# Part 25: Ventilator with a centrifugal load

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.

	~	FEM-Z	uladung	Impor
		MPC-K	ontakte	Expor
u 🕞 Einladen 🖓	Sichern 🕞	Verein	ien	CA
🖳 Neues Projekt		_2%		×
O 2D Notzaonarzt	or MEANIC VI	2 (TETCE	M	
	OF MEANS VI	2(12102	(11)	
③ 3D-Netzgenerat	or MEANS V1	1 (NETGE	NI)	
		T (HE TOE		
O Neues FEM-Proj	jekt mit Balker	n-Linien-Ma	idus erstell	en
<ul> <li>Neues FEM-Proj</li> <li>Neues FEM-Proj</li> </ul>	jekt mit Balker jekt mit <mark>Be</mark> hâlt	n-Linien-Mo er-Netzgen	idus erstelli ierator	en
<ul> <li>Neues FEM-Proj</li> <li>Neues FEM-Proj</li> <li>Neues FEM-Proj</li> </ul>	jekt mit Balker jekt mit Behält jekt mit Wälzla	n-Linien-Mo er-Netzger ager-Netzg	dus erstell erator enerator	en
<ul> <li>Neues FEM-Proj</li> <li>Neues FEM-Proj</li> <li>Neues FEM-Proj</li> <li>Neues FEM-Proj</li> </ul>	jekt mit Balker jekt mit Behält jekt mit Wälzla jekt mit Schra	n-Linien-Mo er-Netzgen ager-Netzg	dus erstell erator enerator generator	en

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.

				Brow
۲	STEP		○ STL / AST (ASCII)	Defa
ntilator ntilator	_grabcad.step _grabcad_cf.st	p		
TL-Op	timierer TI -Datei vorher	optimieren lassen (emo	fohlen z B. bei Absturz in NGSolve)	
1576	i - source source	opannor on roboon (omp	sense con portabilite in Action ()	
>	mit allen T	ests		
D-Net:	mit allen T	ests en		STEP-Prev
D-Net:	i mit allen T	ests en Netzgenerator mit CA	D-File starten	STEP-Prec

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 einund ausgeblendet werden können wird das Flächenmodell erzeugt.

0		0.11	<u> </u>	
O wenig Hachen	normal	O viele	🔾 sehr v	ele
	1 0.01			
Hacheneinte	ellung= 0.91	Hinwei	S	
account mit V12		<sup>∗</sup> V8 ∩ 0	uick mit Barai	-h
	U gesanit in			-
	0			
mit Kanten-	Uberprutungen			
Canaal	Neues Elão	hanmodall arzauv	100	

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.

Datei	,	Ansicht Netzgenerierung	FEN	M-Projekt	bearbeiten	FEM-An	alyse	Ergebnisauswertun
F	5.	Fliehkraftbelastung			1. Randbee	dingungen	+	
Belastungen	1.	Knotenbelastung	hdbeding	gungen	🔽 Randbedi	ngungen da	arstellen	Elementgruppen
	2.	Linienbelastung			FI	ächen-Mod	lus aktivi	ert - Fläche= 7
	3.	Flächenbelastung						
	4.	Gravitationsbelastung						
	5.	Fliehkraftbelastung						
	6.	Temperaturbelastung			1. A			
	7.	Ungleichmäßige Radiallast		🔡 Flie	hkraft			- 🗆 X
	8,	Lastfall einstellen				1		
	9.	Editor		Aktue	ller Lastfall:	1		
				Umdr	ehungszahl:	3000		(1/min)
					O Flieh	kraft um die )	(-Achse	
					O Flieh	kraft um die Y	-Achse	
					Fliehl	kraft um die Z	Z-Achse	
				🗹 mi	t automatische	r Nullpunktve	erschiebur	ng (wird empfohlen)
				🗹 mi	t automatische	r Jacobi-Matr	ix-Prüfun <u>ç</u>	3

#### 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.

	- 🗆 ×	🐖 – 🗆 X
läche	en Knoten Linien	Flächen Knoten Linien
Knote	en: 1 Neu	Knoten: 2 Neu
X:	0	X: 0
Y:	0	Y: 0
Z:	-10	Z: 45
	Knoten erzeugen	Knoten erzeugen
E	inzelknoten erzeugen	Einzelknoten erzeugen
	Linien erzeugen	Linien erzeugen
]	Rechteck / Kreis	Rechteck / Kreis

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.

