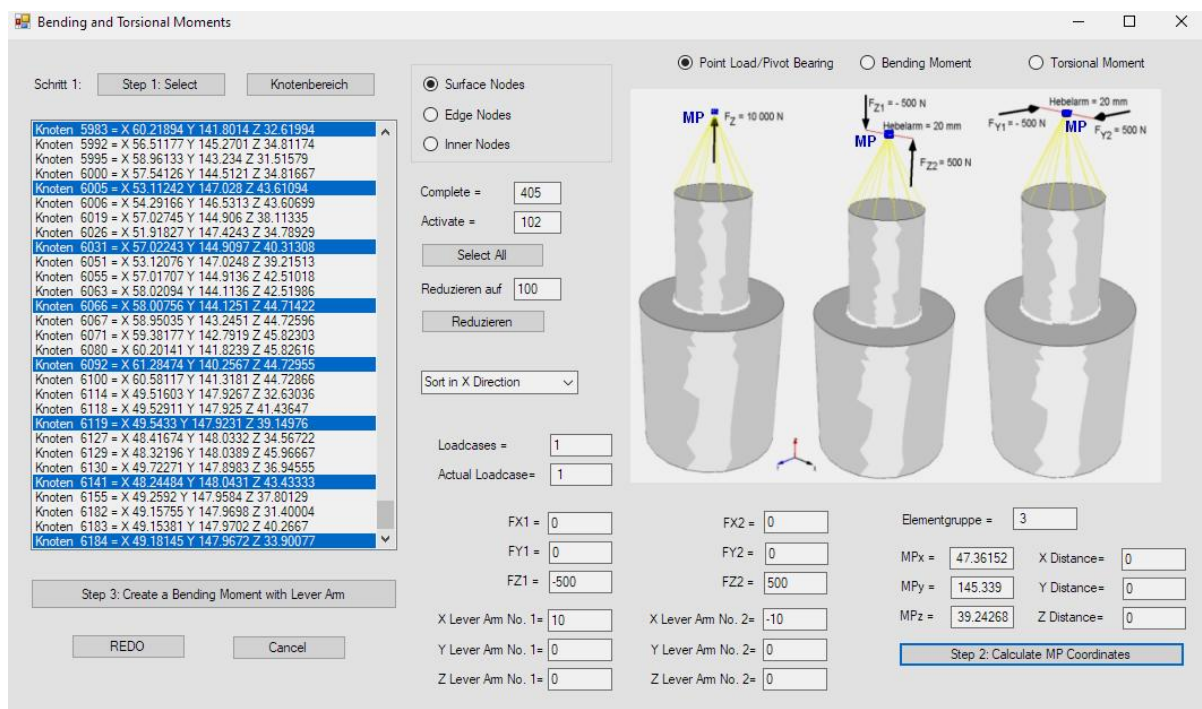
MPC-Elemente erzeugen

Wählen Sie jetzt Register „FEM-Projekt bearbeiten“ und Menü „Biege- und Torsionsmoment“ um den Knotenbereich mit einem Referenzpunkt zu verbinden.

