# Kapitel 36 - Kontaktanalyse einer Pressverbindung mit MEANS V13

Die CAD-Baugruppe Pressverbindung besteht aus einer Klemme und einem Rohrstück. Folgende Berechnungen sollen durchgeführt werden:

- 1. Wie hoch ist die Kontaktspannung am Rohrstück wenn die Klemme mit einer Schraubenanzugskraft von 2500 N fest eingespannt wird.
- Berechnung der Kontaktspannungen aus den oben berechneten Verformungen als vorgeschriebene Randbedingungen ohne Belastung.



#### FEM-Netz generieren

Für die Kontaktanalyse wird ein sehr feines und gleichmäßiges Tetraedernetz benötigt. Darum wird es mit dem GMSH-Netzgenerator generiert, allerdings kann GMSH im Gegensatz zu NETGEN nur relativ einfache Strukturen vernetzen.

🖳 NEUES PROJEKT	1 <u>111</u>		×
O 3D-Netzgenerator NETGEN V1 (STEP, IG	GES, <mark>S</mark> TL)		
③ 3D-Netzgenerator GMSH (STEP)			
O 3D-Netzgenerator NETGEN V2 für komle	exe Strukturer	n In	stall
O 2D-Netzgenerator FEMM für komplexe Ele	ementgruppe	n	
O Neues FEM-Projekt mit Balken-Linien-Moo	dus erstellen		
O 2D-CFD-Simulationen mit FLOWDXF (DXF	F)		
NEUES PROJEKT			

Wählen Sie Register "Datei" und "Neu" und "3D-Netzgenerator GMSH (STEP) und wählen das STEP-File "Klemme\_reduziert.STP" als neues FEM-Projekt.



### Netzdichte einstellen

Wählen Sie Menü "Mesh" sowie Regiser "General" um den "Element size factor" auf "0.11" zu stellen, womit man mit Menü "1D" und Menü "3D" ein Tetraedernetz mit 101137 Elementen generieren kann.

General Geometry	General	Advanced	V	/isibility	Aspect	Color			
Solver	Frontal-D	Frontal-Delaunay 🔻			2D algorithm				
Post-pro	Delaunay	/	▼ 3D algori		lgorithm				
	Blossom		•	2D reco	mbination	algorithm			
	Recon	nbine all tria	ang	gular me:	shes				
	None	None			<ul> <li>Subdivision algorithm</li> </ul>				
	1	1			Smoothing steps				
	0.11		Element size factor						
	0	1e+22		Min/Max	c element	size			
	1 Element orde				Use inco	mplete ele	ments		

### **Reset Viewport**

Ist das Modell zuerst nicht zu sehen klicken Sie zweimal auf den Bildschirm und wählen "Reset Viewport" um die Gesamtansicht neu zu berechnen.



## Exportieren im Abaqus-Format (INP)

Wählen Sie Menü "Tools" und "Statistics" um die Eckdaten der Netzgenerierung zu überprüfen, dann wählen Sie "File" und "Export" und exportieren das Netz im Abaqus-Format (INP) und importieren dieses über die INP-Schnittstelle in MEANS. Generieren Sie dannach das Rohrstück mit "0.12" und 116 494 TET4-Elementen.



## Klemme und Rohrstück in MEANS V13 zusammenladen

Mit Register "Datei" und Menü "FEM-Zuladung" können die beiden FEM-Netze zusammengeladen werden. Das neue FEM-Modell besteht nun aus 217 631 Elementen, 49 012 Knotenpunkten und 2 Elementgruppen.

🖁 FEM-Zuladung	1 <u>99</u> 0		×
FEM-Zula	idung starte	n	
Car	ncel		

### Definierung der Kontaktflächen

Für eine Kontaktanalyse müssen folgende 3 Lastfälle erzeugt werden:

- Lastfall 1: Belastung des Bauteils, wenn mehrere Lastfälle vorhanden, dann müssen alle Lastfälle zu Lastfall 1 addiert werden.
- Lastfall 2: Master-Kontaktfläche mit einer Flächenbelastung definieren

Lastfall 3: Slave-Kontaktfläche mit einer Flächenbelastung definieren

wobei Knoten-Kontakte über die Selektion "alle angezeigten Knoten" in eine Flächenlast umgewandelt werden können.

Knoten-Kontakte können nur bei einer 2D-Kontaktberechnung verwendet werden (siehe nächstes 2D-Beispiel).

