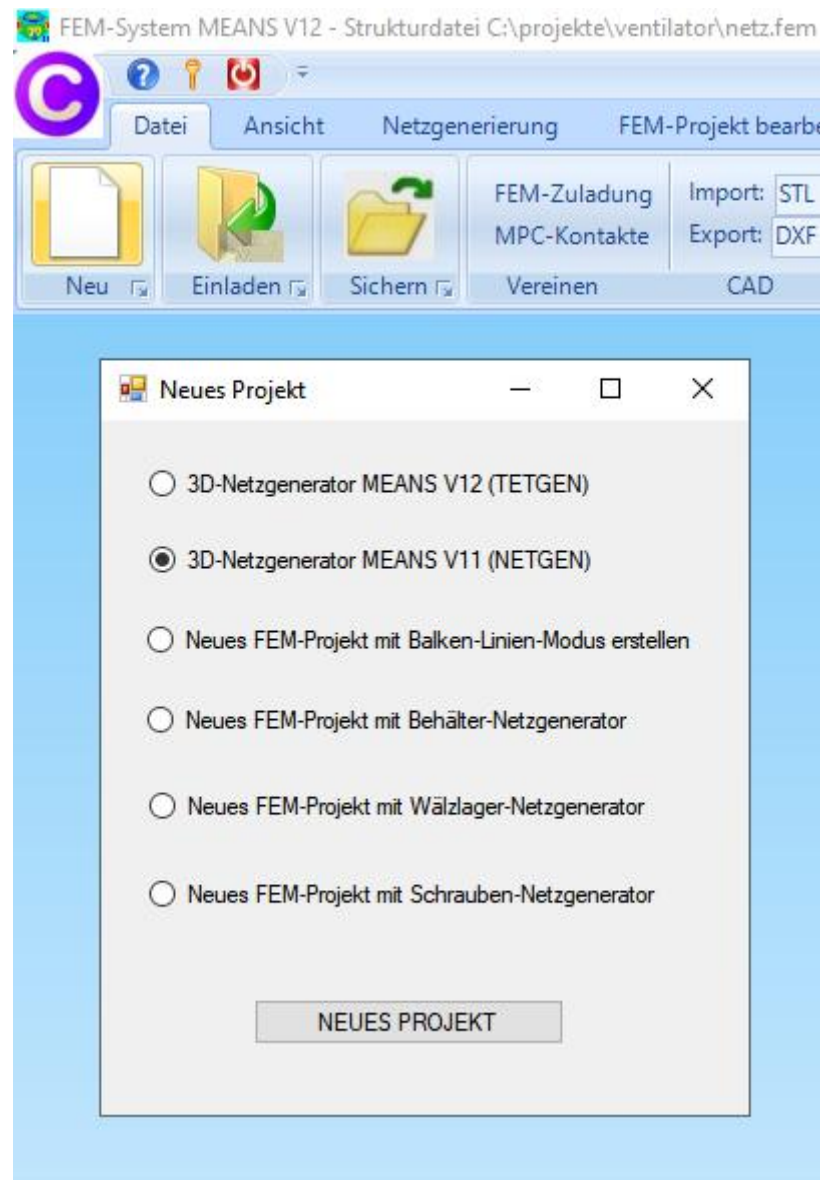


## Kapitel 25: Ventilator mit einer Fliehkraftbelastung berechnen

Wählen Sie Register „Datei“ und „Neu“ und „3D-Netzgenerator V11 (NETGEN)“ um einen Ventilator im STEP-Format mit dem Netzgenerator NETGEN zu vernetzen.

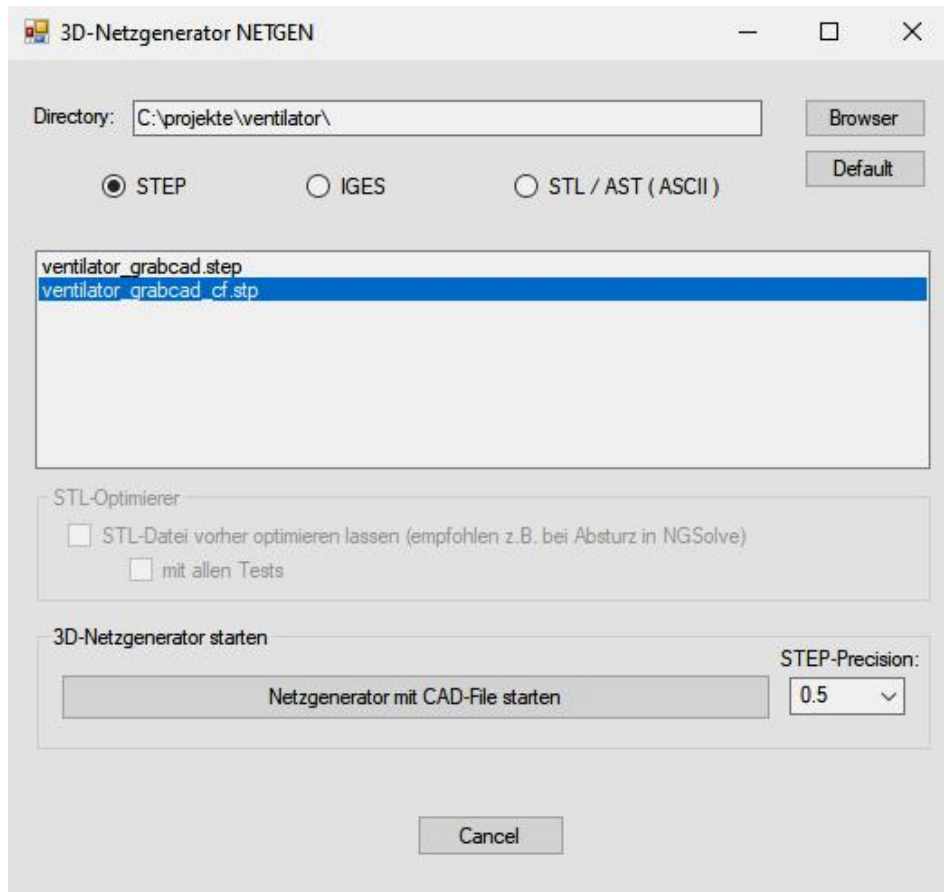
Der Netzgenerator TETGEN wird nicht verwendet da er zwar STEP-Files einladen kann, intern aber mit der nicht so leistungsfähigen STL-Hülle weiterarbeitet.

TETGEN bietet aber im Gegensatz zu NETGEN die Möglichkeit an ein bestehendes FEM-Netz lokal zu vernetzen, dies wird später für die Einspannung benötigt.

