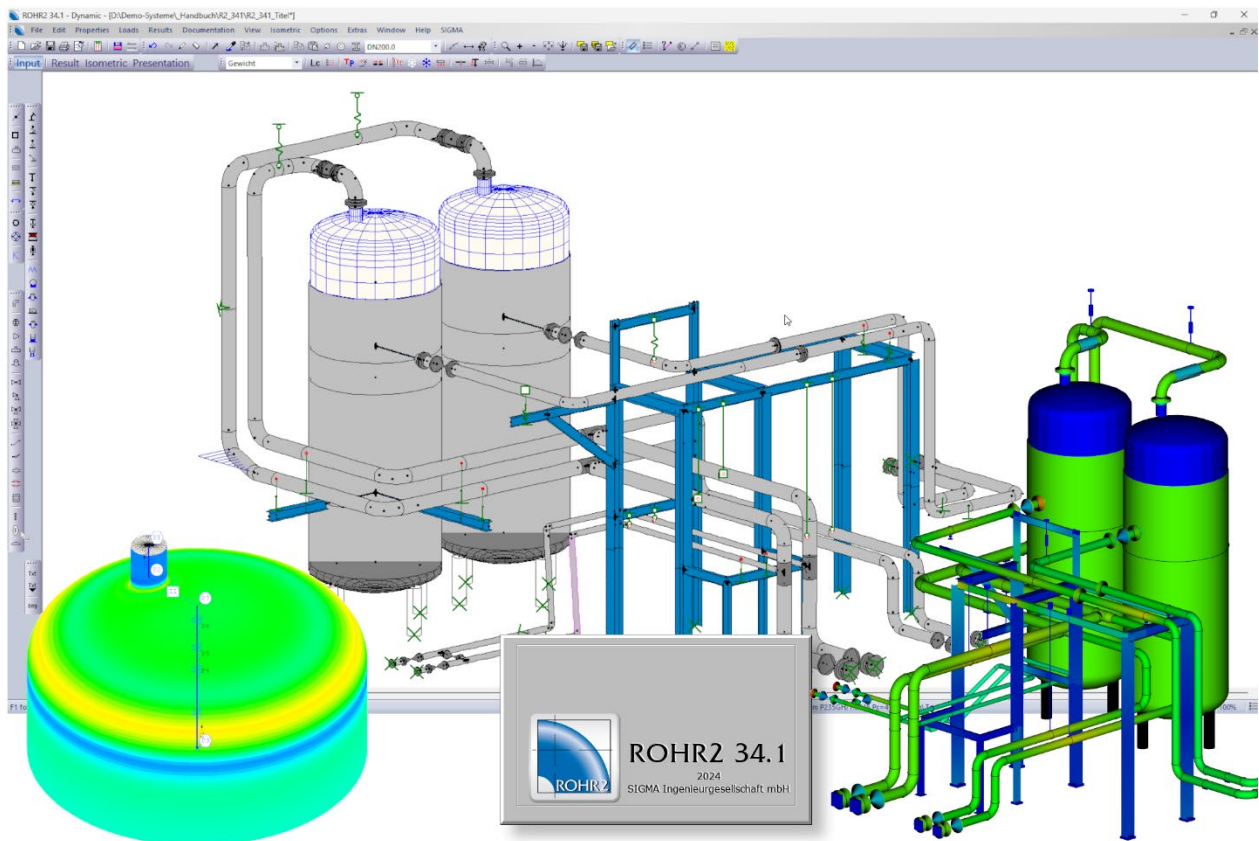




ROHR2

Programmsystem zur statischen und dynamischen Analyse komplexer Rohrleitungssysteme und allgemeiner Stabtragwerke



ROHR2tutorial

Testlizenz
Einführung: Bearbeitung eines
Systems mit ROHR2

SIGMA Ingenieurgesellschaft mbH

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdruckes, der Entnahme von Abbildungen, von Funksendungen, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten.

Änderungen der in diesem Handbuch enthaltenen Informationen sind vorbehalten.
SIGMA Ingenieurgesellschaft, Unna, übernimmt in dieser Hinsicht keine Gewähr.

Alle erwähnten Produkte und Markennamen sind Warenzeichen oder eingetragene Warenzeichen der jeweiligen Hersteller.

Software-Support ++49 (0) 2303 332 33 45 support.probad@rohr2.de

Herausgegeben durch:

SIGMA Ingenieurgesellschaft mbH
Bertha-von-Suttner-Allee 19
D-59423 Unna

Telefon +49 (0)2303 332 33-0
Telefax +49 (0)2303 332 33-50
Email: info@rohr2.de
Internet: www.rohr2.de www.rohr2.com

Inhalt

1	ROHR2 Tutorial	1
1.1	Testlizenz.....	1
1.2	Programmstart.....	2
1.3	Projekte und Beispiele	2
1.4	Anwenderberatung, Support und ROHR2 Forum	2
2	Die ROHR2 Benutzeroberfläche	3
3	Erstellung eines Berechnungsmodells in ROHR2	6
3.1	Ein neues ROHR2 Projekt erzeugen	7
3.2	Modell generieren	8
3.2.1	Bearbeiten Rohrabmessungen	8
3.2.2	Innendruckprüfung.....	9
3.3	System zeichnen	10
3.4	Datenanpassung und Kontrolle.....	12
3.4.1	Bearbeiten Knoten	12
3.4.2	Register Knoten	12
3.4.3	Register Belastung	12
3.4.4	Weitere Register	12
3.5	Bearbeiten Abschnitt.....	13
3.6	Funktion beenden	13
3.7	Markieren.....	14
3.8	Komponenten integrieren.....	15
3.8.1	Reduzierung einbauen.....	15
3.8.2	Bauteile integrieren	16
3.8.3	Unterstützungen integrieren.....	17
3.9	Lastfalldefinition	19
3.10	Lastfalldefinition mit der vereinfachten Oberfläche	20
3.10.1	Betriebsdaten zuordnen.....	20
3.11	Definition der Lastfälle und Aufgaben mit der Standard-Oberfläche	23
3.11.1	Betriebsdaten je Lastfall zuordnen.....	24
3.12	Spannungsanalyse, Lagerbelastungen und Federauslegung	26
3.12.1	Spannungsanalyse	26
3.12.2	Lagerbelastungen	27
3.12.3	Federauslegung.....	28
3.12.4	Post-Processing.....	29
3.13	Kontrolle der Eingabedaten	30
3.13.1	Menü Abschnittsparameter	30
3.14	Korrektur / Anpassung der Eingabedaten	31
3.14.1	Geometrie	31
3.14.2	Abmessungen.....	31
3.14.3	Betriebsdaten.....	32
3.15	Berechnung	32
3.16	Ergebnisanalyse	34
3.16.1	Lastfallergebnisse.....	34
3.16.2	Spannungsanalyse	36
3.16.3	Optimierung durch Einbau eines T-Stücks am Abzweig	37

4	Import von CAD/CAE Daten mit ROHR2 Schnittstellen.....	38
5	ROHR2nozzle Einführung/Tutorial	39
5.1	Programmstart	39
5.2	Einführung in die Bearbeitung mit ROHR2nozzle	39
5.3	Berechnung	42
5.4	Ergebnisdarstellung	42
6	ROHR2flange Einführung/Tutorial	43
6.1	ROHR2flange - Übersicht	43
6.1.1	Zusätzlich zu rechnende Aufgaben.....	44
6.1.1.1	Übersicht geänderte Flanschverbindungen.....	44
6.1.2	Flanschnachweis - Grundeinstellungen	45
6.1.3	Auflistung Flansche	47
6.2	Flanschverbindung bearbeiten.....	48
6.2.1	Bearbeiten Flansch / Dichtung / Schrauben.....	48
6.3	Dokumentation, Berechnungsbericht.....	51
7	ROHR2fesu - Einführung.....	52
7.1	Grobmodell in ROHR2 definieren	52
7.2	Grobmodell an ROHR2fesu übergeben	54
7.3	Verfeinerung des Modells in ROHR2fesu	56
7.4	Datenprüfung	57
7.5	Berechnung	59
7.6	Ergebnisauswertung	60
7.6.1	Grafische Kontrolle	60
7.6.2	Spannungsbewertung	61
7.7	Optimierung	62
7.8	Dokumentation.....	62

1 ROHR2 Tutorial

Dieses Dokument bietet eine Einführung in die Bearbeitung eines Projekts mit dem Programmsystem ROHR2 und der Zusatzmodule.

Thema	Kapitel
Einführung in die Rohrleitungsbearbeitung mit ROHR2	3
Import von CAD/CAE Daten mit ROHR2 Schnittstellen	4
Stutzennachweis mit ROHR2nozzle	5
Flanschbearbeitung mit ROHR2flange	6
Einführung in ROHR2fesu	7

Die Erläuterungen sind anwendbar auf


- die ROHR2 Voll-Lizenz
- die ROHR2 Testlizenz

1.1 ROHR2 Testlizenz

Gern stellen wir Ihnen eine Testlizenz zur Verfügung.

Zum Erwerb einer Testlizenz

- verwenden Sie bitte das Formular auf www.rohr2.de im Bereich Service/ Testlizenzen



The screenshot shows the website of SIGMA Ingenieurgesellschaft mbH. The navigation bar includes links for HOME, ENGINEERING, ROHR2, SINETZ, PROBAD, SCHULUNGEN, SERVICE, and KONTAKT. The 'KONTAKT' menu is open, showing options: Anfrage Engineering, Anfrage Software, Testlizenzen (circled in red), Vertriebspartner, Anfahrt, and Jobs. Below the navigation bar, there are three images: a 3D model of a pipe, a 2D technical drawing of a pipe network, and a screenshot of the ROHR2 software interface. To the right, there is a date '16 MAR' and a notice: 'ROHR2/PROBAD Anwendertreffen fällt aus' and 'Das ROHR2/PROBAD Anwendertreffen findet zum angekündigten Termin am 05.-06. Mai 2020 NICHT statt!'.

- senden Sie bitte eine Email an vertrieb@rohr2.de oder an Ihren Vertriebspartner.
- oder rufen Sie uns an.

1.2 Programmstart

Die Installation richtet eine Programmgruppe ein.

Das Programm ROHR2 wird durch Auswahl des entsprechenden Programmsymbols gestartet.

Alternativ: Programmstart erfolgt aus dem Unterverzeichnis \R2WIN mit R2win.exe.



1.3 Projekte und Beispiele

Zur Einführung in die Bearbeitung mit ROHR2 stellen wir Projekte und Beispiele bereit:

- nach der Installation einer unbeschränkt funktionsfähigen **ROHR2 Lizenz** im Ordner `./ROHR2/R2BSP/...`
- ROHR2 Berechnungsbeispiele mit Projektdateien und Videos werden auf unserer Website www.rohr2.de im Bereich *Service* zum Download bereitgestellt oder sind erreichbar mit der ROHR2win Funktion *Hilfe | Trainingsvideos*.
- **ROHR2 Testlizenz**: Beispiele im Ordner `./ROHR2/R2BSP/`

Für Erläuterungen zur Bearbeitung eines Projekts siehe *Schnelleinstieg 3*.

Projekterstellung und -bearbeitung mit der Testlizenz

Projekte, die mit der Testlizenz erstellt wurden, werden als TESTLIZENZ markiert.

Diese können NICHT mit einer ROHR2-Voll-Lizenz geöffnet und weiterbearbeitet werden.

Bitte wenden Sie sich zur Übernahme von Projekten, die mit der Testlizenz erstellt wurden, an den ROHR2 Vertrieb.

1.4 Anwenderberatung, Support und ROHR2 Forum

Die Funktionen der Software werden in der Hilfe zum Programm erläutert.

Darüber hinaus stehen bei Fragen zur Installation und Anwendung des Programms zur Verfügung:

- der Anwendersupport (Hotline-Service) zur Verfügung werktags (Montag bis Freitag) von 9.00 - 16.00 Uhr (Central European Time).
- Anwenderhilfen im Internet: ROHR2 Forum (siehe *Menü Hilfe | Forum*) einschließlich ROHR2 FAQ (Frequently asked questions)
-

Support per Email

Eine in das Programm integrierte Email-Anbindung ermöglicht die Übertragung der aktuellen Daten per Email (siehe *Menü Hilfe | Supportanfrage*)

Support-Anschrift

SIGMA Ingenieurgesellschaft mbH
Abt. Programm-Support
Bertha-von-Suttner-Allee 19
D-59423 Unna

Telefon und Email

Software-Support, deutsch	++49 (0) 2303 332 33 33	support@rohr2.de
Software-Support, englisch	++49 (0) 2303 332 33 44	support@rohr2.de

Internet

www.rohr2.de	www.rohr2.com
--	--

2 Die ROHR2 Benutzeroberfläche

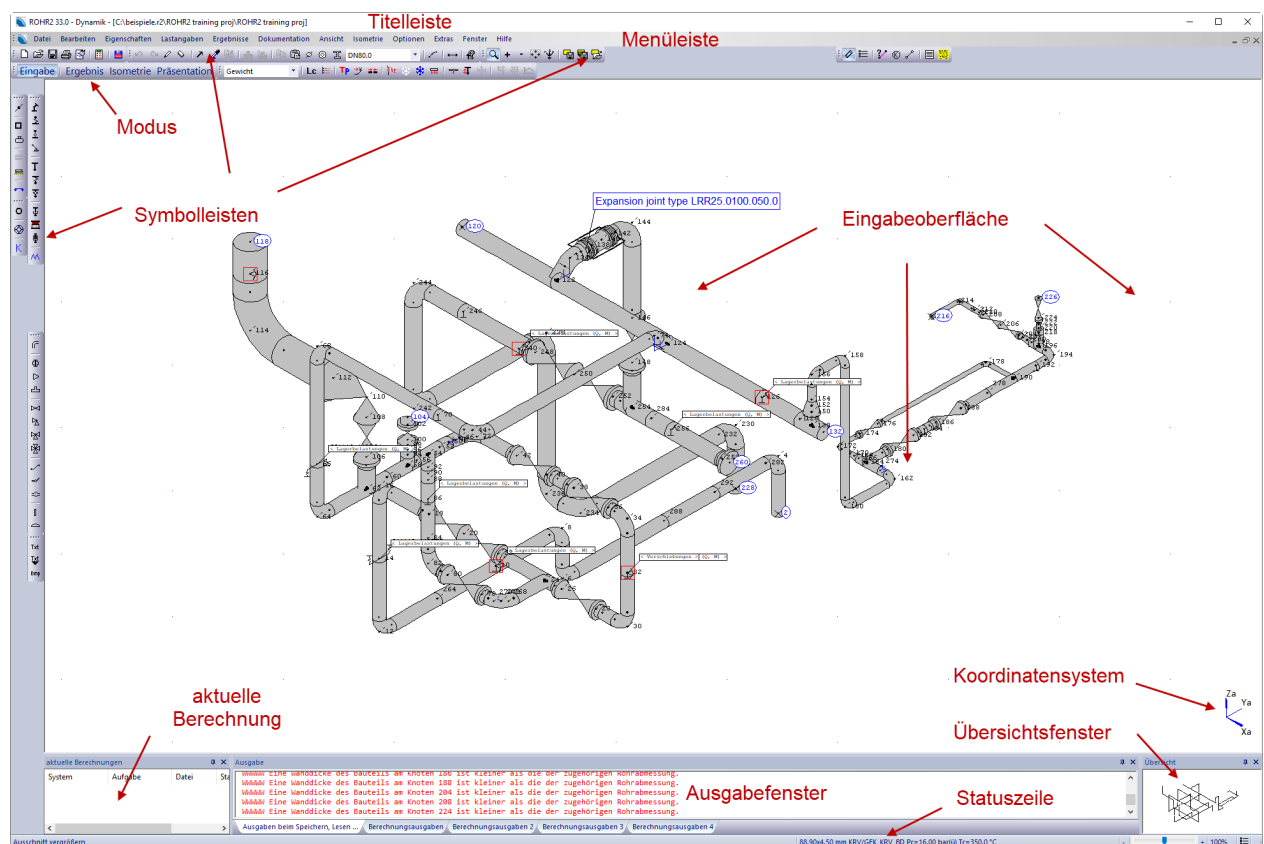
Die Anzeige des Rohrsystems und die Eingabe der Grafik erfolgt im Eingabefenster.
Die Programmfunktionen sind erreichbar über Menübefehle und Symbolleisten.
Die Bedienelemente sind frei auf dem Bildschirm positionierbar (siehe auch *Symbolleisten*, und *Symbolleisten konfigurieren*).

Titelzeile

Die Titelzeile zeigt das aktuelle Projekt einschließlich des Dateipfades an.

Menüleiste

Die Programmfunktionen sind in der Menüleiste erreichbar.



Modus

Die Benutzeroberfläche ROHR2win enthält je nach Ansichtsmodus verschiedene Bearbeitungselemente (siehe Symbolleiste *Modus* 0).

Durch Betätigung der Schaltflächen in der Symbolleiste Modus werden die entsprechende Projektdarstellung und die für den gewählten Bearbeitungsschritt erforderlichen Bedienelemente angezeigt.

Siehe auch *Vereinfachte Systemeingabe* im Menü *Lastangaben*, 4.4.

Statusleiste

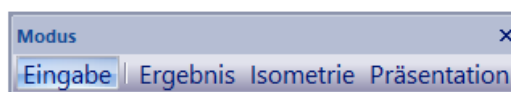
Die Statusleiste dient der Anzeige der jeweiligen Programmfunktion und Systemparameter.

Symbolleiste Modus

Die Auswahl zwischen

- Eingabemodus
- Ergebnisanzeige
- Isometriemodus
- Präsentationsmodus

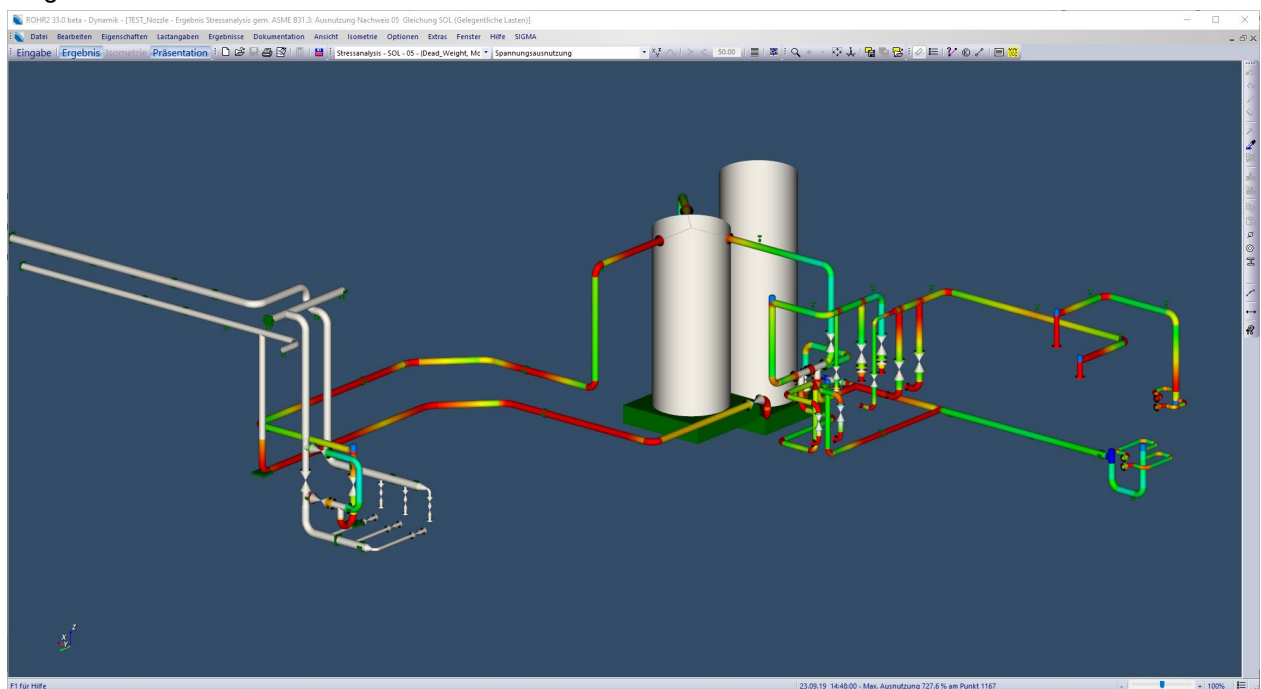
reduziert den Bildschirminhalt auf die Bedienelemente (Symbolleisten), die für das entsprechende Bearbeitungsstadium erforderlich sind. Siehe auch *Anpassung der grafischen Benutzeroberfläche* bei Installation von ROHR2fesu.



Präsentationsmodus

Der *Präsentationsmodus* ist als alternative Anzeigeeoption für Eingaben und Ergebnisse gedacht. Hier wird das Berechnungssystem als echtes 3D-Modell angezeigt.

Dieser Modus ist ein reiner Anzeigemodus, die Bearbeitungsfunktionen sind daher in diesem Modus deaktiviert. Die hier möglichen Funktionen entsprechen im Wesentlichen den anderen Anzeigemodi. Die farbige Anzeige von Eigenschaften über *Abschnittsparameter* sowie die Anzeige von Ergebnissen ist hier möglich.

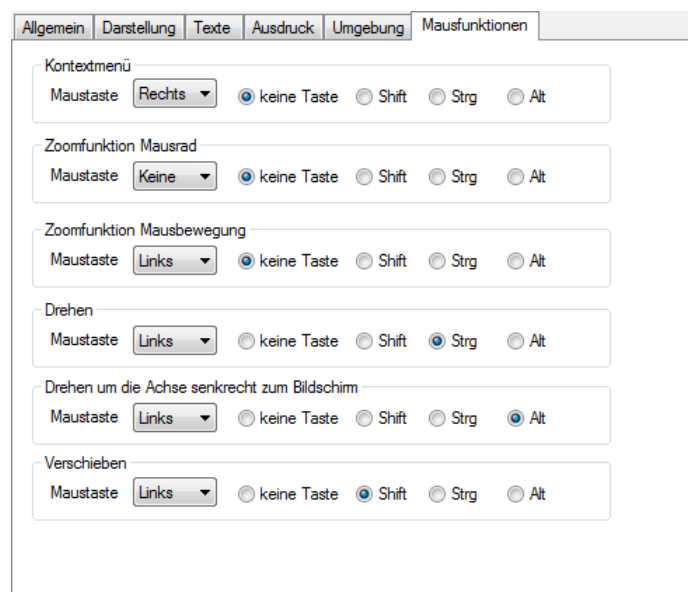


Mausfunktionen zur Bildbearbeitung

Mausbefehle zur Bildbearbeitung lassen sich individuell einstellen im Menü *Optionen | Allgemeine Einstellungen*.

Die Tastenbelegung für Mausfunktionen können vom Benutzer individuell angepasst werden:

- Kontextmenü,
- Zoom,
- Mausbewegung Zoomfunktion,
- Drehen,
- Drehen um die Achse senkrecht zum Bildschirm,
- Verschieben



Die Mausfunktionen werden durch eine zu definierende Maustaste und, sofern erforderlich, einen gleichzeitigen Tastaturbefehl aktiviert.

Maustaste

Auswahl der Maustaste, die für diesen Befehl gedrückt werden muss.

Keine Taste, Shift, Strg, Alt

Auswahl einer für diesen Befehl zusätzlich auf der Tastatur zu drückenden Taste.

3 - Erstellung eines Berechnungsmodells in ROHR2


3 Erstellung eines Berechnungsmodells in ROHR2

Dieses Kapitel zeigt zunächst nur die wesentlichen Schritte, um ein Berechnungsmodell zu definieren. Weitere Details zu den Eingabefenstern über die Hilfe mit F1 bzw. im Handbuch

Zusätzlich wird anhand der in diesem Kapitel festgelegten Daten das erste Schulungsbeispiel erstellt.

Zur Vorbereitung der Stressberechnung sind alle berechnungsrelevanten Daten zu beschaffen. In der nachfolgenden Auflistung wird kurz der Planungsablauf beim Bau einer Anlage / Rohrleitung dargestellt, um aufzuzeigen, welche Informationen für die Stressberechnung zur Verfügung stehen sollten.