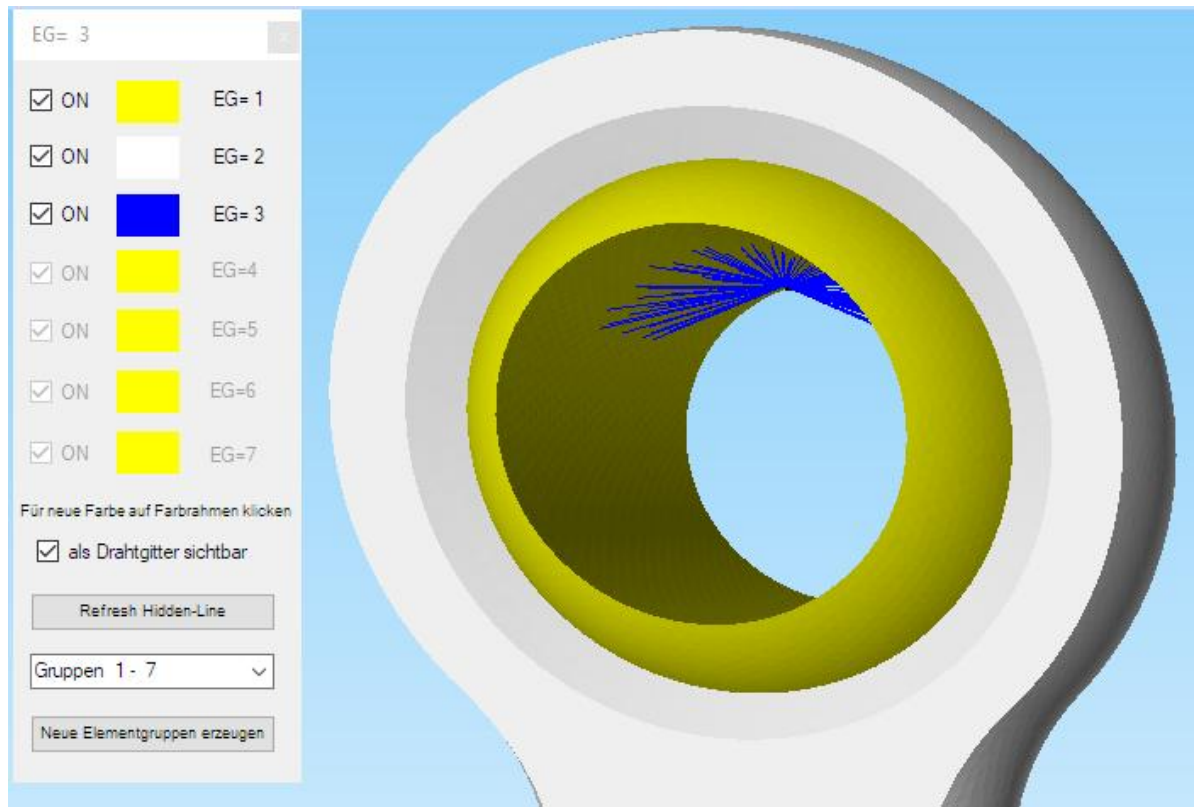


Mit „Knotenbereich“ die Punkte in der Dialogbox anzeigen lassen und auf „100“ reduzieren weil der Quick-Solver „nur“ 100 Balkenelemente mit einem gemeinsamen Knoten berechnen kann. Dann mit „Step 2“ den MP-Punkt erzeugen und mit „Step 3“ die MPC-Elemente erzeugen.

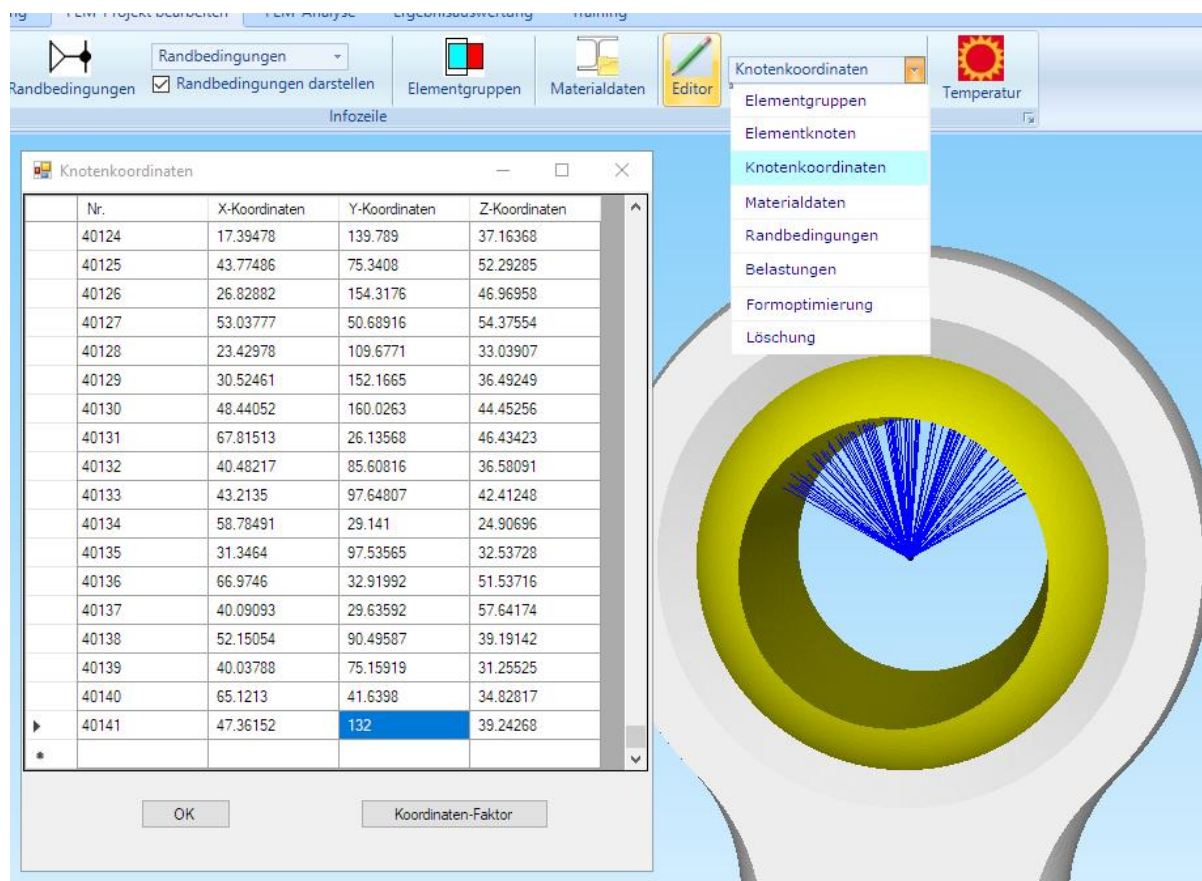
Schon hat man ohne einen großen Eingabeaufwand ein erweitertes FEM-Modell mit Referenzpunkt 40140 und Elementgruppe 3 aus Balken-Elementen generiert.