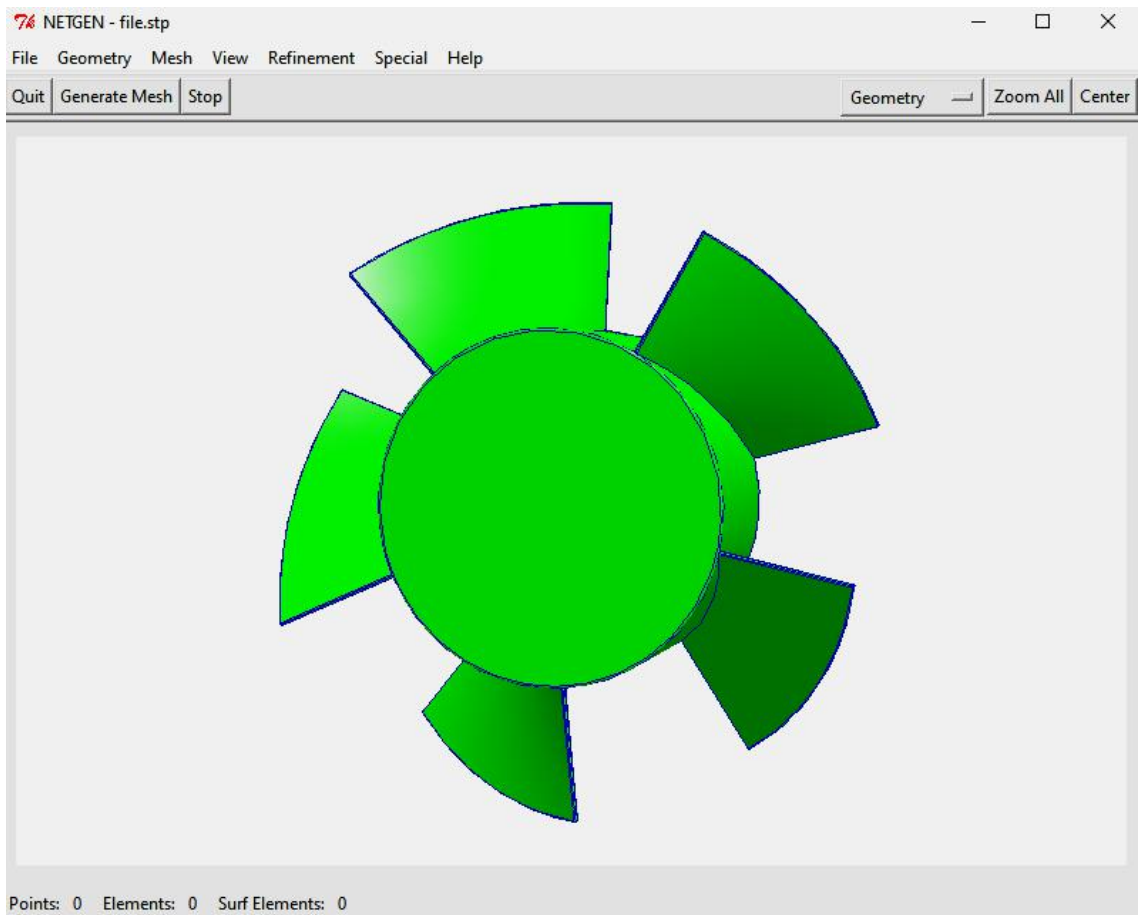


Wählen Sie Menü „Neues Projekt“ und stellen mit dem Browser das Verzeichnis ein indem sich die STEP-Datei „ventilator\_grabcad\_cf.stp“ befindet.

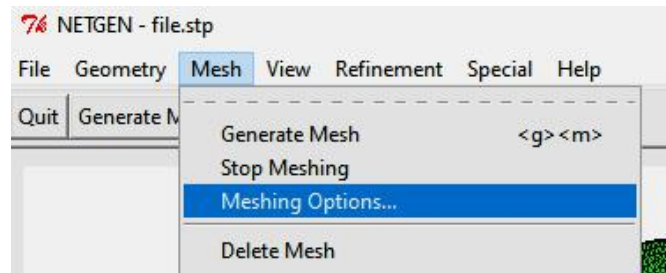
Selektieren Sie diese und starten mit Menü „Netzgenerator mit CAD-File starten“ den Netzgenerator NETGEN.



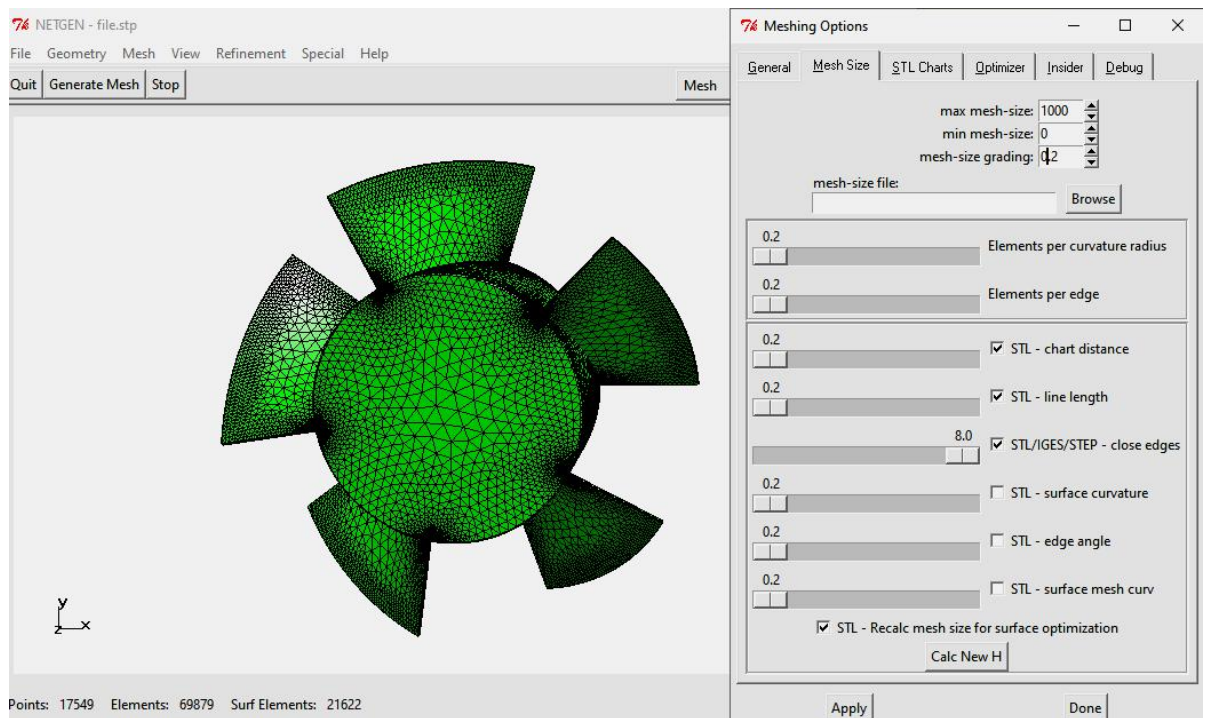
Der Ventilator wird jetzt in einem neuen Windows-Fenster dargestellt:



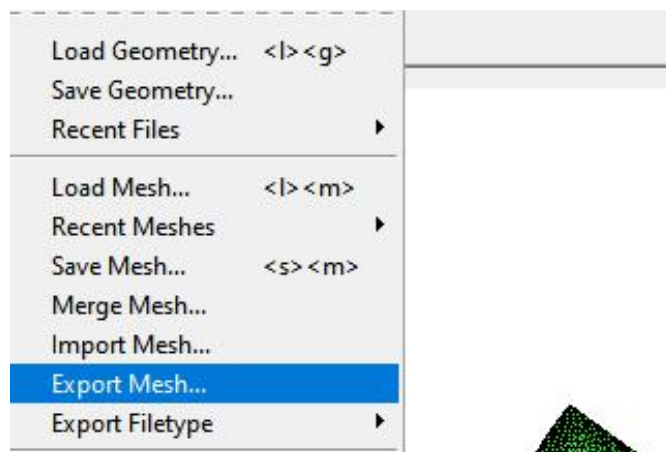
Wählen Sie im NETGEN-Hauptmenü das Menü „Mesh“ und „Meshing Options“,



es erscheint eine neue Dialogbox dort Register „Mesh Size“ wählen und die unten gezeigte Einstellung übernehmen, dannach im Hauptmenü mit „Generate Mesh“ ein FEM-Netz aus 17 549 Knoten und 69 879 TET4-Elementen generieren.