### Lastfall 1 mit Schraubenanzugskraft

Wählen Sie Register "FEM-Projekt bearbeiten" und Menü "Flächenbelastung" und erzeugen Lastfall 1 an den Flächen 22 und 23 mit einer Flächenlast von 2500 N auf jeder Seite also mit 5000 N "senkrecht zur Fläche".



#### Lastfall 2 mit Master-Kontaktfläche

Wählen Sie Register "FEM-Projekt bearbeiten" und Menü "Flächenbelastung" und erzeugen Lastfall 2 an der Rohr-Außenfläche mit einer Flächenlast "senkrecht zur Fläche". Da diese Flächenbelastung nur die Master-Kontaktknoten definiert wird kein Lastwert benötigt.



## Lastfall 3 mit Slave-Kontaktfläche

Damit die Innenfläche der Klemme selektiert werden kann muss zuerst das Rohr mit Elementgruppe 1 ausgeblendet werden.

Wählen Sie Register "FEM-Projekt bearbeiten" und Menü "Flächenbelastung" und erzeugen Lastfall 3 an den Innenflächen 5 und 6 der Klemme mit einer Flächenlast "senkrecht zur Fläche". Es wird ebenfalls kein Lastwert benötigt.



## Einspannung erzeugen

Mit Register "FEM-Projekt bearbeiten" und Menü "Randbedingungen" wird der untere Teil der Klemme in x-, y- und z-Richtung fest eingespannt. Damit sich das Rohr nicht verschieben kann muss der Rand links in y- und rechts in xy-Richtung festgehalten werden.



## **FEM-Analyse**

Mit Register "FEM-Analyse" und dem Menü "Kontaktbedingungen" werden mit dem Quick-Solver die Kontaktspannungen nach etwa 10 Iterationen berechnet. Hier können auch Master- und Slave-Kontaktfläche vertauscht werden.

	sicht N	etzgenerien	ung FEM	1-Projek	t beark	peiten	FEM-A
6. Konta	ktbedingun	ger + F	EM-Solver wä	ihlen	Infos	zum FE	M-Modell
FEM-Ana	vse	5	FEM-Ablau	if To	Info	os Strukt	urmodell
1	,						
🖳 Kontakti	oedingunge	en					×
	Swap Mas	tersurface <-	> Slavesurface	(Loadca	ise 2 - 3	3)	
		Schritt 1: F	EM-Solver sta	rten			
		Schritt 2: Po	stprocessing st	arten			

## Ergebnisse auswerten

Wählen Sie Register "Ergebnisauswertung" und das Icon

sowie in der nächsten Postprocessing-Dialogbox "gemittelte Knotenspannungen" und "v.Mises-Knotenspannungen" um folgende Spannungsbilder auszuwerten.



Kontaktspannungen an der Klemme = 106.7 N/mm<sup>2</sup>

## Flächen ausblenden

Damit nur die Innenfläche des Rohrstückes dargestellt wird, wählen Sie Register "Ansicht" sowie "Surfaces" und in dem rechten Seitenmenü "Einzelne Flächen einblenden" und klicken auf die Fläche 2.

Mit "Verformungsfaktor" setzen Sie den Maximalwert auf "33" um den unteren Spannungsbereich besser farblich hervorheben zu können.

## Ergebnisauswertung

Als Ergebnis für die Spannungen ergeben sich v.Mises-Vergleichsspannungen von ca. 33 N/mm<sup>2</sup>. Für dieses Beispiel bedeutet dies, daß die Schraubenanzugskraft unbedenklich ist. Streckgrenzen von runden Stahlbauhohlprofilen liegen zwischen 235 N/mm<sup>2</sup> und 355 N/mm<sup>2</sup>.



## Kontaktspannungen an der Innenseite des Rohrstückes = 33.46 N/mm<sup>2</sup>

## Schnitt-Surfaces

Wenn die Fläche ungeeignet ist, läßt sich auch mit Menü "Schnitt-Surfaces" von einem Knotenbereich eine lokale oder globale Spannungsverteilung darstellen.

Schritt I: Knotenbereich	erzeugen oder einladen
Schritt 2: Schnitt-Surfaces a	us Knotenbereich erzeugen
nur Spannungswerte des Knote	enbereiches auswerten
nur Spannungswerte des Knote	enbereiches auswerten
nur Spannungswerte des Knote Schritt 3: Postprocessin	enbereiches auswerten ng mit Schnitt-Surfaces
Schritt 3: Postprocessin	enbereiches auswerten ng mit Schnitt-Surfaces Einladen und editieren

#### Vorgeschriebene Randbedingungen erzeugen

Sind die Verformungen bekannt können die Kontaktspannungen auch über vorgeschriebenen Randbedingungen in folgenden 4 Schritten berechnet werden.