Es ist jetzt eine neue Elementgruppe 3 mit den MPC-Elementen verfügbar:



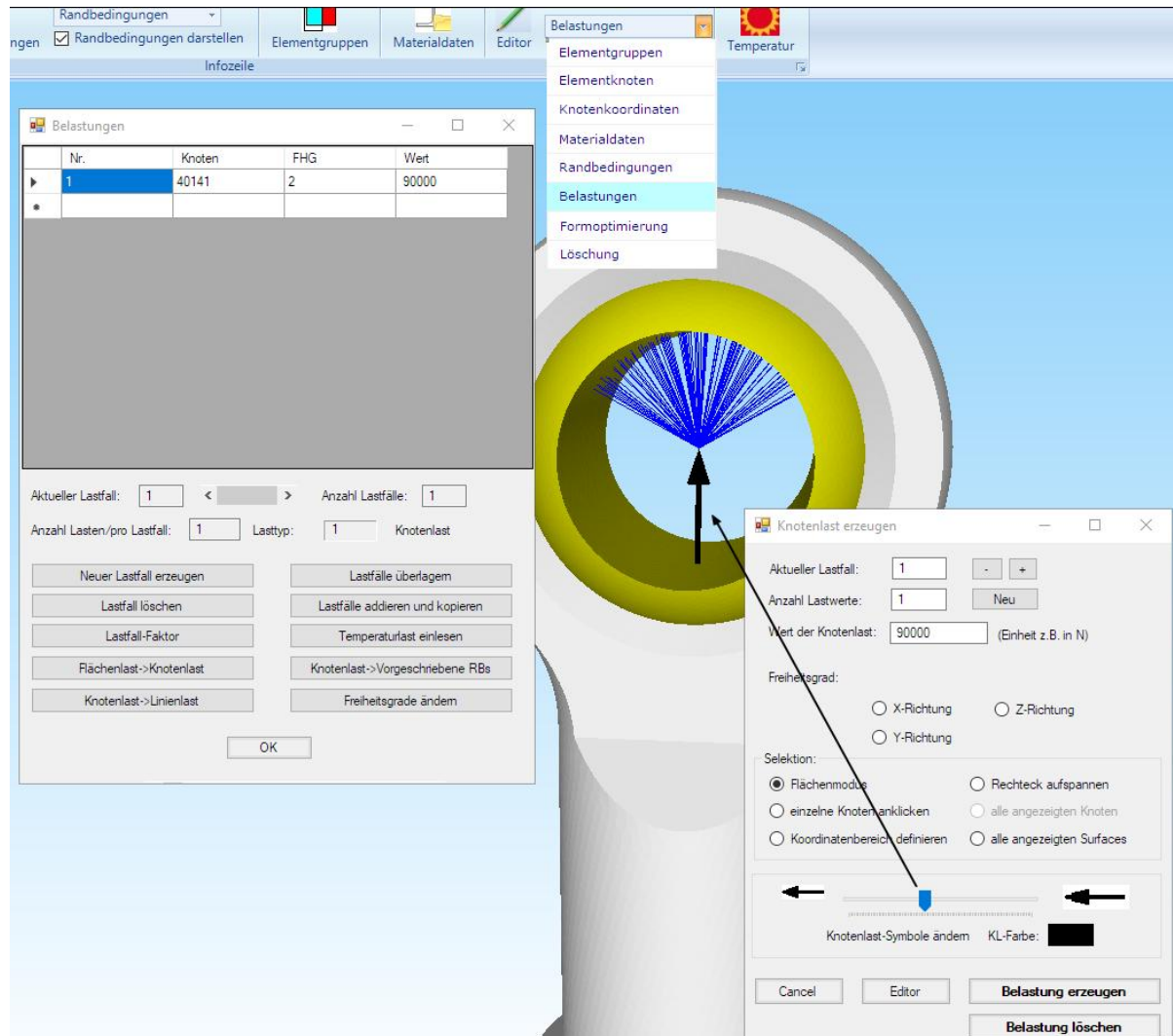
Wählen Sie „FEM-Projekt bearbeiten“ und „Editor“ sowie „Knotenkoordinaten“ und setzen den Referenzpunkt 40141 auf die Wellenmitte mit dem Y-Wert „132“ tiefer.



Belastungen editieren

Wählen Sie wieder „Editor“ und „Belastungen“ und geben einen Wert von „90000“ N in Y-Richtung am Referenzknoten 40141 ein.

Mit diesem Menü kann auch ein Lastfall gelöscht oder die Anzahl der Lastfälle und die Anzahl der Lastwerte geändert werden indem man auf die Zellen klickt und einen neuen Wert eingibt.