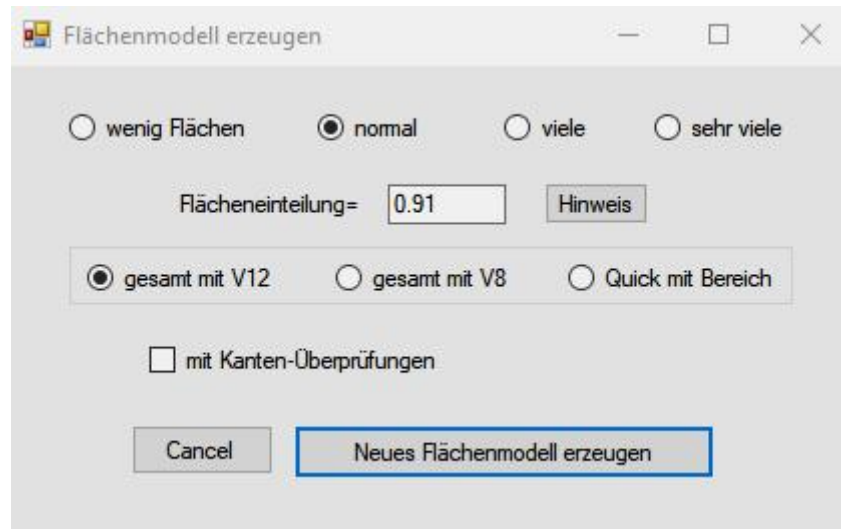
Nach der Netzgenerierung wählen Sie Menü „File“ und „Export Mesh“ und exportieren das FEM-Netz mit Namen „test.fem“ in das voreingestellte Verzeichnis ...Debug/mesh. Das Verzeichnis nicht verändern ansonsten funktioniert die automatische Einladung in MEANS V12 nicht mehr.



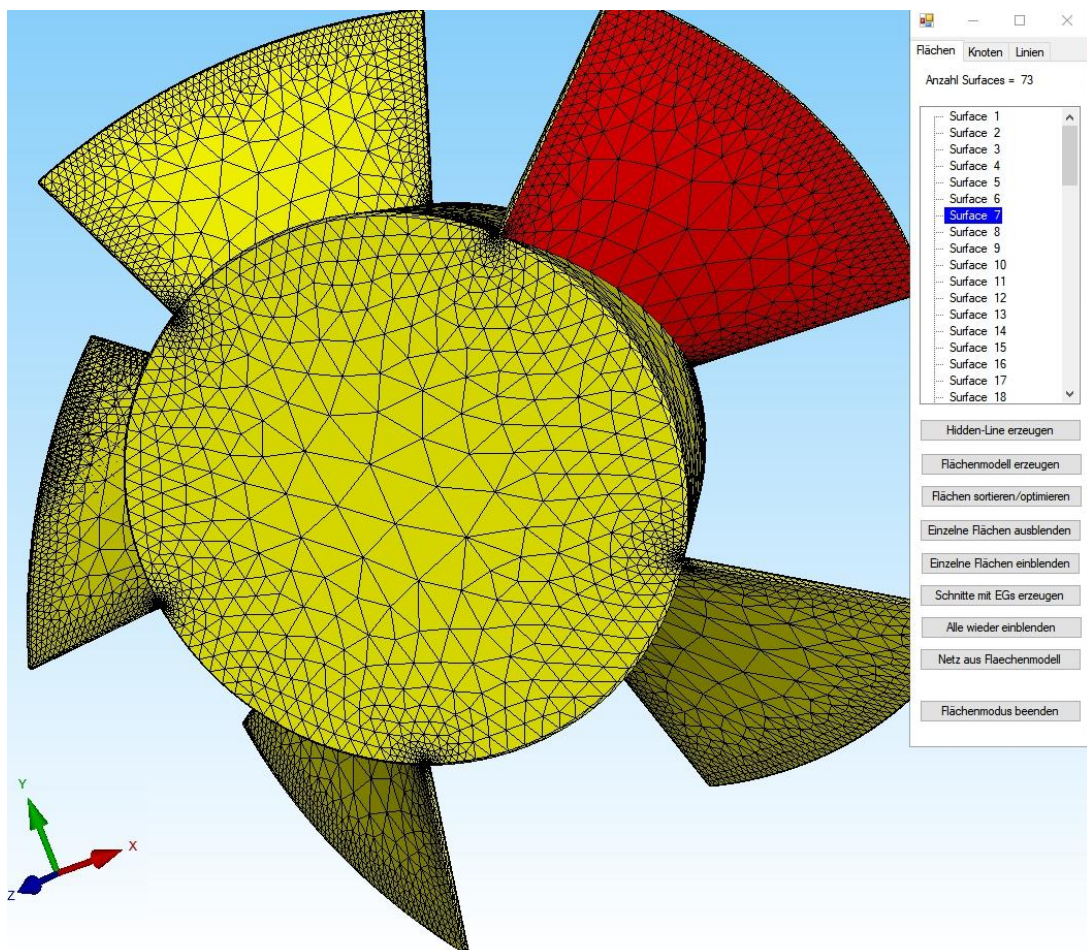
## Flächenmodell erzeugen

Nach dem Export von „test.fem“ wird automatisch MEANS V12 gestartet und das FEM-Netz eingeladen und dargestellt.

Damit Belastungen, Randbedingungen oder Flächenabschnitte selektiert oder ein- und ausgeblendet werden können wird das Flächenmodell erzeugt.