Date	Ansicht	Netzgenerierung	FEM-Projekt bea	rbeiten FEM-Analyse	e Erge	bnisauswertung Trair	ning
	3D-Netzgenera Lokale Netzver	atoren feinerung	C	Quad-Netze, Verfeinern, L	öschen	Jacobi-Determinante	Behälter
Netzgen	erator mit STEP,	, STL, IGES 🕞 2D-Ne	etzgenerator 🕞	Netze manipulierer	1 Fa	Netze prüfen	Netzger
🖳 Lokal	le Verfeinerunge	en.					
E CKU	e venemerange						
Einst	tellungen Lokale	e Verfeinerung Jacobi-Te	est Infos				
		ĺ.	Palant 1. Kastanlinta a	las alduellas FEM Nata and	-11		
			Schritt I: Nhoteniiste d	Jes aktuellen FEIM-INetz erst	ellen		
-N	eue Add-List erze	eugen					
	Schritt 2: Kno	otenbereich erzeugen	Schritt 3:	Add-List erzeugen		ittelpunkte der TET-Kanten	
	0.1 1.14					ttelpunkte der TET-Flachen	
	Schrtt 4: Ve	emetzen mit Add-List	Add-List wahlen	: Actual Add-List V		ittelpunkte der TET-volumen	
F	ine hereits erstellt	e Add-List einfügen					
	Neue A	dd-List erzeugen	Knoten au	is FEM-File einfügen	Kr	noten aus .Node File einfüger	1
	Vernet	zen mit Add-List	von Knoten:	bis	Knoten:		
B	onais und Define	Toole aug MEANS V11					
	EFM-Netz a	us. Ele Elle einfügen	EEM-N	etz alles 8X feiner		Verfeinen ing aus V11	
	T EM NOLE O		T LOT IN		-	venericitary dus v ri	
		Cano	cel	OF			

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

Anzahl Randbedingungen aktuell: 0	INEU				
Wert der Randbedingung: 1E-10					
Freiheitsgrad sperren:	in Z-Richtung	🖳 Koordir	atenbereich	-	
🗌 in Y-Richtung 🛛 🗹	Einspannung	von X:	0	bis X: 0	
Selectieren O Rächenmodus O Rechteck au	fspannen	von Y:	0	bis Y: 0	
einzelne Knoten anklicken     einzelne Knoten anklicken     alle angezeig     Koordinatenbereich definieren	iten Knoten wählen Iten Sulfaces wählen	von Z:	25562	bis Z: 40.	2556
			RBs e	rzeugen	
RB-Symbole anpassen					
RB-Symbole anpassen					
RB-Symbole anpassen	nummin				
RB-Symbole anpassen RB-Symbole umdrehen RB-Far Cancel Editor	rbe:				

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.

Bela	tungen ✓ Belast	ht Netzgeneri enbelastung ≁ ungen darstellen	Randbee	FEM-Proje	kt bearbeite 1. Ranc ☑ Randl	en FEM-Analyse dbedingungen + bedingungen darstell	en Elementgruppen	Trainin Materialda
<b>.</b> N	Materialdaten		_		×	inio	zene	
	Bezeichnung	Materialwerte						
	E-Modul	210000						
	Poisson-Zahl	.3						的時代
	Dichte	7.8E-06					W	
	Waermekoeffizient	1.2E-05					1	<b>WARKAN</b>
								MAX MAN
Be	ementgruppe: 1	Bementtyp: TE	Τ4	<	>			
Đe	ementgruppe: 1	Elementtyp: TE () Aniso	T4	٢	>			

### **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.

🖳 Quick-Solver		-		×
Normal Precision	<ul> <li>show and solve with C3D4 (4-node linear tetrahedral elements)</li> <li>show C3D4 and solve intern with a refining mesh of 8 x C3D4</li> <li>convert C3D4 -&gt; C3D10 and show and solve with C3D10</li> </ul>	×	$\bigwedge$	7.
Path for INP-Solver: Path for INP Files:	C:\Program Files\FEM-System_MEANS_V12\Debug\inpsolver\inpsolver64bit.e	]	Browser	
	Select Solver   In-Core-Solver  Out-of-Core-Solver			
	Start FEM-Solver with INP-Interface			
	Setting Help + Infos Cancel			

## Ergebnisauswertung

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

gebnisse	e einladen						
Verfo	mungen a	uswerten	Lastfall: 1 🗸				
) Knotenspannungen gemittelt ) Elementspannungen ungemittelt			<ul> <li>Auflagerkräfte auswerten</li> <li>Knotenkräfte auswerten</li> </ul>				
Raste	er-Genauig	keit:	Verformungsfaktor/Wertebereich				
		- I	Legende und Farben einstellen				
1	3	4 [	Knotenwerte picken, suchen, sichem				
gebnis-H	Komponent	e wählen					
	Verformun	g in X-,Y-,Z-Richtur	ng 🗸				
		g in X-Richtung					
	Verformun Verformun Verformun	g in Y-Richtung					
	Verformun Verformun Verformun	g in Z-Richtung					
Car	Verformun Verformun Verformun Verformun	g in Y-Richtung g in Z-Richtung g in X-Y-Z-Richtur g in X- und Y-Richt	ng lang				

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