- Schritt 1: Erzeugung eines Knotenbereichs von der Innenfläche 2
- Schritt 2: Darstellung einer Spannungs- oder Verformungsverteilung
- Schritt 3: Mit Koordinaten-Faktor die Verformungen des Knotenbereiches in vorgeschriebene Randbedingungen mit "7" umwandeln
- Schritt 4: Kontaktspannungen mit einer normalen linearen Statik-Analyse (keine Kontaktanalyse) und ohne Belastung berechnen

Surface 2	💀 Knotenbereich erzeugen — 🗆 X
CLEAR EDIT	Bitte mit der Maus ein Rechteck aufspannen oder einzelner Knoten anklicken!
Knoten Plächen	Anzahl Knotenbereich = 7089 Neu
Elemente Kanten	Knotenbereich aus Knotenbereich erzeugen Help
CANCEL	Selection
	Rechteck aufspannen     Knoten picken     Koordinatenbereich
$\frown$	Flachenmodel
	Knotenbereich sichem Knotenbereich erzeugen
	Knotenbersich einladen Cancel
$\sim$	
Knotenbelastung - 1. Randbedingungen	- Carlo Carl
Belastungen darstellen Randbedingungen ☑ Randbedingungen d aktueller Knoten 9573: X-Koord.= -4	arstellen Elementgruppen Materialdaten Editor Temperatur 61.878: Y-Koord.=-7.29963; Z-Koord.= 23.9106
Belastungen darstellen Randbedingungen ☑ Randbedingungen d aktueller Knoten 9573: X-Koord.= -4	arstellen Elementgruppen Materialdaten Editor Temperatur 61.878; Y-Koord.=-7.29963; Z-Koord.= 23.9106
Belastungen darstellen Randbedingungen 🗹 Randbedingungen darstellen Randbedingungen datueller Knoten 9573: X-Koord.= -4	arstellen Elementgruppen Materialdaten Editor Temperatur 61.878; Y-Koord.=-7.29963; Z-Koord.= 23.9106
Belastungen darstellen Randbedingungen 📿 Randbedingungen darsteller Knoten 9573: X-Koord.= -4	arstellen Elementgruppen Materialdaten Editor Temperatur r
Belastungen darstellen Randbedingungen 🗹 Randbedingungen darstellen knoten 9573: X-Koord.= -4	arstellen Elementgruppen Materialdaten Editor Temperatur ra 61.878; Y-Koord.=-7.29963; Z-Koord.= 23.9106 ra Koordinaten-Faktor – C X Faktor setzen : @ multpilizeren O divideren O adderen O ersetzen
Belastungen darstellen Randbedingungen Andbedingungen darktueller Knoten 9573: X-Koord.= -4	arstellen Elementgruppen Materialdaten Editor Temperatur r 61.878; Y-Koord.=-7.29963; Z-Koord.= 23.9106
Belastungen darstellen Randbedingungen P Randbedingungen darstellen Knoten 9573: X-Koord.= -4	arstellen Elementgruppen Materialdaten Editor Temperatur r 61.878; V-Koord.=-7.29963; Z-Koord.= 23.9106 r ✓ Koordinaten-Faktor –
Belastungen darstellen Randbedingungen Andbedingungen aktueller Knoten 9573: X-Koord.= -4	arstellen Elementgruppen Materialdaten Editor Temperatur r
Belastungen darstellen Randbedingungen Pandbedingungen daktueller Knoten 9573: X-Koord.= -4	arstellen Elementgruppen Materialdaten Editor Temperatur referenter faktoren eretzen faktoren eretzen faktoren eretzen divideren eretzen Achten vertauschen X-Wette mit Z-Wette vertauschen Y-Wette mit Z-Wette vertauschen Y-Wette mit Z-Wette vertauschen Koordinaten mit Faktor verändern
Belastungen darstellen Randbedingungen Pandbedingungen daktueller Knoten 9573: X-Koord.= -4	arstellen Elementgruppen Materialdaten Editor Temperatur r 61.878; V-Koord.=-7.29963; Z-Koord.= 23.9106 r Koordinaten-Faktor – – × Faktor setzen: Mutpilzaeren O divideren O addieren O enetzen Achsen vestauschen V-Weter mit Z-Weite vestauschen
Belastungen darstellen Randbedingungen Pandbedingungen daktueller Knoten 9573: X-Koord.= -4	arstellen Elementgruppen Materialdaten Editor Temperatur r 61.878; V-Koord.=-7.29963; Z-Koord.= 23.9106 r Piktor setzen : @ multiplizeren @ divideren @ dideren @ ensetzen Acheen vetauschen > X-Wete mit Z-Wete vetauschen > Y-Wete mit Z-Wete vetausc