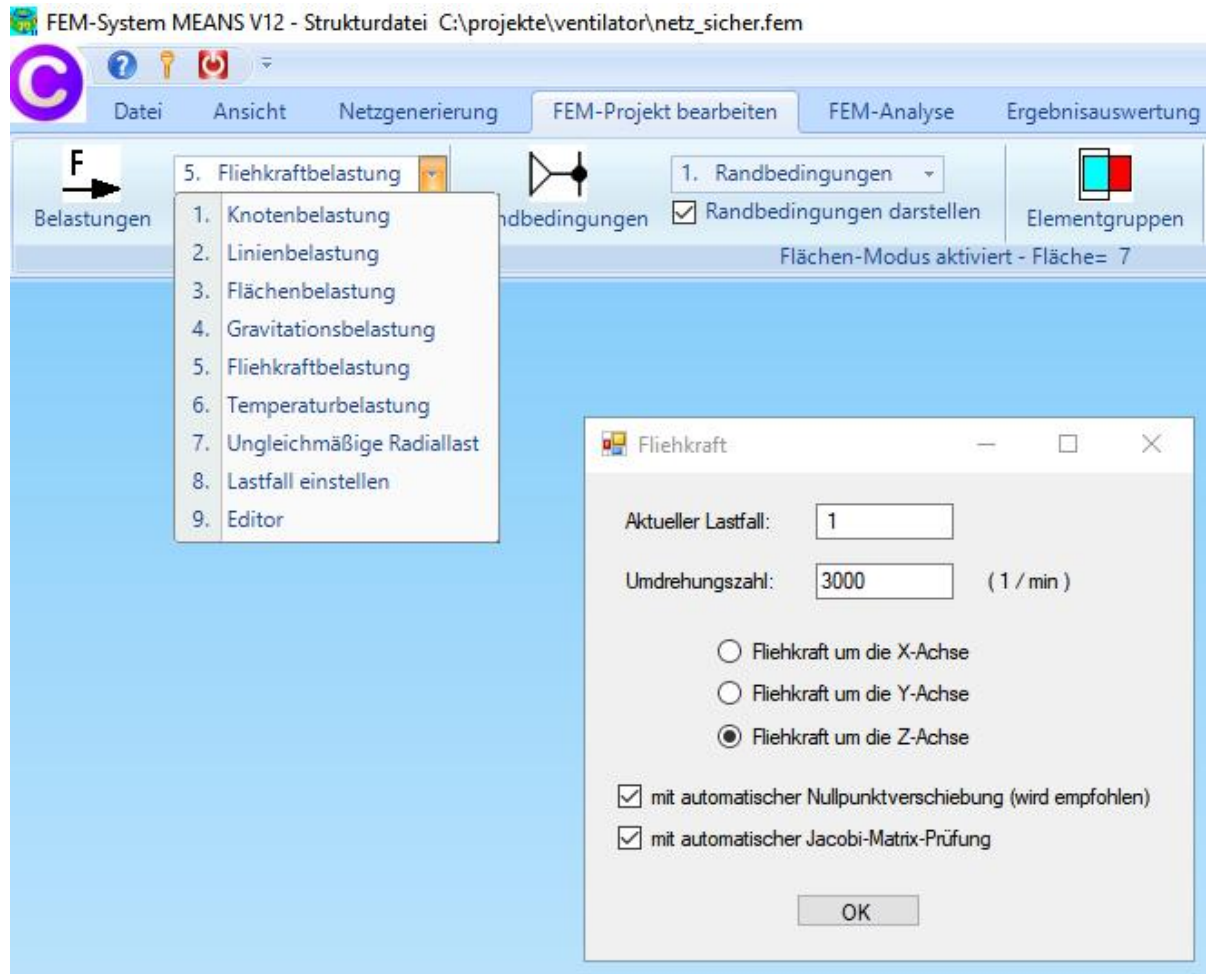


Das Flächenmodell ermöglicht jede einzelne Fläche mit der Maus auszuwählen.



## Fliehkraftbelastung erzeugen

Wählen Sie das Register „FEM-Projekt bearbeiten“ und „Fliehkraftbelastung“ und erzeugen Lastfall 1 mit einer Fliehkraft von 3000 Umdrehungen pro Minute um die Z-Achse.

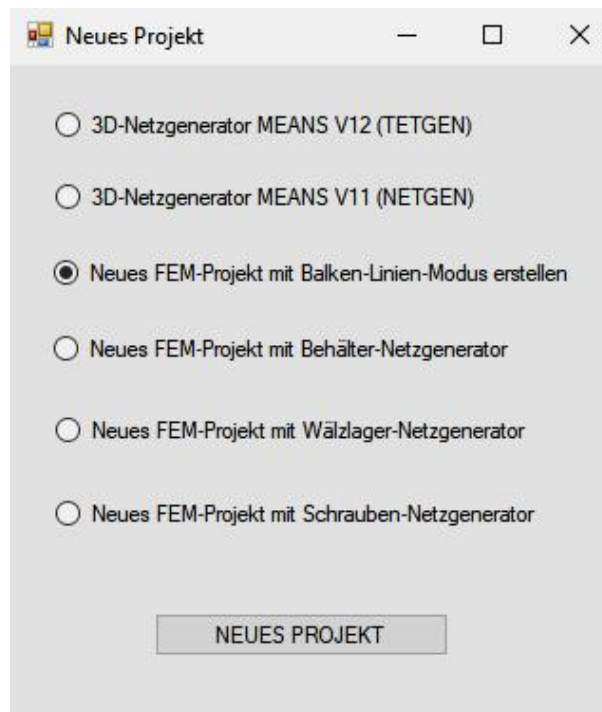


## Einspannung erzeugen

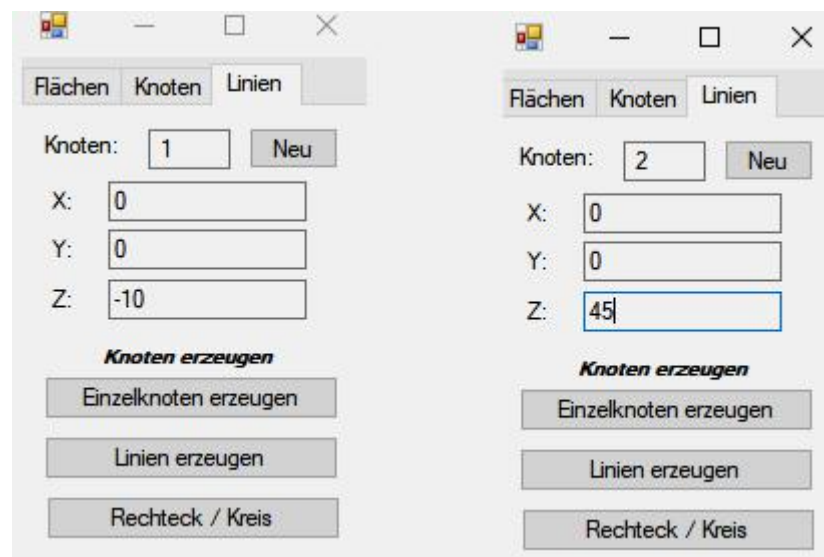
Der Ventilator muß im Nullpunkt eingespannt werden, leider ist das FEM-Netz an der Stelle  $x = 0$  und  $y = 0$  nicht fein genug um es dort an Knotenpunkten zu lagern. Mit Hilfe der neuen lokalen Vernetzungsfunktion von TETGEN ist es aber möglich eine Knotenlinie durch den Nullpunkt zu legen.