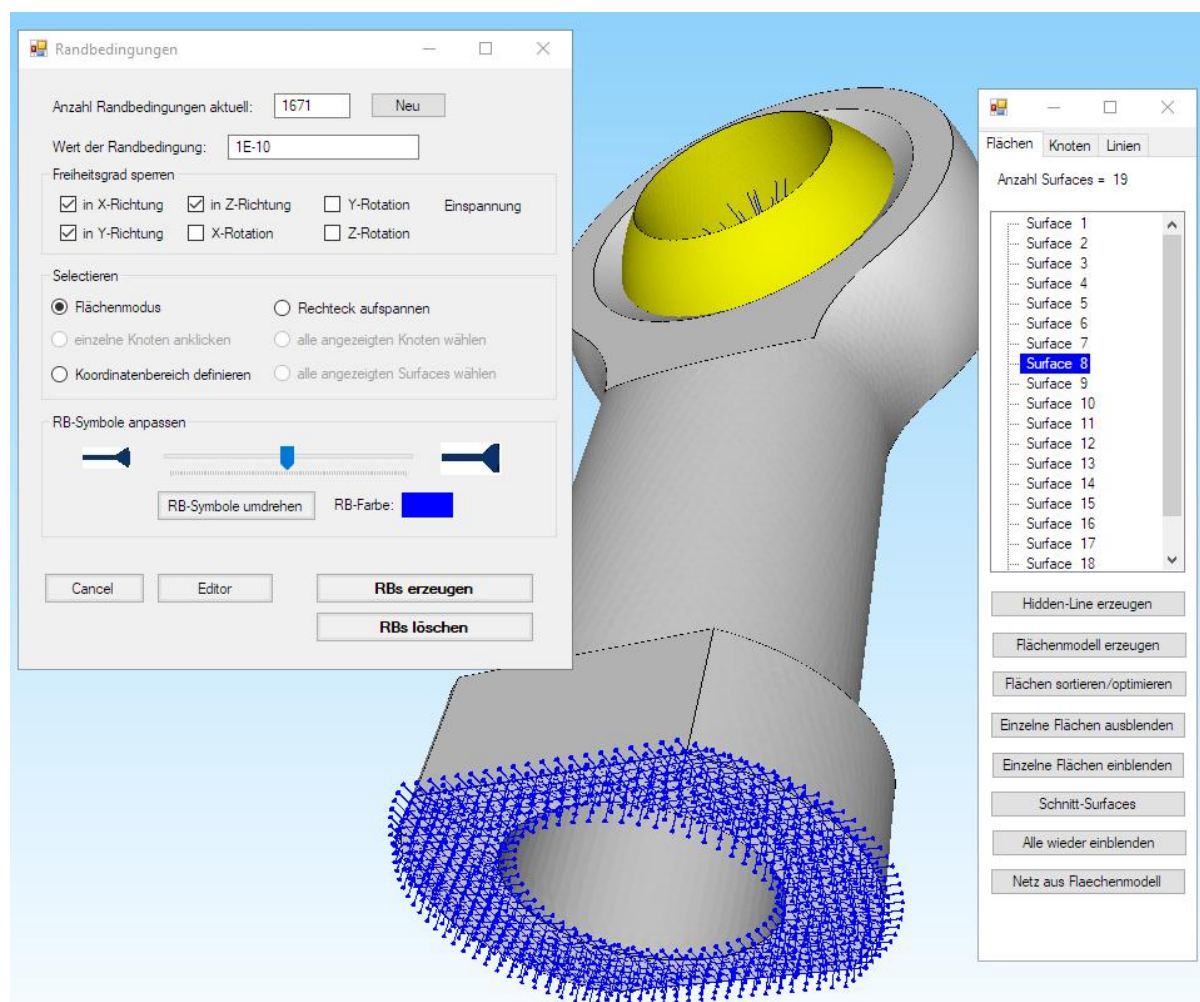
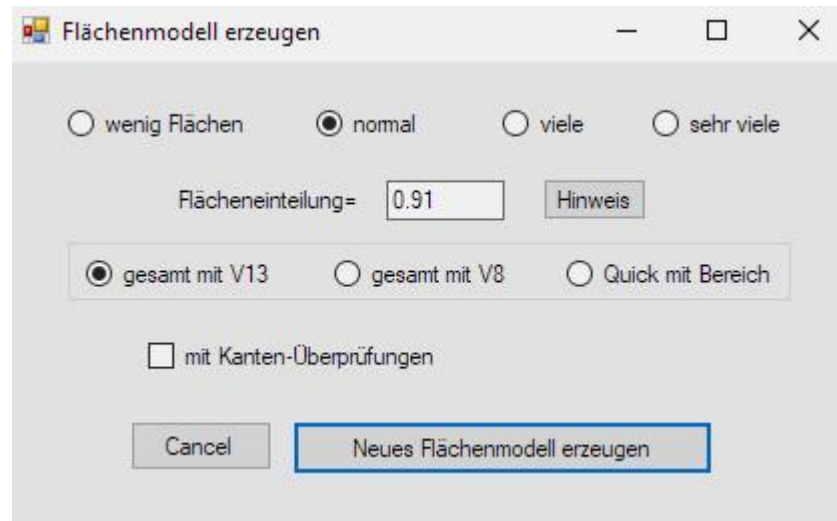
Pfeil-Size und Pfeil-Color einstellen



Ändern der Pfeilgröße auf das Last-Icon klicken und mit dem Schieber die Pfeil-Größe ändern sowie auf den Farbkasten klicken und die Pfeil-Farbe wechseln.