Planungsablauf

1.	Anlagenschema mit Auslegungsdaten	liegt vor
2.	Nennweiten	sind vordimensioniert (Überprüfung bzw. Anpassung mittels Druckverlustberechnung)
3.	Auswahl der Werkstoffe und Nenndrücke	
4.	Festlegung der Isolierdicken	
5.	Festigkeitsnachweis zur Wanddickendimensionierung Hinweis Der Festigkeitsnachweis erfolgt z. B. nach AD-2000 oder EN 13480. Hier wird unter Berücksichtigung der Innendruckumfangsspannungen zunächst je Abmessung die erforderliche Wanddicke festgelegt. Alternativ existiert eine Rohrklasse für die zu berücksichtigenden Auslegungsparameter.	
6.	Planung der Trassierung / Verlegungsplan / Isometrien	incl. Vorläufiger Festlegung der Unterstützungspositionen und Festpunkte
7.	Druckverlustberechnung	ggf. Anpassung der Nennweiten
8.	Druckgeräterichtlinie, Betriebssicherheitsverordnung oder Kundenspezifikation	erfordern eine Stress- berechnung
9.	Stressberechnung mit ROHR2	ggf. Anpassung der Trassierung oder des Unterstützungskonzeptes
10.	Endgültige Isometrien / Stücklisten	Bestellung
11.	Montage	

Dieses Kapitel zeigt zunächst die wesentlichen Schritte, um ein Berechnungsmodell zu definieren. Weitere Details zu den Eingabefenstern über die Hilfe mit F1 bzw. im Handbuch.

Die Beispielprogramme oder eigene Projekte werden mit der *Datei* | *Öffnen* Funktion geladen. Mit der *Öffnen* Funktion können neben ROHR2 Projekten auch CAD Daten über die ROHR2 Schnittstellen geladen werden.

3.1 Ein neues ROHR2 Projekt erzeugen

- Projektverzeichnis über bis zu drei Ebenen festlegen
- Berechnungsvorschrift auswählen
- Federhersteller für automatische Federauslegung auswählen

z.B.:

- Auftrag: SIGMA
- Projekt: Schulung
- System: Beispiel1
- Vorschrift: EN 13480
- Federn: LISEGA 2015
- Konstanthänger: LISEGA 2015

Optionen | Projekteinstellungen

Diese Einstellungen können generell jederzeit geändert werden, zunächst werden für das Berechnungsbeispiel nur folgende Festlegungen getroffen:

z.B.

- Montagetemperatur: 20°C
- Einheiten: mm
- Wanddickentoleranzen: absolut

Hinweis:



Im Menü *Optionen* | *Voreinstellungen für neue Modelle* können Voreinstellungen individuell festgelegt werden. Bei neuen Projekten wird daher in der Regel keine Anpassung der Voreinstellungen mehr erforderlich sein.

3 - Erstellung eines Berechnungsmodells in ROHR2

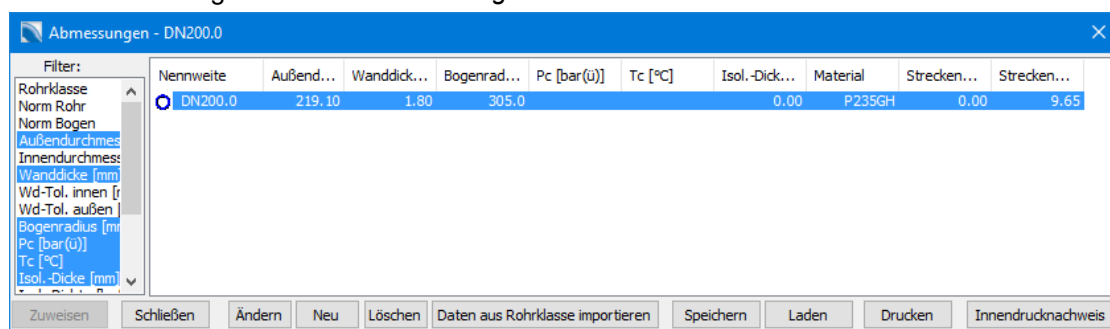
3.2 Modell generieren

3.2.1 Bearbeiten Rohrabmessungen

Menü Bearbeiten > Rohrabmessungen

Auflistung der im Projekt vorhandenen Abmessungen

Abmessungen, die in dem Projekt zur Verfügung stehen, werden im Dialogfenster *Abmessungen* gelistet. In einem neuen Projekt ist eine Abmessung voreingestellt. Mit einem Doppelklick auf die Abmessung in der Liste öffnet das Eingabefenster *Abmessungen Rohre*.



Mit einem Doppelklick auf die Abmessung in der Liste öffnet das Eingabefenster *Abmessungen Rohre*.

Definition aller benötigten Abmessungen

In insgesamt fünf Registern werden alle einer Nennweite zugehörigen Daten definiert. Neben den Abmessungen des geraden Rohres (s. Abbildung) sind Informationen zu Rohrbögen, zur Isolierung und zum Werkstoff der definierten Abmessung festzulegen. Streckenmassen werden automatisch ermittelt, können jedoch alternativ auch festgelegt werden.

In den Registern für Rohr und Bogen können zusätzlich Daten für den Innendrucknachweis definiert werden.

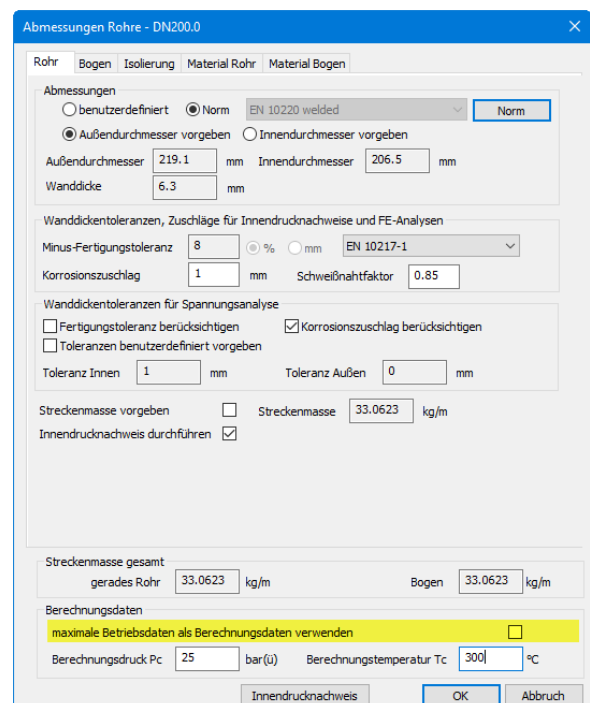
Sollen Toleranzen und Zuschläge auch für die Spannungsanalyse berücksichtigt werden, so ist dies gesondert anzugeben.

In vergleichbaren Dialogfenstern können Profilabmessungen und Abmessungen für doppelwandige Rohre definiert werden.

Hinweis:



Bei der Auswahl des Werkstoffes ist zu beachten, dass die in ROHR2 verwendeten Kennwerte unterschiedlichen Normen entstammen (z. B: nahtlos / geschweißt). Der Anwender hat festzulegen, welche Kennwerte zu verwenden sind.



Filter:	Nennweite	Außend...	Wanddick...	Bogenrad...	Pc [bar(ü)]	Tc [°C]	Isol.-Dick...	Material	Strecken...	Strecken...
<input type="radio"/> Norm Rohr	DN200.0	219.10	6.30	305.0	25.00	300.0	120.00	P235GH	27.97	61.03
<input checked="" type="radio"/> Norm Bogen	DN150.0	168.30	5.60	229.0	25.00	300.0	80.00	P235GH	16.23	38.70
<input type="radio"/> Kolonne	Kolonne	813.00	14.20	1219.0	16.00	300.0	80.00	P235GH	53.20	332.93

Buttons: Zuweisen, **Schließen**, Ändern, Neu, Löschen, Daten aus Rohrklasse importieren, Speichern, Laden, Drucken, Innendrucknachweis

Funktionen der Liste Abmessungen

Filterfunktion zur Anzeige der gewünschten Parameter:

- STRG-Taste drücken und in der linken Spalte die anzuzeigenden Parameter auswählen.
- Anpassung für mehrere Einträge über Spaltenkopf.
- Auswahl aus Werkstoffdatei: Sortieren über Spaltenkopf nach Name / Nummer
- Bei Sortierung nach Name: Buchstabe springt an entsprechende Tabellenposition

3.2.2 Innendruckprüfung

Bei der Definition der Abmessungen ist darauf zu achten, abhängig vom Innendruck eine ausreichende Wanddicke auszuwählen. Werden Abmessungen aus einer bereits berechneten Rohrklasse verwendet, ist dieser Nachweis nicht mehr erforderlich. ROHR2 rechnet jedoch automatisch unter Berücksichtigung voreingestellter Zuschläge und Faktoren für das gerade Rohr und den Bogen nach.

Bei Bedarf liefert die Funktion INNENDRUCKNACHWEIS detaillierte Ergebnisse für Rohr und Bogen. Ein Innendrucknachweis kann später auch für individuell eingefügte Bauteile wie T-Stück oder Reduzierung angefordert werden.

Die Ergebnisse der Innendruckprüfung können später je Abmessung oder auch als Übersicht in die Dokumentation der Berechnung übernommen werden.

Eingabedaten		
Nennweite:	DN150.0	
Material:	P235GH	
Berechnungsdruck/-temperatur:	25,00 bar (ü) / 300,00 °C	
Prüfdruck/-temperatur:	53,27 bar (ü) / 20,00 °C	
	Der Prüfdruck wurde gemäß DIN EN 13480-5:2014-12 Formel 9.3.2-1 ermittelt.	
Nachweis Rohrbogen/Biegung		
Abmessungen		
Außendurchmesser:	168,30 mm	
Anschlußwanddicke:	5,60 mm	
Wanddickenzuschlag c1:	12,50% (Relative Minus-Toleranz (%))	
Wanddicke innen:	5,60 mm	
Wanddickenzuschlag c1:	12,50% (Relative Minus-Toleranz (%))	
Wanddicke außen:	5,60 mm	
Wanddickenzuschlag c1:	12,50% (Relative Minus-Toleranz (%))	
Korrosionszuschlag c0:	1,00 mm	
Bogenradius	229,00 mm	
Schweißnahtfaktor:	1,00	
Zulässige Spannung Bogen	Auslegungsbed.	Prüfbed.
Zulässige Spannung:	88,00 N/mm ²	223,25 N/mm ²
Ergebnisse		
Erforderliche Wanddicke: innen	Auslegungsbed.	Prüfbed.
Errechnete Spannung innen:	3,03 mm	2,55 mm
Erforderliche Wanddicke: außen	67,44 N/mm ²	143,69 N/mm ²
Errechnete Spannung außen:	2,04 mm	1,72 mm
max. Spannungsausnutzung:	45,74 N/mm ²	97,45 N/mm ²
	76,63 %	64,36 %

Weitere Details zum Innendrucknachweis im Abschnitt *Spannungsabsicherung*, 3.12

3 - Erstellung eines Berechnungsmodells in ROHR2

3.3 System zeichnen

Im ersten Schritt wird das nachfolgend dargestellte System zunächst mit seinen Hauptlängen gezeichnet. Die erforderlichen Schritte werden in diesem Abschnitt erläutert:

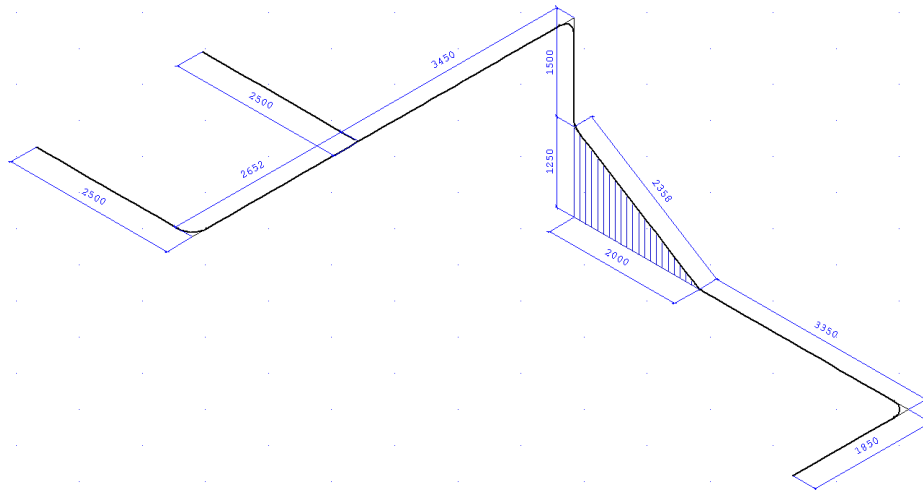
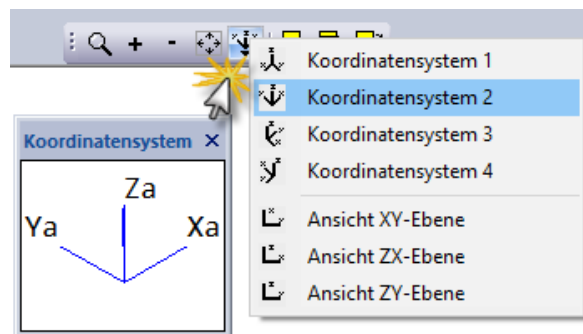


Abb.: Systemlinien

Auswahl des Koordinatensystems in der *Symbolleiste Ansicht*



Zeichnen des Systems mit dem Werkzeug *Zeichnen* aus der Symbolleiste Bearbeiten



oder mit der Menüfunktion

Menü Bearbeiten > Zeichnen

Absolutkoordinaten des ersten Knotens definieren

Anfangsknoten ✕

Absolutkoordinaten des Knotens:

X	<input type="text" value="0"/>	mm
Y	<input type="text" value="0"/>	mm
Z	<input type="text" value="3750"/>	mm

Eine **beliebige Taste** öffnet ein Fenster zur Eingabe von Differenzkoordinaten

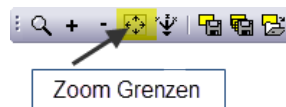
Der Leitungsverlauf von C1/N1 bis zum Festpunkt rechts unten wird mit Nennweite DN150 gezeichnet. Die Zuordnung der Abmessung soll im zweiten Schritt erfolgen. Mit „Beenden“ wird das Fenster geschlossen.



Hinweis


Mit den Tasten X / Y / Z auf der Tastatur lassen sich die jeweiligen Felder im Koordinatenfenster direkt aktivieren.

Zur besseren Übersicht wird die Zeichnung mit *Zoom Grenzen* auf die maximale Größe angepasst:



oder Menü rechte Maustaste

Zeichnen des Abzweigs

- Das Menü Bearbeiten| Zeichnen oder  wählen
- Den Abzweigknoten fangen (wird rot hervorgehoben), danach beliebige Taste drücken und wie vorher beschrieben weiterzeichnen
- Falls der Abzweigknoten noch nicht existiert, in den entsprechenden Abschnitt klicken und den Abstand des Abzweigknotens von Anfangs- bzw. Endknoten des Abschnittes festlegen.
- Abzweig mit DN150 zeichnen
- „Beenden“ um Fenster zu schließen.

3.4 Datenanpassung und Kontrolle

3.4.1 Bearbeiten Knoten



Menü Eigenschaften > Bearbeiten Knoten

Der Knoten, dessen Eigenschaften bearbeitet bzw. geprüft werden sollen, wird mit der linken Maustaste angeklickt.

In den Registern *Knoten* und *Belastung* werden alle Eigenschaften angezeigt.

Die Eigenschaften der an dem Knoten angesetzten Randbedingungen (hier Federhänger) werden in jeweils eigenen Registern gezeigt.

3.4.2 Register Knoten

Im Register *Knoten* werden Knotenname, Koordinaten und Bauteilbezeichnung angezeigt.

Hier können folgende Anpassungen vorgenommen werden:

- Der Knotenname kann geändert werden (max. 4 Zeichen). Ein manuell geänderter Knotenname wird später bei Erneuerung der Knotennummern nicht mehr geändert.
- Die Bauteilbezeichnung kann geändert werden. Abhängig von der Bauteilbezeichnung wird der SIF (Spannungserhöhungsfaktor) für die Spannungsanalyse festgelegt. Die Definition der zusätzlichen Parameter ist nicht zwingend erforderlich.

Darüber hinaus können die Koordinaten des Knotens überprüft werden. Eine Anpassung der Knotenkoordinaten erfolgt in der Regel in der Grafik über die Anpassung der anschließenden Abschnitte.

3.4.3 Register Belastung

Im Register *Belastung* können die je Lastfall zugeordneten Belastungen überprüft werden. Eine Anpassung der Belastungen ist jedoch in diesem Fenster nicht möglich.

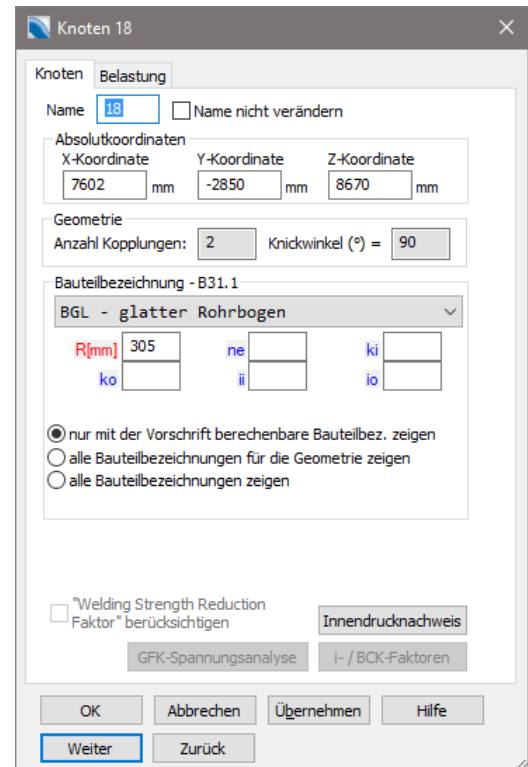
3.4.4 Weitere Register

Sind einem Knoten Randbedingungen wie z. B. Lager zugeordnet, so werden diese in jeweils eigenen Registern beschrieben. Die Lagerbedingungen können angepasst werden.

Weitere Details zu Lagertypen und Lagerbedingungen enthalten die nachfolgenden Abschnitte.

Hilfe zum Eingabesatz

Öffnet ein Textfenster mit der ROHR2 Hilfe zum aktuell ausgewählten Eingabesatz.



3.5 Bearbeiten Abschnitt

Ein Abschnitt ist der Teil eines Systems zwischen einem Anfangs- und einem Endknoten.

Der Abschnitt, dessen Eigenschaften bearbeitet werden soll, wird mit der linken Maustaste angeklickt.

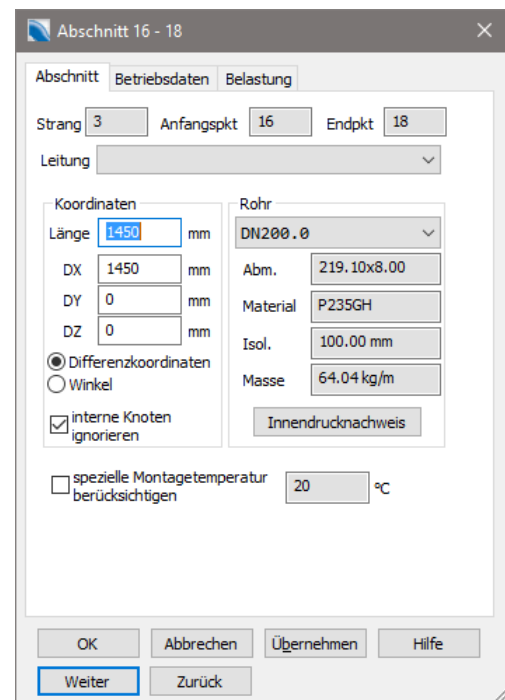
Register Abschnitt

Das erste Register *Abschnitt* zeigt den zugehörigen Strangnamen, Leitungsbezeichnung, Anfangs- und Endpunkt, Koordinaten sowie Abmessungen, Material und Streckenmasse für den aktuellen Lastfall.

Hier können folgende Anpassungen vorgenommen werden:

- Abmessung
- Leitungszuordnung
- Abschnittlänge

Die Anpassung der Abschnittskordinaten erfolgt in der Regel durch Vorgabe der neuen X-, Y, und Z-Differenzkoordinaten. Wird alternativ die Länge angepasst, so wird die Abschnittrichtung beibehalten.



Koordinaten

Es kann gewählt werden, ob für den Abschnitt Differenzkoordinaten oder die Winkel zu den Hauptachsen angezeigt werden sollen. Die Winkel können nicht verändert werden.

Werden die Differenzkoordinaten verändert, so muss die Richtung der Verschiebung angegeben werden. Die Eingabe erfolgt im Dialogfenster *Verschieberichtung*.

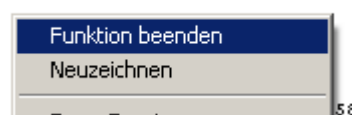
3.6 Funktion beenden

Zur Beendigung von Programmfunktionen gibt es zwei Möglichkeiten der Eingabe: Verwendung der **ESC** Taste oder die Nutzung des Kontextmenüs /rechte Maustaste.

Kontextmenü

- beendet die aktive Programmfunktion . Die aktuell verwendete Programmfunktion ist an der zweiten Position im Menü angegeben.
- beendet die Markierung/Auswahl von Systemteilen /

Rechte Maustaste




3.7 Markieren

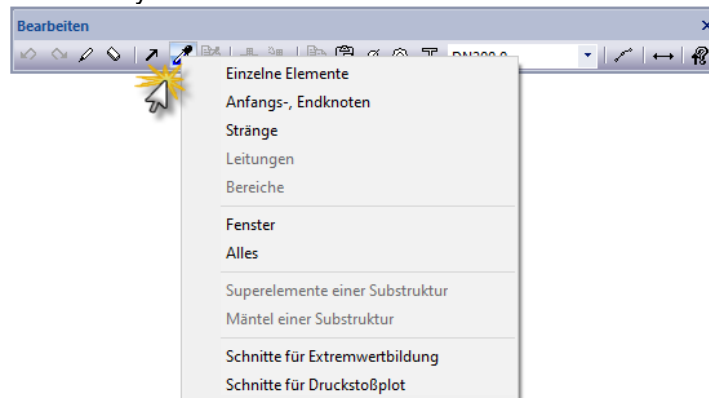
Die Funktion *Markieren* wird häufig genutzt, um Bereiche des Modells zu markieren, den dann in einem nächsten Schritt Parameter zugeordnet werden. So können z. B. einem markierten Bereich eine neue Abmessung, ein neuer Werkstoff oder auch abweichende Betriebsparameter zugeordnet werden. Nachfolgend werden die verschiedenen Möglichkeiten beschrieben, Bereiche auszuwählen und zu markieren:



Bearbeiten > Markieren

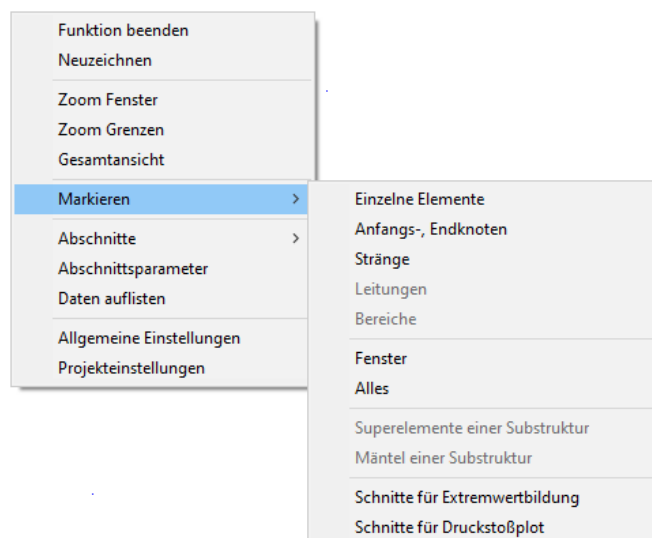
Die Funktionen zum Markieren von Objekten sind erreichbar über:

- das Menü Bearbeiten| Markieren
- das Symbol  in der Symbolleiste *Bearbeiten* und die Auswahl in dem aufklappenden Menü:



- das Mausmenü (Betätigung der rechten Maustaste über der Eingabeoberfläche), siehe auch *Mausfunktionen*.

