

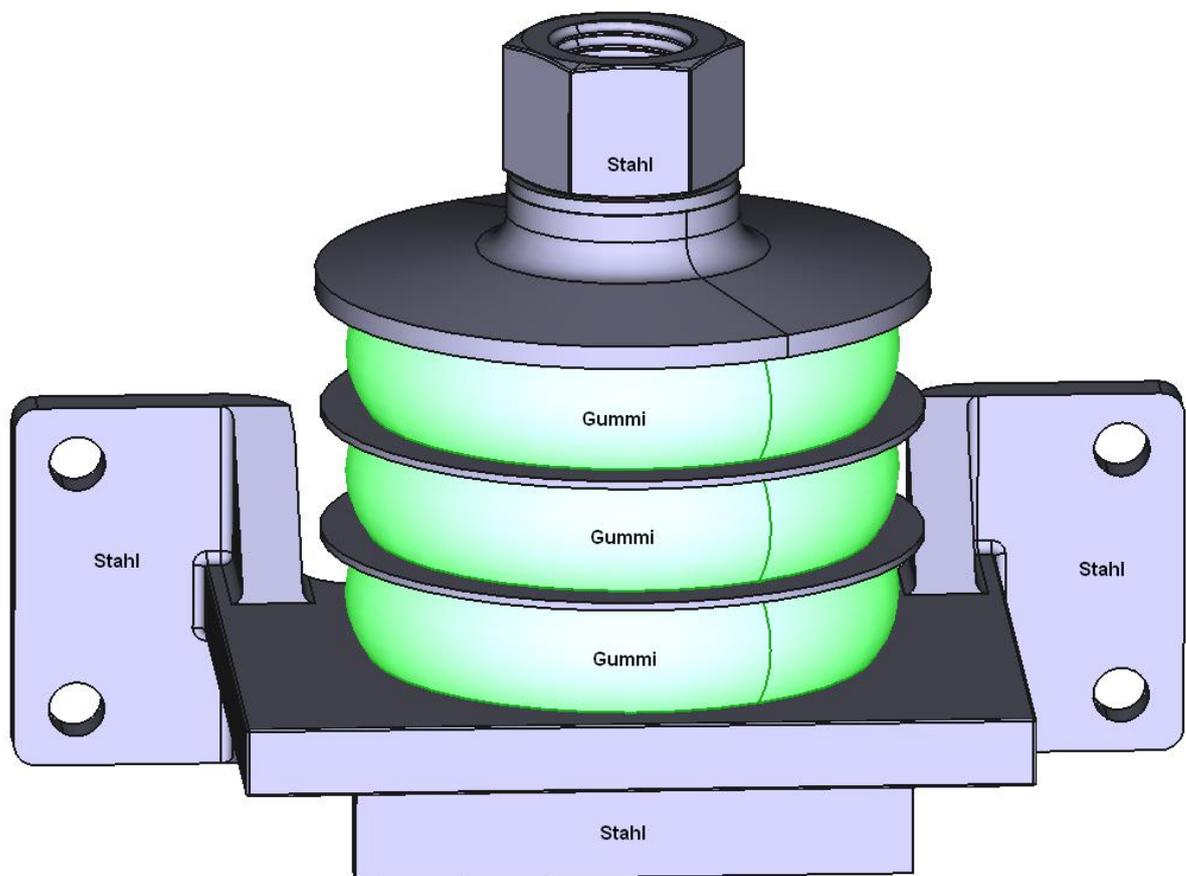
## Kapitel 27: CAD-Baugruppen mit Knoten-Abdruck Berechnen

### Teil 1: Stahl-Gummi-Puffer

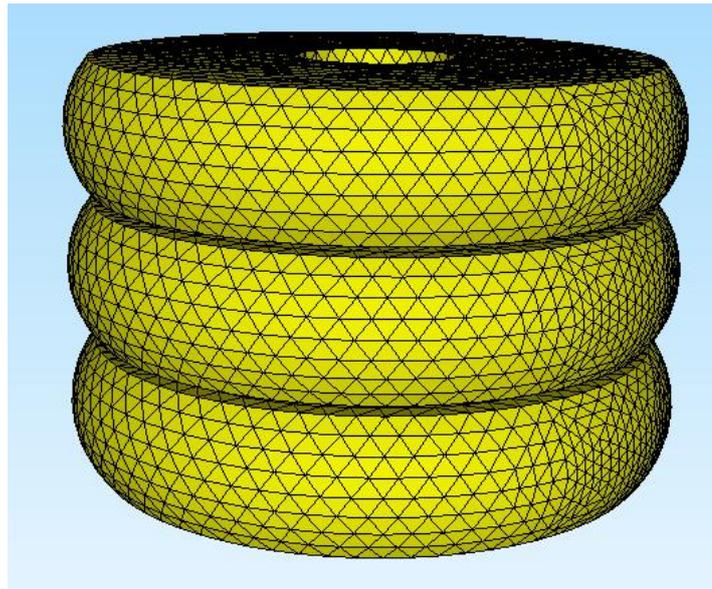
Die CAD-Baugruppe eines Stahl-Gummi-Puffers kann wegen den unterschiedlichen Materialien von Stahl mit einem E-Modul von  $210000 \text{ N/mm}^2$  und von Hartgummi mit einem E-Modul von  $15 \text{ N/mm}^2$  nicht in einem Schritt vernetzt werden.

Mit MEANS V12 lassen sich solche Strukturen mit unterschiedlichen Materialien vernetzen indem zuerst alle Bauteile mit einheitlichen Materialien separat vernetzt und mit einem Knoten-Abdruck des berührenden Netzes wieder vereint werden. Auf diese Weise können auch komplexe Schweißkonstruktionen oder dünne Behälterstrukturen bis zu einem gewissen Schwierigkeitsgrad vernetzt werden.

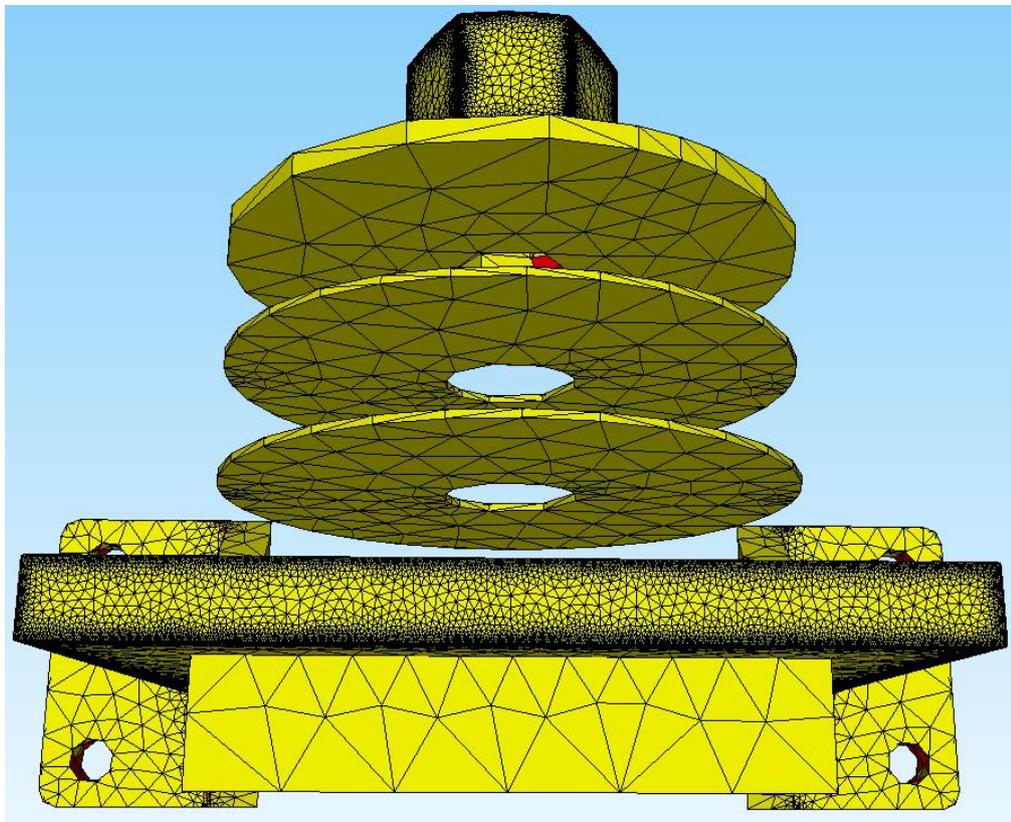
Leider können beim Erzeugen des Knoten-Abdruckes auch numerisch instabile Tetraeder mit einer negativen Jacobi-Determinante entstehen, diese lassen sich aber in MEANS V12 korrigieren, darstellen oder löschen.