Einspannung erzeugen

Der Gelenkkopf wird unten fest eingespannt. Klicken auf das Icon  im Register „FEM-Projekt bearbeiten“ um Surface 8 in x-, y- und z-Richtung fest einzuspannen. Zuvor muß aber das Flächenmodell mit „Flächen-Modus“ erzeugt werden sonst können keine Flächen selektiert werden.



Erste FEM-Analyse

Zum Schluß müssen die E-Module über Register „FEM-Projekt bearbeiten“ sowie Materialdaten eingegeben werden:

Elementgruppe 1

E-Modul für Alu = 70 000 MPa

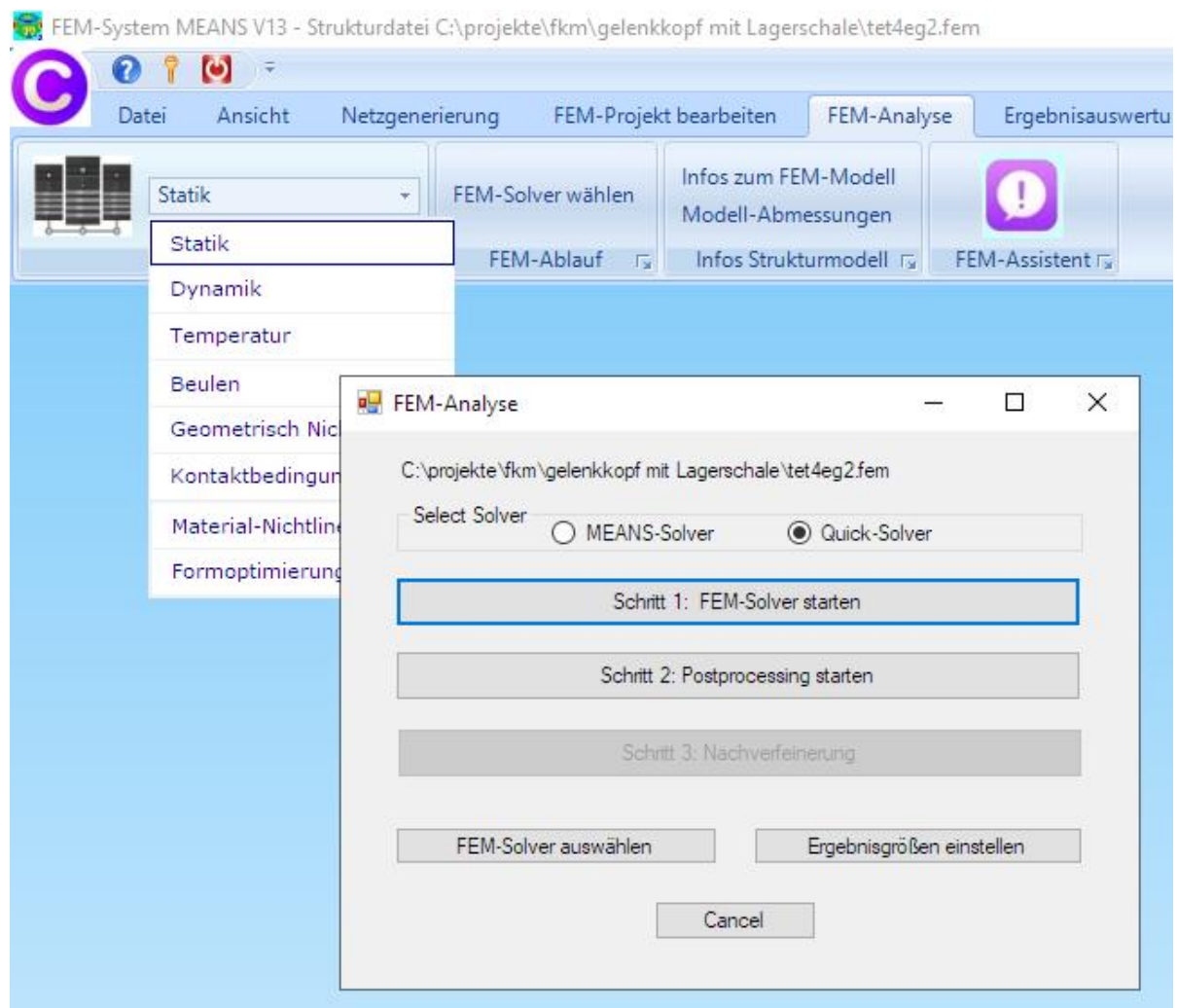
Poisson-Zahl = 0.3

Elementgruppe 2

F-Modul für Stahl = 210 000 MPa

Poisson-Zahl = 0.3

Für die erste FEM-Analyse wählen Sie Register „FEM-Analyse“ sowie „Statik“ um mit dem Quick-Solver die Verformungen und Spannungen zu berechnen.