Zum Markieren der Objekte stehen verschiedene Möglichkeiten zu Verfügung:



3.8 Komponenten integrieren

3.8.1 Reduzierung einbauen

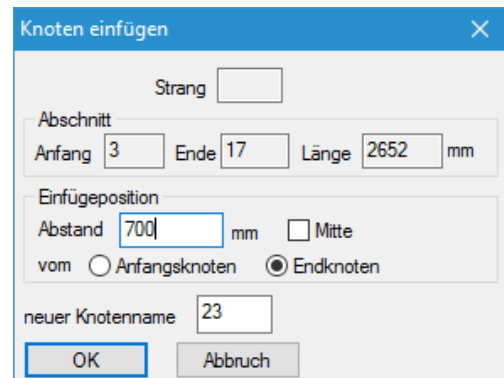
Hinweis:

Wir gehen hier davon aus, dass die Rohrleitung im ersten Schritt in Nennweite DN200 gezeichnet wurde. Gleichzeitig mit dem Einbau einer Reduzierung wird auch die Rohrleitung ab Reduzierung bis zu einem definierten Punkt auf eine zweite Nennweite reduziert bzw. aufgeweitet. Dazu sind folgende Schritte durchzuführen:

Bearbeiten > Bauteil Einfügen Reduzierung

oder  wählen.

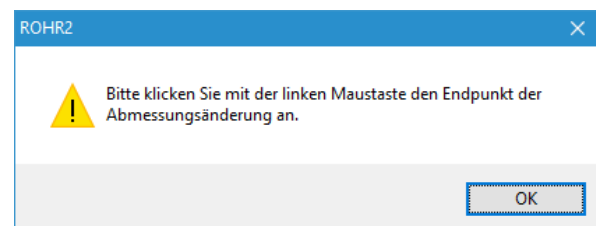
- In den Abschnitt klicken, in den die Reduzierung eingebaut wird.
- Abstand zum gewünschten Nachbarknoten angeben (700 mm vom Abzweig).



Danach wird in einer Meldung nach dem Punkt gefragt, bis zu dem die Abmessung geändert werden soll:

Diese Meldung ist zunächst mit OK zu bestätigen, anschließend ist der Endpunkt der Abmessungsänderung anzugeben.

Der zu ändernde Bereich wird in rot hervorgehoben.

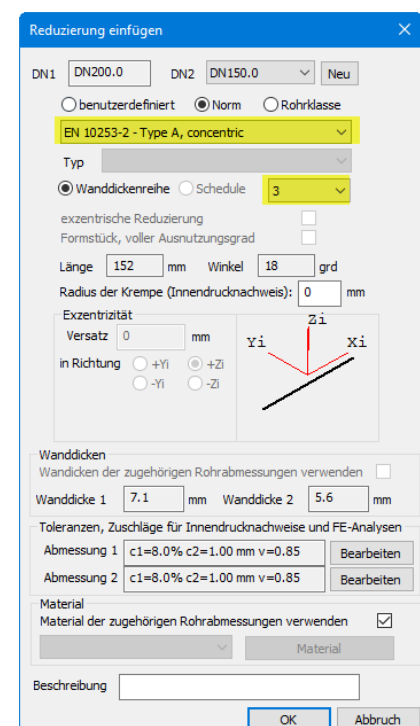


Im Fenster *Reduzierung einfügen* sind folgende Schritte erforderlich:

- Abmessung auswählen
Falls die erforderliche Abmessung noch nicht definiert wurde, kann Sie an dieser Stelle auch neu definiert werden.
- Reduzierung nach DIN 2616, Teil 2 aus der Norm auswählen
- Mit OK bestätigen und die Reduzierung einfügen

Hinweis:

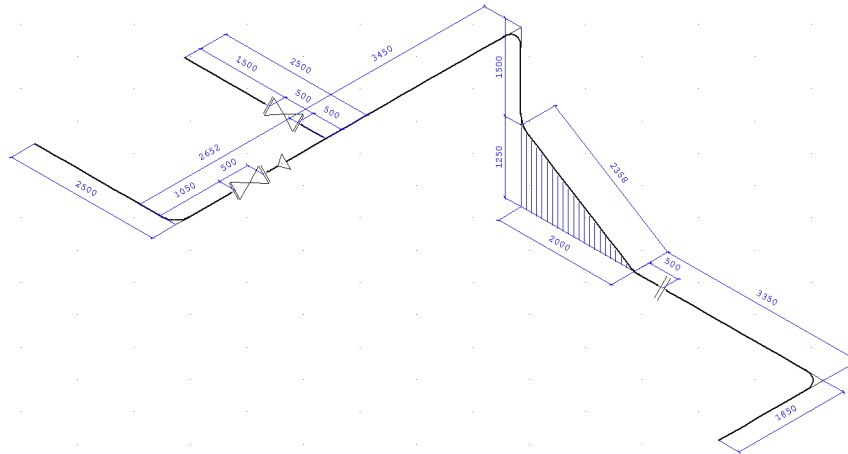
Falls Sie die Leitung in DN150 gezeichnet haben sollten, bitte als Einfügeposition für die Reduzierung 1800mm vom benachbarten Bogen angeben und dann die Leitung über den Abzweig hinaus bis zum Ende auf DN200 aufweiten.



3 - Erstellung eines Berechnungsmodells in ROHR2

3.8.2 Bauteile integrieren

Generell lassen sich Bauteile nur auf eine bereits definierte Mittellinie platzieren. Das Anhängen eines Bauteils an einen gezeichneten Abschnitt ist nicht möglich. Der spätere Zugriff auf das Bauteil erfolgt über den jeweiligen Abschnitt.

**Bauteil einfügen**

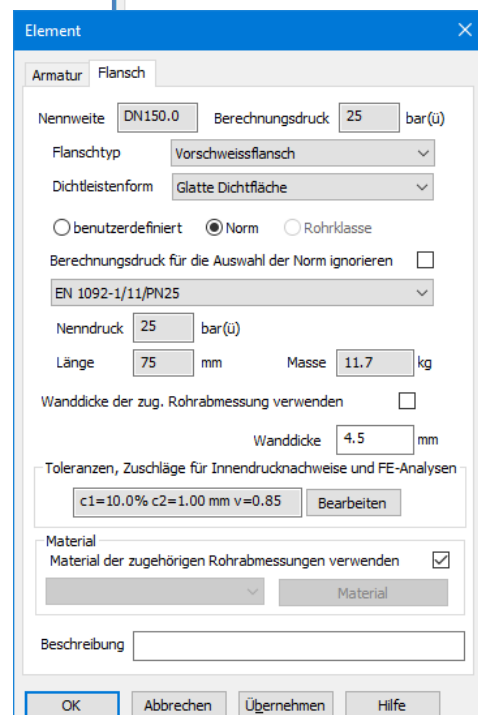
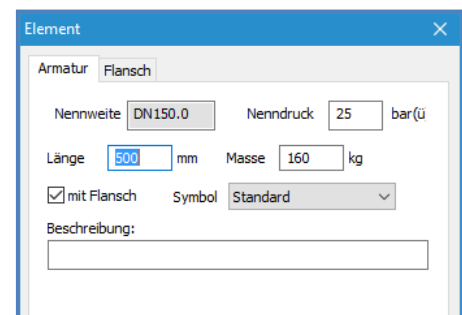
- gewünschtes Bauteil in der Werkzeugleiste anklicken (Werkzeugleiste findet sich am linken Rand der Zeichenfläche)
- mit dem Mauszeiger in den gewünschten Abschnitt klicken
- Abstand zum benachbarten Knoten festlegen
- Bauteil auswählen / definieren

Armatur

- Länge von Dichtleiste zu Dichtleiste bzw. Schweißnaht zu Schweißnaht
- Armaturenmasse angeben
- Option *mit Flansch* anwählen

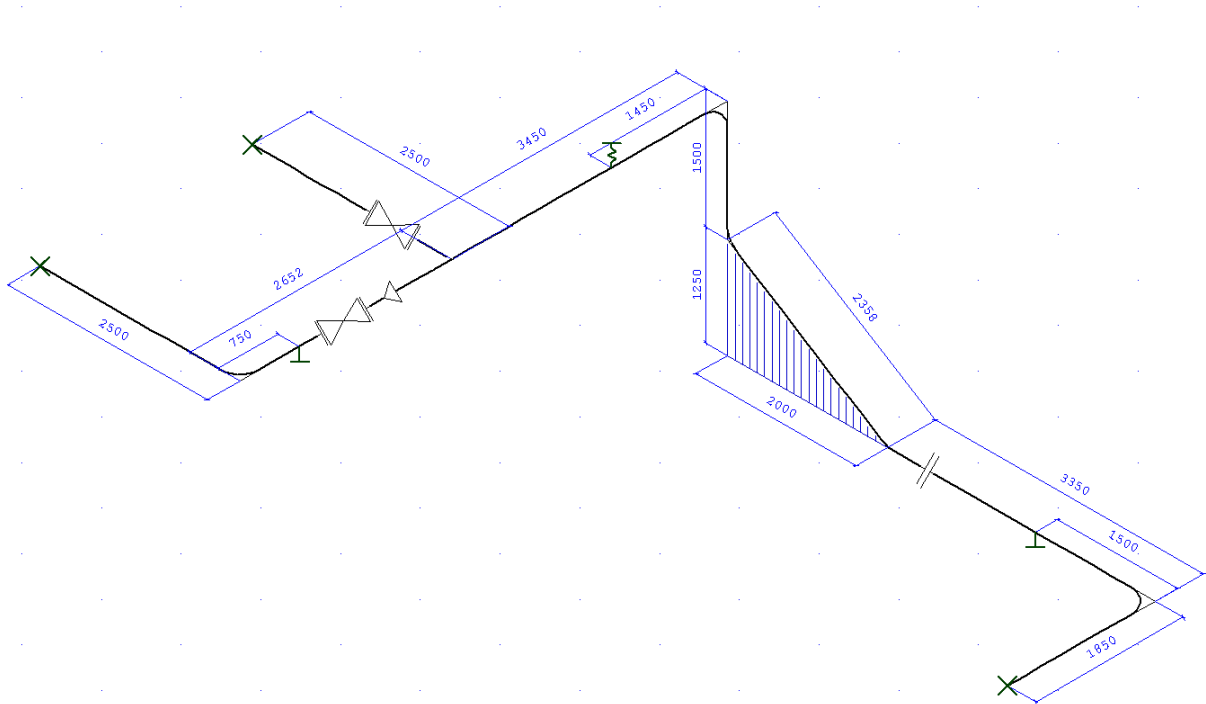
Flansch

- Flansch auswählen



3.8.3 Unterstützungen integrieren

Unterstützungen können an bereits existierenden Knoten oder in Abschnitten definiert werden. Wird versucht, eine Unterstützung in einem Abschnitt zu platzieren, so wird automatisch zunächst an dieser Stelle ein Zwischenknoten definiert.

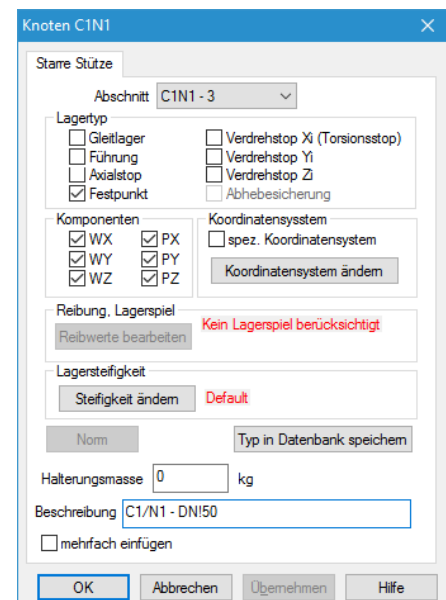


Definition einer starren Stütze

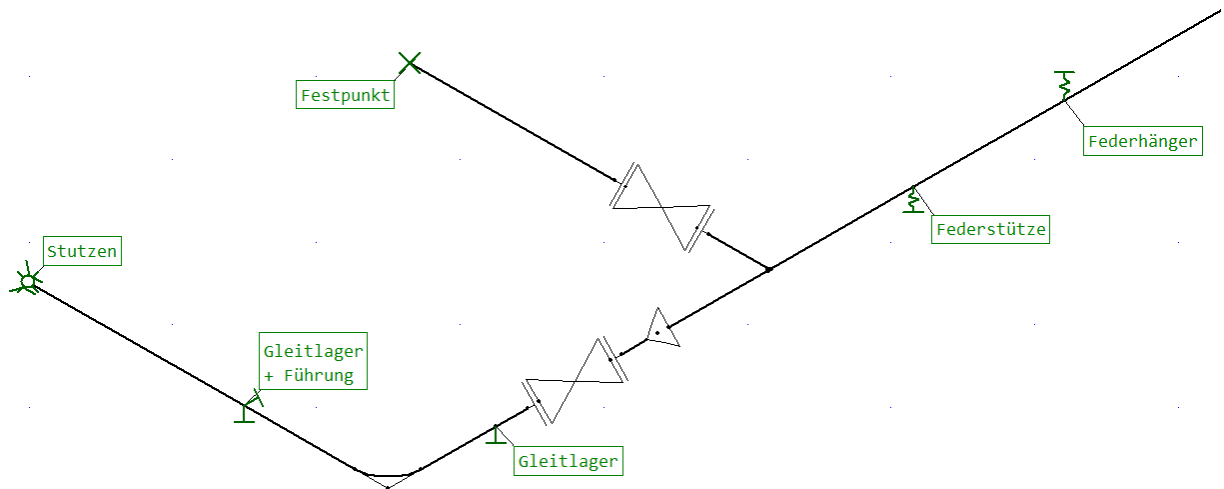
Gleitlager, Fhrungslager, Axialstopp und Festpunkte werden in ROHR2 als starre Stützen betrachtet.

Zum Einfügen einer Unterstützung geht man wie folgt vor:


- Gewünschten Unterst tzungstyp in der Werkzeugleiste anklicken (Werkzeugleiste findet sich am linken Rand der Zeichenfläche)
- mit dem Mauszeiger auf den gewünschten Knoten oder in den gewünschten Abschnitt klicken
- Unterstützung definieren; Dabei können alternativ Lagertypen oder Komponenten (Freiheitsgrade) zugeordnet werden.



3 - Erstellung eines Berechnungsmodells in ROHR2

Symbole für Lagerbedingungen

Alle Unterstützungen in diesem Beispiel werden zunächst mit den Standardwerten für Reibung, Lagerspiel und Steifigkeit berechnet.

Der Federhänger  soll vom Programm ausgelegt werden (Default-Einstellung, keine weiteren Angaben erforderlich).

3.9 Lastfalldefinition

Abhängig von den Projekteinstellungen wird ROHR2 mit der Standard-Oberfläche oder mit der vereinfachten Oberfläche gestartet.

Unterschiede ergeben sich nur für die Definition der Lastfälle und Berechnungsaufgaben.

Die **vereinfachte** Eingabeoberfläche ermöglicht die Berechnung der Lastfälle Eigengewicht, Betrieb, Abfahren und optional Wind, Erdbeben und Druckprobe mit Standardeinstellungen. Lastfallüberlagerungen und Spannungsanalysen werden mit Standardeinstellungen automatisch generiert.

Einstellung der vereinfachten Eingabeoberfläche

Die Verwendung der vereinfachten Eingabeoberfläche kann eingestellt werden

- für neue ROHR2 Projekte im Menü *Optionen* | *Voreinstellungen für neue Modelle* | *Register Allgemein*.

- für das aktuell zu bearbeitende ROHR2 Projekt im Menü *Optionen* | *Projekteinstellungen* | *Register Allgemein*

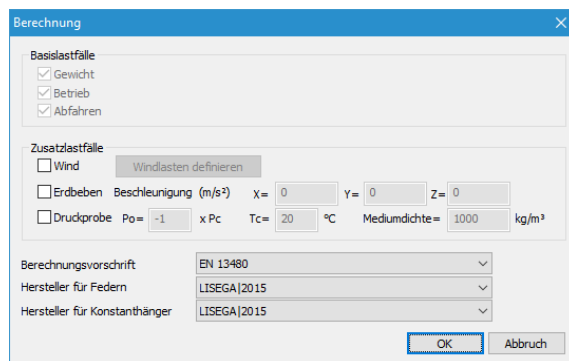
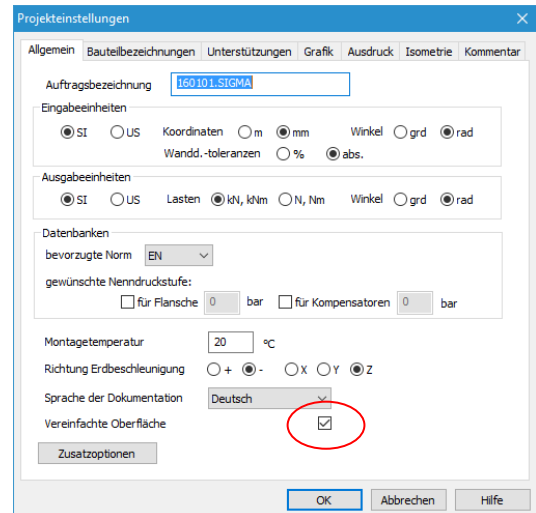


Abb.: vereinfachte Lastfalleingabe

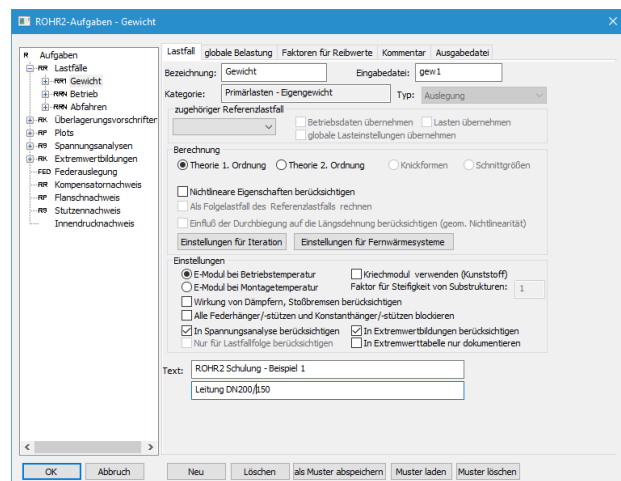


Abb.: komplexe Lastfalleingabe

Zunächst wird beschrieben, welche Einstellungen vorzunehmen sind, wenn mit der vereinfachten Oberfläche gearbeitet wird.

3.10 Lastfalldefinition mit der vereinfachten Oberfläche

Die **vereinfachte** Eingabeoberfläche ermöglicht die Berechnung der Lastfälle Eigengewicht, Betrieb, Abfahren und optional Wind, Erdbeben und Druckprobe mit Standardeinstellungen. Lastfallüberlagerungen und Spannungsanalyse werden mit Standardeinstellungen automatisch generiert.

Die Lastfälle Gewicht, Betrieb (Gewicht + Wärmedehnung) und Abfahren (mit Montagetemperatur) sind fest vorgegeben.

Die Lastfälle Wind, Erdbeben und Druckprobe können optional angewählt werden.

3.10.1 Betriebsdaten zuordnen

Die Betriebsdaten sind in allen Lastfällen bis auf die Lastfälle Abfahren und Druckprobe gleich, es muss daher kein spezieller Lastfall für die Eingabe der Betriebsdaten ausgewählt werden.

Die Betriebsdaten werden abschnittsweise zugeordnet. Zunächst sind dazu die Bereiche zu markieren, denen einheitliche Betriebsdaten zugeordnet werden sollen. Es müssen immer allen Bereichen Betriebsdaten zugeordnet werden.

Bereiche markieren

Menü Bearbeiten | Markieren | Alles

um das gesamte System zu markieren.

Die markierten Bereiche werden in rot hervorgehoben dargestellt.



Hinweis

Die Funktion *Markieren* finden sie auch im Kontextmenü (rechte Maustaste).

Bereiche markieren

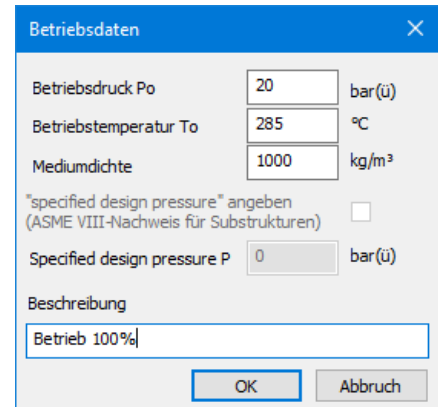
Mit

Lastangaben| Betriebsdaten| lastfallbezogen

oder 

wird ein Fenster geöffnet in dem Datensätze mit Betriebsdaten definiert werden können.

Hinzufügen, um einen neuen Datensatz zu definieren.

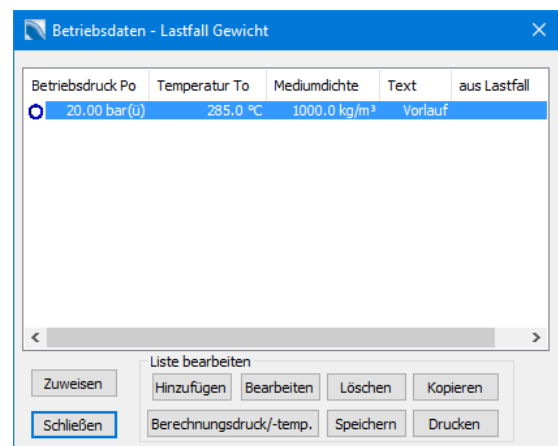

Betriebsdaten Beispiel

Einheitliche Betriebsdaten für das gesamte System:

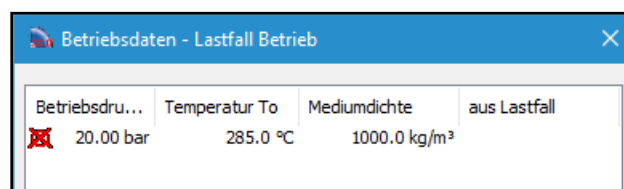
- 20 bar / 285°C / 1000 kg/m³

Die Daten werden mit *Zuweisen* dem markierten Bereich zugeordnet.

Optional können Datensätzen beschreibende Texte zugewiesen werden.


Hinweis

Das vorangestellte Symbol in der Liste ändert sich von einem blauen Kreis in ein rotes Kreuz, sobald die Daten zugeordnet sind.

Die Betriebsdaten für den Lastfall Druckprobe werden global vom Benutzer vorgegeben.

Daten für die Druckprobe:

- 1.43 x Pc / 20°C / 1000 kg/m³

Die Vorgabe von Zusatzlasten ist in diesem Falle nur eingeschränkt möglich. Es können lediglich Randpunktverschiebungen, Windlasten und konstante Erdbebenbeschleunigungen eingegeben werden.

3 - Erstellung eines Berechnungsmodells in ROHR2

Die Zuordnung der Belastungen zu den Lastfällen erfolgt dabei automatisch, die Auswahl des aktuellen Lastfalls ist daher nicht erforderlich und auch nicht möglich.