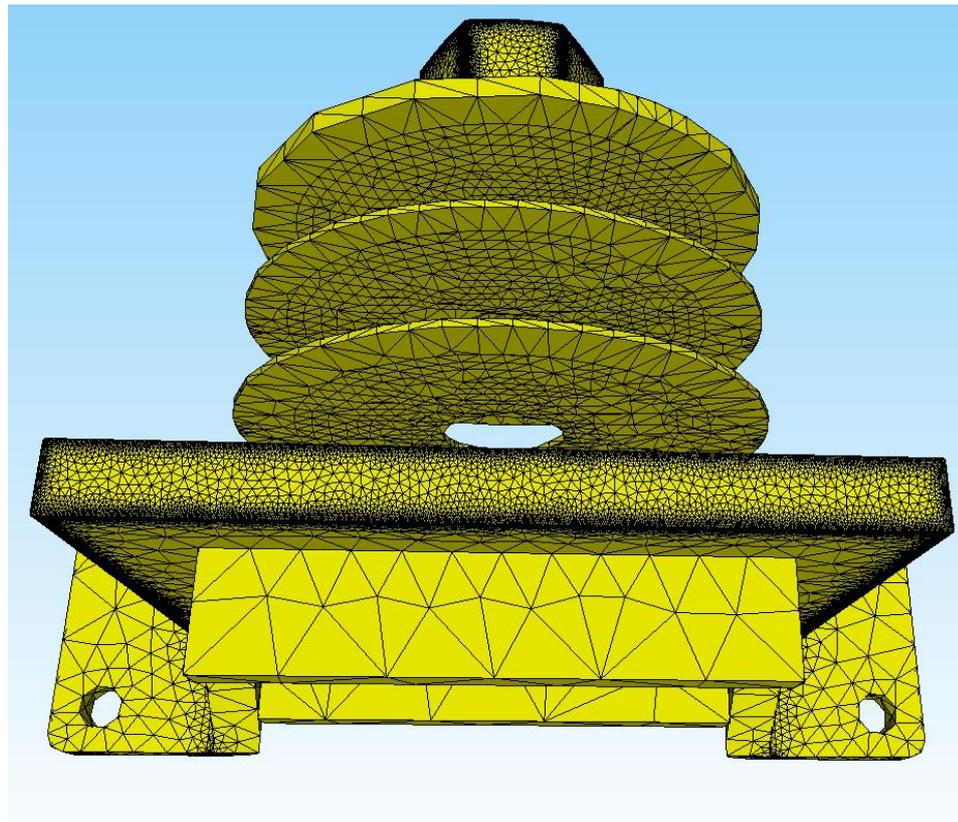
Der Gummi-Puffer wurde mit GMSH vernetzt:



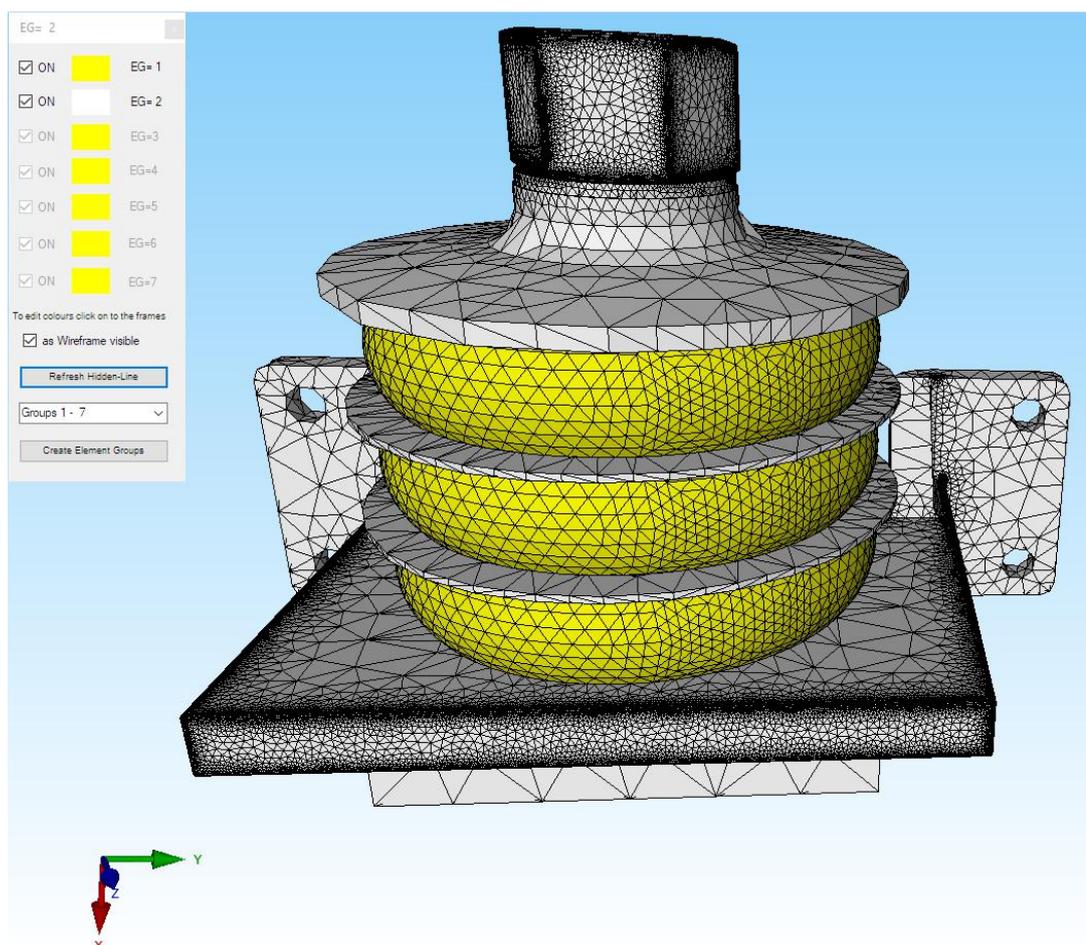
Die Stahl-Halterung wurde mit NETGEN vernetzt:



Stahl-Halterung mit dem eingefügten Knoten-Abdruck der Gummi-Puffer:



FEM-Netz mit Stahl-Halterung und Gummi-Puffer

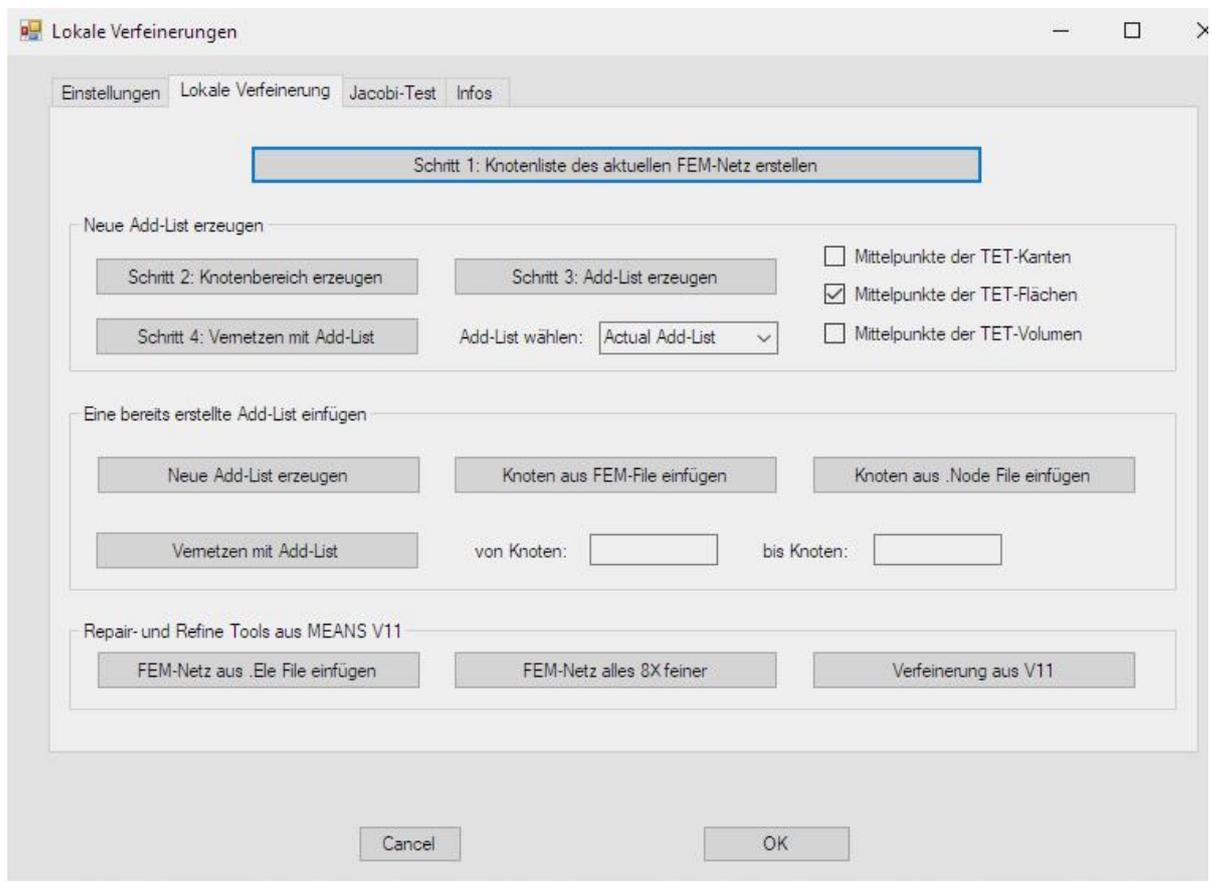


## Knoten-Abdruck erzeugen

Man kann entweder den Knoten-Abdruck des Gummi-Puffers in das Netz der Stahl-Halterung oder den Knoten-Abdruck der Stahl-Halterung in das Netz des Gummi-Puffers einfügen. Eingefügt werden können immer eine FEM-Datei mit allen Knotenkoordinaten oder eine schnellere Add-Liste mit einem Knotenbereich.

### Knoten-Abdruck des Gummi-Puffers einfügen

Laden Sie zuerst das FEM-Netz der Stahl-Halterung ein und wählen Register „Netzgenerierung“ und „Lokale Netzverfeinerung“ sowie in der neuen Dialogbox das erste Menü „Schritt 1: Knotenliste des aktuellen FEM-Netz erstellen“ um die Anzahl der Knoten vor dem Einfügen zu sichern sowie das Menü „Knoten aus FEM-File einfügen“ um die Koordinaten der FEM-Datei „Gummi-Puffer.fem“ einzuladen. Danach wählen Sie Menü „Vernetzen mit Add-List“ um diese in die Stahl-Halterung einzufügen. Man erhält das vorne gezeigte nachverfeinerte FEM-Netz.

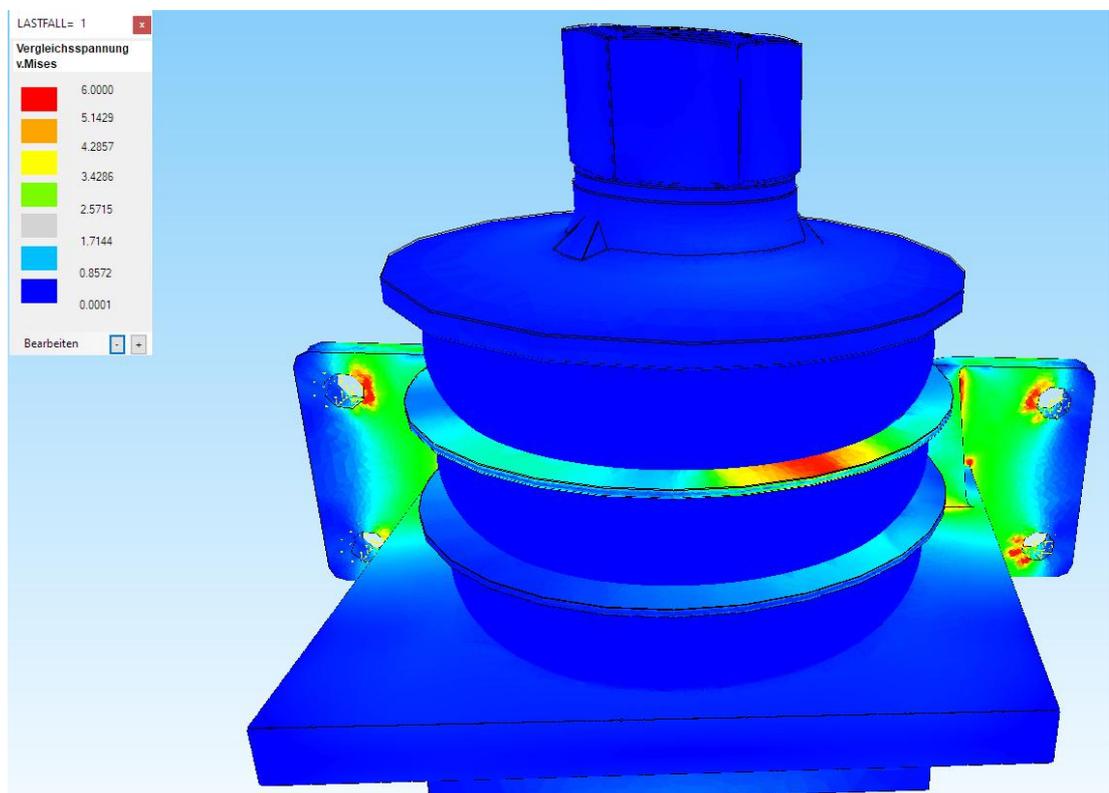
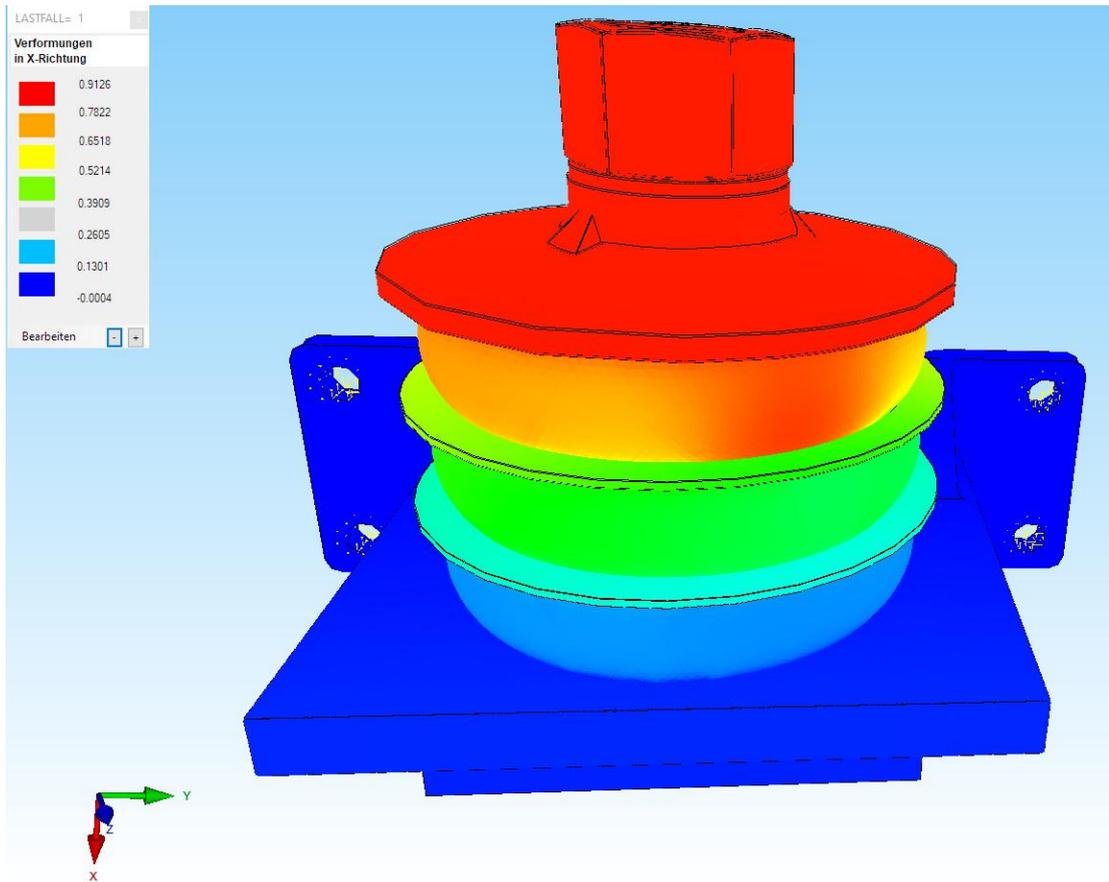