Belastungen darstellen Randbedingungen Pandbedingungen daktueller Knoten 9573: X-Koord.= -4	arstellen Elementgruppen Materialdaten Editor Temperatur r
Belastungen darstellen Randbedingungen ⊡ Randbedingungen d aktueller Knoten 9573: X-Koord.= -4	arstellen Elementgruppen Materialdaten Editor Temperatur r 61.876; Y-Koord.=-7.29963; Z-Koord.=23.9106
Belastungen darstellen Randbedingungen Pandbedingungen darkueller Knoten 9573: X-Koord.= -4	Eternentgruppen       Materialdaten       Editor       Temperatur         61.878; V-Koord.=-7.29963; Z-Koord.= 23.9106       r       r         Image: State of the
Belastungen darstellen Randbedingungen Pandbedingungen darkueller Knoten 9573: X-Koord.= -4	arstellen       Elementgruppen       Materialdaten       Editor       Temperatur         61.878; V-Koord.=7.29963; Z-Koord.= 23.9106       r       r       Nordinaten-Faktor       r         V       Piktor setzen       Imilipitizeren       Imilipitizeren       Imilipitizeren       Imilipitizeren         Oktion       Oktion       Oktion       Nordinaten Acheen vetauschen       X-Wete wetauschen       X-Wete mit Z-Wete vetauschen         V-Wete mit Z-Wete vetauschen       V-Wete mit Z-Wete vetauschen       Y-Wete mit Z-Wete vetauschen       Y-Wete mit Z-Wete vetauschen         V-Wete mit Z-Wete mit Z-Wete vetauschen       V-Wete mit Z-Wete vetauschen       Y-Wordinaten       Z-Koordinaten         V-Wete mit Z-Wete mit Z-Wete vetauschen       V-Wete mit Z-Wete vetauschen       Vordinaten im Knotermodus verwenden         Vordinater       Y-Koordinaten       Y-Koordinaten       Z-Koordinaten         V-Wete mit Z-Wete vetauschen       Vordinaterin Z-Koordinaten       Vordinaterin Z-Koordinaten         V-Wete mit Z-Wete vetauschen       Vordinaterin Z-Koordinaten       Z-Koordinaten         Vordinaterin Z-Vete mit Z-Wete vetauschen       Vordinaterin Z-Koordinaten       Z-Koordinaterin         Image: State mit Z-Wete vetauschen       Vordinaterin Z-Koordinaterin       Image: State mit Z-Wete vetauschen         Vordinaterin Z-Wete vetauschen       V
Belastungen darstellen Randbedingungen Pandbedingungen darkueller Knoten 9573: X-Koord.= -4	Arstellen Elementgruppen Materialdaten Editor Temperatur re 51.878; V-Koord.=-7.29963; Z-Koord.= 23.9106
Belastungen darstellen Randbedingungen Pandbedingungen daktueller Knoten 9573: X-Koord.= -4	arstellen       Elementgruppen       Materialdaten       Editor       Temperatur         51.876; V-Koord:=7.29963; Z-Koord:=23.9106       Fiktor setzen :
Belastungen darstellen Randbedingungen Pandbedingungen darkueller Knoten 9573: X-Koord.= -4	arstellen       Elementgruppen       Materialdaten       Editor       Temperatur         61.878; V-Koord:=7.29963; Z-Koord:=23.9106       r       r       ************************************
Belastungen darstellen Randbedingungen Pandbedingungen darkueller Knoten 9573: X-Koord.= -4	arstellen       Elementgruppen       Materialdaten       Editor       Temperatur         61.878; V-Koord.=7.29963; Z-Koord.= 23.9106       r       r         Image: State in the sta
Belastungen darstellen Randbedingungen Pandbedingungen darkueller Knoten 9573: X-Koord.= -4	arstellen       Elementgruppen       Materialdaten       Editor       Temperatur         61.878; V-Koord.=7.29963; Z-Koord.= 23.9106       r       Imperatur       r         Fishtor setzen
Belastungen darstellen Randbedingungen 🖓 Randbedingungen d aktueller Knoten 9573: X-Koord.= -4	arstellen       Editor       Temperatur         51.878; V-Koord.=7.29963; Z-Koord.= 23.9105       r         Image: Start Sta

Als Ergebnis erhält man die gleichen Kontaktspannungen von 33.79 N/mm<sup>2</sup> wie zuvor mit der Kontaktanalyse.