- Randpunktverschiebungen werden nur im Lastfall Betrieb berücksichtigt
- Die definierten Windlasten werden immer für das komplette Modell nur im Lastfall Wind berücksichtigt
- Erdbebenbeschleunigungen werden nur im Lastfall Erdbeben berücksichtigt

Daten für das Beispiel:

- Windlasten: EN 1991, Windzone Deutschland WZ2, Geländekategorie III
- Erdbebenlasten: Beschleunigungen in X: 4.0 m/s² / in Y: 4.0 m/s² / in Z: 2.0 m/s²

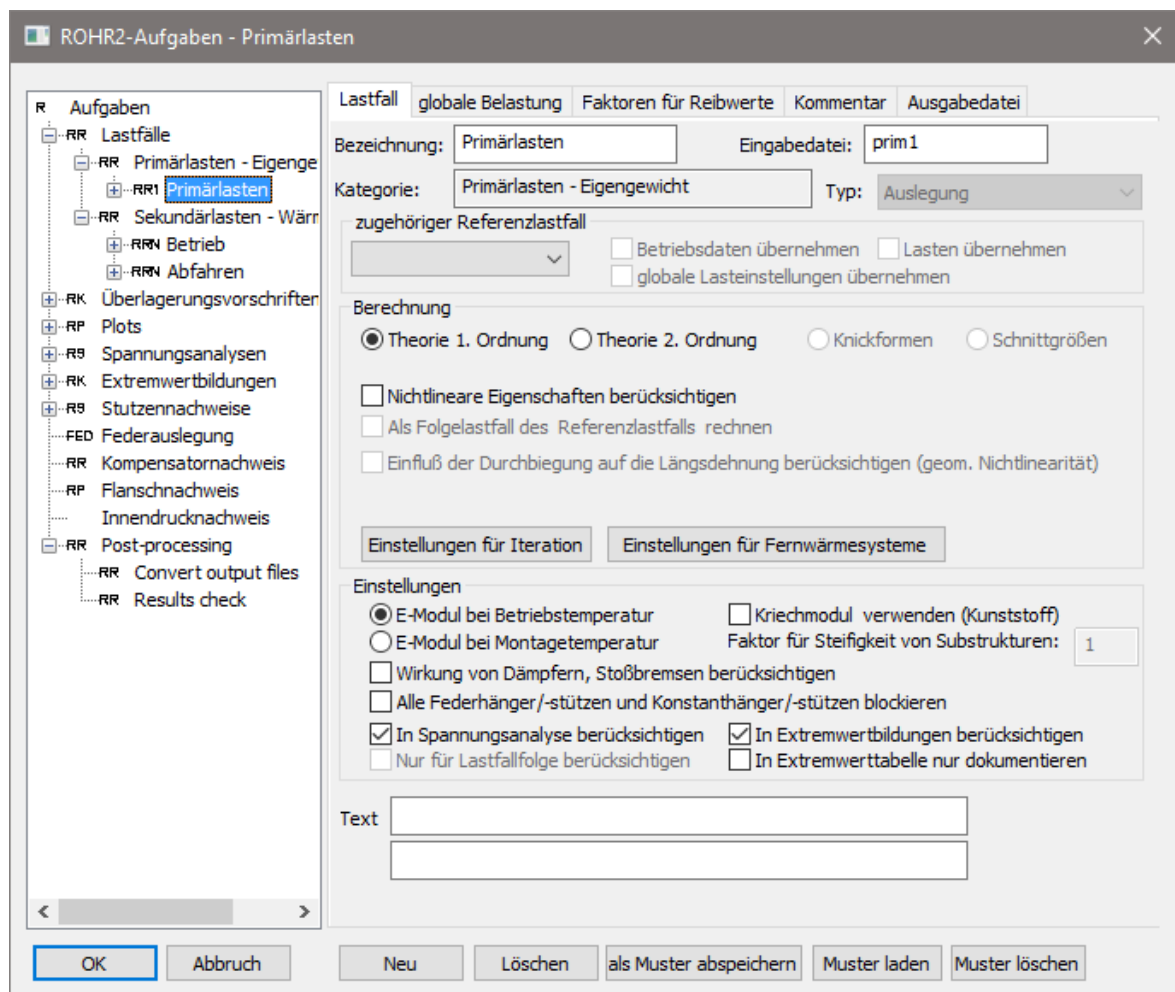
Sind detailliertere Eingaben bzw. weitere Lastfälle erforderlich, so kann nachträglich immer über Optionen| Projekteinstellungen in den normalen Modus umgeschaltet werden.

Bei bestehenden Modellen kann von der normalen Oberfläche in die vereinfachte Oberfläche nur dann umgeschaltet werden, wenn die existierenden Eingabedaten auch über die vereinfachte Oberfläche möglich sind.

3.11 Definition der Lastfälle und Aufgaben mit der Standard-Oberfläche

Die Lastfälle Gewicht, Betrieb (Gewicht + Wärmedehnung) und Abfahren sind vordefiniert. Die in den Lastfällen berücksichtigten globalen Belastungen lassen sich über das Register *globale Belastungen anzeigen*.

Das Menü *Lastangaben| Aufgaben* oder **Lc** öffnet das Fenster zur Definition von ROHR2-Aufgaben wie Lastfällen, Spannungsanalyse oder Extremwertbildung.



Die Definition zusätzlicher Lastfälle wird später besprochen.

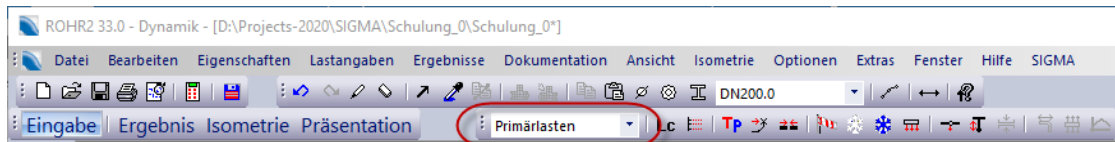
Im ersten Schritt werden nur die vordefinierten Lastfälle Gewicht, Betrieb und Abfahren berechnet.

Weitere Informationen zu Lastfallüberlagerung, Spannungsanalyse und zu Möglichkeiten der individuellen Anpassung der Einstellungen finden Sie in den Unterlagen zur Ergänzungsschulung bzw. den Handbüchern.

3 - Erstellung eines Berechnungsmodells in ROHR2

3.11.1 Betriebsdaten je Lastfall zuordnen

Betriebsdaten sind bei der Verwendung der Standard-Oberfläche für die Berechnung je Lastfall zu definieren. Daher ist es wichtig, für die Zuordnung der Betriebsdaten zunächst den gewünschten Lastfall zu aktivieren.

Lastfall auswählen

Die Betriebsdaten werden abschnittsweise zugeordnet. Zunächst sind dazu die Bereiche zu markieren, denen einheitliche Betriebsdaten zugeordnet werden sollen. Es müssen immer allen Bereichen Betriebsdaten zugeordnet werden.

Bereiche markieren

Menü Bearbeiten | Markieren | Alles

um das gesamte System zu markieren.

Die markierten Bereiche werden in rot hervorgehoben dargestellt.

**Hinweis**

Die Funktion *Markieren* finden sie auch im Kontextmenü (rechte Maustaste).

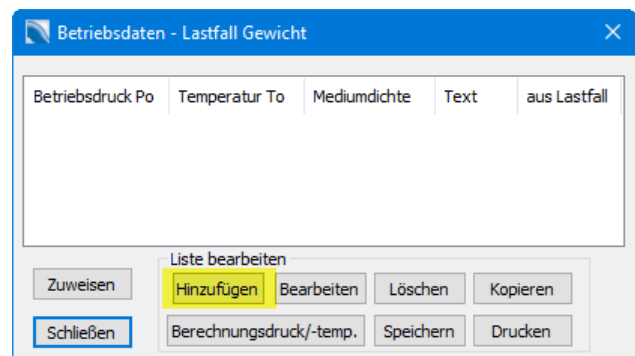
Bereiche markieren

Mit

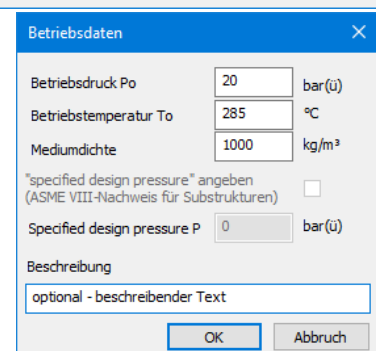
Lastangaben | Betriebsdaten | lastfallbezogen

oder 

wird ein Fenster geöffnet in dem Datensätze mit Betriebsdaten definiert werden können.



Hinzufügen, um einen neuen Datensatz zu definieren.

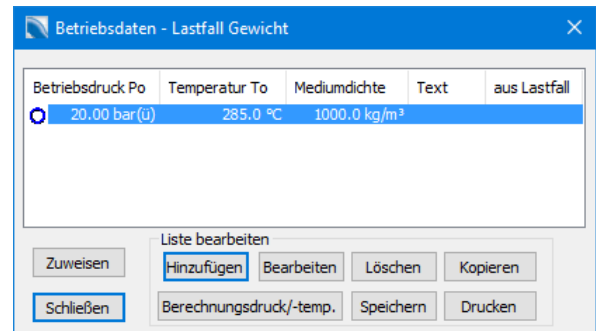


Betriebsdaten Beispiel

Einheitliche Betriebsdaten für das gesamte System:

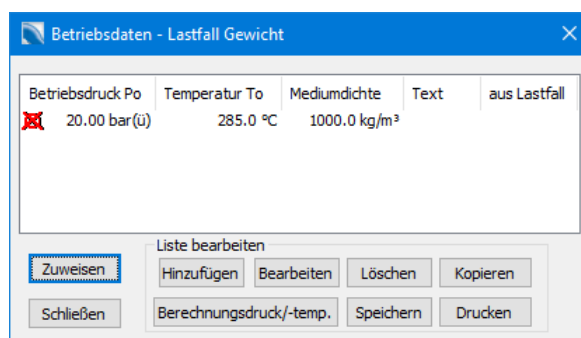
- 20 bar / 285°C / 1000 kg/m³

Die Daten werden mit <<Zuweisen>> dem markierten Bereich zugeordnet.



Hinweis

Das vorangestellte Symbol in der Liste ändert sich von einem blauen Kreis in ein rotes Kreuz, sobald die Daten zugeordnet sind.



Das Fenster „Betriebsdaten“ kann für die weitere Bearbeitung und Zuordnung von Betriebsdaten geöffnet bleiben. Dies gilt für alle Fenster mit blau-roter Kopfzeile.

Betriebsdaten kopieren

Die Daten des Lastfalles Betrieb werden in den Lastfall Gewicht kopiert, dazu

- Datensatz auswählen
- *Kopieren* wählen
- Im Auswahlfenster den Lastfall Gewicht anwählen und mit <<OK>> bestätigen

3 - Erstellung eines Berechnungsmodells in ROHR2

3.12 Spannungsanalyse, Lagerbelastungen und Federauslegung

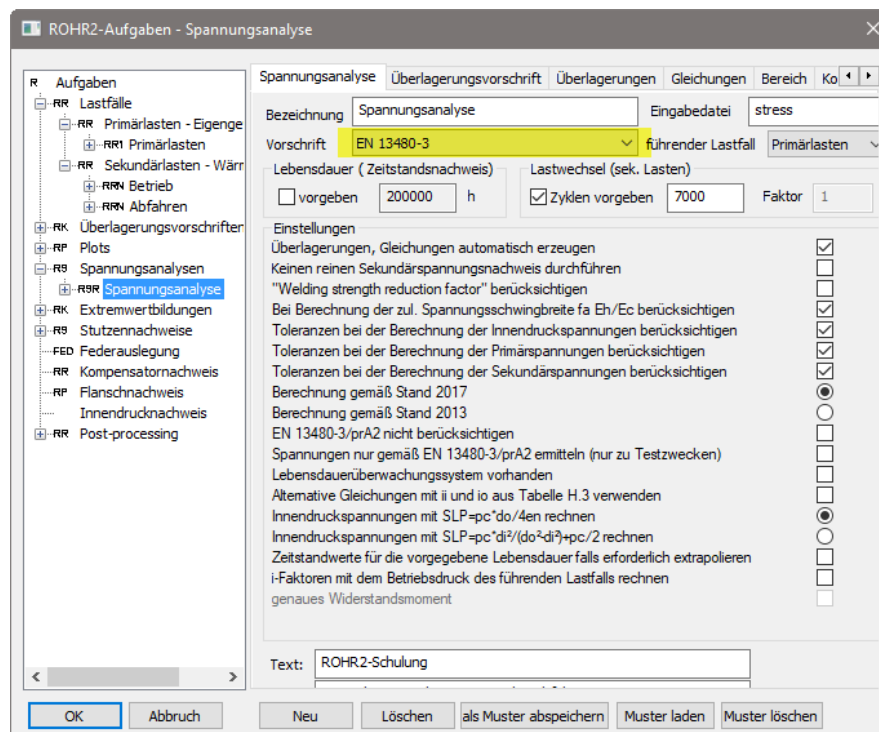
Hinweis:

Die anschließend beschriebenen Einstellmöglichkeiten sind mit der „vereinfachten Oberfläche“ automatisiert und können vom Anwender nicht angepasst werden.

Das Menü *Lastangaben| Aufgaben* oder **Lc** öffnet das Fenster zur Definition der Lastfälle und ROHR2-Aufgaben.

Im Auswahlbereich links im Fenster wird die Spannungsanalyse ausgewählt.

3.12.1 Spannungsanalyse

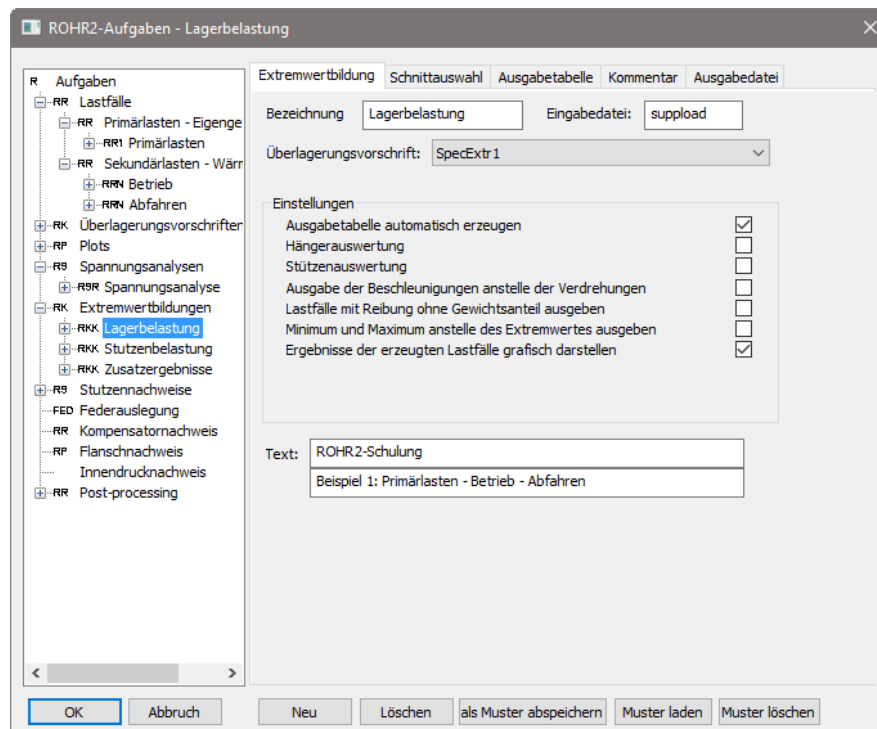


- Die für die Berechnung gewählte Vorschrift wird in diesem Fenster festgelegt bzw. kann geändert werden.
- Die Lastfallüberlagerung für die Spannungsanalyse erfolgt automatisch. Eine Anpassung ist möglich.

3.12.2 Lagerbelastungen

Das Menü Lastangaben-Aufgaben oder **Lc** öffnet das Fenster zur Definition der Lastfälle und ROHR2-Aufgaben.

Im Auswahlbereich links im Fenster wird die Extremwertbildung ausgewählt.

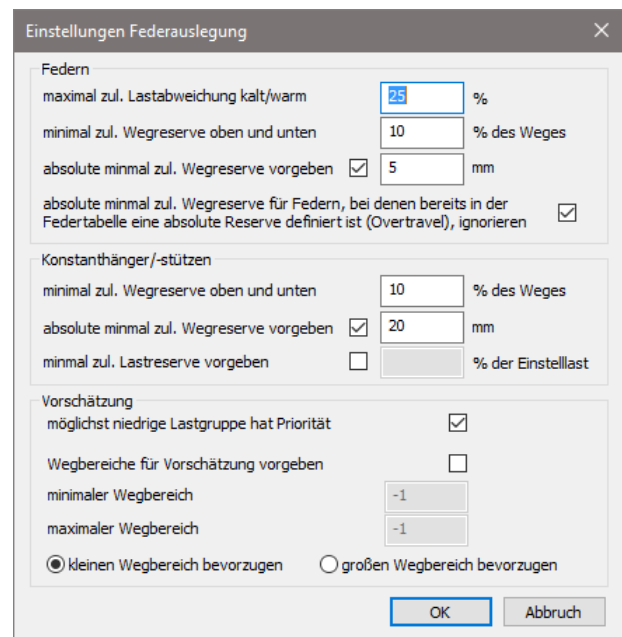
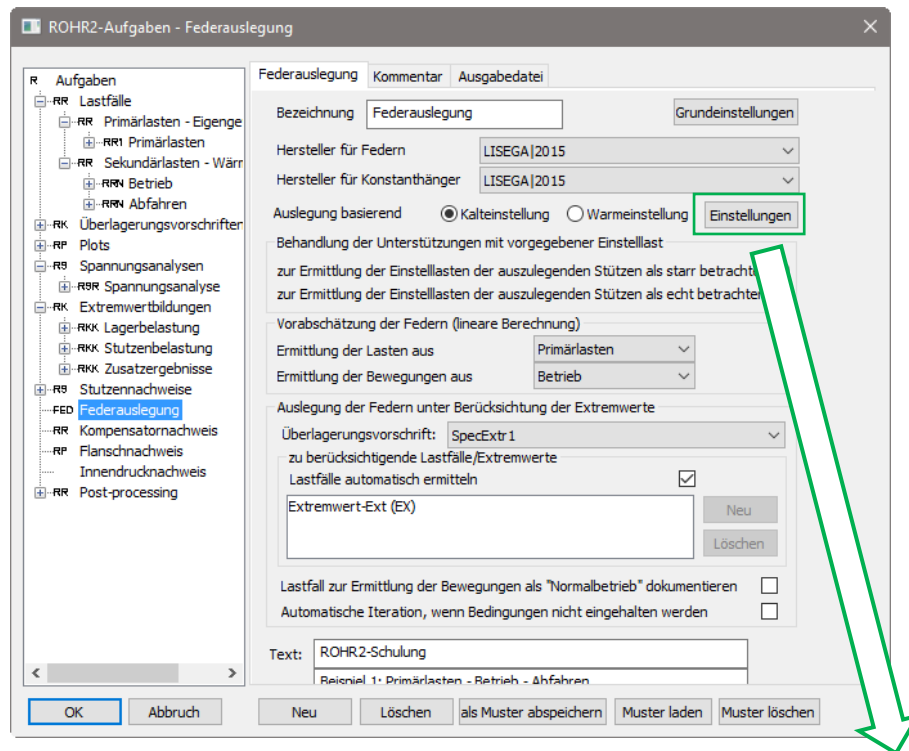


- Die Lastfallüberlagerung zur Ermittlung der maximalen Lagerbelastungen erfolgt automatisch. Eine Anpassung der Überlagerung ist möglich.
- Die Option „Ergebnisse der erzeugten Lastfälle grafisch darstellen“ bietet die Möglichkeit, auch die Ergebnisse kombinierter Lastfälle in ROHR2win grafisch darzustellen. Diese Option ist zu aktivieren, um z. B. Belastungspläne mit den Lagerbelastungen des Extremwert-Lastfalles zu generieren.

3 - Erstellung eines Berechnungsmodells in ROHR2

3.12.3 Federauslegung

- Die Federauslegung kann jederzeit für einen alternativen Federhersteller durchgeführt werden.
- Die Auswahlkriterien können unter *Einstellungen* benutzerspezifisch angepasst werden.



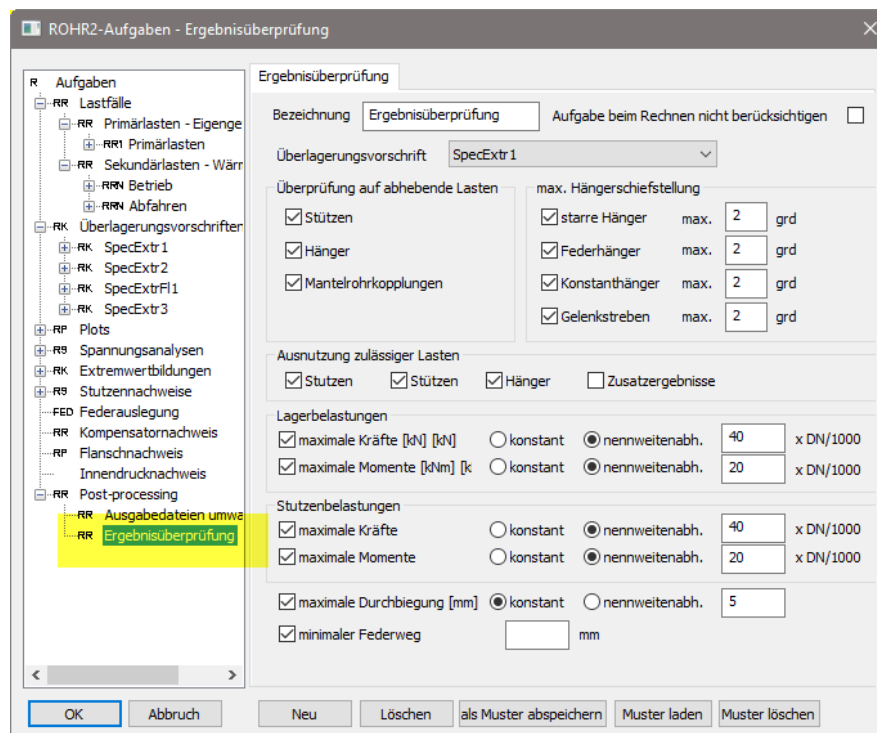
3.12.4 Post-Processing

Post-Processing-Aufgaben werden nach den Rechenläufen abgearbeitet. Damit können z.B. Exportfunktionen automatisiert durchgeführt werden. Die abzuarbeitenden Post-Processing-Aufgaben werden über *Datei-Rechnen* ausgewählt.

Folgende Post-Processing-Aufgabentypen gibt es:

Ausgabedateien umwandeln	Die im gleichen Rechenlauf erzeugten Ausgabedateien von Lastfällen, Extremwertbildungen und Spannungsanalysen werden über Templates in das RTF oder PDF-Format konvertiert.
Ergebnisüberprüfung	Die Ergebnisse der im gleichen Rechenlauf berechneten Lastfälle werden z.B. auf abhebbende Lagerlasten überprüft. Der Umfang der Prüfung kann konfiguriert werden. Optional können auch Ergebnisse von Lastfallkombinationen überprüft werden.
Berichtsgenerierung	Erzeugung des Berichts, optional mit Anhang
Export CSV	Export von der Ergebnisse ausgewählter Aufgaben im CSV-Format
Export Unterstützungsergebnisse	Export von Unterstützungsergebnissen für LICAD, Flexperte, PDMS/E3D, ...

Festlegung der Kriterien zur Ergebnisprüfung:



3 - Erstellung eines Berechnungsmodells in ROHR2

3.13 Kontrolle der Eingabedaten

Nach Abschluss der Modellierung und Definition der ersten Lastfälle sollten die Eingaben kontrolliert werden. Hierzu stehen die Funktionen <<Abschnittparameter>> sowie <<Daten auflisten>> zur Verfügung.

3.13.1 Menü Abschnittparameter

Die Funktion *Eigenschaften | Abschnittparameter* ermöglicht die Kontrolle der Eingaben durch Auswahl von Abschnitten mit bestimmten Eigenschaften.

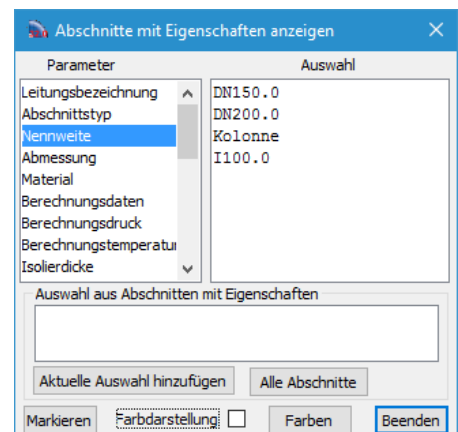
Der gewünschte Parameter ist auszuwählen. Im Auswahl-Fenster können mehrere Einträge eines Parameters gleichzeitig ausgewählt werden.

Markieren

Die Abschnitte, die die ausgewählten Eigenschaften besitzen, werden markiert.

Farbdarstellung

Für den ausgewählten Parameter werden alle Eigenschaften farbig dargestellt.



Beispiel, Kontrolle der zugeordneten Abmessungen

Parameter *Nennweite* auswählen
 Option *Farbdarstellung* auswählen
 System als Volumenmodell darstellen
 Symbol *Rohrdicken anzeigen*

3.14 Korrektur / Anpassung der Eingabedaten


Nachfolgend sind einige Möglichkeiten aufgeführt, um häufig auftretende Fehler bei der Modellierung zu korrigieren:

3.14.1 Geometrie


Anpassung einer Abschnittlänge

- Doppelklick auf den Abschnitt,
- Angabe der neuen Länge mit gleicher Orientierung oder der X-, Y-, und Z-Koordinate im globalen Koordinatensystem
- Verschiebung des Anfangs- oder Endknotens

Verschieben eines Knotens

- Funktion *Bearbeiten*| *Verschieben* oder 
- Knoten anklicken, beliebige Taste drücken und den Verschiebevektor eingeben
- Beachten Sie, dass die Verschiebung eines Zwischenpunktes nur innerhalb der zwei benachbarten Abschnitte erfolgen sollte.