[Download the Video-MP4, FEM-, INP- and FRD-File for the Steel-Rubber-Buffer](#)

## Ergebnisauswertung

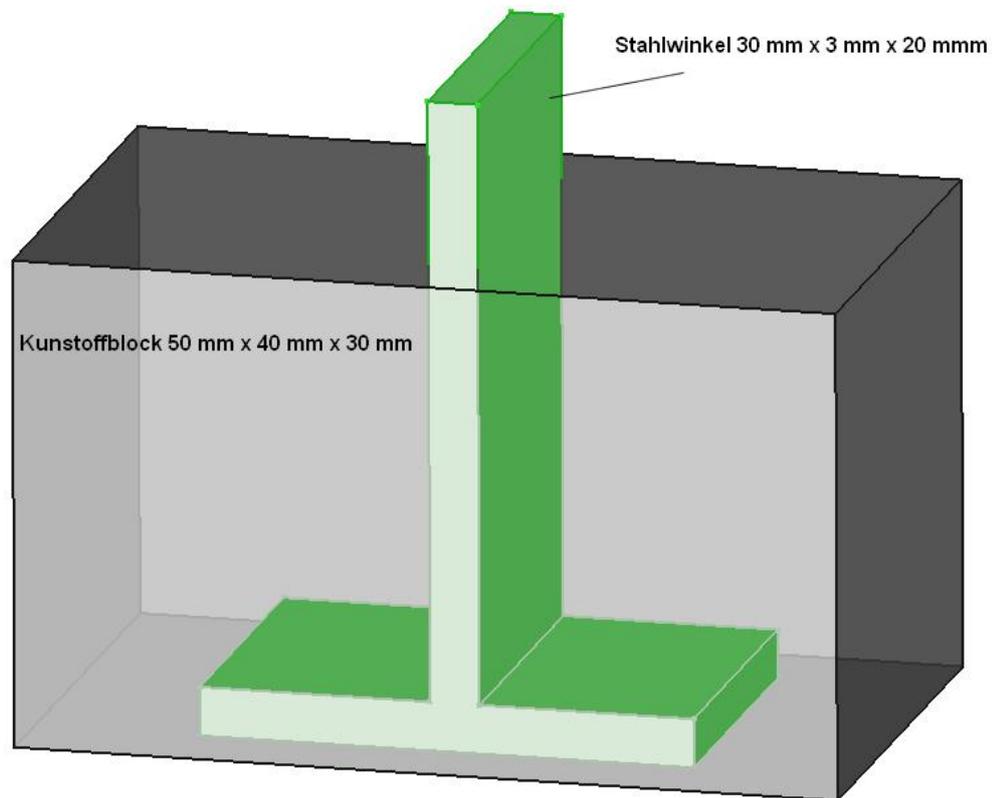


Mit Register „Ergebnisauswertung“ und dem Icon können die Verformungen und Spannungen ausgewertet werden.