## Linie erzeugen

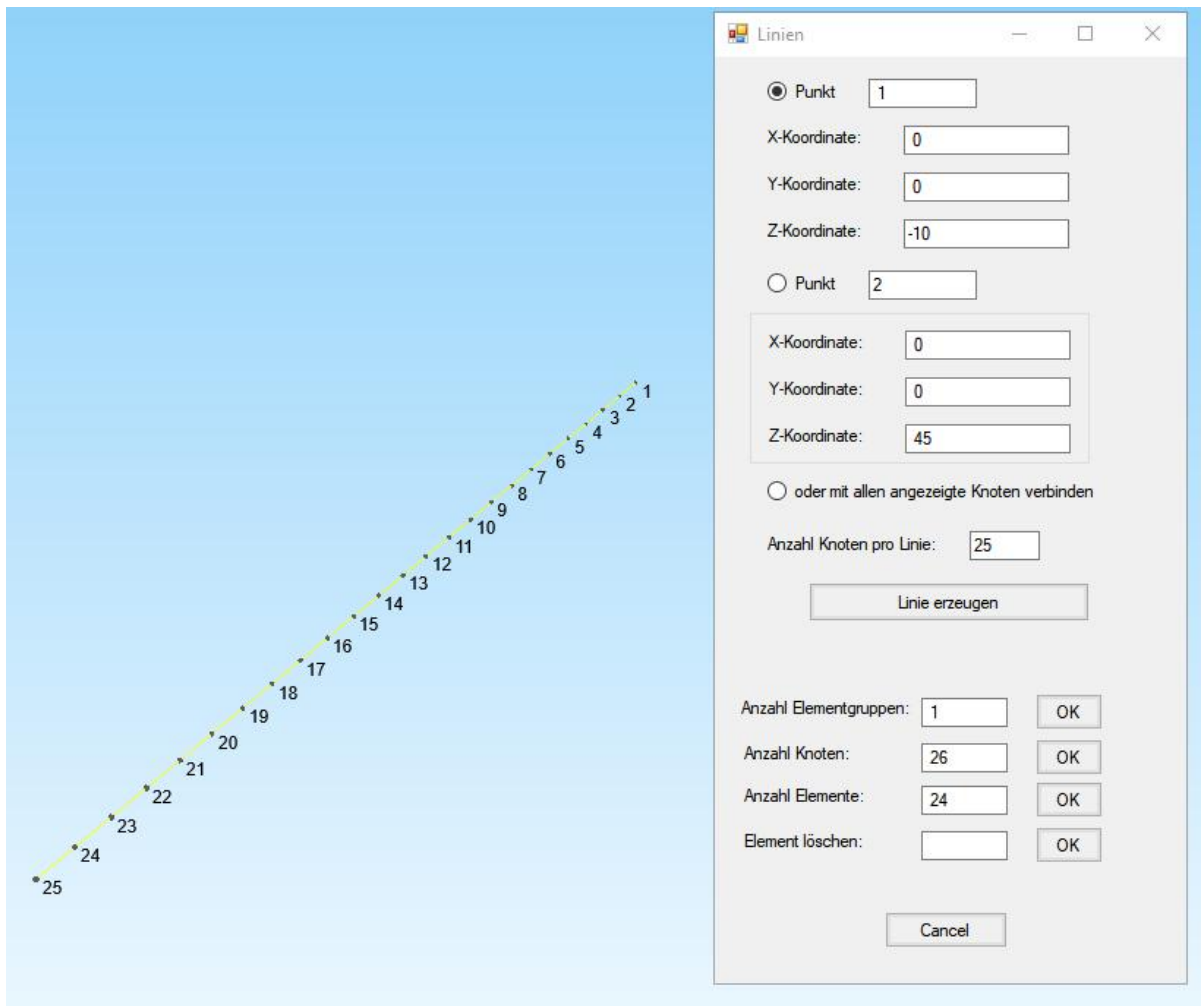
Speichern Sie zuerst das Ventilator-FEM-Modell auf der Festplatte ab und erzeugen mit Register „Datei“ und „Neu“ und „Neues FEM-Projekt mit Balken-Linien-Modus erstellen“ eine Linie von  $0 / 0 / -10$  bis  $0 / 0 / 45$ .



Es erscheint auf der rechten Seite das Linien-Modus-Menüfeld. Wählen Sie „Neu“ und erzeugen einen Einzelknoten mit  $x = 0$ ,  $y = 0$  und  $z = -10$  und einen zweiten Einzelknoten mit  $x = 0$ ,  $y = 0$  und  $z = 45$ .



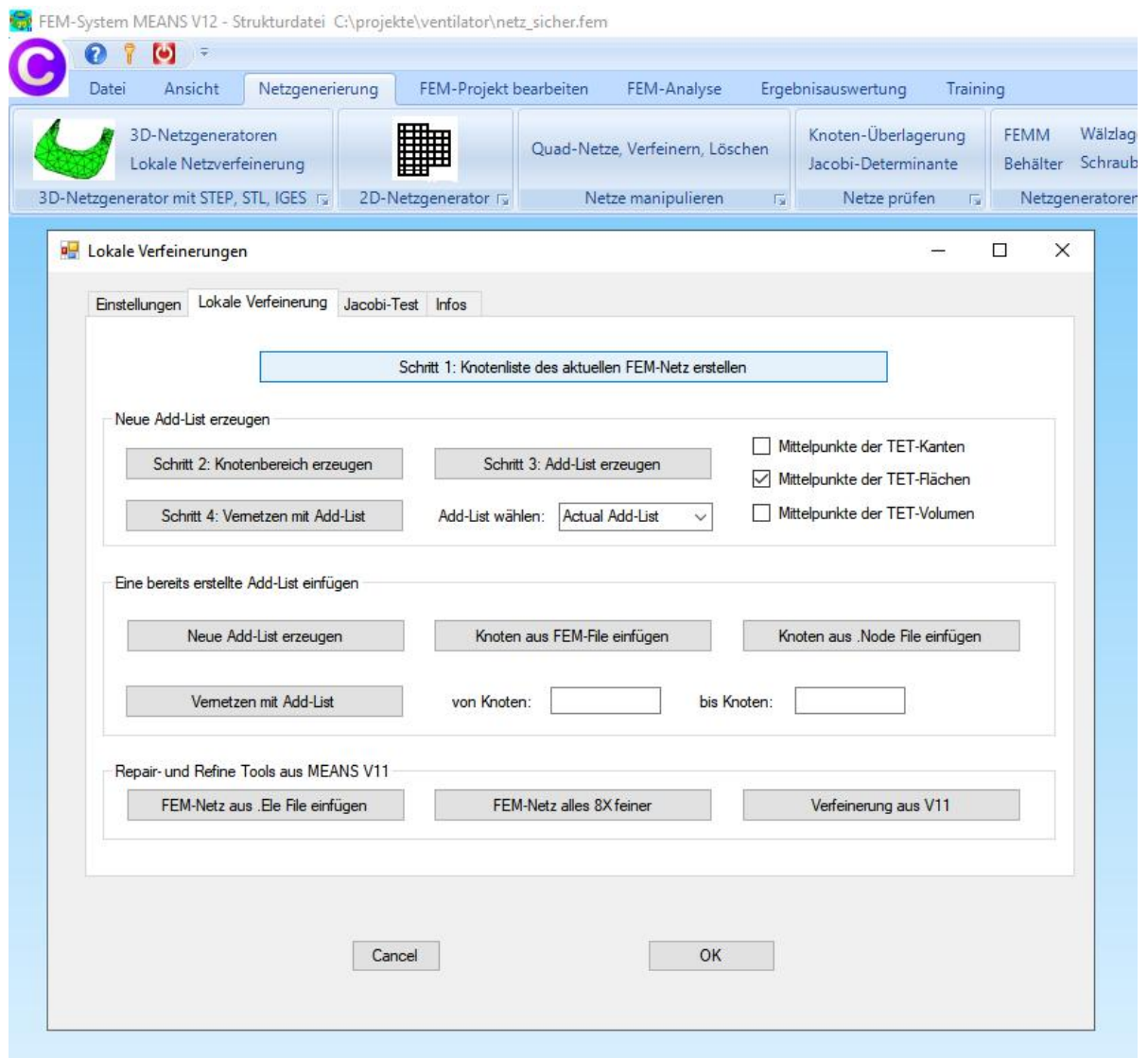
Wählen Sie „Linie erzeugen“ und verbinden Knoten 1 und 2 mit der Anzahl 25 Knoten pro Linie und speichern die Linie unter „Balken.fem“ ab.