Verschieben eines Bereiches



- Funktion *Bearbeiten*| *Markieren* oder 
- Zunächst den zu verschiebenden Bereich markieren, z.B. mit der Option <<Anfang, Ende>>, danach einen Knoten des markierten Bereiches anklicken, beliebige Taste drücken und den Verschiebevektor eingeben
- Bitte beachten, dass die Verschiebung eines Bereiches die automatische Anpassung der anschließenden Abschnitte mit sich bringt.
- Markierung mit ESC oder über das Kontextmenü mittels *Funktion beenden* aufheben.

3.14.2 Abmessungen

Anpassung der Abmessung für einen Abschnitt

- Durch Doppelklick auf den Abschnitt das Fenster *Abschnittdaten* öffnen und im Auswahlfenster die korrekte Nennweite auswählen.


Anpassung der Abmessung für einen Bereich


- Den zu ändernden Bereich zunächst markieren . Dazu z. B. die Option *Markieren*| *Anfang, Ende* nutzen und mit *Markieren* | *Einzelne Elemente* Abschnitte hinzufügen.
- Anschließend mit *Bearbeiten*| *Abmessungen* Rohre oder  die gewünschte Abmessung auswählen und mit OK zuordnen.
- Markierung mit ESC oder über das Kontextmenü mittels *Funktion beenden* aufheben.

3 - Erstellung eines Berechnungsmodells in ROHR2

3.14.3 Betriebsdaten

Bitte beachten Sie, dass Betriebsdaten lastfallabhängig definiert sind. Daher zunächst den Lastfall auswählen, für den die Daten anzupassen sind.

Anschließend den zu ändernden Bereich zunächst markieren . Dazu z. B. die Option *Markieren* | *Anfang*, *Ende* nutzen und mit *Markieren* | *Einzelne Elemente* Abschnitte hinzufügen.

- Funktion Lastangaben | Betriebsdaten | lastfallbezogen oder  wählen
- Gewünschte Betriebsdaten auswählen oder neuen Datensatz definieren
- Mit *OK* die Daten dem Markierten Bereich zuordnen.
- Falls gewünscht den neu definierten Datensatz auswählen und in weitere Lastfälle kopieren.
- Markierung mit *ESC* oder über das Kontextmenü mittels *Funktion beenden* aufheben.

3.15 Berechnung

Im Programmverzeichnis befinden sich Beispiele anhand derer die Ergebnisanalyse und die Dokumentation der Berechnungen wie nachfolgend beschrieben, nachzuvollziehen sind.

Funktion *Datei Rechnen* oder 

Die im Fenster gezeigten Aufgaben können einzeln berechnet werden. Alternativ erfolgt die Berechnung für alle Aufgaben (Option *Alle* unten rechts)

Überprüfung der Innendruckauslegung bietet die Möglichkeit, die Dimensionierung der Bauteile gegen Innendruck zu überprüfen. Überprüfung auf Kollision bietet die Möglichkeit zu überprüfen, ob Abschnitte des Berechnungsmodells miteinander kollidieren.

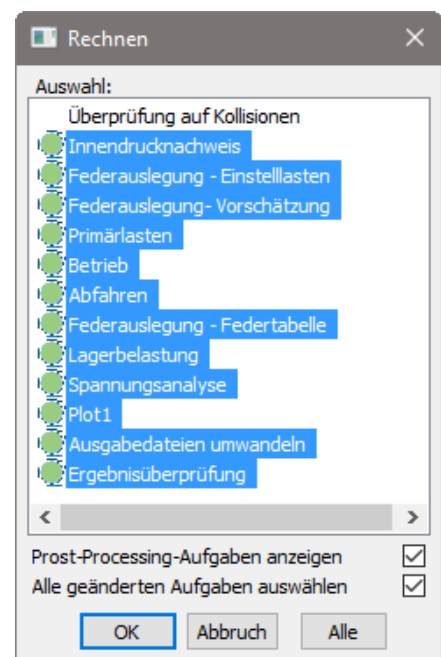
Die farbigen Symbole neben den Lastfällen weisen darauf hin, ob das jeweilige Ergebnis aktuell ist.



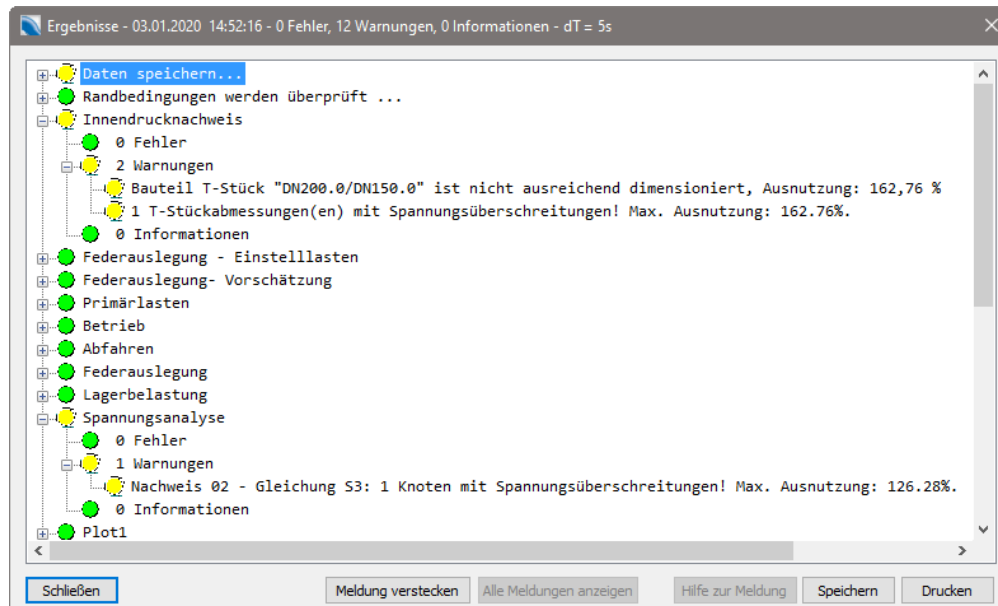
aktuelles Ergebnis vorhanden







kein aktuelles Ergebnis vorhanden



Nach Abschluss der Berechnung werden erste Berechnungsergebnisse in einem Ausgabefenster zusammengefasst.



- | | | |
|---|------|--|
|  | grün | Alles in Ordnung. Die Berechnung konnte ohne Fehler durchgeführt werden. |
|  | blau | Allgemeine Informationen zum System |
|  | rot | Fehlermeldungen, es liegt ein Problem vor. Entweder ist gar kein Ergebnis vorhanden oder das Ergebnis sollte nicht verwendet werden, weil z.B. keine ausreichende Genauigkeit verwendet wurde. |
|  | gelb | Warnmeldungen, Ergebnis sollte überprüft werden! |

Nach Auswahl einer der Meldungen steht eine Hilfe zur Meldung zur Verfügung.

3.16 Ergebnisanalyse

Zur Anzeige der Ergebnisse kann nach Ende der Berechnung in den Ergebnis-Modus umgeschaltet werden.

Eingabe Ergebnis Isometrie Präsentation

Dabei lassen sich Lastfallergebnisse und alternativ auch Spannungsanalysen mit Spannungsausnutzung grafisch anzeigen.

Nachfolgend soll anhand einiger Beispiele die Möglichkeiten der Ergebnisanalyse aufgezeigt werden.

3.16.1 Lastfallergebnisse

Zunächst ist im Ergebnismodus der gewünschte Lastfall auszuwählen

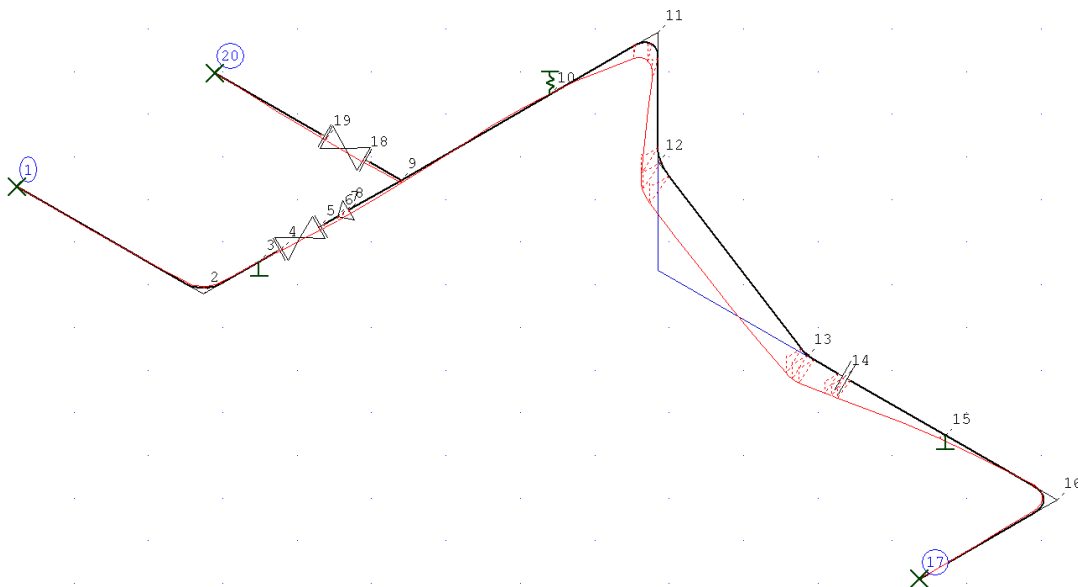
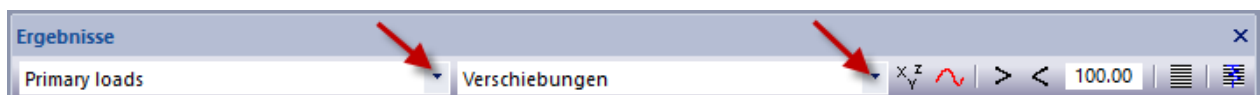




Abb.: Verformte Struktur

Einzelergebnisse erhält man durch Doppelklick auf einen Knoten und anschließende Auswahl des Registers <<Einzelergebnisse>>

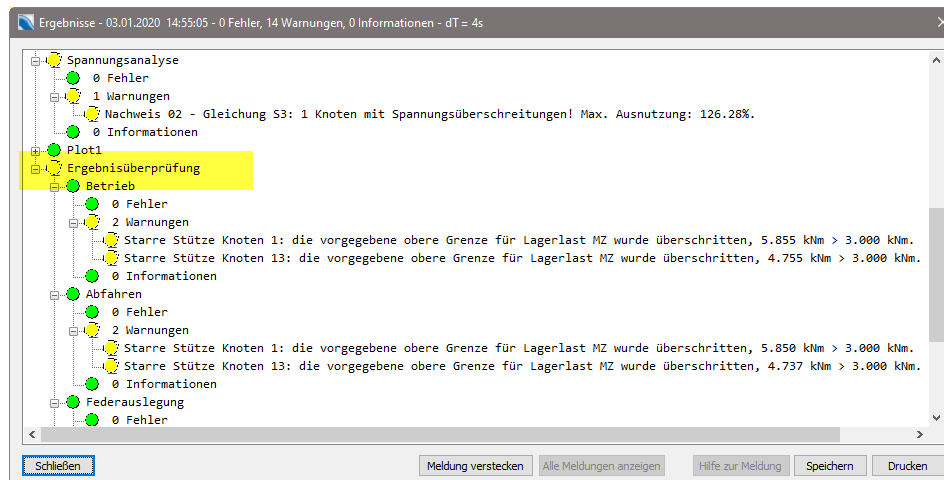
Eine tabellarische Übersicht der Ergebnisse je Berechnungspunkt liefern die Symbole

 / Schnittergebnisse bzw.  / Lagerlasten.

Auf diesem Wege lassen sich z. B. folgende Ergebnisse ermitteln:

- max. Durchbiegung im Lastfall *Gewicht*
- Lagerbelastung am Anschluss C1 im Lastfall *Gewicht*
- vertikalen Dehnung am Federpunkt im Lastfall *Betrieb*
- von ROHR2 ausgewählter Federtyp

Im Ergebnis-Fenster werden die Ergebnisse der automatischen Ergebnisprüfung angezeigt, sofern zulässige Werte nicht eingehalten werden:



3.16.2 Spannungsanalyse

Zunächst ist im Ergebnismodus die gewünschte Spannungsanalyse auszuwählen.

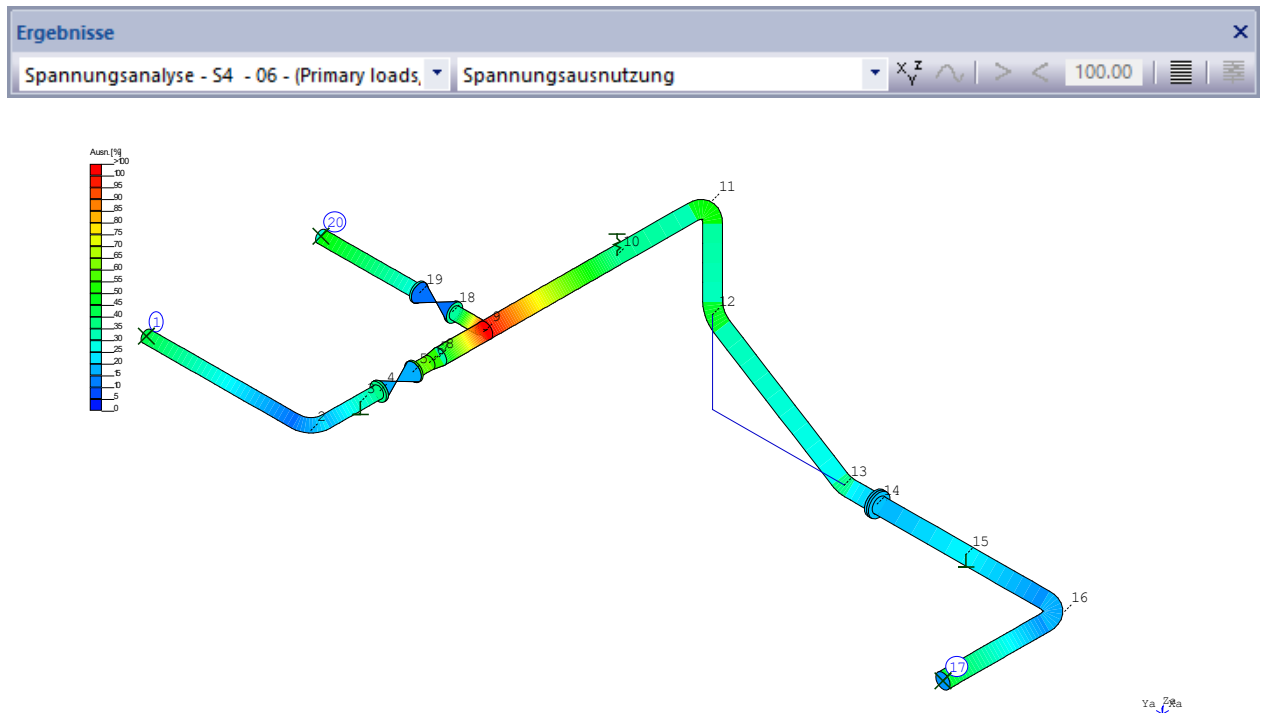



Abb.: Spannungsanalyse Gleichung 4 (Gewicht + Range)

Einzelergebnisse erhält man durch Doppelklick auf einen Knoten und anschließende Auswahl des Registers <<Spannungsanalyse>>

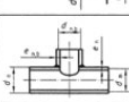
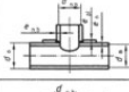
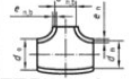
Eine tabellarische Übersicht der Ergebnisse je Berechnungspunkt liefert das Symbol  / Schnittergebnisse.

Auf diesem Wege lassen sich z. B. folgende Ergebnisse ermitteln:

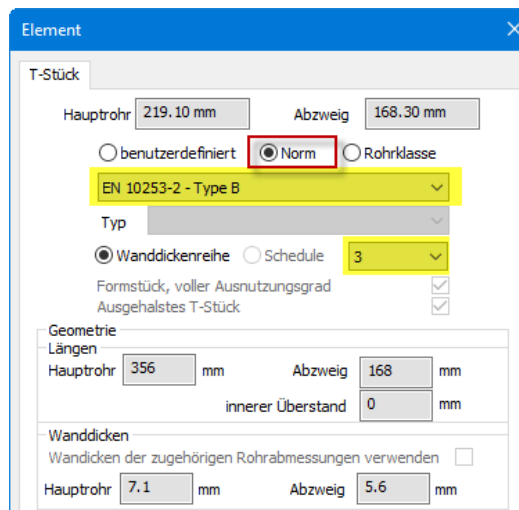
- maximalen Spannungsausnutzung für den Nachweis 1 (Gewicht)
- maximalen Spannungsausnutzung für den Nachweis 4 (Gewicht + Range)

3.16.3 Optimierung durch Einbau eines T-Stücks am Abzweig

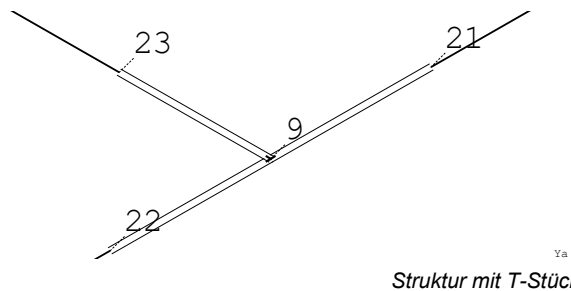
Die Berechnungsregelwerke (hier EN 13480) unterscheiden an Abzweigen wie folgt:

6	T-Stück mit auf- oder eingeschweißtem oder ausgehäktem Stutzen		$\frac{2e_s}{d_m}$	1	$\frac{0.9}{k^{2.3}}$	TTU $\frac{\pi}{32} \frac{d_s^2 - d_e^2}{d_m}$
7	wie oben, jedoch mit zusätzlichem Verstärkungsring		$\frac{2(e_s + 0.5e_{pr})^{2.2}}{d_m e_s^{3.2}}$ mit $e_{pr} \leq e_s$	1	$\frac{0.9}{k^{2.3}}$	Stutzen: TTV $\frac{\pi}{4} d_{s2}^2 e_s$
8	Geschmiedetes und eingeschweißtes T-Stück, mit e_s und e_{s2} als Wanddicke an der Verbindung		$\frac{8.8e_s}{d_m}$	1	$\frac{0.9}{k^{2.3}}$	Mit e_s als kleinstes von e_s und e_{s2} TTT $\frac{\pi}{4} d_{s2}^2 e_{s2}$
9	Stumpfnah		$e_s \leq 5 \text{ mm}$	1	1,0	

Auswahl des T-Stücks mit Bearbeiten| Bauteil einfügen- T-Stück



T-Stück nach EN 10253-2 Type B, Reihe3



Struktur mit T-Stück



Hinweis

Nach Auswahl des T-Stücks wird der Spannungserhöhungsfaktor (i-Faktor) des Bauteils automatisch angepasst.

4 Import von CAD/CAE Daten mit ROHR2 Schnittstellen

Das Programmsystem ROHR2 verfügt über eine umfangreiche Auswahl von Schnittstellen zu CAD und CAE Systemen. Detaillierte Informationen dazu finden Sie in der Leistungsbeschreibung ROHR2 Schnittstellen.

Im Standard-Lieferumfang des Programms ROHR2 enthalten sind die Schnittstellen

- Neutrale CAD Schnittstelle mit Export AVEVA PDMS - ROHR2
- CAESAR II, PIPESTRESS, CAEPIPE Import Schnittstellen
- SINETZ, FLOWNEX, PIPENET Export Schnittstellen
- DXF Format, KWUROHR Import Schnittstellen
- Export von Unterstützungsdaten in die Planungssysteme LICAD, FLEXPORTE, CASCADE

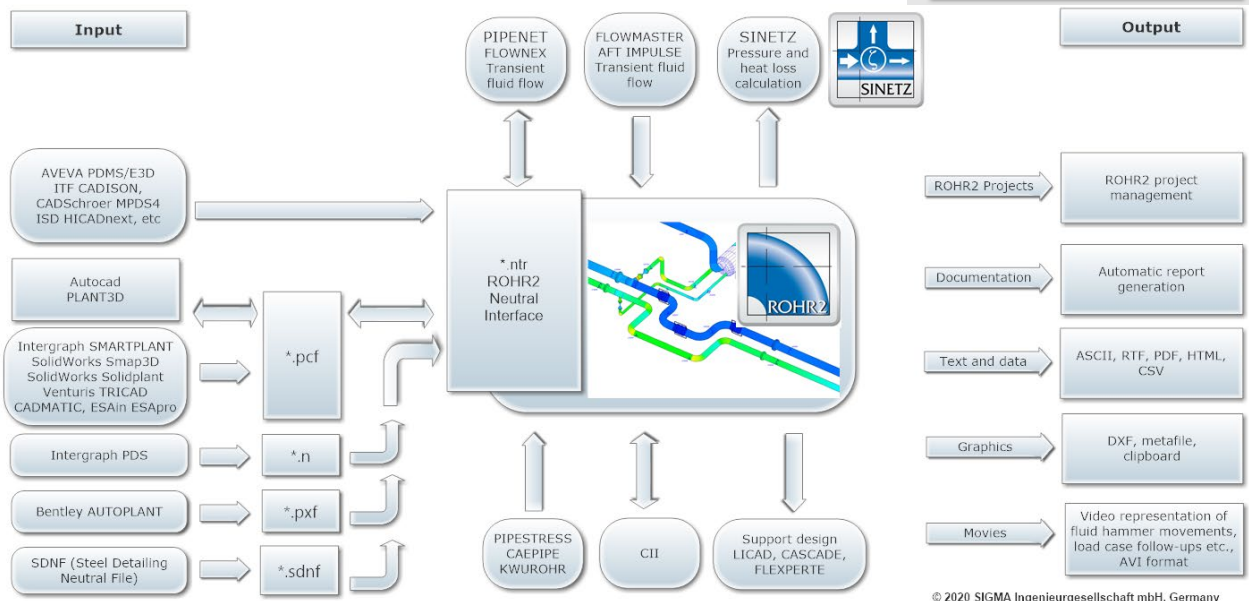
ROHR2 Schnittstellen in der ROHR2 Testlizenz

Die Import-Schnittstellen stehen in der Testlizenz zur Verfügung. Bitte beachten Sie, dass einige der Schnittstellen als optional erhältliche Module nicht Bestandteil der ROHR2 Standard-Konfiguration sind. Über die **Datei Import** Funktion können Daten des jeweiligen Formats aufgerufen werden und ermöglichen so eine Überprüfung der mit der Schnittstelle übergebenen Daten.

**) Einige der Schnittstellen-Module sind optional erhältliche Produkte*

ROHR2 Schnittstellen im ROHR2 Viewer

Der kostenfrei erhältliche ROHR2 Viewer ermöglicht die Nutzung einiger ROHR2 Schnittstellen.



© 2020 SIGMA Ingenieurgesellschaft mbH, Germany

5 ROHR2nozzle Einführung/Tutorial

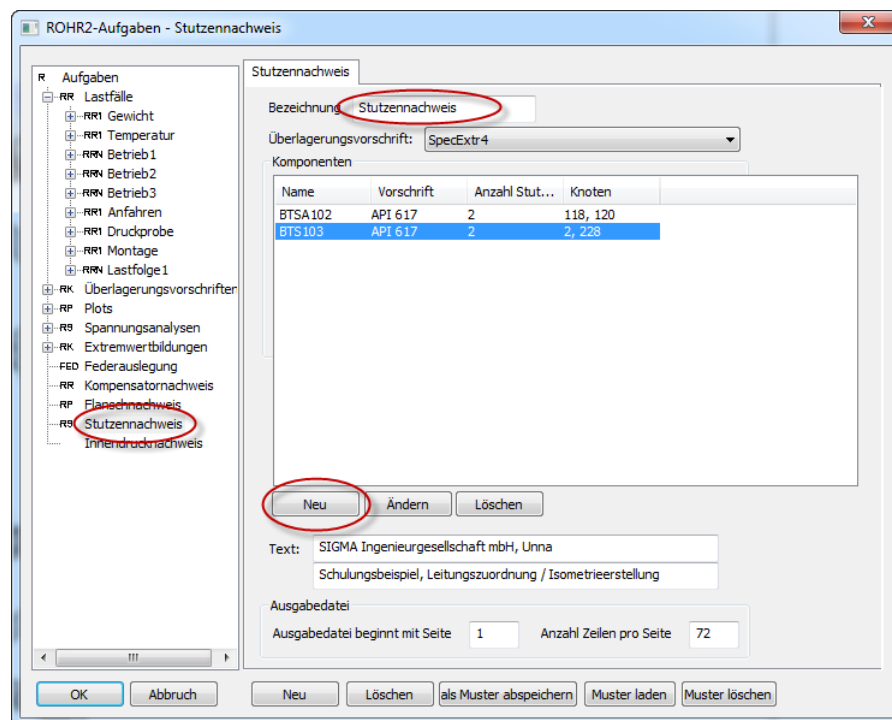
5.1 Programmstart

Das Programm ROHR2nozzle ist integriert in die Benutzeroberfläche von ROHR2.