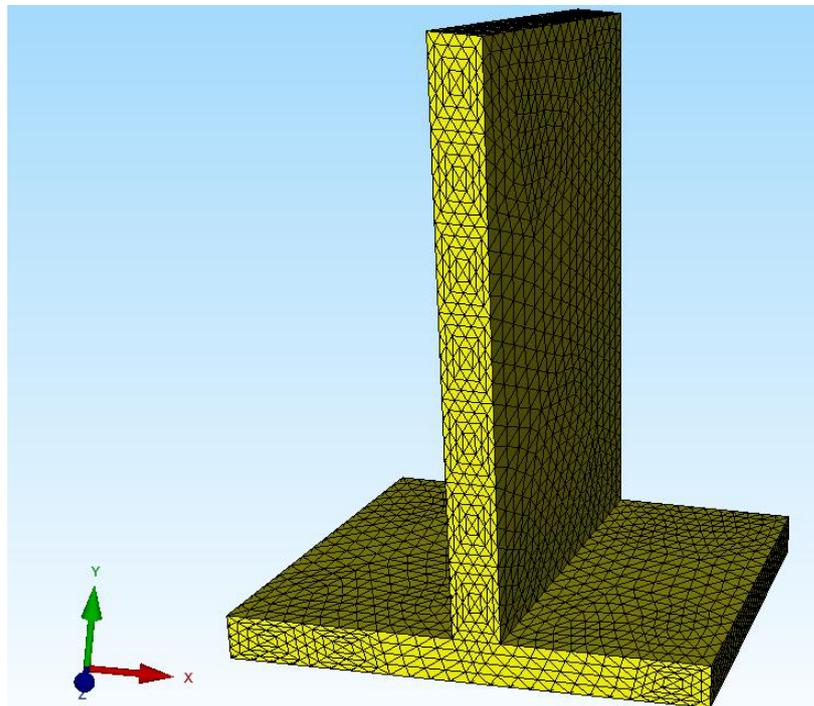


## Teil 2: Stahlwinkel mit Kunststoffblock

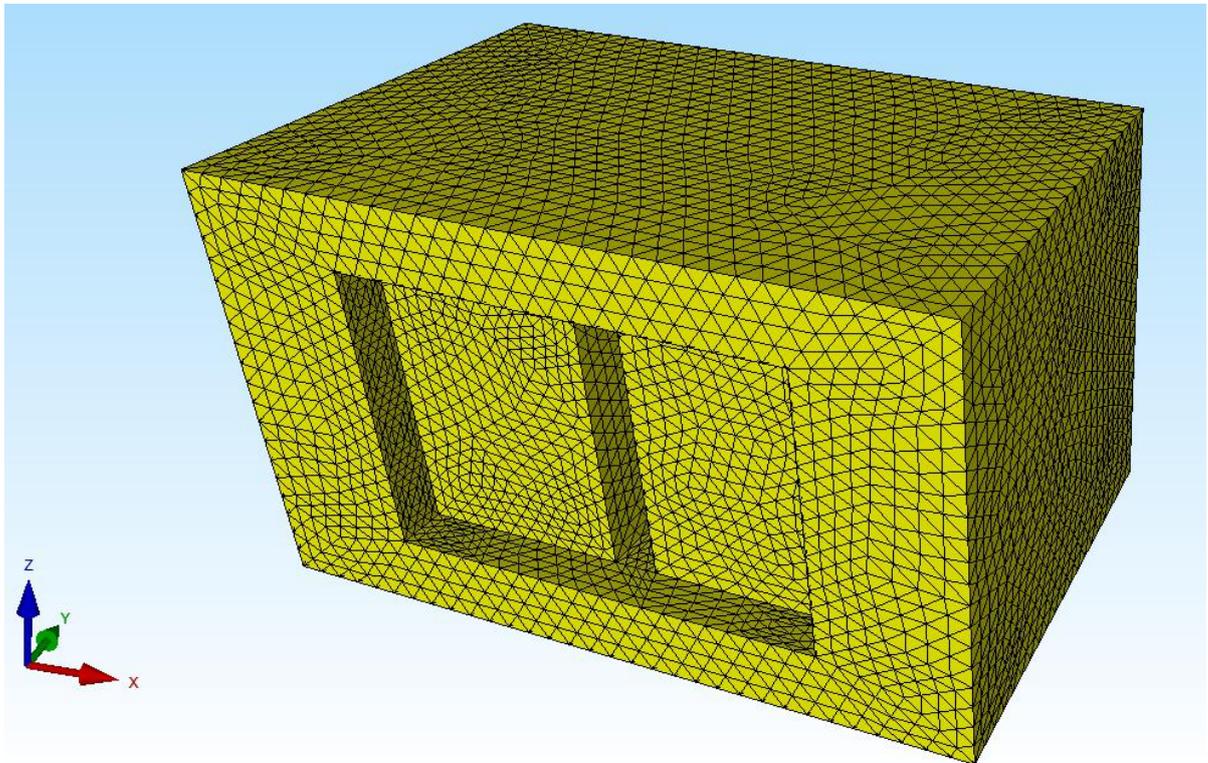
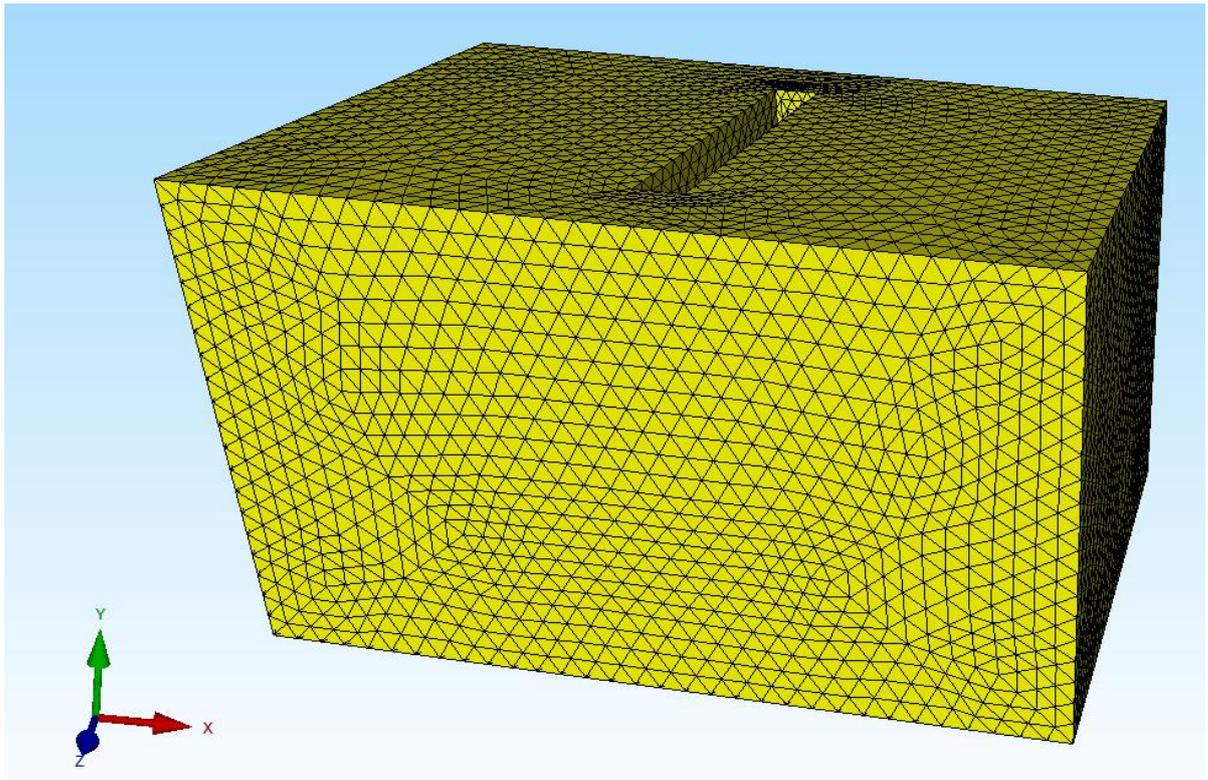
Eine CAD-Baugruppe bestehend aus einem Stahlwinkel mit einem E-Modul von  $210\,000\text{ N/mm}^2$  der in einen Kunststoffblock mit einem E-Modul von  $1200\text{ N/mm}^2$  eingelassen wurde kann wegen den unterschiedlichen Materialien nicht in einem Schritt vernetzt werden.



Stahlwinkel und Kunststoffblock müssen zuerst separat mit GMSH vernetzt werden:

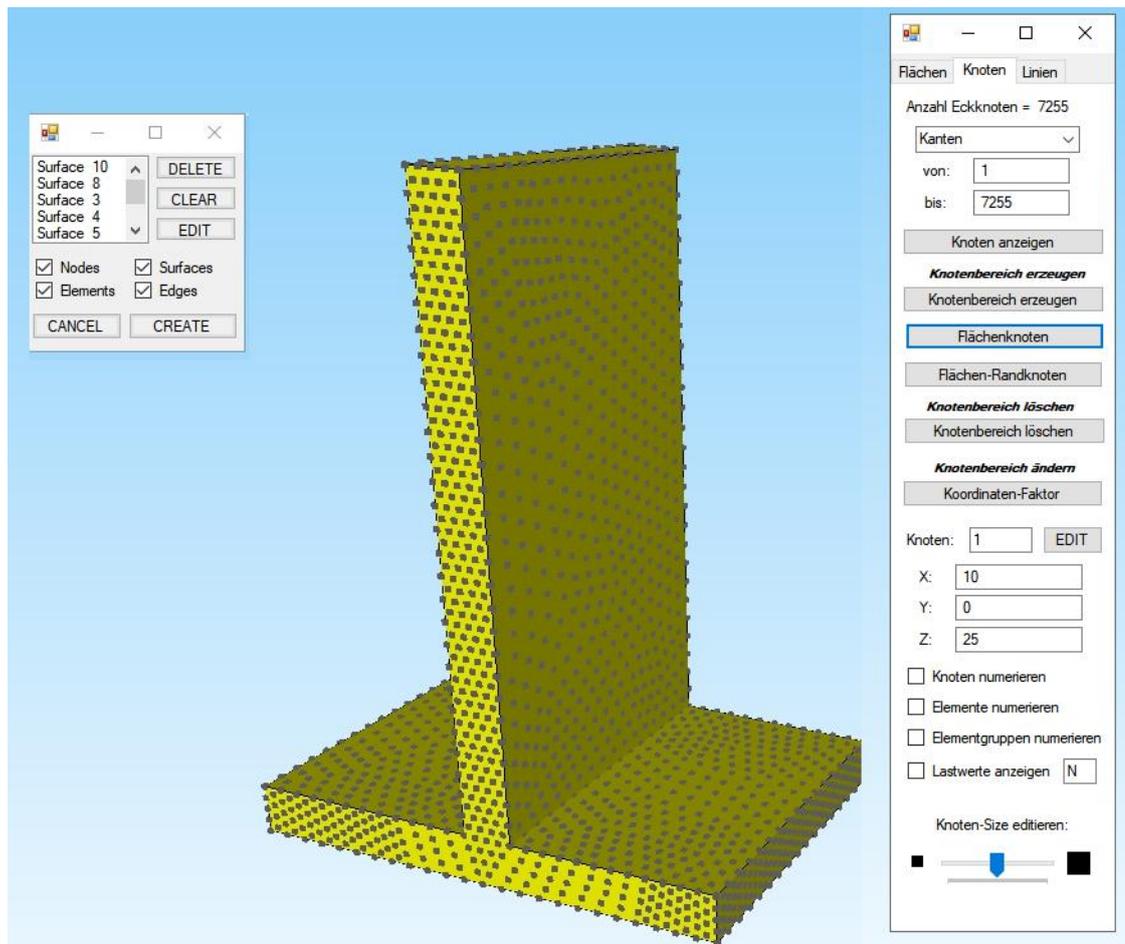


FEM-Netz Kunststoffblock von oben und unten:

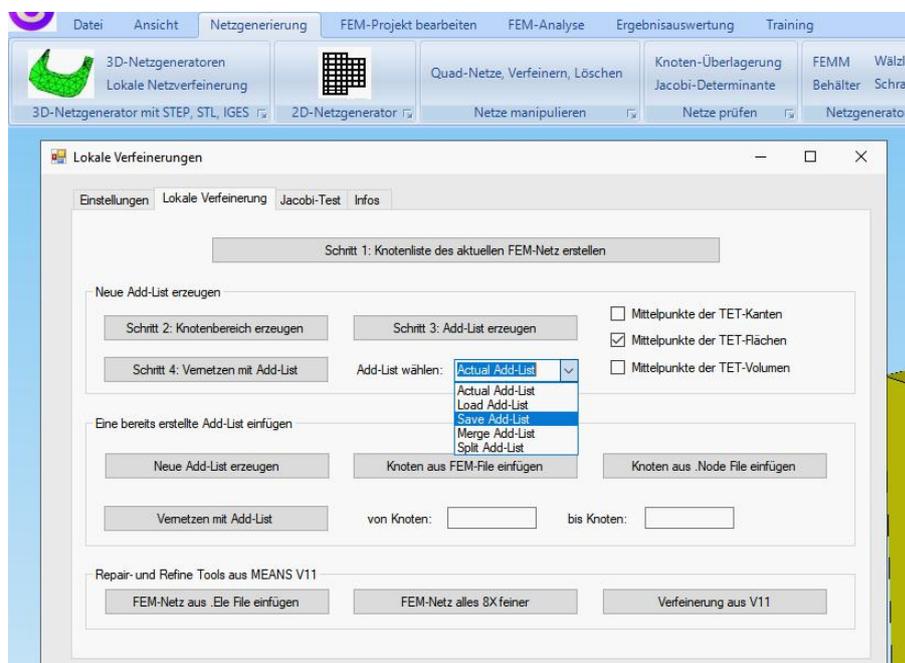


## Knotenbereich vom Stahlwinkel erzeugen

Laden Sie das FEM-Netz des Stahlwinkels ein und erzeugen mit Register „Ansicht“ und „Knoten-Modus“ sowie Menü „Flächenknoten“ einen Knotenbereich von allen Surfaces die den Kunststoffblock berühren außer der oberen und unteren.

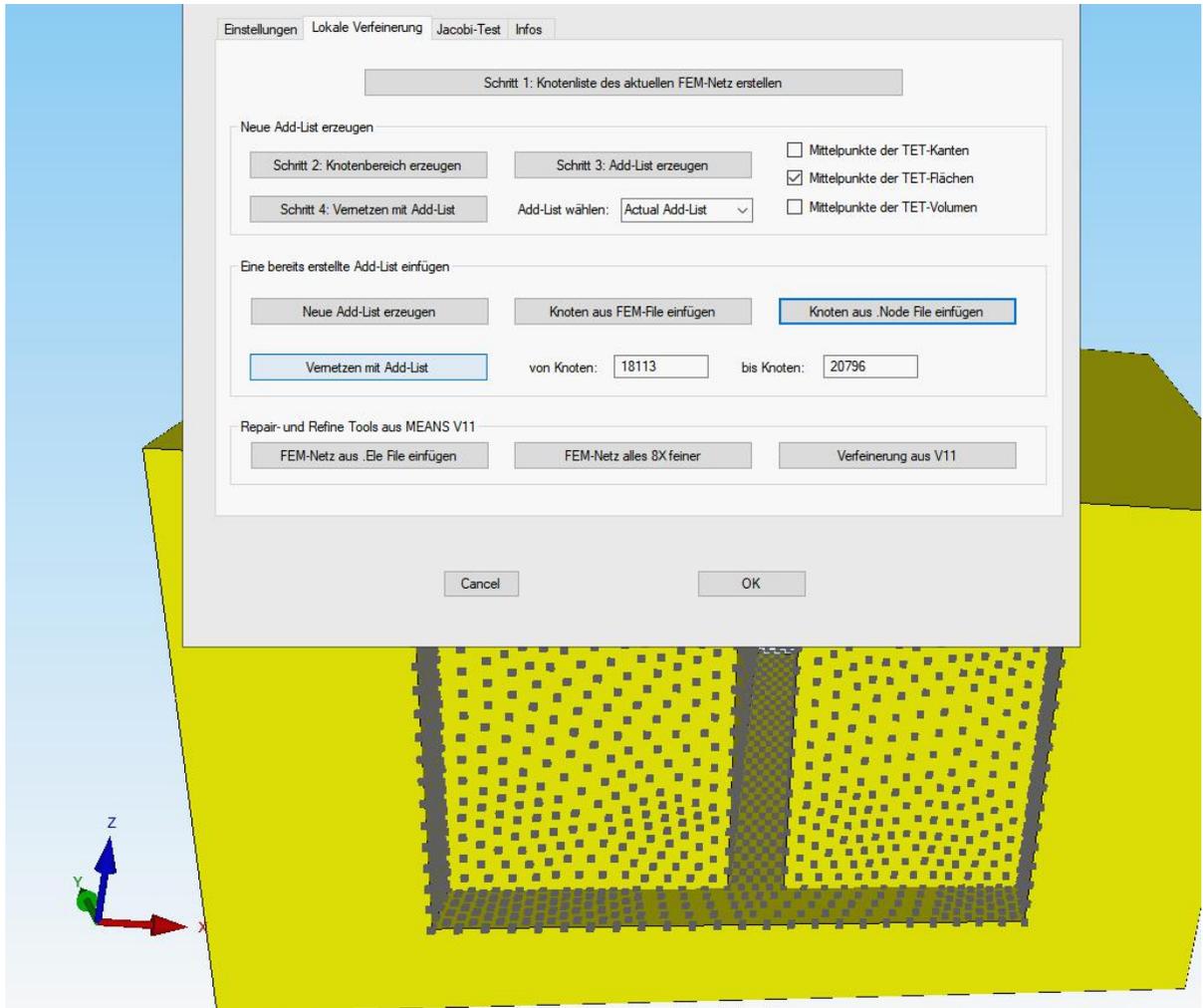


Dannach erzeugen Sie eine Add-List mit Register „Netzgenerierung“ und „Lokale Netzverfeinerung“ sowie Menü „Save Add-List“ oder „Neue Add-List erzeugen“.