### Lokale Vernetzung mit einer bereits erstellten Add-List

Das große Ventilator-FEM-Modell muß zuerst wieder eingeladen werden. Wählen Sie Register „Netzgenerierung“ und das Menü „Lokale Netzverfeinerung“ sowie in der neuen Dialogbox das sehr wichtige Menü „Schritt 1: Knotenliste des aktuellen FEM-Netz erstellen“.

Laden Sie dannach mit „Knoten aus FEM-File einfügen“ das Balken-Modell zum Ventilator hinzu und generieren mit Menü „Vernetzen mit Add-List“ ein neues FEM-Modell.

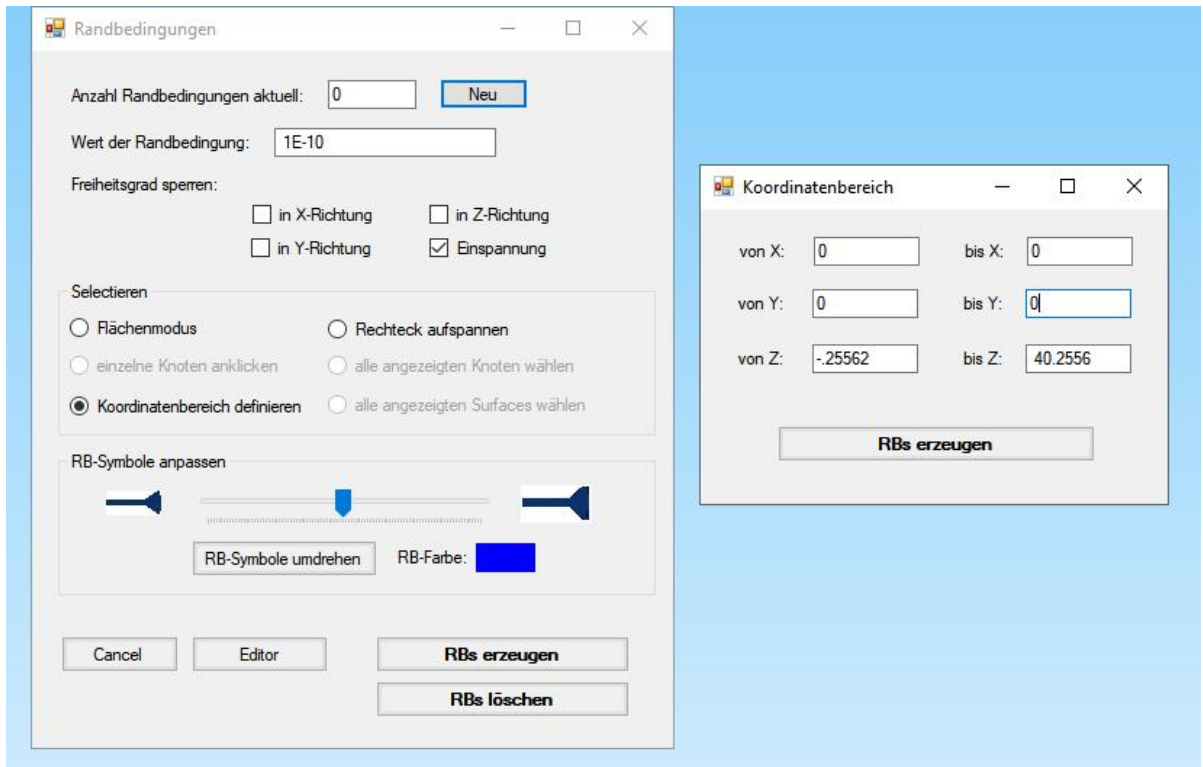


Falls eine Fehlermeldung im Netzgenerator erscheint hat man wahrscheinlich Schritt 1 übersehen, dann einfach nochmals das ursprüngliche Ventilator-Netz einladen und Schritt 1 ausführen und dann das Balken-Modell einfügen und neu vernetzen.

Eine alternative Lösung wäre das FEM-Netz mit einem Rechteck-Knotenbereich mit Schritt 2 und Schritt 3 mehrmals in der Mitte zu verfeinern.