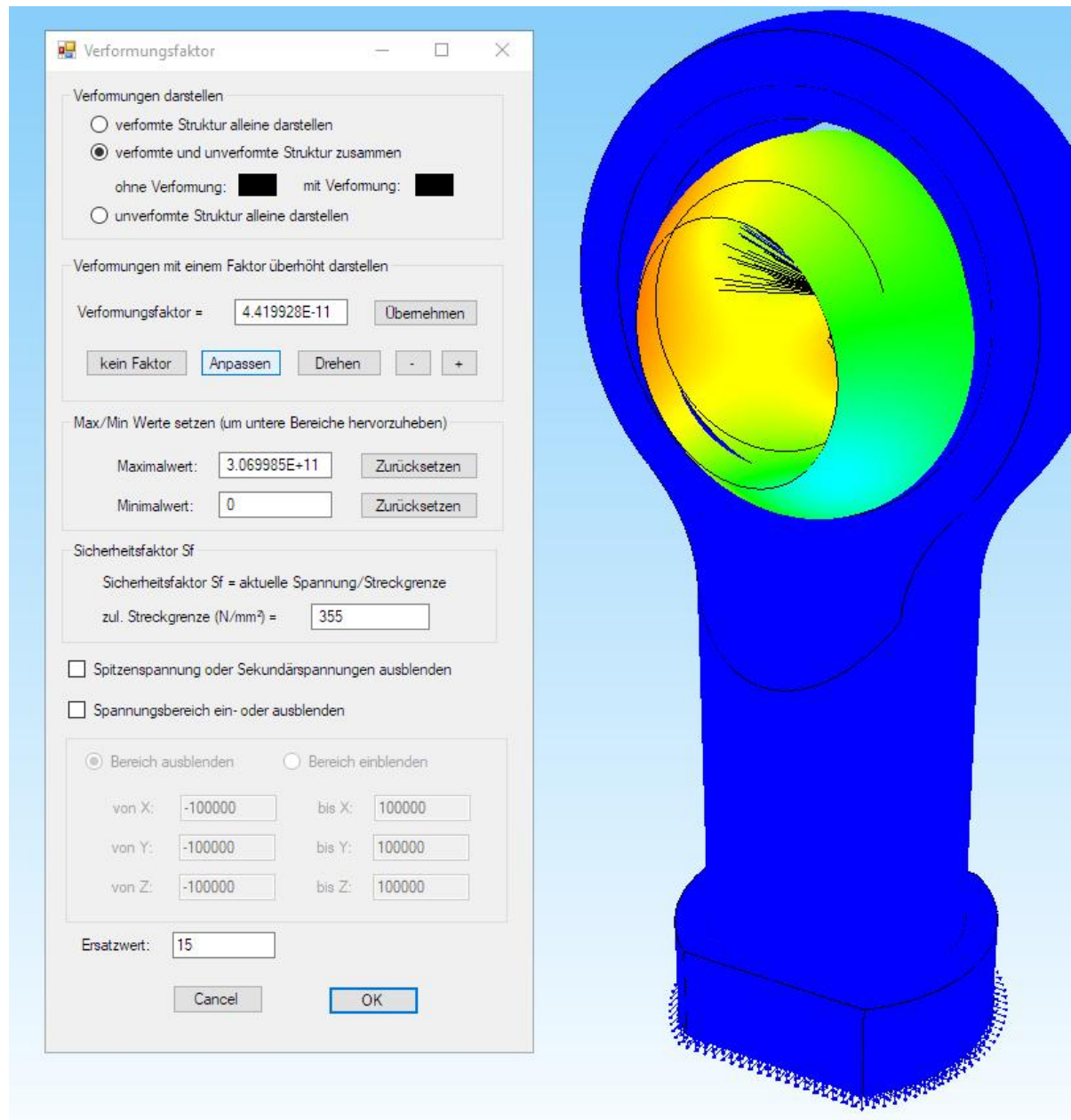


Keine plausiblen Ergebnisse

Die Gleitlagerschale ist aufgrund des fehlenden Kontaktes zum Lagergehäuse aus dem Gehäuse herausgekugelt worden und nicht mehr zu sehen und eine max. Verformung von $1\text{E}+11$ mm wird angezeigt.