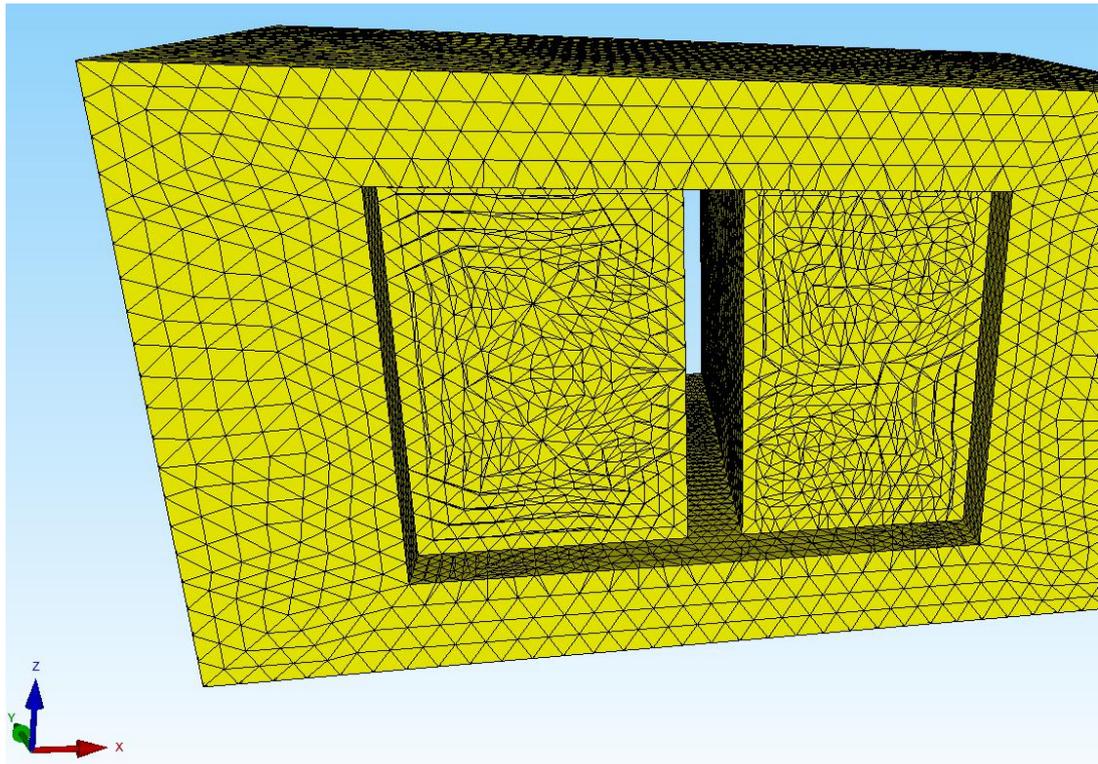


Laden Sie das FEM-Netz des Kunststoffblockes ein und wählen in der gleichen Dialogbox das Menü „Schritt 1: Knotenliste des aktuellen FEM-Netzes erstellen“ und dannach wählen Sie Menü „Knoten aus .Node File einfügen“ um die Add-List des Stahlwinkels einzuladen und am Modell zu überprüfen.

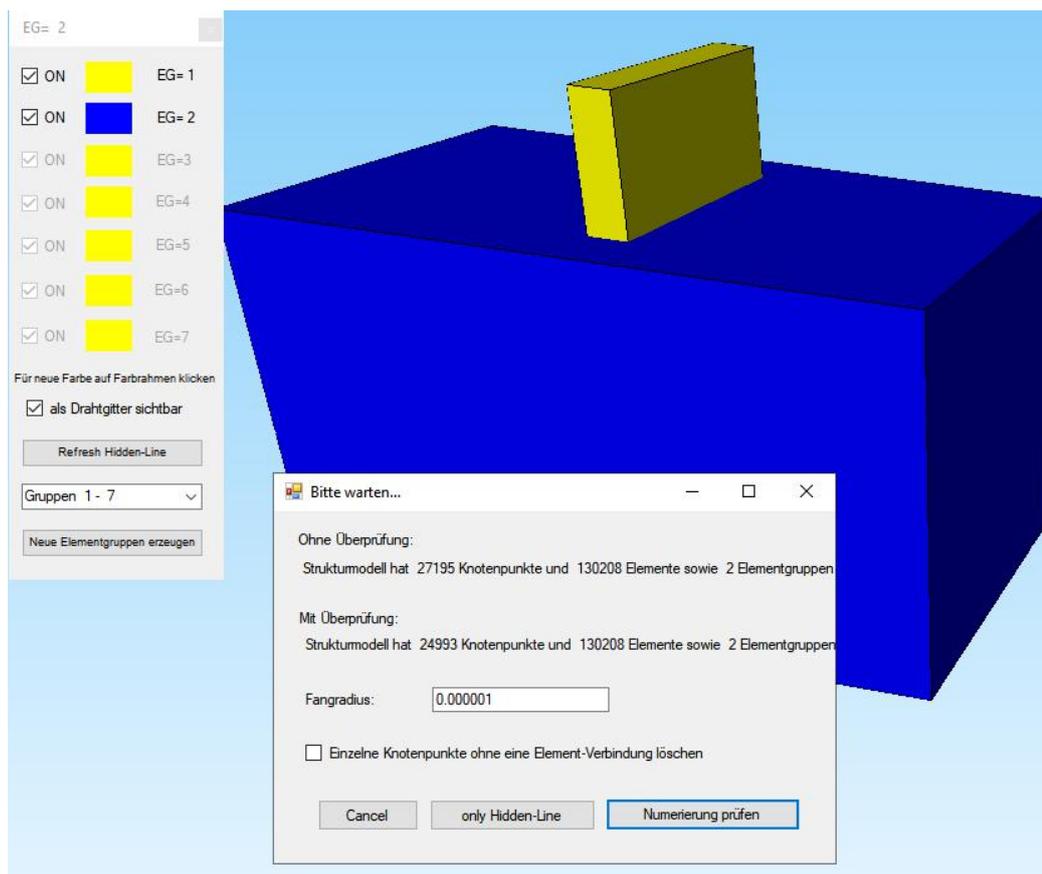
Anschließend wählen Sie Menü „Vernetzen mit Add-List“ um die Add-List in den Kunststoffblock einzufügen.



Dannach erhält man folgendes FEM-Netz mit dem Knoten-Abdruck des Winkels:

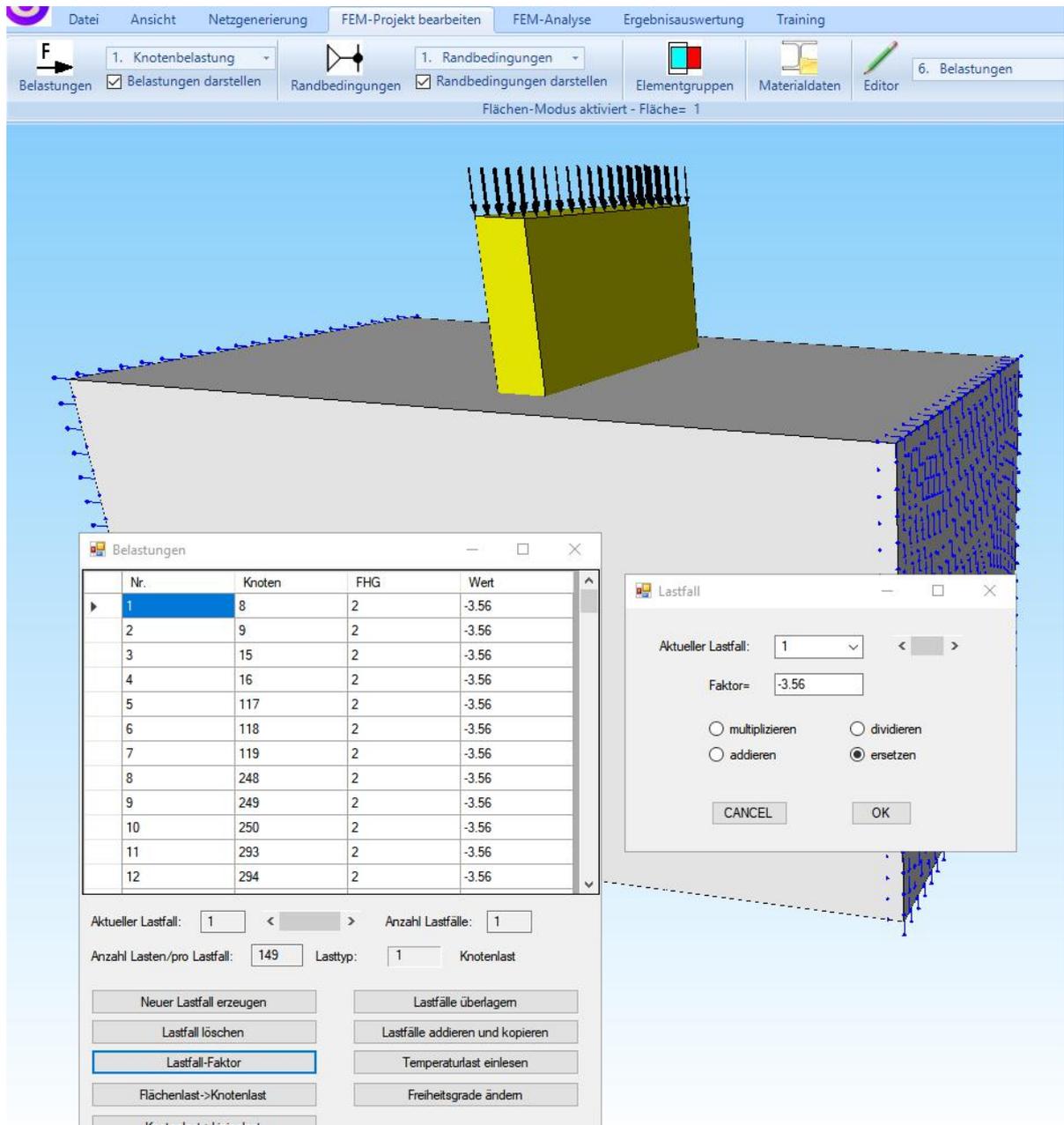


Es folgt eine FEM-Zuladung des Stahlwinkels mit Register „Datei“ und Menü „FEM-Zuladung“ sowie eine Knoten-Überprüfung mit Register „Netzgenerierung“ und „Knoten-Überlagerung“ um die 2202 Knoten-Überlagerungen zu löschen.