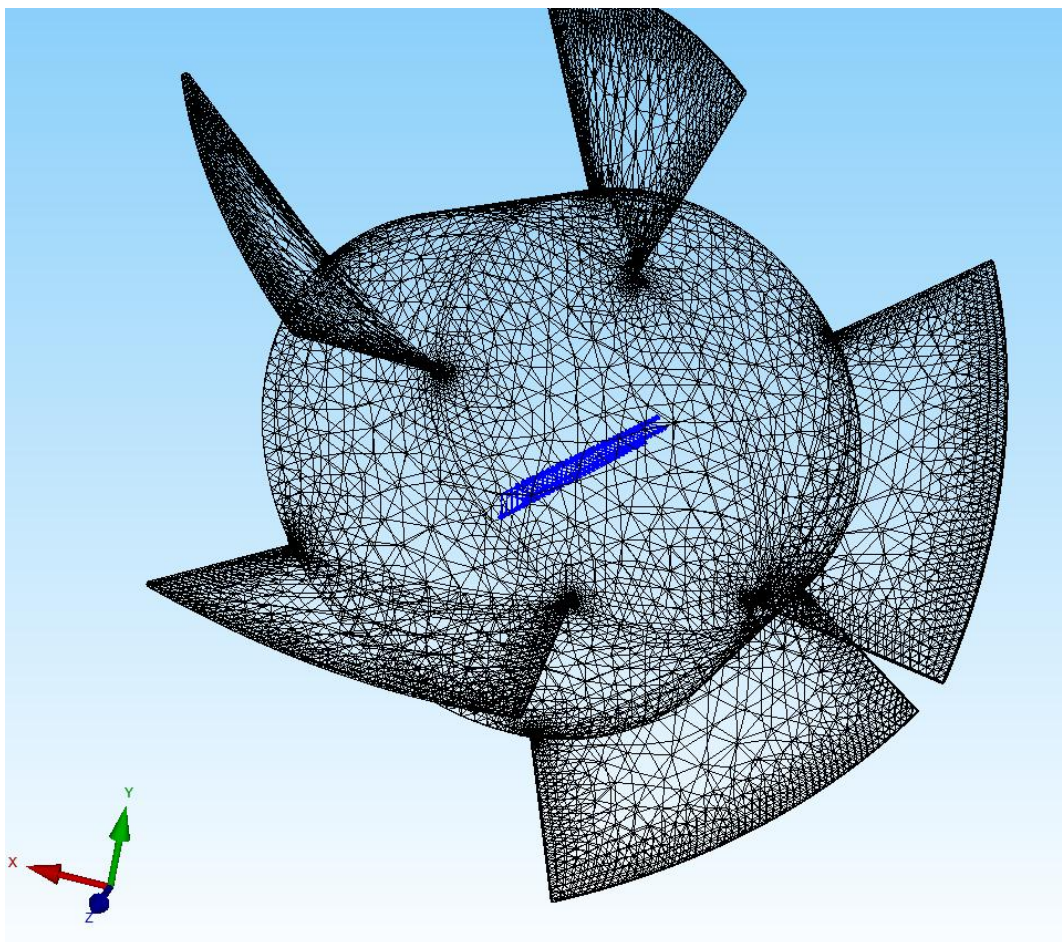
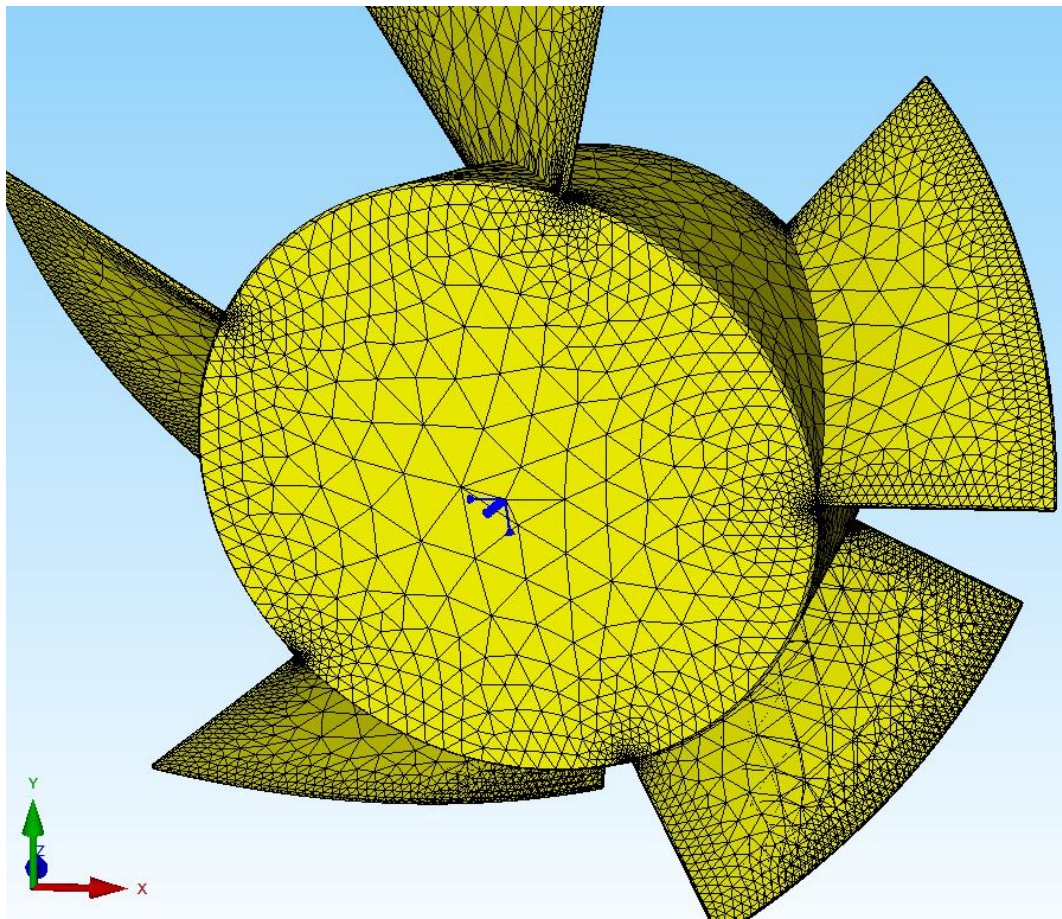


Wählen Sie Register „FEM-Projekt bearbeiten“ und „Randbedingungen“ und erzeugen die mittige Einspannung mit einem definierten Koordinatenbereich



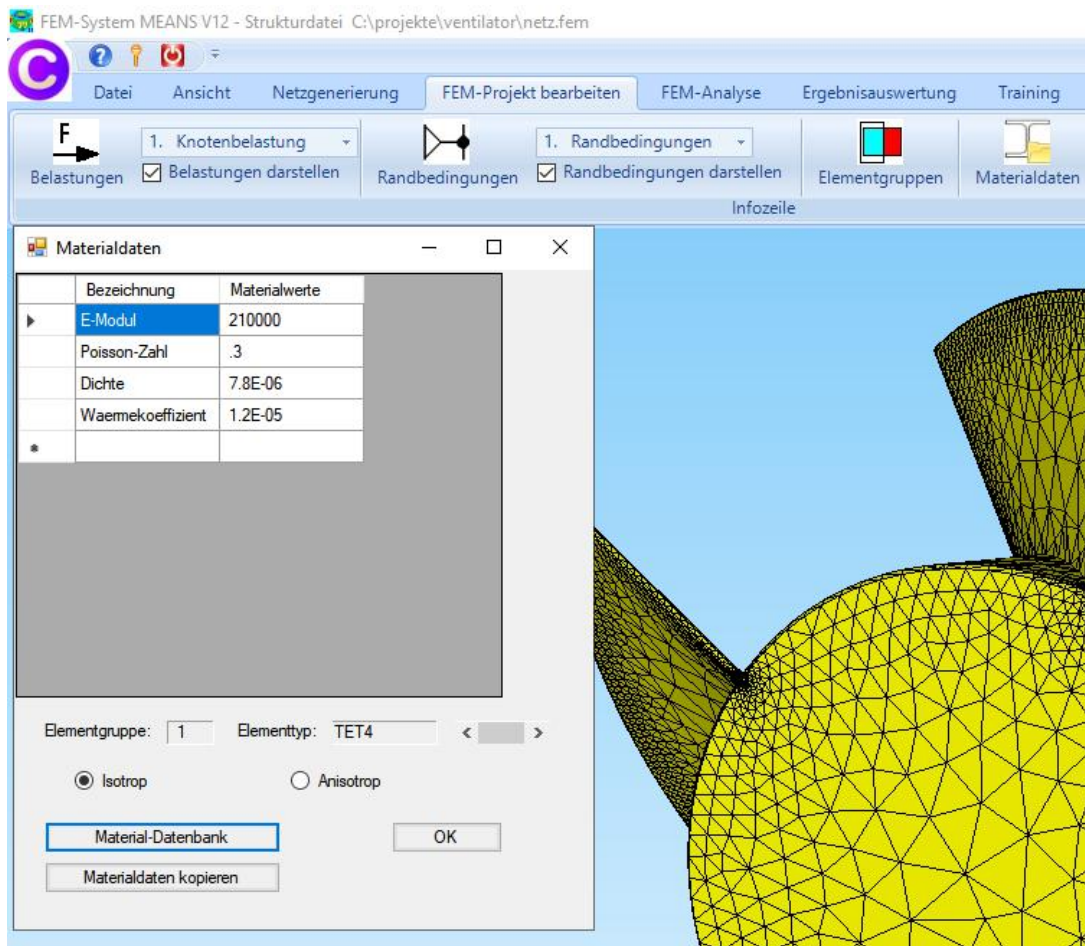
Schalten Sie Register „Ansicht“ und „Drahtgitter“ mit „FEM-Netz“ ein damit die eingespannten Knotenpunkte durch den Nullpunkt auch zu sehen und überprüfbar sind.