ROHR2nozzle kann als einzelne Anwendung direkt aus dem Verzeichnis..\ROHR2\R2nozzle gestartet werden. In diesem Fall werden keine Daten aus einem ROHR2 Projekt übernommen, sondern die Eingabedaten sind manuell einzugeben.

5.2 Einführung in die Bearbeitung mit ROHR2nozzle

Für den Stutzennachweis muss in ROHR2win (Lastangaben | Aufgaben) eine neue Aufgabe erzeugt werden. Die Berechnung der Stutzen erfolgt in ROHR2 mit der Funktion *Datei | Rechnen*.

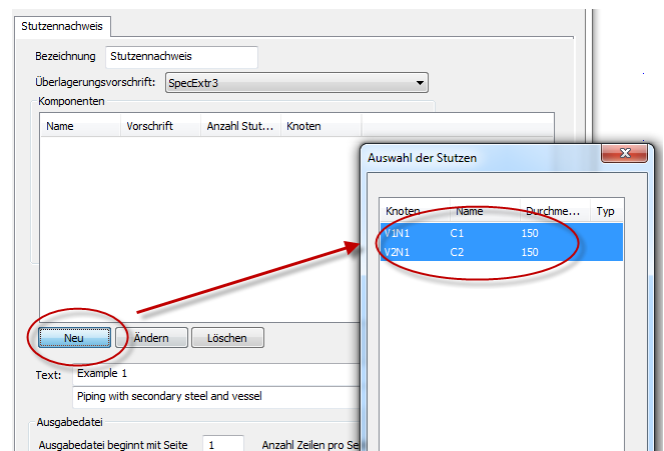
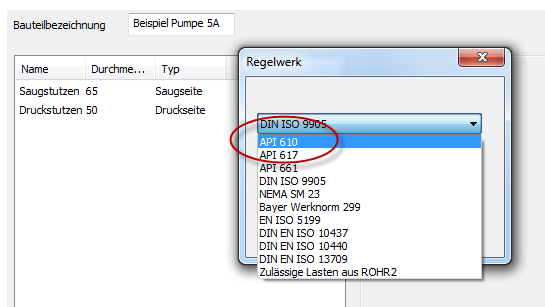


Zur Neu-Anlage und Bearbeitung eines Stutzens siehe *ROHR2nozzle Funktionen* und die Beschreibung der ROHR2 Aufgaben im ROHR2win Handbuch.

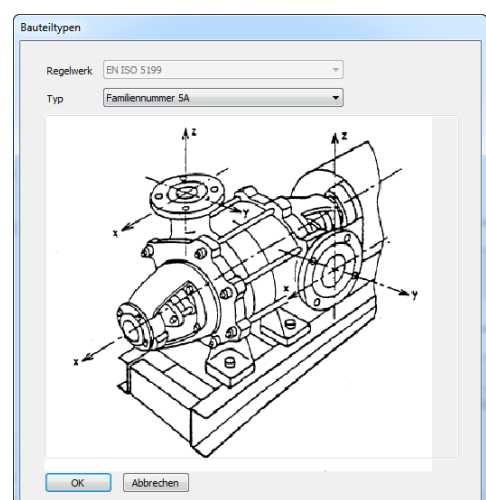
5 - ROHR2nozzle Einführung/Tutorial

Auswahl der Stutzen

Die zu berechnenden Stutzen müssen hier eingegeben werden. Je nach Regelwerk ist eine Mindest- und Maximalanzahl von Stutzen vorzugeben. Weitere Stutzen können in den nächsten Bearbeitungsschritten hinzugefügt werden.

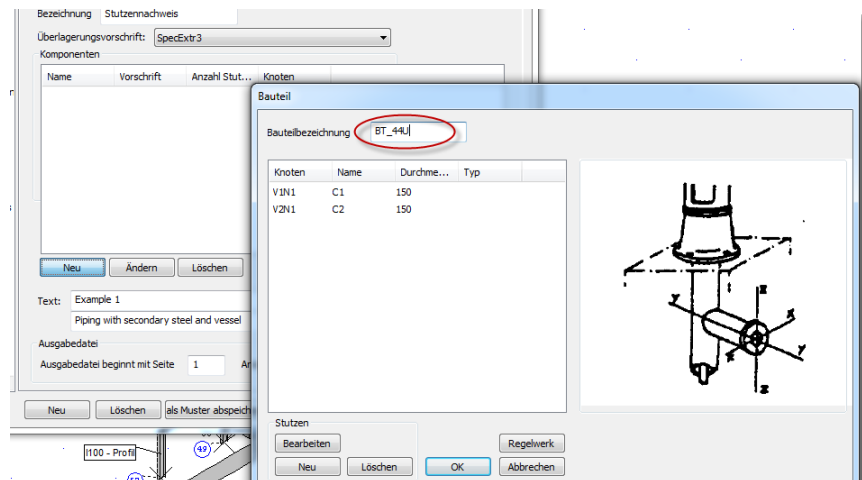
**Regelwerk festlegen****Bauteiltypen**

Abhängig von der Auswahl des Regelwerks ist es erforderlich, einen Bauteiltyp festzulegen.



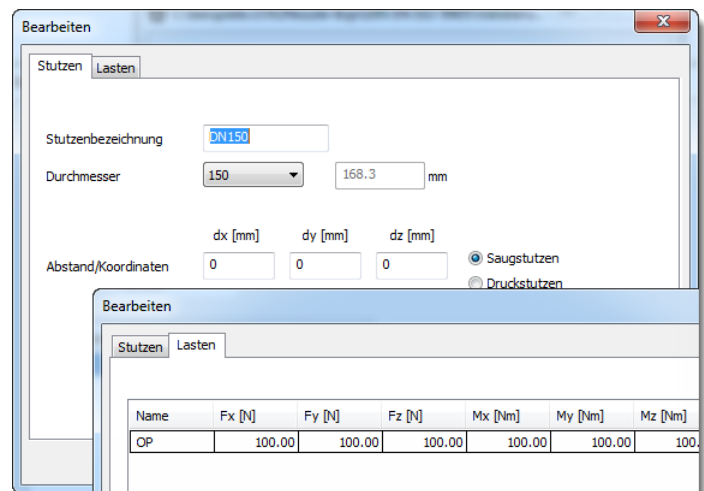
Anzeige des Bauteils

Anzeige des Bauteils mit Grafik entsprechend der gewählten Norm und Eingabe der Bauteilbezeichnung. Der Bauteilname ist erforderlich zur eindeutigen Identifizierung des Stutzens und wird in der Dokumentation verwendet.

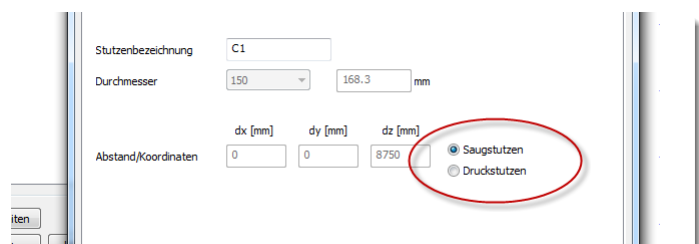


Bauteil bearbeiten

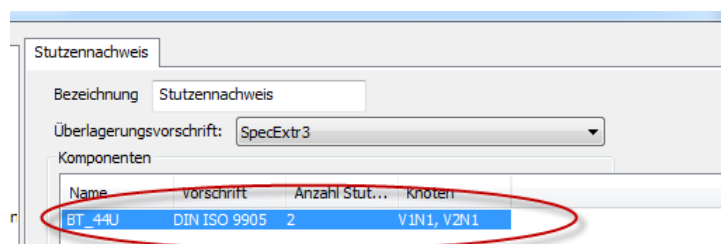
Das Dialogfenster zur Definition der Stutzen öffnet mit der Funktion *Bearbeiten*. Mit Hilfe der Register *Stutzen* und *Lasten* werden die Eingabedaten des Stutzens modifiziert. Weitere Stutzen können hinzugefügt werden.



Abhängig von der gewählten Norm sind Saug- und ein Druckstutzen zu definieren.



Die Definition des Stutzens ist beendet, das Bauteil wird in die Stutzentabelle eingetragen.



5.3 Berechnung

Die Berechnung der Stutzen ist integriert in die ROHR2 Rechenfunktion.

Wird ROHR2nozzle als Einzelanwendung ausgeführt, ist die Berechnung dort einzeln auszuführen.

5.4 Ergebnisdarstellung

Die Ergebnisse des Stutzennachweises werden in ROHR2 unter *Ergebnisse | Ausgabedatei ansehen | Stutzennachweis* aufgerufen.

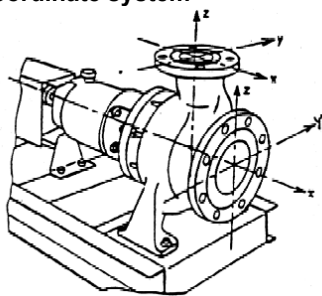
Wird ROHR2nozzle als Einzelanwendung ausgeführt, kann dort ein Bericht ausgegeben werden.

Beispiel:

EN ISO 5199 - Centrifugal pumps - Class 2

Component: Pump 4711-1

Coordinate system



Nozzle	Node	Diameter NPS	Position	dx [mm]	dy [mm]	dz [mm]
P17S	P1S	80	Suction	2902.0	-3850.0	7670.0
P17D	P1D	80	Discharge	2702.0	-3850.0	7950.0

Analysis

Nozzle		P17S		P17D
Load case		Temp-C2_kal_OC1		Betrieb

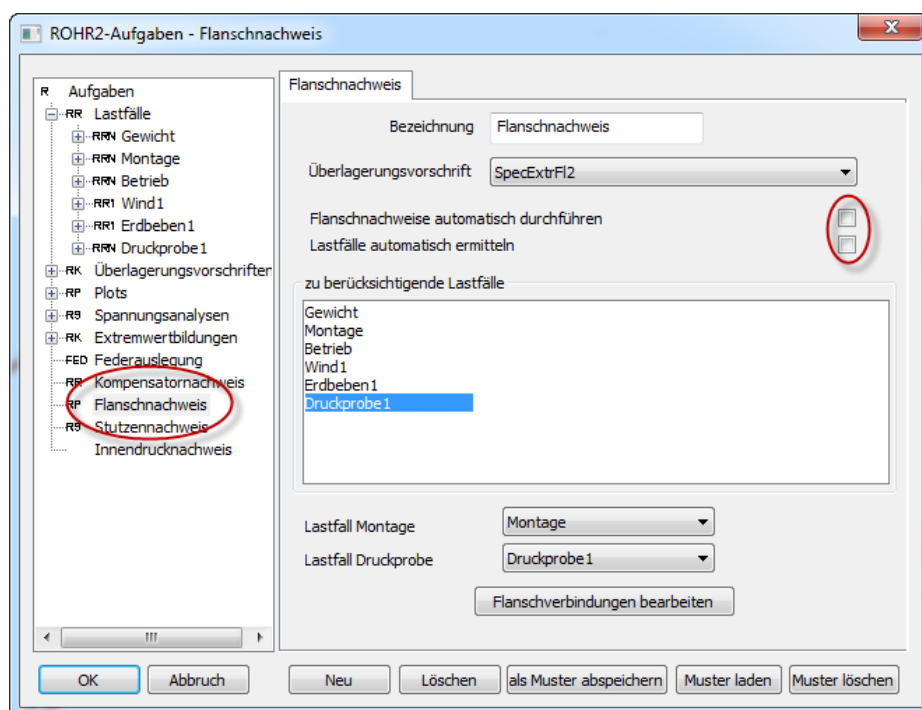
		calc.	allow.	Util. [%]		calc.	allow.	Util. [%]
F _x [N]		973.7	1000.0	97.37		0.0	900.0	0.00
F _y [N]		-414.3	900.0	46.03		-14.5	820.0	1.76
F _z [N]		-184.8	820.0	22.53		-197.9	1000.0	19.79
M _x [Nm]		-166.3	640.0	25.99		-1.3	640.0	0.20
M _y [Nm]		115.0	460.0	25.01		0.0	460.0	0.00
M _z [Nm]		-225.6	520.0	43.38		-0.0	520.0	0.00

6 ROHR2flange Einführung/Tutorial

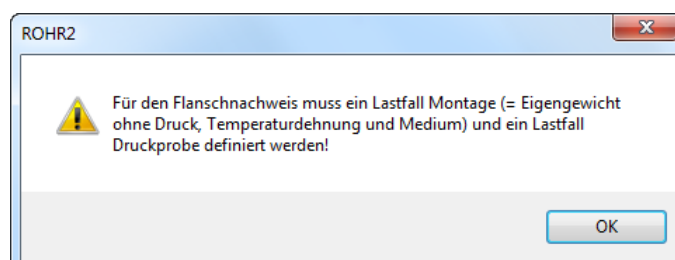
Mit dem Modul lässt sich die Dichtigkeit von Flanschverbindungen nachweisen. Dabei werden die im Rahmen der Spannungsberechnung ermittelten Belastungen an den jeweiligen Flanschverbindungen einschließlich der Zuordnung zu den definierten Lastfällen berücksichtigt.

6.1 ROHR2flange - Übersicht

ROHR2flange wird in ROHR2win unter *Lastangaben | Aufgaben | Flanschnachweis* gestartet.



Mit der Option „Flanschnachweise automatisch durchführen“ besteht die Möglichkeit, Flanschnachweis in der ROHR2-Berechnung zu berücksichtigen oder alternativ unberücksichtigt zu lassen.



Öffnet diese Fehlermeldung, so ist für die weitere Bearbeitung zunächst die Definition der Lastfälle Druckprobe und Montage in *Lastangaben | Aufgaben* erforderlich.

ROHR2flange Symbol in der Windows Taskleiste

Das Programm-Modul ROHR2flange wird als eigenständiger Prozess in der Windows Taskleiste durch das Symbol R2flange angezeigt.

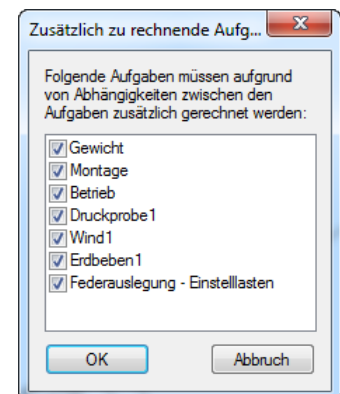


6.1.1 Zusätzlich zu rechnende Aufgaben

Lastangaben | Aufgaben > Flanschnachweis

Öffnet nach Bestätigung das Dialogfenster *Zusätzlich zu rechnende Aufgaben*, fehlen der vorhergehenden ROHR2 Berechnung die aufgelisteten Lastfälle. Vor Weiterbearbeitung des Flansches ist diese Berechnung vorzunehmen.

Damit ist sichergestellt, dass für die Flanschberechnung die aktuellen Belastungen berücksichtigt werden.



6.1.1.1 Übersicht geänderte Flanschverbindungen

Geänderte Flanschverbindungen			
Knoten	PN	DN	
58	40	150	
60	40	150	
42	40	150	
44	40	150	
24	40	200	
C2N1	40	150	

Im Dialogfenster *geänderte Flanschverbindungen* werden die seit der letzten Berechnung geänderten Flanschverbindungen aufgelistet. Sind keine geänderten Flanschverbindungen vorhanden, öffnet das Fenster nicht.

Beim ersten Programmstart werden in diesem Fenster alle Flanschverbindungen aufgelistet.

Voreinstellungen

Öffnet das Dialogfenster *Voreinstellungen* um Einstellungen für alle im Berechnungssystem vorhandenen Flanschverbindungen vorzunehmen, siehe 6.1.2.

OK

Die Funktion *OK* schließt das Fenster und öffnet das Fenster *Auflistung der Flansche*, 6.1.3.

6.1.2 Flanschnachweis - Grundeinstellungen

Flanschnachweis > Dialogfenster geänderte Flanschverbindungen > Voreinstellungen

Voreinstellungen

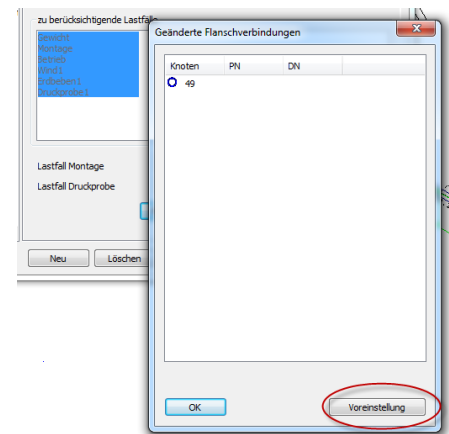
Im Dialogfenster *Voreinstellungen* werden Einstellungen für alle im Berechnungssystem vorhandenen Flanschverbindungen vorgenommen.

Material aus dem ROHR2 Modell verwenden

Ist diese Funktion aktiviert, wird das Flanschmaterial aus dem ROHR2 Modell verwendet. Die Eingabe eines Flanschmaterials ist dann hier nicht mehr möglich.

Materialien Dialog

Materialien öffnet das Dialogfenster *Material* in ROHR2 zur Auswahl eines Materials aus der im ROHR2 Projekt enthaltenen Materialdatenbank.



Material

Hier können Werkstoffe gewählt werden für

- **Flansch**
- **Losflansch**
- **Schraube**
- **Unterlegscheibe/Hülse**
- **Mutter**

Darüber hinaus können Schraubentyp und Dichtungen ausgewählt werden.

Vorgaben für das Beispiel:

Flansch: P250GH
 Schraube: 21CrMoV5-7
 Schraubentyp: EN 1591
 Dichtung: Kempchen – B27A
 Dichtungsabm.: EN1514-6, Kammprofil

Dichtungen

Dichtungen können aus der Hauptdatenbank ausgewählt werden. Bei Bedarf können benutzerdefinierte Dichtungen definiert werden, die dann in einer Benutzer-Datenbank abgelegt werden.

Berechnungsvorschrift

Auswahl der Berechnungsvorschrift, zur Verfügung stehen

- EN 1591-1
- ASME VIII Div.1

Vorschrift zur Ermittlung der zulässigen Spannungen

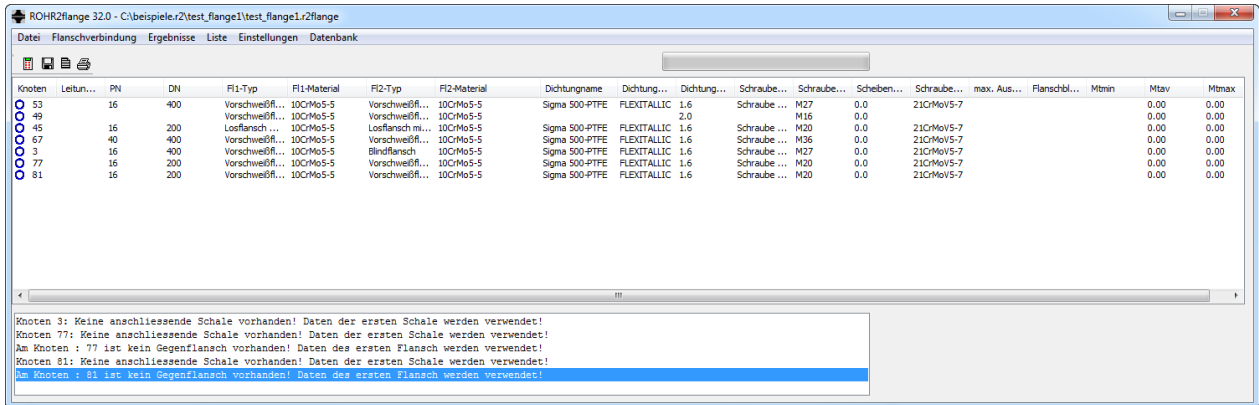
Auswahl der Vorschrift zur Ermittlung der zulässigen Spannungen aus den in ROHR2 verfügbaren Spannungscodes, z.B. EN 13480, ASME B31.1, usw.

OK

Nach Bestätigung mit OK werden die Daten jeder einzelnen Flanschverbindung zugewiesen. Der Dialog *Auflistung der Flanschverbindungen, 6.1.3*, wird angezeigt.

6.1.3 Auflistung Flansche

Dieses Dialogfenster ist das Hauptfenster zur Eingabe von Flanschdaten.

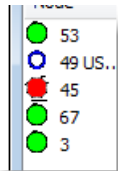
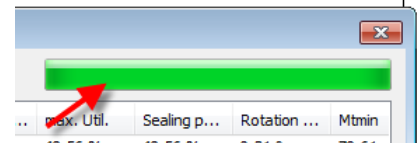


Ein Klick auf das Taschenrechner-Symbol startet die Berechnung.

Dialogfunktionen

Berechnungsstatus

In der Statuszeile wird der Berechnungsfortschritt angezeigt.
Grün = Berechnung durchgeführt



Das Ergebnis wird zusätzlich durch Symbole an jeder Abmessung angezeigt.
Ein rotes Symbol bedeutet Ausnutzungen > 100%,
ein grünes Symbol bedeutet Ausnutzungen <=100%.
Blaues Symbol = Flanschberechnung wurde noch nicht durchgeführt

Die Parameter im Dialogfenster lassen sich sortieren durch einen Klick auf die Parameterbezeichnungen im Tabellenkopf.
In der Auflistung werden z. B. die minimalen, mittleren und maximalen Anzugsmomente dokumentiert, siehe Parameter Mtmin und Mtmax, letzte beiden Spalten.

Mtmin	Mtmax
475.61	803.27

Berechnungsvorschrift Flansche

Die Funktion *Einstellungen Regelwerk* im Fenster *Auflistung Flansche*, 6.1.3 öffnet das Dialogfenster *Berechnungsvorschrift* zur Auswahl des Regelwerkes für den Nachweis der Flanschverbindung.

Auswahl zwischen

- EN1591-1:2011
- ASME BPV Section VIII Division 1

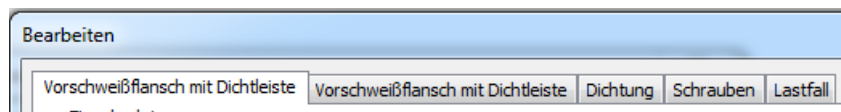


6.2 Flanschverbindung bearbeiten

Flanschverbindungen lassen sich bearbeiten durch einen Doppelklick in der Auflistung der Flanschverbindungen.

Die Bearbeitung der Flanschverbindung erfolgt in den Registern

- 1 Eingaben Flansch 1,
- 2 Eingaben Flansch 2,
- 3 Dichtung,
- 4 Schrauben,
- 5 Lastfall,



Die Überschrift, hier Vorschweißflansch, zeigt den jeweils ausgewählte Flanschtyp an.

Die Flanschgeometrie wird in der Grafik im Dialogfenster dargestellt.