## Belastung und Lagerung erzeugen

Der Stahlwinkel wird oben mit 500 N nach unten belastet. Wählen Sie Register „FEM-Projekt bearbeiten“ und „Knotenbelastung“ und belasten die obere Fläche mit zuerst -1 N. Danach geben Sie mit „Editor“ einen Lastwert von -3.56 N ein der aus  $500 / 149$  berechnet wird.



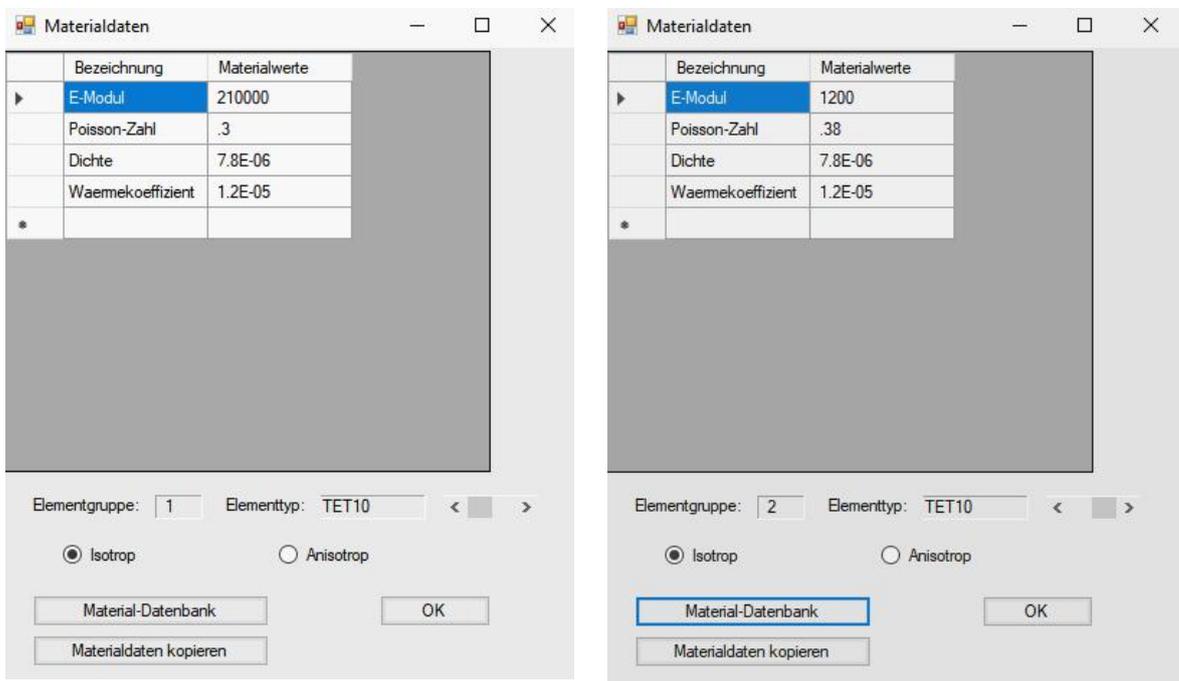
Die Lagerung wird mit Menü „Randbedingungen“ erzeugt indem die linke und rechte Fläche des Blockes fest eingespannt werden.

## Materialdaten

Wählen Sie Register „FEM-Projekt bearbeiten“ und „Materialdaten“ und geben folgende Materialdaten ein:

Elementgruppe 1 - Stahlwinkel: E-Modul = 210 000 N/mm<sup>2</sup> , Poisson-Zahl = 0.3

Elementgruppe 2 - Kunststoffblock: E-Modul = 1 200 N/mm<sup>2</sup> , Poisson-Zahl = 0.38



## FEM-Analyse

Speichern Sie vor der FEM-Berechnung das FEM-Modell unter dem Namen „Stahlwinkel-Kunststoffblock.FEM“ ab und wählen Register „FEM-Analyse“ und berechnen mit dem Quick-Solver die Verformungen und Spannungen.

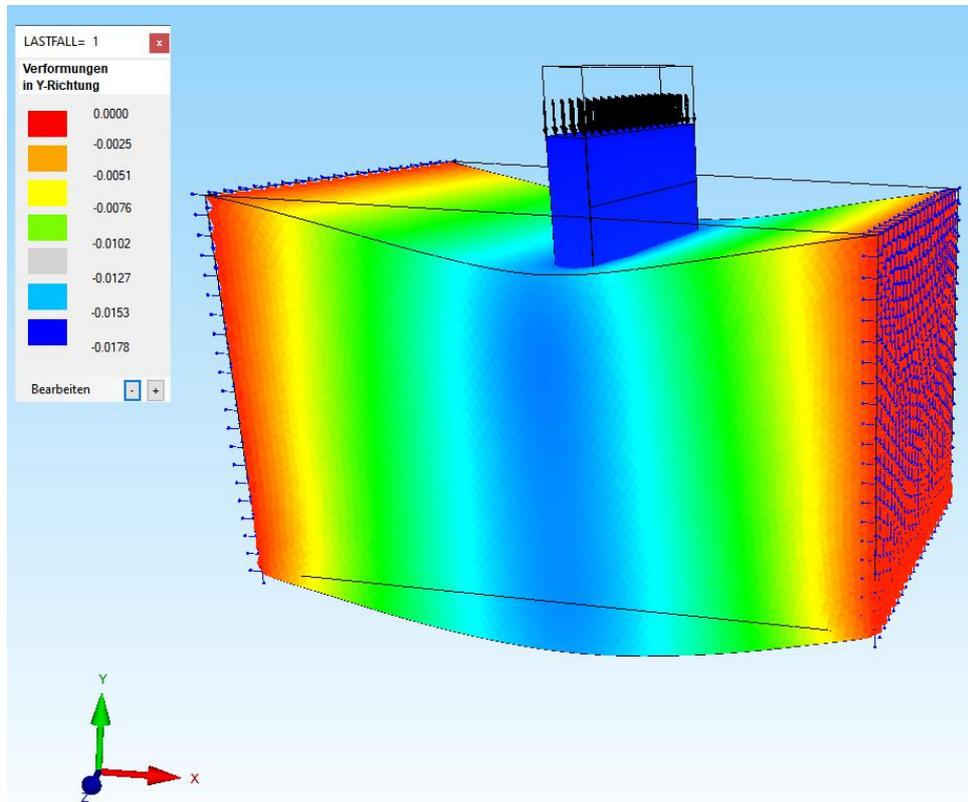
[Download Video-MP4, FEM, INP, FRD Files for the Steel-Angel and Plastic-Box](#)

## Ergebnisauswertung



Mit Register „Ergebnisauswertung“ und dem Icon können die Verformungen und Spannungen ausgewertet werden.

Max. Verformung in Y-Richtung = - 0.0178 mm



Max. Zugspannung Stahlwinkel = 26.6 N/mm<sup>2</sup>  
Min. Druckspannung Stahlwinkel = - 31 N/mm<sup>2</sup>