### 2D-Kontaktberechnung mit Klemme und Rohr

Um ein 2D-Modell aus dem vorigen 3D-Tetraeder-Modell zu erzeugen wählen Sie Register "Ansicht" sowie "Flächen-Modus" und im rechten Seitenmenü das Menü "Netz aus Flächenmodell". In der neuen Dialogbox "2D-Scheibenmodell" und "Schritt 1: Flächen selektieren" wählen und die Flächen 3 und 14 anklicken.

Dannach wieder "Netz aus Flächenmodell" und "Schritt 2: Neues Netz erzeugen"

🛃 Bitte warten		_	
Ohne Überprüfung:			
Strukturmodell hat	49012 Knotenpunkte und 5378	Elemente sowie 21	Elementgruppen
Mit Überprüfung:			
Strukturmodell hat	2972 Knotenpunkte und 5378 E	Bemente sowie 2 E	lementgruppen
Fangradius:	0.000001		
🗹 Einzelne Knote	npunkte ohne eine Element-Verb	indung löschen	
Cancel	only Hidden-Line	Numerierung (	prüfen

wählen und mit einer Modell-Überprüfung alle ausgeblendeten Flächen zu löschen.

		Infozeile		G.
(notenkoordi	naten		- 🗆	🗙 💀 Koordinaten-Faktor — 🗆
Nr.	X-Koordinaten	Y-Koordinaten	Z-Koordinaten	Faktor setzen :
1	-469	5.92E-15	-20	
2	-372	5.92E-15	-20	
3	-469	1.02E-15	20	
4	-372	1.02E-15	20	Achsen vertauschen
5	-372	3.06E-15	25	X-Werte mit Y-Werte vertauschen
6	-372	-3.06E-15	-25	X-Werte mit 7-Werte vertauschen
7	-469	3.06E-15	25	
8	-469	-3.06E-15	-25	- O 1-Werte Mit 2-Werte Vertauschen
9	-467.573	5.92E-15	-20	Koordinaten mit Faktor verändem
10	-466.147	5.92E-15	-20	V Kaardinatan V Kaardinatan 7 Kaardinatan
11	-464.721	5.92E-15	-20	
12	-463.294	5.92E-15	-20	🗆 pur die angezeirten Knoten im Knotenmodue verwenden
13	-461.868	5.92E-15	-20	
14	-460.441	5.92E-15	-20	von Knotenpunkt: 1
15	-459.015	5.92E-15	-20	bis Knotenpunkt: 49012
16	-457.588	5.92E-15	-20	
17	-456.162	5.92E-15	-20	Koordinatenfaktor:
18	-454.735	5.92E-15	-20	
19	-453 309	5.92E-15	-20	Nulipunktsverschiedung durch Knotenpunkt:

Mit Editor-Menü "Knotenkoordinaten" und "Koordinaten-Faktor" die X- und Z-Achse vertauschen und wieder mit "Koordinaten-Faktor" alle Z-Werte mit "0" ersetzen und erhält ein 2D-TRI3S-Scheibennetz das sofort für die Kontaktanalyse verwendbar ist.



### Eingabe der Schraubenkraft mit Lastfall 1

Die Schraubenanzugskraft beträgt 2500 N auf jeder Seite. Wählen Sie das Register "FEM-Projekt bearbeiten" sowie "Knotenpunktbelastung" und spannen wie gezeigt ein Rechteck über der linken oberen Seite mit dem Lastwert "1" in X-Richtung auf. Wiederholen Sie den gleichen Schritt mit Lastwert "-1" auf der rechten Seite.