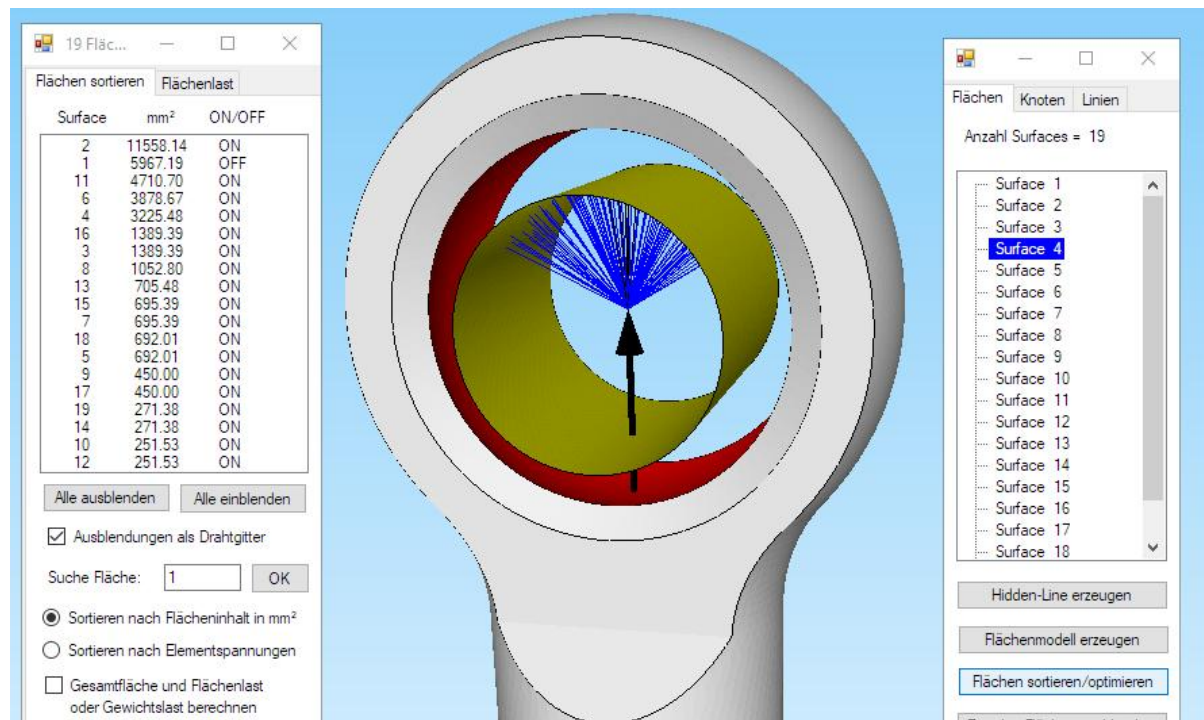
Verformungsfaktor

Wählen Sie im Register „Ergebnisauswertung“ das Menü „Verformungsfaktor“ sowie „Anpassen“ dann wird die Lagerschale mit einem sehr kleinen Verformungsfaktor von $1\text{E}-11$ wieder sichtbar.



Lagergehäuse und Lagerschale verbinden

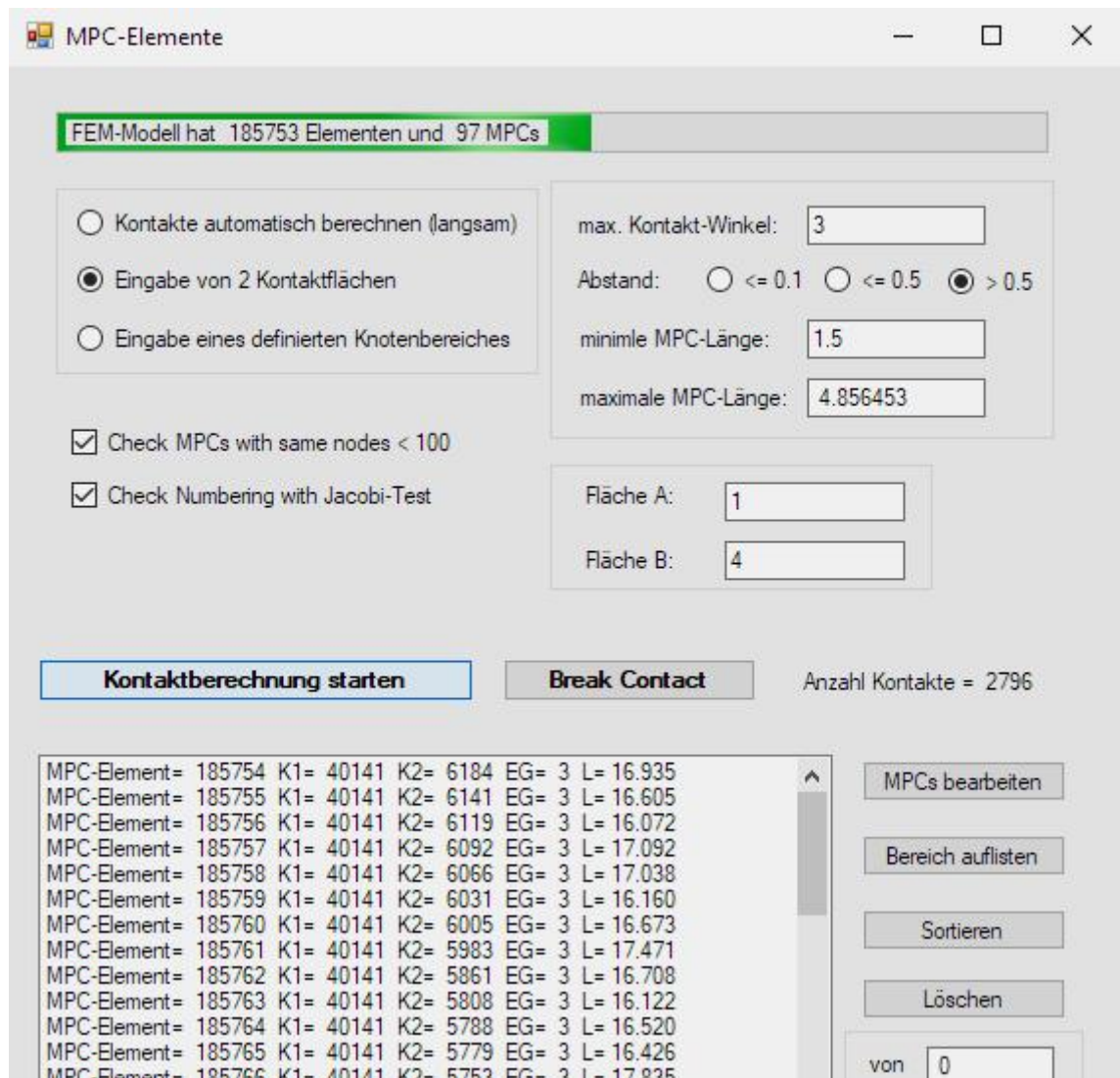
Im „Flächen-Modus“ das Menü „Flächen sortieren/optimieren“ wählen und die zweitgrößte Surface 1 der Lagerschale mit „OFF“ ausblenden um die Surface 4 des Lagergehäuses mit einem Klick festzustellen. Jetzt können Surfaces 1 und 4 mit „starrten“ MPC-Elementen verbunden werden.