Die Grundfunktionen der Bearbeitungsfenster:

6.2.1 Bearbeiten Flansch / Dichtung / Schrauben

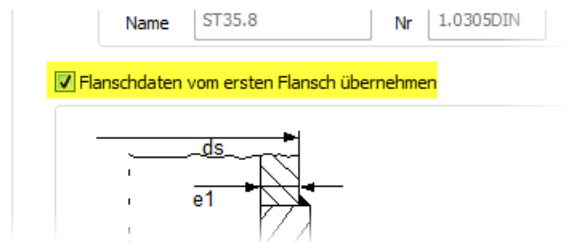
Flansch 1 / 2

The screenshot shows the 'Bearbeiten' dialog box with the 'Vorschweißflansch mit Dichtleiste' tab selected. The dialog is divided into several sections:

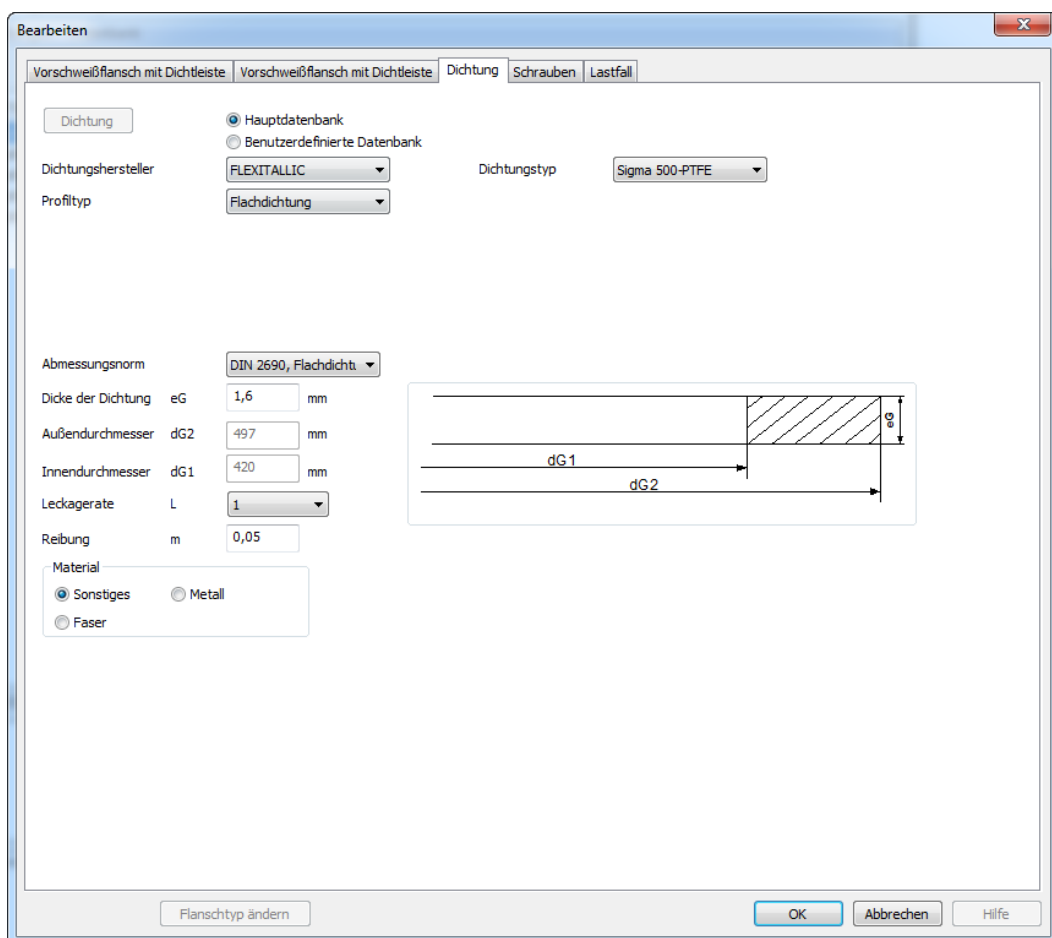
- Eingabedaten:**
 - Flanschnorm:
 - Flanschtyp:
 - Dichtleistenform:
 - Nenndruckstufe: PN
 - Nennweite: DN
 - Außendurchmesser: d4 mm
 - Lochkreisdurchmesser: d3 mm
 - Innendurchmesser: d0 mm
 - Schraubenlochdurchmesser: d5 mm
 - Ansatzdicke oben: e1 mm
 - Länge des Ansatzes: lH mm
 - Dicke Flanschblatt: eFb mm
 - Höhe der Dichtleiste: f mm
 - Durchmesser der Dichtleiste: d11 mm
 - Durchmesser Ansatz unten: Du mm
 - Durchmesser Ansatz oben: Do mm
- Material:**
 - ID:
 - Name: Nr.
- Toleranzen:**
 - Fertigungstoleranz c1: mm
 - Korrosionszuschlag c0: mm
- Eingabe anschließende Schale:**
 - Außendurchmesser ds: mm
 - Wanddicke es: mm
 - Anschluss an Kegelschale phis: °
- Material (right side):**
 - ID:
 - Name: Nr.
- Technical Drawing:** A cross-sectional diagram of the flange assembly with various dimensions labeled: ds, e1, Do, Du, d0, d11, d3, d4, d5, IH, f, eFb.

Buttons at the bottom include 'Flanschtyp ändern', 'OK', 'Abbrechen', and 'Hilfe'.

Mit der Option **Flanschdaten vom ersten Flansch übernehmen** können die kompletten Daten des ersten Flanschs kopiert und dem zweiten Flansch zugeordnet werden. Diese Funktion ist bei gleichen Flanschen und gleicher Dichtleiste ausführbar.



Dichtung



6 - ROHR2flange Einführung/Tutorial

Schrauben

Bearbeiten

Vorschweißflansch mit Dichtleiste | Vorschweißflansch mit Dichtleiste | Dichtung | **Schrauben** | Lastfall

Schraubentyp: Schraube nach EN 1591 | Unterlegscheiben nach ASME B 18.22.1

Anzugsverfahren: Drehmomentschlüssel (ausschließlich)

Material: 10CrMo5-5

Neendurchmesser: $d_{B0} = M$ 27 mm

Schaftlänge: l_S 0 mm

Schaftdurchmesser: d_{BS} 20,5 mm

Effektiver Durchmesser: d_{Be} 24,19 mm

Gewindesteigung: pt 3 mm

Mittl. Reibwert: μ 0,15

Schraubenanzahl: n_B 16

Anzahl der Nachziehvorgänge: n_R 10

Länge Sackloch: s_L 0 mm

Material: 21CrMoV5-7 | ID: 21CrMoV5-7 | Name: 21CrMoV5-7 | Nr: 1.7709

Unterlegscheibe 1: Dicke U_1 3,4 mm, Innendurchmesser d_{W1} 26.97 mm, Außendurchmesser d_{W2} 50.8 mm, Auflagefläche Mutter d_{B4} 0 mm

Unterlegscheibe 2: Dicke U_2 3,4 mm, Innendurchmesser d_{W1} 26.97 mm, Außendurchmesser d_{W2} 50.8 mm, Auflagefläche Mutter d_{B4} 0 mm

Schraubenmutter: Abmessung: Sechskantmutter nach | Material: 10CrMo5-5 | Dicke 1: 24.3 mm | Dicke 2: 24.3 mm

Flanschtyp ändern | OK | Abbrechen | Hilfe

Belastungen je Lastfall

Bearbeiten

Vorschweißflansch mit Dichtleiste | Vorschweißflansch mit Dichtleiste | Dichtung | Schrauben | **Lastfall**

Lastfallna...	Druck in bar	Temperat...	Schraube...	Normalkr...	Quer kraf...	Biegemom...	Torsions...	Qmin	Qsmin	Qsmax	EG
Assembly	0.00	20.00	20.00	48.78	604.31	+ 184.82	14.92	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
Deadload	20.00	285.00	270.00	48.88	604.35	+ 185.23	15.72	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
Betrieb	20.00	285.00	270.00	-1534.63	5020.68	+ 7767.27	340.05	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
Operation1	20.00	20.00	20.00	-126.62	2509.17	+ 3664.33	19.70	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
Operation2	20.00	285.00	270.00	-1880.58	5284.03	+ 8029.77	536.21	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
Deadload...	20.00	285.00	270.00	149.11	876.39	+ 1145.10	49.46	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
Betrieb+Oc	20.00	285.00	270.00	-1634.87	5414.14	+ 8473.30	373.80	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
Temp-C1...	20.00	20.00	20.00	-226.85	3008.58	+ 4656.84	53.45	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
Temp-C2...	20.00	285.00	270.00	-1980.81	5676.72	+ 8734.99	569.96	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
Pressure ...	37.50	20.00	20.00	122.40	748.77	+ 306.83	75.90	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00

Die Belastungen je Lastfall werden informativ aufgelistet, lassen sich jedoch nicht ändern.

6.3 Dokumentation, Berechnungsbericht

Mit der Berechnung der Flanschverbindungen wird eine Dokumentation erzeugt.



Mit dem Symbol *Ausgabedatei* in der Symbolleiste lässt sich die Ausgabedatei öffnen. *Ergebnisse - Kurzbericht* ansehen bietet die Möglichkeit einen komprimierten Kurzbericht für die in der Übersicht ausgewählte Flanschverbindung zu erzeugen.

SIGMA	SIGMA Ingenieurgesellschaft mbH Bertha-von-Suttner-Allee 19 D 59423 Unna		ROHR2
Auftrag:	ROHR2 Training	Datum: 25.01.16	
Projekt:	SIGMA Ingenieurgesellschaft mbH ROHR2nozzle - Example 1		

1 - Flanschnachweis nach EN 1591 am Knoten 58 // DN 150 - PN 40

Kurzübersicht

Flanschpaarung	Flansch 1	Flansch 2
Flanschtyp	Vorschweißflansch	Vorschweißflansch
Flanschnorm	EN 1092-1/11/PN40	EN 1092-1/11/PN40
Dichtfläche	Dichtleiste	Dichtleiste
Druckstufe	PN 40	PN 40
Nennweite	DN 150	DN 150
Werkstoff	P235GH / 1.0345	P235GH / 1.0345

Angeschlossene Rohre	Rohr 1	Rohr 2
Außendurchmesser	168.30 mm	168.30 mm
Wanddicke	5.60 mm	5.60 mm
Werkstoff	P235GH / 1.0345	P235GH / 1.0345

Schrauben

Typ	Schraube nach EN 1591 (ISO 4014)
Gewinde	M 24 x 3.00
Schraubenanzahl	8
Reibwert μ	0.15 (glatte, geschmierte Oberflächen)
Anzugsverfahren	Drehmomentschlüssel (ausschließlich Drehmomentmessung)
Werkstoff	8.8 / 8.8

Dichtung

Dichtungsname	B27A-Graphit
Dichtungshersteller	Kempchen
Kennwerte ermittelt am	20.1.2014
Dichtungstyp	Flat gasket
Leckageklasse	0.01000000
Abmessungen	224.00 x 169.00 x 4.90
aus Norm	EN 1514-1, Flachdichtung

Ergebnisse

Min. Anzugsmoment:
Mtnom 259.92 Nm pro Schraube
Bei einem max. Anzugsmoment von
MaxMt 366.74 Nm pro Schraube
versagt als erstes Bauteil der/die Dichtung

Flansch 1	Flansch 2	Schrauben	Dichtung
47.79 %	47.79 %	45.88 %	100.00 %

Als mittleres Anzugsmoment wurde 313.33 Nm pro Schraube ermittelt!

Auslastung	Schrauben	Dichtung	Flansch 1	Flansch 2	Flanschblatt -drehung
Montage	32.51 %	6.85 %	35.93 %	35.93 %	0.17 °
Deadload	39.62 %	4.37 %	69.13 %	69.13 %	0.18 °
Betrieb	41.02 %	5.16 %	73.58 %	73.58 %	0.20 °
Operation1	40.91 %	5.10 %	72.97 %	72.97 %	0.20 °
Operation2	41.72 %	5.56 %	76.31 %	76.31 %	0.22 °
Deadload+Oc	39.97 %	4.57 %	70.28 %	70.28 %	0.18 °
Betrieb+Oc	41.31 %	5.33 %	74.55 %	74.55 %	0.21 °
Temp-C1_kalt+Oc	41.19 %	5.26 %	73.94 %	73.94 %	0.21 °
Temp-C2_kalt+Oc	42.07 %	5.77 %	77.57 %	77.57 %	0.23 °
Druckprobe	21.21 %	3.63 %	30.89 %	30.89 %	0.19 °

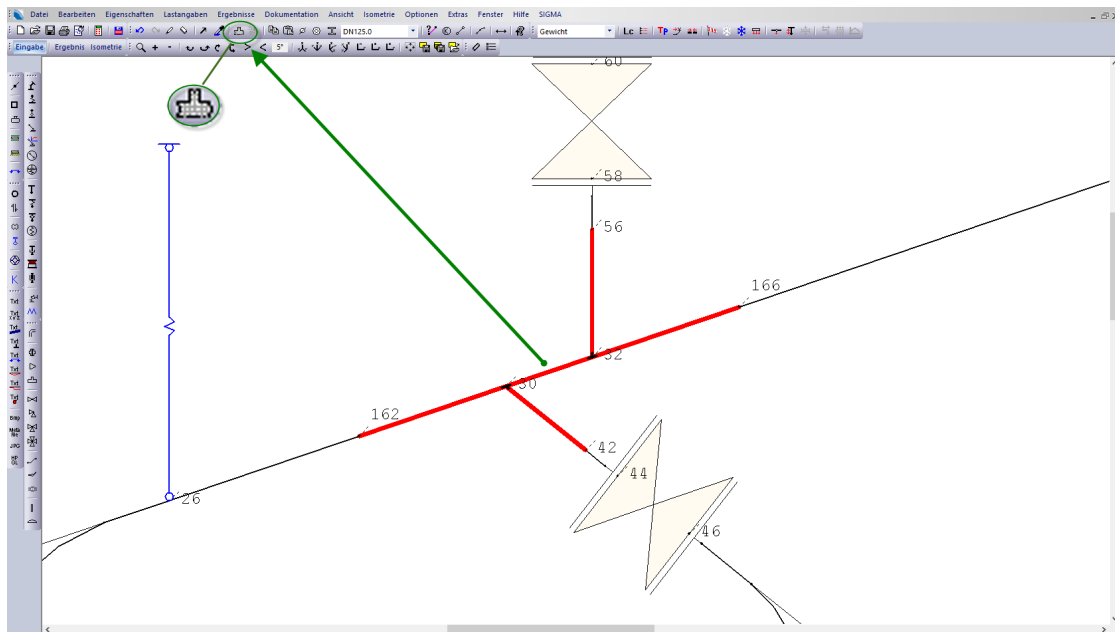
7 ROHR2fesu - Einführung

Programmstart ROHR2fesu

ROHR2fesu ist in die grafische Oberfläche von ROHR2 integriert. Das Zusatzprogramm wird aus ROHR2win mit den Funktionen *Bearbeiten einer bestehenden* oder *Erzeugen einer neuen Substruktur* gestartet.

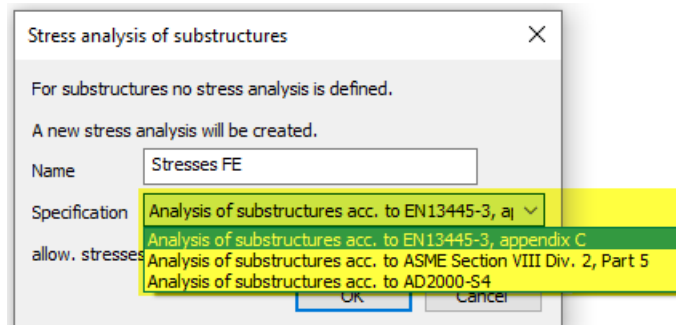
7.1 Grobmodell in ROHR2 definieren

- Die Substruktur wird zunächst als Stabwerk mit den hier möglichen Eigenschaften modelliert. Als Konstruktionshilfen z.B. für exzentrische oder tangential angeordnete Stützen können starre Stäbe (Profiltyp STARR/ rigid) verwendet werden. Diese werden bei der Erzeugung des ROHR2fesu-Modells ignoriert so dass ein Modell aus den wesentlichen, geometrisch richtig angeordneten Stäben entsteht.
- Die Übergangspunkte zwischen Stabmodell und Substruktur werden definiert. Ggf. müssen zusätzliche Zwischenknoten in das Stabmodell eingefügt werden um sinnvolle Übergangspunkte zu erhalten.
- Unterstützungen innerhalb der Substruktur sind nicht zulässig, diese müssen ebenfalls z.B. durch Einfügen von Zwischenknoten oder anderer geeigneter Maßnahmen von der Substruktur getrennt werden.
- Der Bereich, der als Substruktur modelliert werden soll, wird bis zu den Übergangspunkten im Stabwerk markiert.
- Aus dem markierten Bereich wird ein ROHR2fesu-Modell aus den Daten des Stabwerks erzeugt.

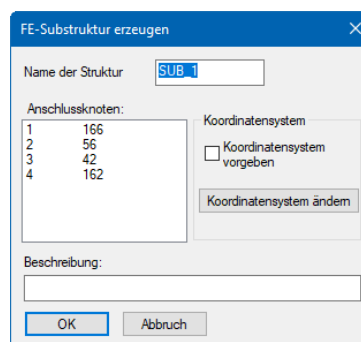


Falls noch nicht vorhanden wird automatisch eine neue Spannungsanalyse für die FE-Berechnung erzeugt.

Wählen Sie aus zwischen EN, ASME und AD2000:



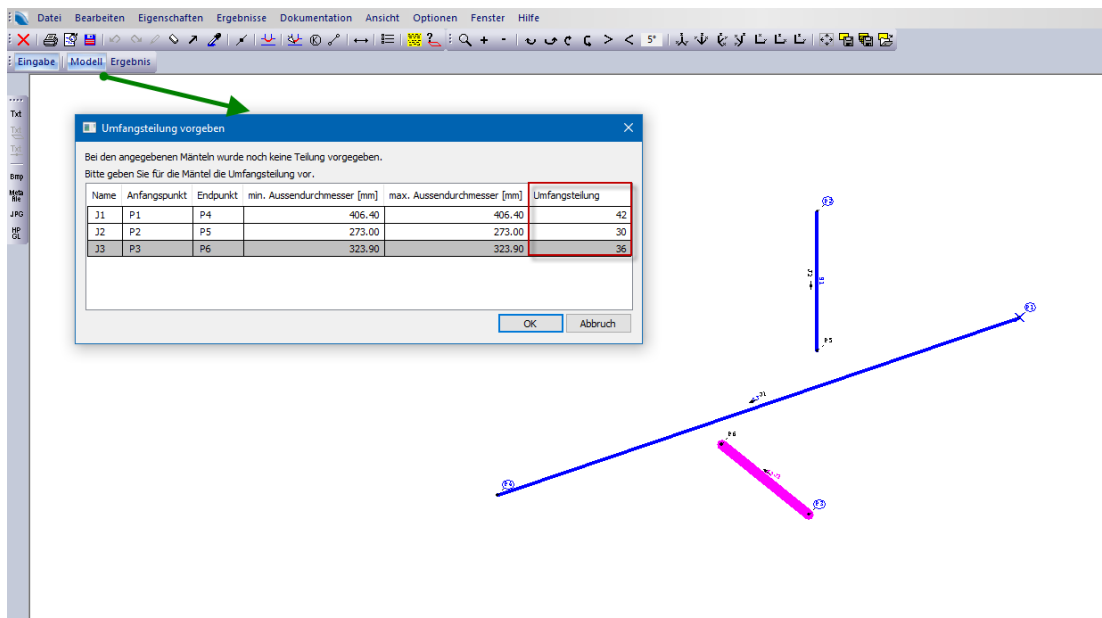
Für die Substruktur können Bezeichnungen und Beschreibungen hinzugefügt oder angepasst werden:



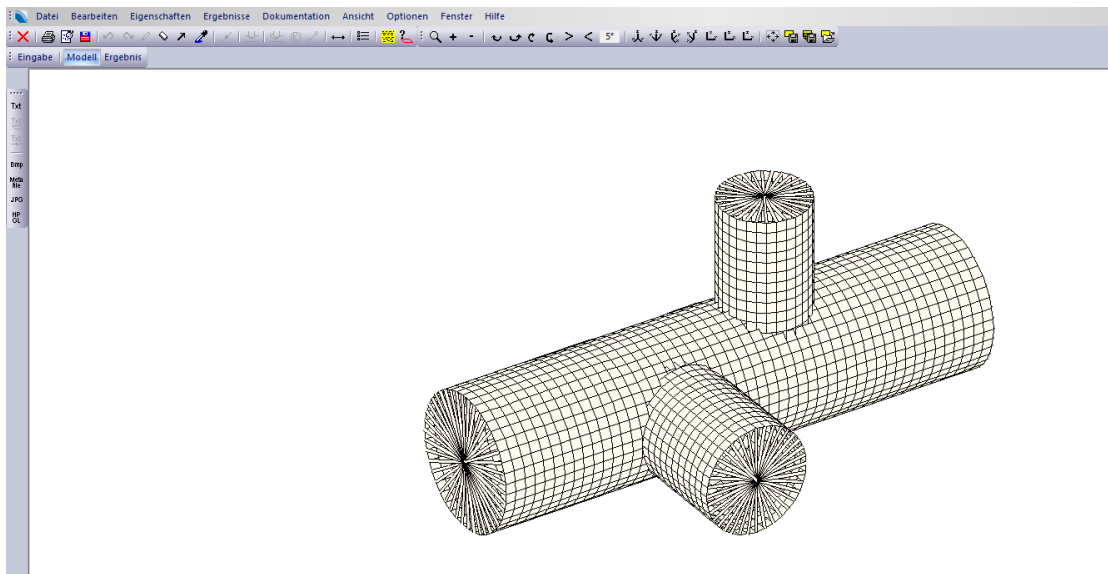
7.2 Grobmodell an ROHR2fesu übergeben

Nach Bestätigung über den Button „OK“ wird das Modul ROHR2fesu geöffnet. Zunächst erscheint ein Modell, das dem des Stabwerkes ähnelt. In diesem Eingabemodus werden lediglich die Mittellinien der Superelemente dargestellt.

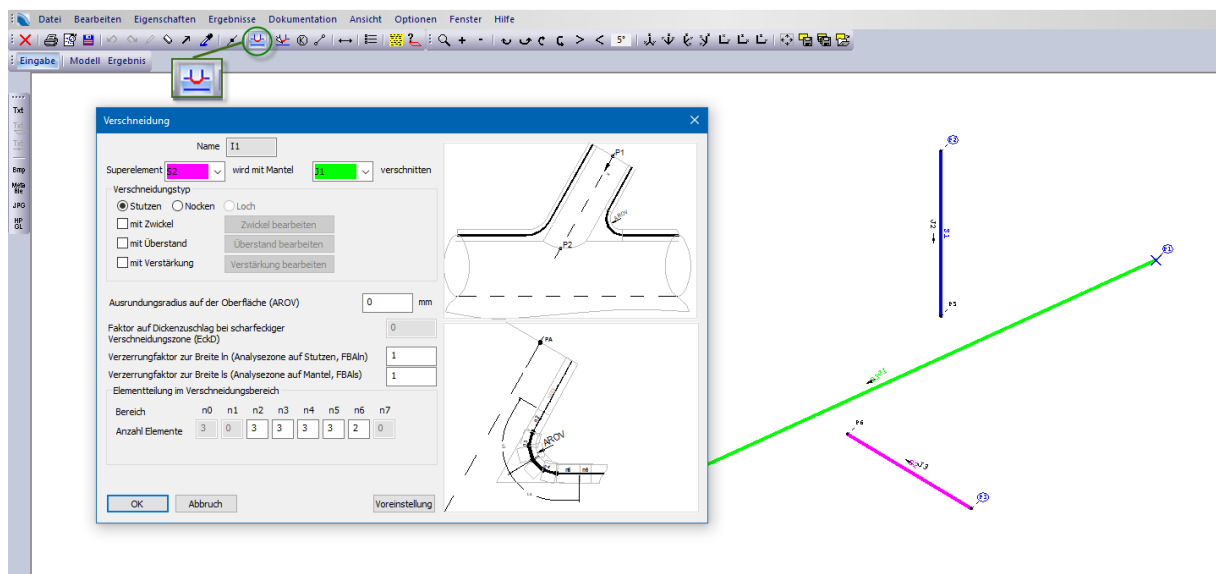
Durch den Klick auf Modell öffnet sich ein Fenster zur Eingabe der Umfangsteilung für das Schalenmodell. Hier empfiehlt es sich als erste Annäherung 1/10 bis 1/8 des Nenndurchmessers zu verwenden. Für kleine Nennweiten sollte die Umfangsteilung jedoch nicht kleiner als 12 und für große Nennweiten nicht unbedingt größer als 200 sein. Da es sich bei den angegebenen Zahlenwerten um eine erste Annäherung handelt, sollte das Netz geprüft und wenn nötig entsprechend angepasst werden.



Anschließend wird das Modell vernetzt und angezeigt.