💛 Datei Ansicht Netzgenerierur	g FEM-Projekt bearbeiten	FEM-Analyse	Ergebnisauswertung	Training
I. Knotenbelastung       Belastungen	andbedingungen	dingungen 👻 ngungen darstellen Infozeile	Elementgruppen	Materialdaten
		in order of	•	
🖳 Knotenlast erzeugen	- 🗆 X	;		
Aktueller Lastfall: 1 - Anzahl Lastwerte: 0 Neu Wert der Knotenlast: 11 (Ei Freiheitsgrad:	+ anheit z.B. in N) Z-Richtung			
O Flächenmodus 💿 Rec	hteck aufspannen			
🔿 einzelne Knoten anklicken 🔅 alle	angezeigten Knoten	1		
O Koordinatenbereich definieren O alle	angezeigten Surfaces			
Knotenlast-Symbole ändem KL-F Cancel Editor B	arbe:			

Zum Schluß müssen im Last-Editor und Menü "Lastfall-Faktor, die 24 Lastwerte mit dem Lastwert 5000/24 = 208.33 multipliziert werden.

n v Elementgruppen Mate	Fialdaten Editor 6. Belastungen	Temperatur	
🖷 Lastfall	×		
Aktueller Lastfall: 1 Faktor= 208.3	× × ×		
<ul> <li>multiplizieren</li> <li>addieren</li> </ul>	⊖ dividieren ⊖ ersetzen		
CANCEL	ок		

## Eingabe des Master-Knotenbereiches mit Lastfall 2

Um den Master-Knotenbereich am Außenrohr zu definieren muß zuerst Elementgruppe 2 ausgeblendet werden. Im Knoten-Modus mit "Kanten" alle Knoten am Außen- und Innenradius anzeigen. Mit "Knotenbereich löschen" die Innenknoten mit einem aufgespannten Rechteck in mehreren Schritten löschen.



Mit "Knotenbelastung" und "Lastfall 2" sowie Lastwert "1" eine Knotenlast in X-Richtung mit der Selektion "alle angezeigten Knoten" erzeugen.



### Eingabe des Slave-Knotenbereiches mit Lastfall 3

Um den Slave-Knotenbereich am Innenradius der Klemme zu definieren muß zuerst Elementgruppe 1 ausgeblendet werden. Im Knoten-Modus mit "Kanten" alle Knoten am Außen- und Innenradius anzeigen. Mit "Knotenbereich löschen" die Außenknoten mit einem aufgespannten Rechteck in mehreren Schritten löschen

Mit "Knotenbelastung" und "Lastfall 3" sowie Lastwert "1" eine Knotenlast in Y-Richtung mit der Selektion "alle angezeigten Knoten" erzeugen wobei Richtung und Wert wieder unrelevant sind.

Knotenlast erzeugen  Aktueller Lastfall:  Anzahl Lastwerte:  Met der Knotenlast:  Knotenlast:  X-Richtung  X-Rich	
Selektion: Rächenmodus Rechteck aufspannen einzelne Knoten anklicken alle angezeigten Knoten Koordinatenbereich definieren alle angezeigten Surfaces	
Knotenlast-Symbole ändem KL-Farbe:	

### Einspannung erzeugen

Mit Register "FEM-Projekt bearbeiten" und Menü "Randbedingungen" wird der untere Teil der Klemme in x- und y-Richtung fest eingespannt.



## Materialdaten

Wählen Sie Register "FEM-Projekt bearbeiten" sowie "Materialdaten" und geben eine Wanddicke von 15 mm sowie das gleiche Material für Stahl ein.

	Bezeichnung	Materialwerte
•	H1	15
	H2	15
	НЗ	15
	E-Modul	210000
	Poisson-Zahl	.3
	Dichte	7.8E-06
	Waennekoeffizient	0

#### **FEM-Analyse**

Mit Register "FEM-Analyse" und dem Menü "Kontaktbedingungen" werden mit dem Quick-Solver die Kontaktspannungen nach etwa 7 Iterationen berechnet. Hier sind auch Lastfall Master- und Lastfall Slave umdrehbar.

## Ergebnisse auswerten



sowie Menü

Wählen Sie Register "Ergebnisauswertung" und das Icon sowie Me "v.Mises-Knotenspannungen" um folgende Spannungsbilder auszuwerten.





## v.Mises-Knotenspannung an der Einspannung = 62.17 N/mm<sup>2</sup>





## v.Mises-Knotenspannung am Rohr-Innenradius = 43.06 N/mm<sup>2</sup>

Vergleich v.Mises-Knotenspannung mit dem 3D-Modell = 33.46 N/mm<sup>2</sup>