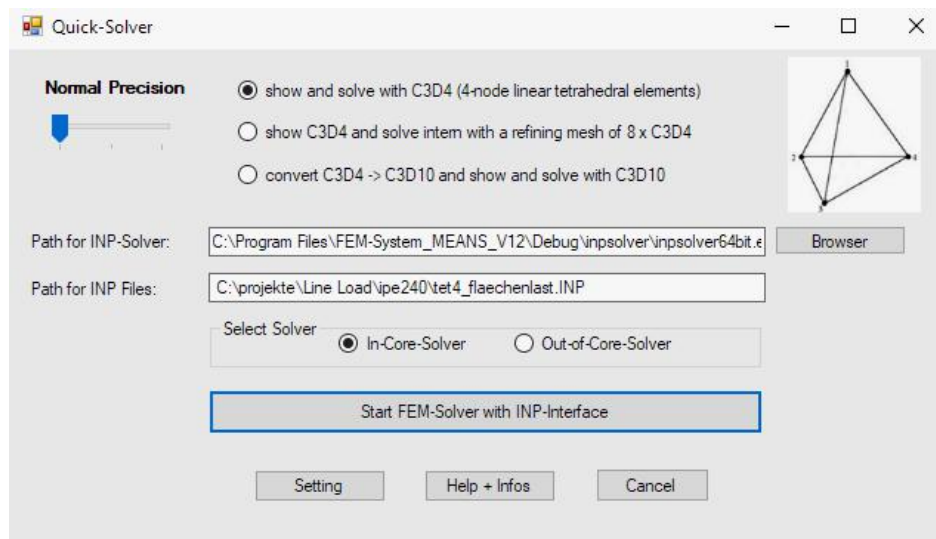
## Materialdaten

Da der Werkstoff Stahl mit einem E-Modul von 210 000 N/mm<sup>2</sup> immer voreingestellt ist werden keine neuen Materialdaten benötigt.



## FEM-Analyse

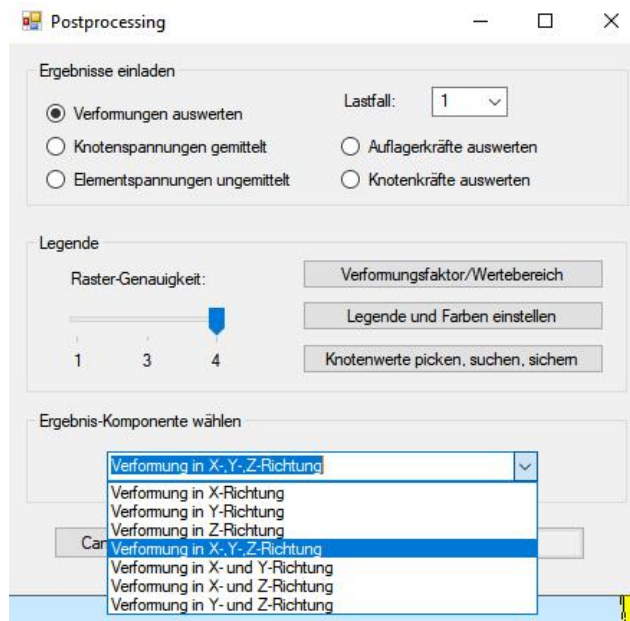
Speichern Sie zuerst das FEM-Modell unter einem beliebigen Namen und wählen Register „FEM-Analyse“ und führen mit dem Quick-Solver eine Statik-Analyse durch.



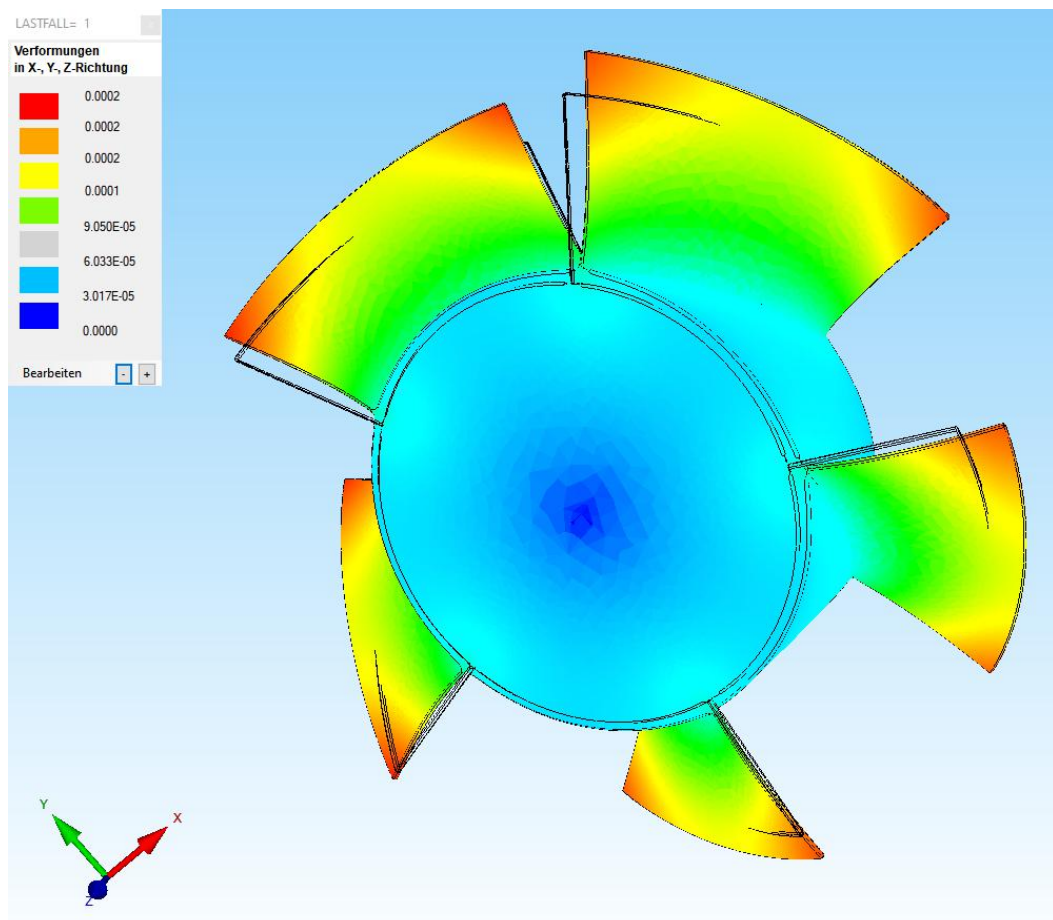
## Ergebnisauswertung



Nach der FEM-Analyse können mit Register „Ergebnisauswertung“ und Icon die Verformungen und Knotenspannungen ausgewertet werden.



**Max. Verformungen in X-, Y- und Z-Richtung = 0.0002 mm**



**Max. v.Mises-Vergleichsspannung = 2.19 N/mm<sup>2</sup>**