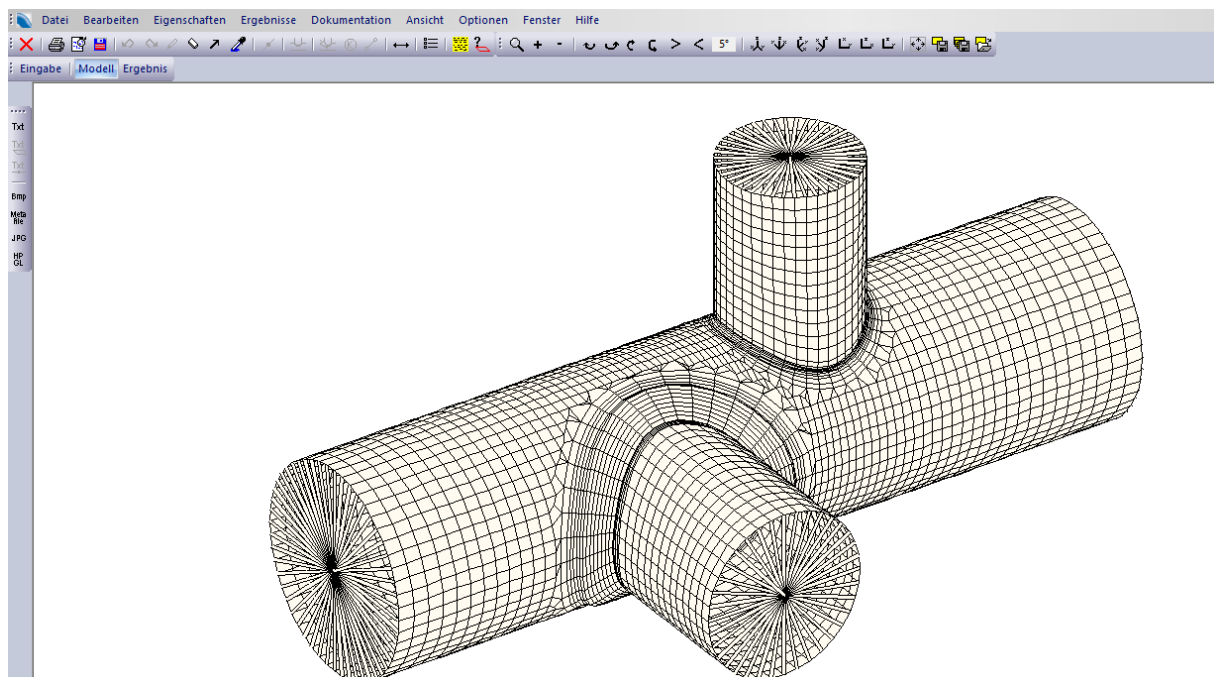
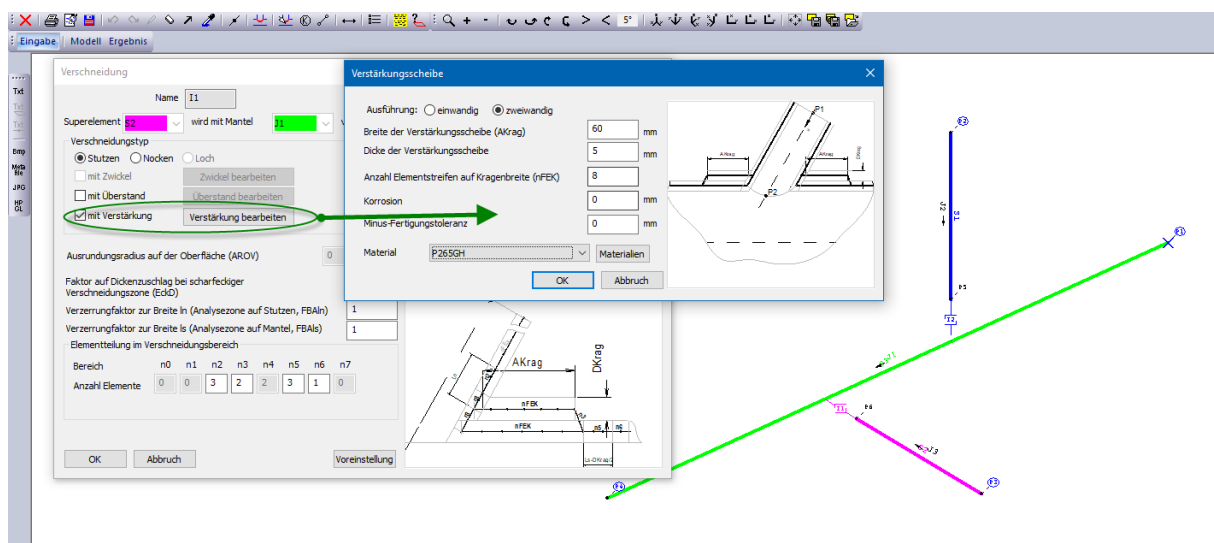
Da die zwei Stutzen noch nicht mit dem Grundrohr verbunden sind, müssen diese noch verschnitten werden. Dies geschieht wieder im Eingabemodus. Hier muss entschieden werden welches Superelement mit welchem Mantel verschnitten werden soll. Ebenso muss der Verschneidungstyp (Stutzen oder Nocken) gewählt. Detailliertere Angaben zu dem Fenster „Verschneidung“ finden Sie im Kapitel 8



7 - ROHR2fesu - Einführung

7.3 Verfeinerung des Modells in ROHR2fesu

- Die Verschneidungen werden definiert, vorhandene Verstärkungsbleche hinzugefügt.
- Die Daten der Superelemente werden z.B. mit Daten aus Detailzeichnungen verfeinert. Gegebenenfalls werden zusätzliche Superelemente eingefügt, um Situationen wie besondere Übergänge besser zu modellieren.
- Die Vernetzung wird z.B. durch progressive Elementteilung optimiert, um eine vernünftige Netzauflösung insbesondere im Bereich von Störstellen zu erhalten.



7.4 Datenprüfung

Die Überprüfung des Modells erfolgt am einfachsten grafisch. Genaue Daten können über die Eigenschaften der Superelemente und im Eingabeprotokoll nachgeprüft werden.

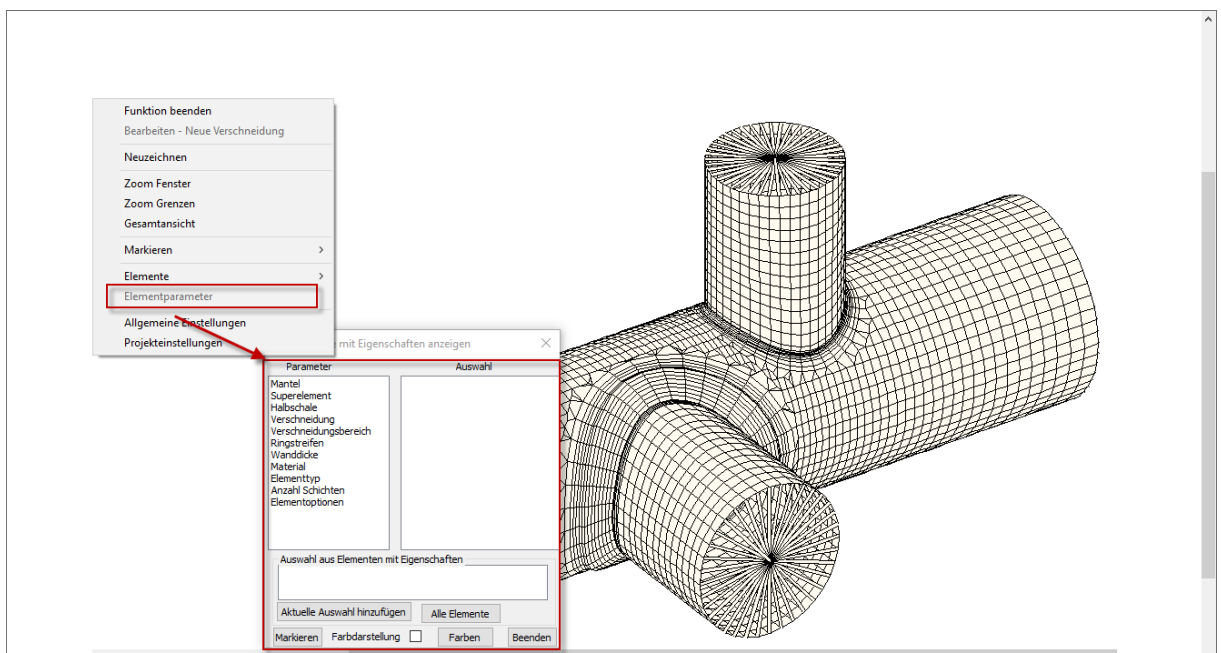
Die grafische Kontrolle des FESU-Modells sollte zunächst folgende Punkte beinhalten:

- Geometrie
- Vernetzung
- Netzteilung / Maschenweite
- Verschneidungszone
- Zuordnung der Wanddicken
- Zuordnung der Werkstoffe

Die Vernetzung sollte möglichst harmonisch sein. Sie kann vom Anwender nur über die Angaben zur Netzteilung beeinflusst werden.

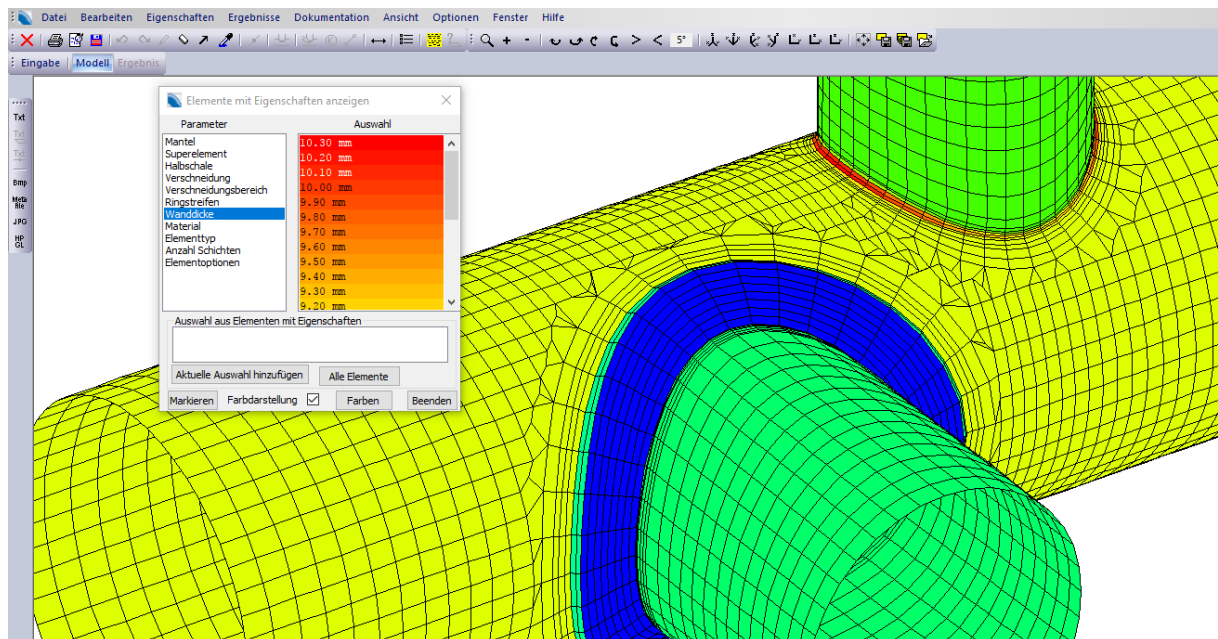
Es sollte möglichst eine progressive Axialteilung mit feinerer Teilung in Richtung erwarteter Problemstellen gewählt werden. Das verbessert in der Regel die Genauigkeit und spart Rechenzeit. Die Maschenweite kann durch Ausmessen und durch Anzeige der Eigenschaften eines FE-Elementes (indem der Mauscursor eine kurze Zeit über das betreffende Element gehalten wird) überprüft werden.

Im Modelmodus lassen sich die meisten Daten über die Funktion „Elementparameter“ (äquivalent zu „Abschnittsparameter“ aus ROHR2win) grafisch prüfen.

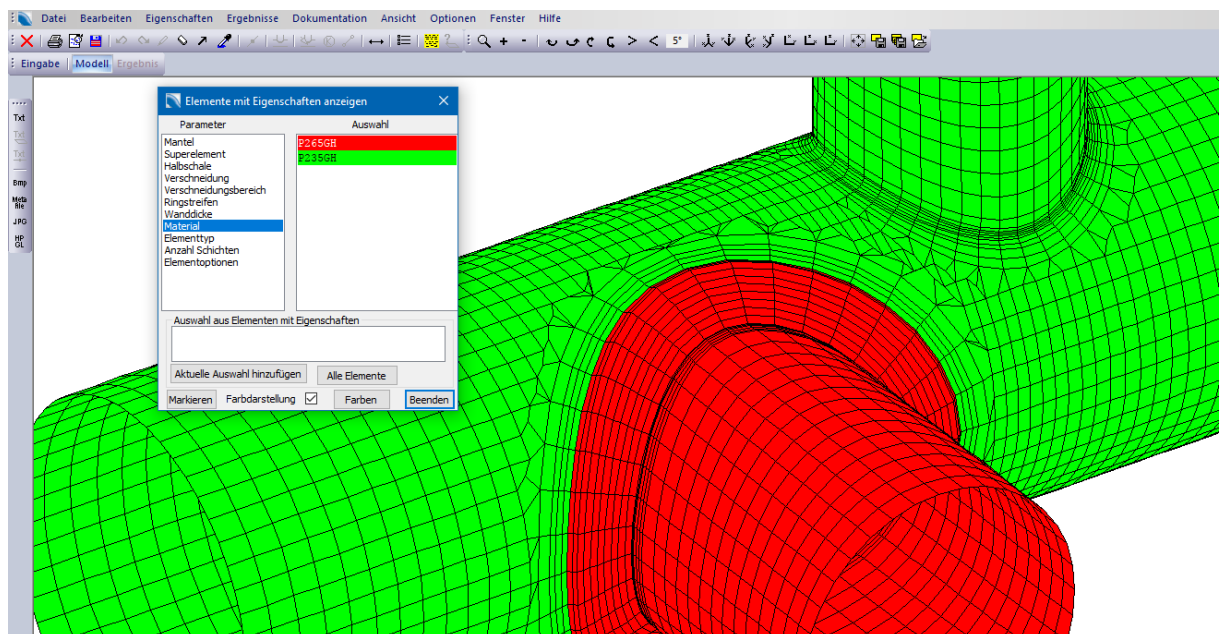


7 - ROHR2fesu - Einführung

Wanddicken der Elemente lassen sich effektiv an Hand der Farbdarstellung prüfen.



Auch Werkstoffe der einzelnen Superelemente lassen sich effektiv an Hand der Farbdarstellung prüfen.



Alternativ bietet auch die grafische Oberfläche die Möglichkeit, Ergebnisse tabellarisch aufzulisten und zu prüfen (*Eigenschaften*|*Superelemente*- / *Mäntel*- / *Verschneidungen*- auflisten):

- Koordinaten der Achspunkte
- Materialwerte
- Abmessungen der SE
- Wanddicken

The image displays three screenshots of software windows showing tabular data for different components of a ROHR2 calculation.

3 Superelemente

Filter:	Name	Anfangsp...	Endpunkt	Mantel	Typ	Material	R1 [mm]	S1 [mm]	R2 [mm]	S2 [mm]	Korrosion...	Fertigung...	Innendruck	Axialteilung	Umfangst...
Anfangspunkt	S3	P1	P4	J1	zentrische...	P235GH	198,80	8,80	198,80	8,80	1,00	1,10	ja	80	52
Endpunkt	S1	P2	P5	J2	zentrische...	P235GH	132,50	8,00	132,50	8,00	1,00	1,00	ja	13	42
Mantel	S2	P3	P6	J3	zentrische...	P265GH	158,40	7,10	158,40	7,10	1,00	0,89	ja	14	36
Typ															
Material															
R1 [mm]															
S1 [mm]															
R2 [mm]															
S2 [mm]															
Korrosion [mm]															
Fertigungstol.															
Innendruck															
Axialteilung															
Umfangsteilur															

3 Mäntel

Filter:	Name	Anfangsp...	Endpunkt	min. Au...	max. Aus...	Umfangst...
Anfangspunkt	J1	P1	P4	406,40	406,40	52
Endpunkt	J2	P2	P5	273,00	273,00	42
min. Aussend.	J3	P3	P6	323,90	323,90	36
max. Aussend.						
Umfangsteilur						

2 Verschneidungen

Filter:	Name	Knoten	Element	Mantel	Typ	Zwickel	Überstand	Verstärkung	Radius [...]
Knoten	I1	P6	S2	J1	Stutzen	nein	nein	ja	0,00
Element	I2	P5	S1	J1	Stutzen	nein	nein	nein	5,00
Mantel									
Typ									
Zwickel									
Überstand									
Verstärkung									
Radius [mm]									

7.5 Berechnung

ROHR2-Berechnung mit Steifigkeit und Belastungen aus Substruktur(en) durchführen. Die Substrukturen werden, falls erforderlich, vor der Berechnung des Stabwerks automatisch berechnet. Ergebnisse der Berechnungen sind Steifigkeitsmatrizen, Knotenbelastungen an den Anschlusspunkten und Knotenverformungen an allen Elementen aus Elementlasten.

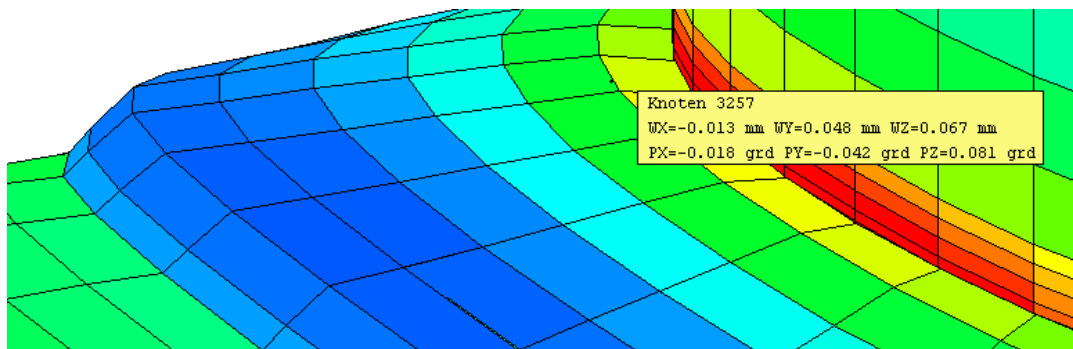
7.6 Ergebnisauswertung

Nach der Berechnung der speziellen Spannungsanalyse für Substrukturen stehen diese Ergebnisse für die Substruktur(en) zur Verfügung. Die errechneten Spannungen, Ausnutzungen und Verformungen können in ROHR2fesu grafisch dargestellt werden.

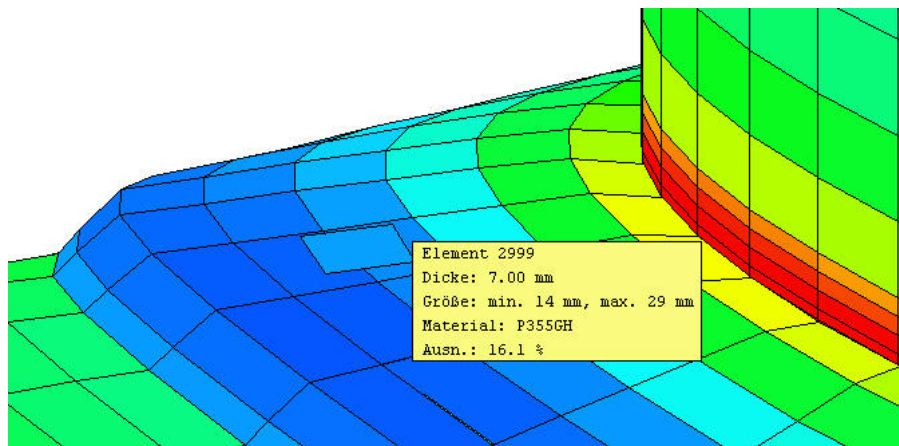
7.6.1 Grafische Kontrolle

Auch die Ergebnisse der FESU-Berechnung sollten zunächst einer grafischen Kontrolle unterzogen werden.

- Verformungsbilder auf Plausibilität prüfen
symmetrische Systeme müssen bei symmetrischer Belastung symmetrische Verformungs- und Spannungsbilder ergeben.
- Spannungsverläufe auf Plausibilität prüfen
- Detailergebnisse an Knoten bzw. Elementen



Ergebnisse an Knoten



Ergebnisse an Elementen

7.6.2 Spannungsbewertung

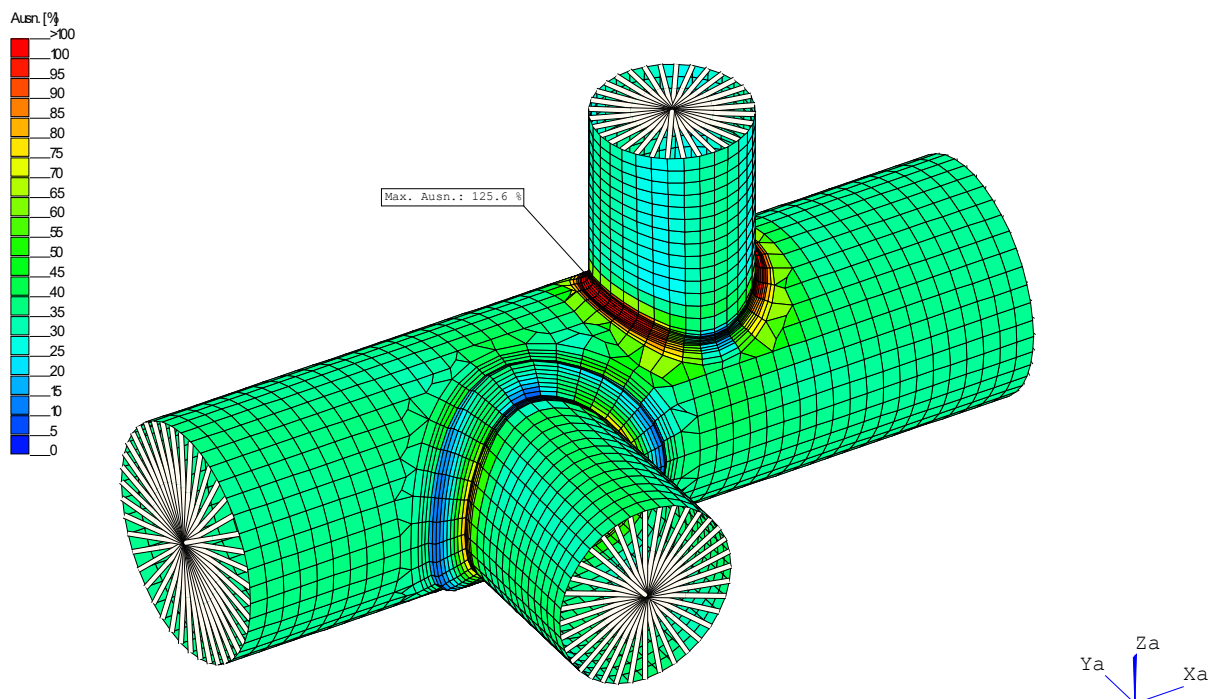
ROHR2fesu bietet eine automatische Spannungsanalyse in Anlehnung an EN 13445-3, Anhang C, ASME Section VIII, Div. 2, Part 5 sowie AD S4.

Anhang C von EN 13445-3 beschreibt eine Methode zur Spannungsabsicherung durch Kategorisierung der auftretenden Spannungen und durch Begrenzung dieser Spannungen auf zulässige Maximalwerte. In ASME Section VIII, Div. 2, Part 5 und AD S4 sind vergleichbare Verfahren beschrieben. Die Beschreibung der Spannungsbewertung erfolgt daher hier nur am Beispiel des Anhangs C von EN 13445-3.

Zu bewerten sind die folgenden Spannungsgleichungen:

- SPM: globale primäre Membranspannung
- SPL: lokale primäre Membranspannung
- SP: Gesamtprimärspannung Membran- + Biegespannungen
- SPQ: Lastfallrange Sekundärspannung + (Membran- + Biegespannung)

Beispiel: Gleichung SPM



Nachweis: 01 - SPM = S(Pm) < 1.00 * f - (Gewicht) - Ausn.: maximale Ausnutzung 125,6 %

Gleichung SPM

7.7 Optimierung

Optimierungsrechnungen am ROHR2-Modell außerhalb der Substruktur erfordern keine Neuberechnung der Substruktur.

Optimierungen an der Substruktur erfordern eine Neuberechnung der Gesamtstruktur.



7.8 Dokumentation

Die für die Modellgenerierung relevanten Eingabedaten sowie die Ergebnisse der durchgeführten Nachweise werden automatisch in einem vom Benutzer anpassbaren Bericht zusammengefasst. Die Berichtsgenerierung ist äquivalent zu der Berichtsgenerierung aus ROHR2 und kann auch in ROHR2 gesteuert werden.