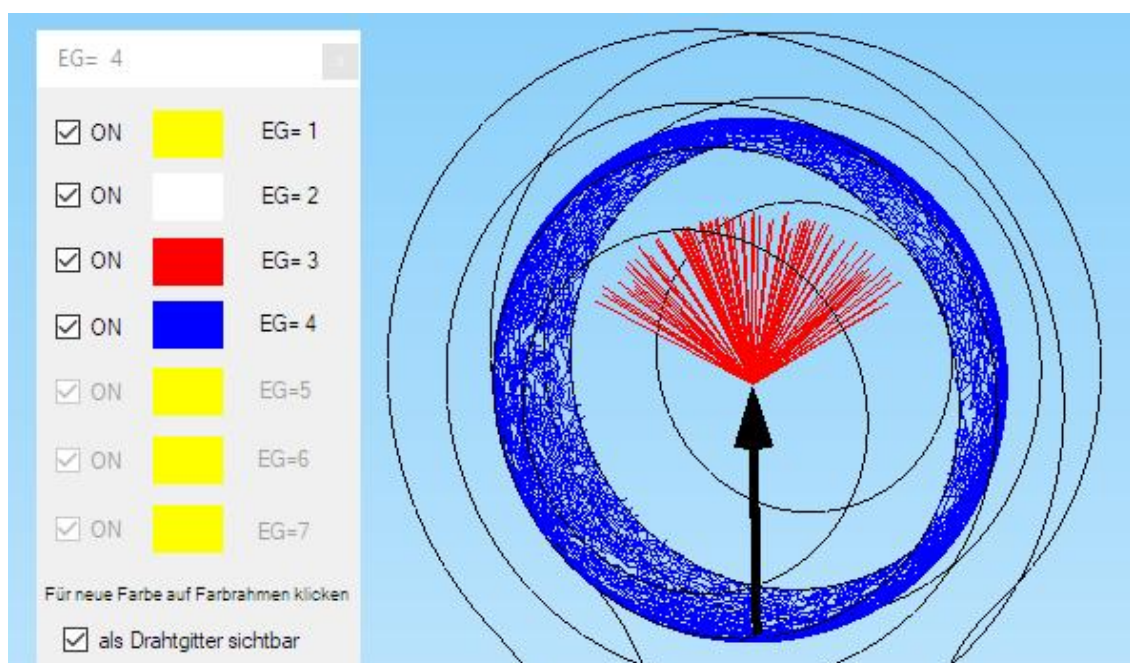
MPC-Kontakte

Um die MPC-Kontaktanalyse, die eine flexible Alternative zur Surface-to-Surface-Kontaktanalyse ist, zu erzeugen wählen Sie Register „Datei“ sowie Menü „MPC-Kontakte“ und wählen die Option „Eingabe von 2 Kontaktflächen“ mit Fläche A = 1 und Fläche B = 4. Außerdem ist der max. Kontakt-Winkel = 3 ein sehr wichtiger Eingabeparameter den man oft erst durch mehrere Durchläufe ermitteln kann. Mit Menü „Kontaktberechnung starten“ wird die Berechnung gestartet. Mit Menü „Break Contact“ kann auch abgebrochen werden.





FEM-Modell mit 185 753 Elementen, 6 345 MPC-Elementen und 4 Elementgruppen:



Ergebnisauswertung

Nach der FEM-Analyse erhält man folgende v.Mises-Spannungsverteilung:

