

## Anlage zu Teil B

### Anwendung der Finite Elemente Methode (FEM) für räumliche Strukturen

Bei räumlichen Schalen- und Volumensystemen ist die Herleitung der Theorie erheblich aufwändiger als bei Stabwerksmodellen. Die praktische Vorgehensweise ist wie folgt:

- Preprozessing = Generierung der Struktur mit CAD-Programm (Anwender - z. B. mit AutoCAD, den Studierenden aus dem Grundstudium bekannt),
- Zuordnung der Werkstoffeigenschaften,
- Zerlegung der Struktur in einzelne Elemente (automatisiert durch FE-Programm),
- Berechnung der Steifigkeitsmatrix und Lösung des Gleichungssystems (FE-Programm),
- Postprozessing (FE-Programm + Anwender).

Im Folgenden werden einige praktische Aufgabenstellungen beschrieben, die zum Teil Bezug zu Forschungsarbeiten haben und daher für das Masterstudium besonders geeignet sind.

Die Studierenden können aus diesen Beispielen Seminararbeiten auswählen oder eigene Aufgabenstellungen definieren.

#### Aufgabe 1

Aufgabenstellung: Ermittlung der Beanspruchungen im Grenzbereich des durch hohen Außendruck beanspruchten und des unbeanspruchten Rohrbereichs (Grenzlinie = Dichtungsring)

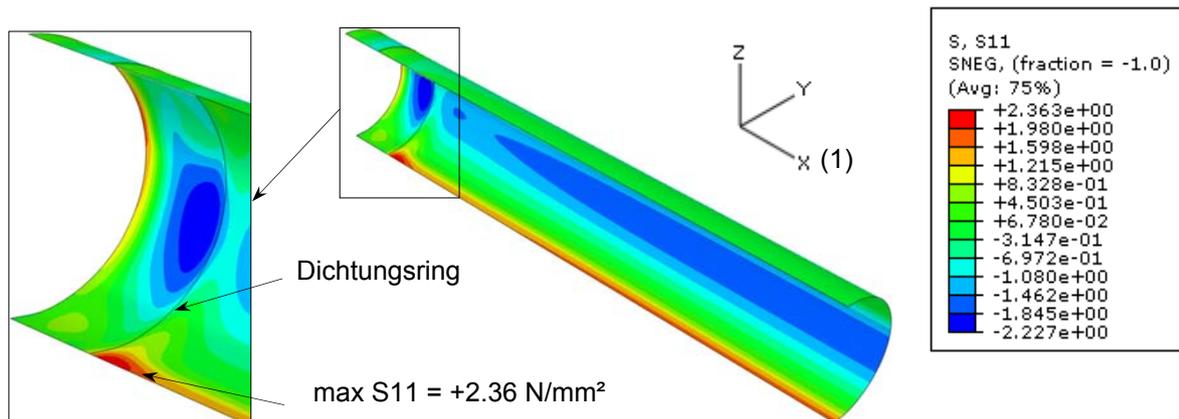


Bild B1 Längsspannungen  $\sigma_x$  (S11) auf der Innenseite eines GFK-Rohres DN 610 (Bachelorarbeit Fingerhut, 2010, vgl. [5])

## Aufgabe 2

Aufgabenstellung: Ermittlung der Beanspruchungen im Anschluss des Tangentialschachtes an einen Regenwassersammler aus Polypropylen

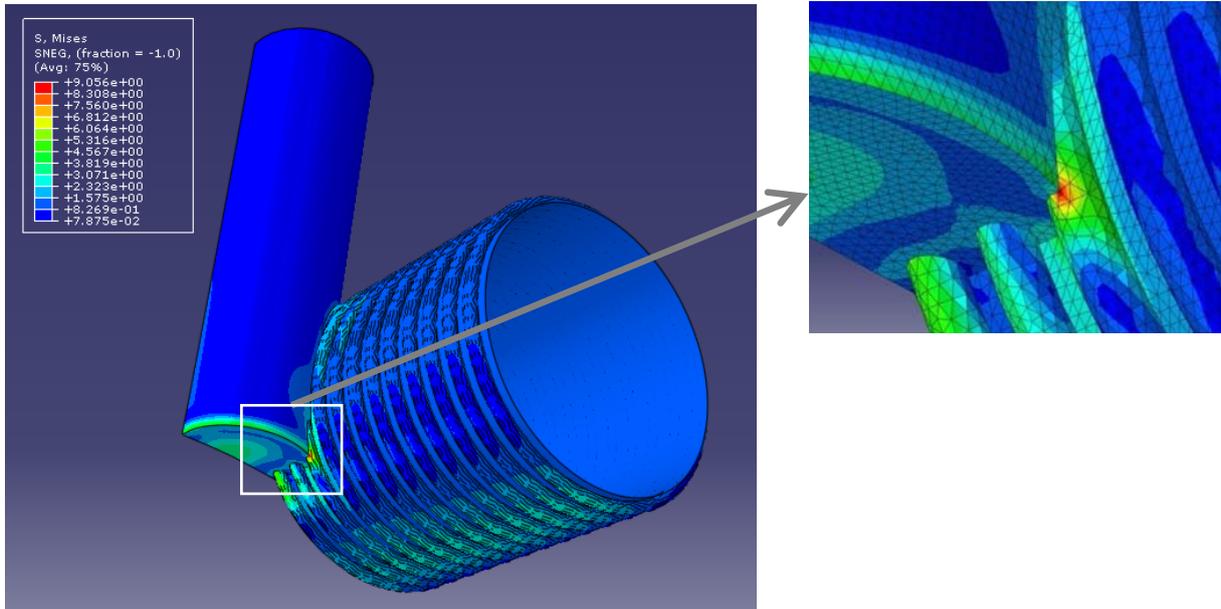


Bild B2 Glattwandiger Schacht DN 1000, profiliertes Rohr DN 2000

## Aufgabe 3

Aufgabenstellung: Erkennen von „hot-spots“ in einem Aluminium-Strangprofil und deren Milderung durch konstruktive Maßnahmen

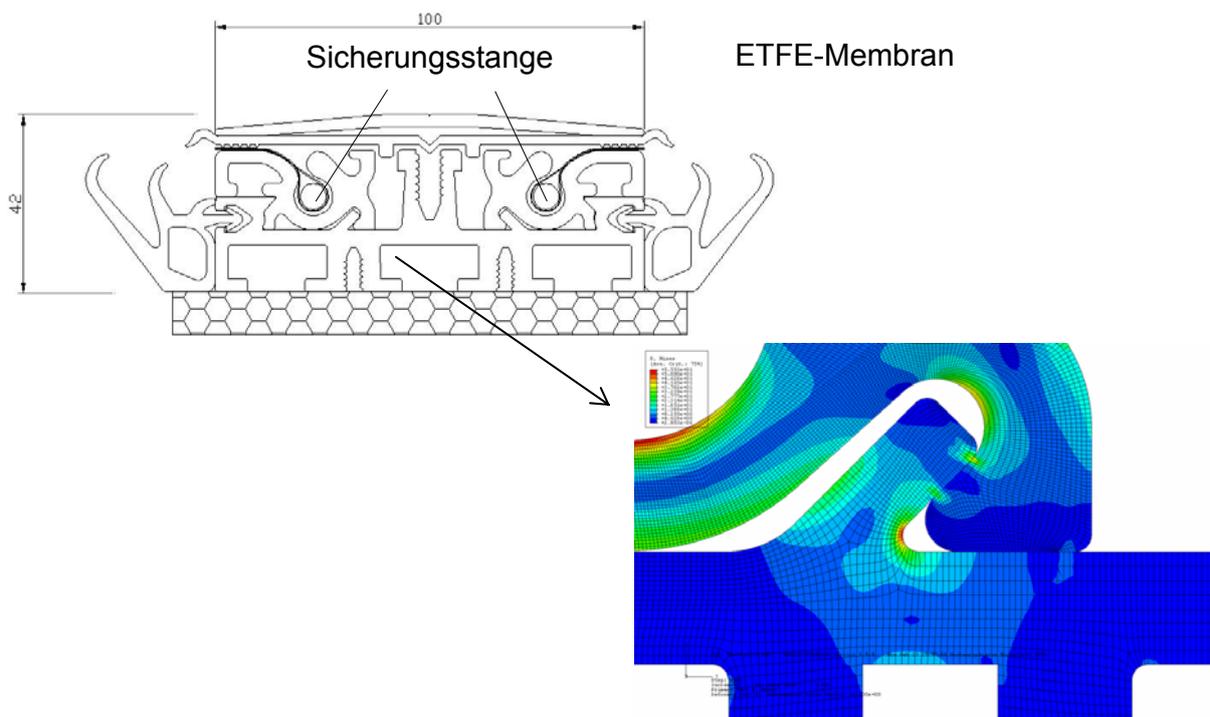


Bild B3 Aluminiumprofil zur Befestigung von ETFE-Folien an eine Tragkonstruktion im Membranbau, rechts: Detail, Spannungen

### Aufgabe 4

Aufgabenstellung: Anschluss eines Schachtes an ein Rohr – Durchdringung von zwei Kreiszylinderschalen

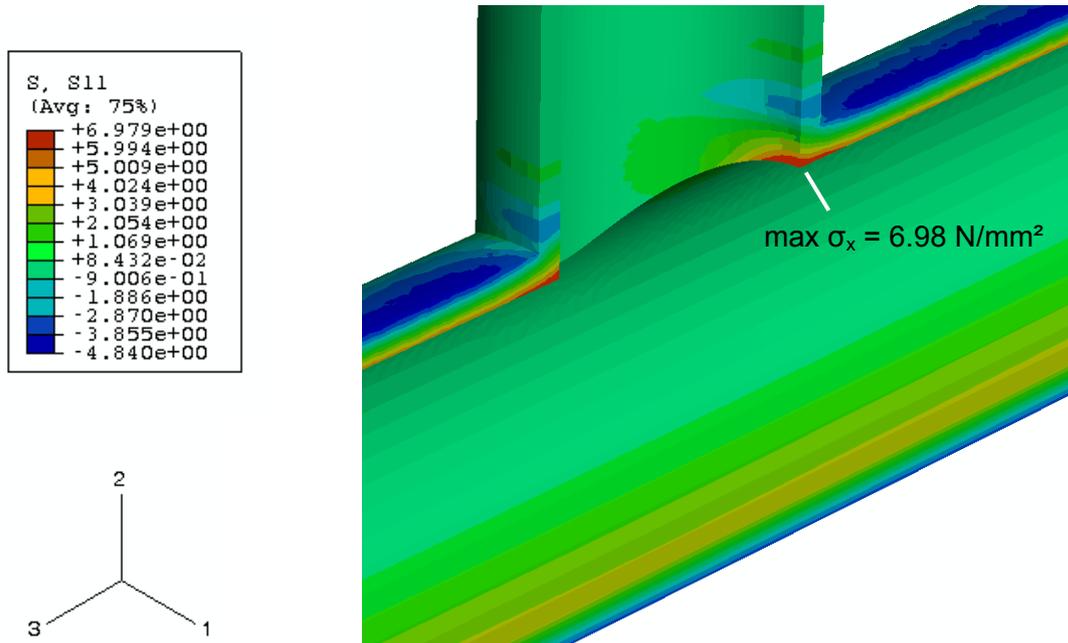


Bild B4 Schacht  $D_a = 820$  mm an ein GFK-Rohr  $D_a = 924$  mm

### Aufgabe 5

Aufgabenstellung: Kerbspannungen im Bereich einer seitlichen Anbohrung, optimale Lage des Seitenanschlusses

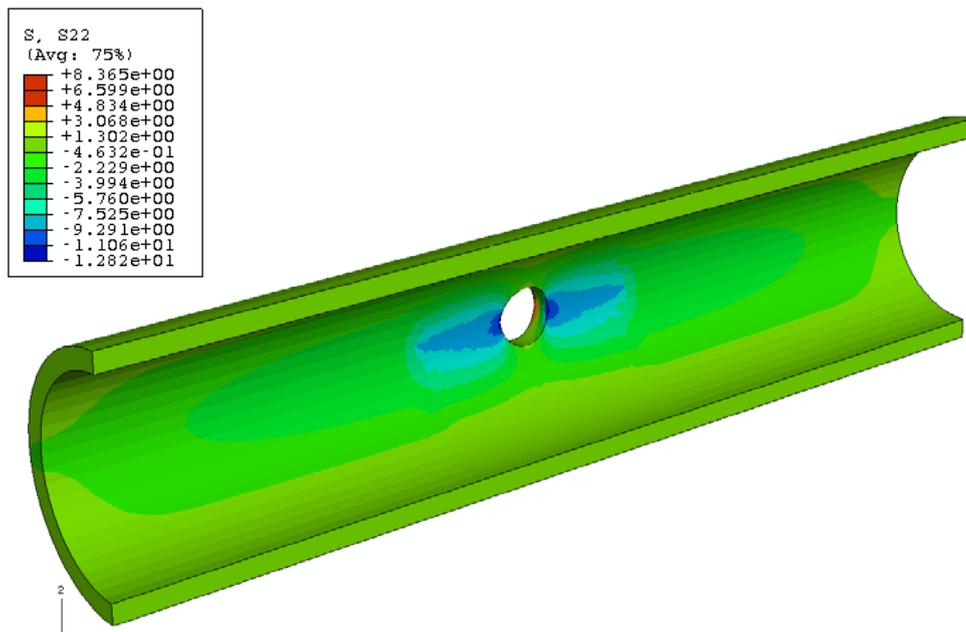


Bild B5 GFK-Rohr  $D_a = 924$  mm mit Anbohrung für Seitenanschluss  $D_a = 272$  mm, Umfangsspannungen

### Aufgabe 6

Aufgabenstellung: Kerbspannungen in „Schlitzrinnen“ zur Entwässerung von Flugfeldern – Simulation am Volumenmodell

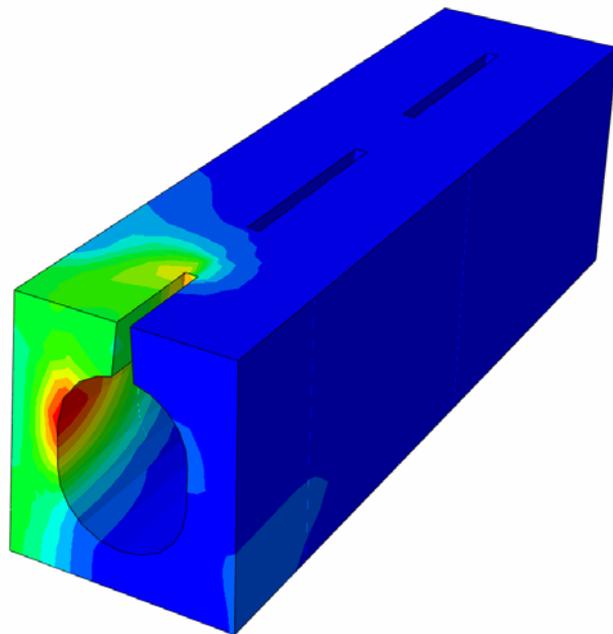


Bild B6 Stahlbetonkörper, Spannungen aus Radlasten (Flugzeug, Betankungsfahrzeuge)

### Aufgabe 7

Aufgabenstellung: Berechnung der Versagensmodi von GFK Prüfkörpern mit einem anisotropen Volumenmodell und Vergleich mit Scheiteldruckversuchen

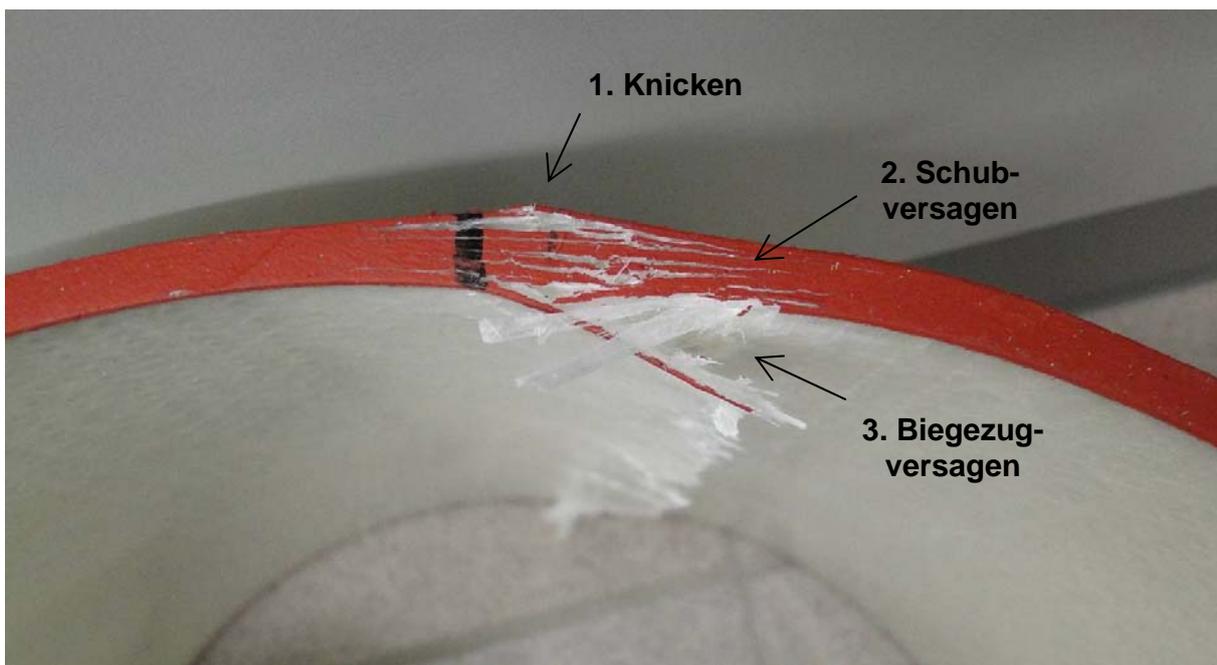


Bild B7 Ausschnitt aus einem Prüfkörper, der einem Scheiteldruckversuch unterzogen wurde (Diplomarbeit Frank Osterhues 2010, Fortsetzung Masterarbeit Fingerhut)

### Aufgabe 8

Aufgabenstellung: Grundlagenversuch zum zeitabhängigen Knicken von PE-Prüfkörpern – Anwendung eines geometrisch und physikalisch nichtlinearen FE-Modells

Ziel: Entwicklung von Knickspannungslinien für tragende Kunststoffbauteile

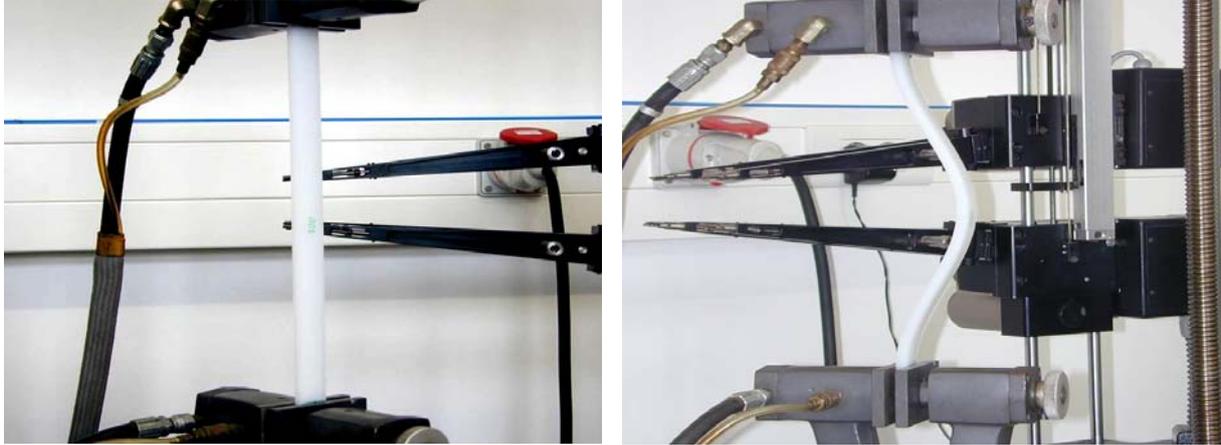


Bild B8 PE-Probekörper (4. Eulerfall) in der UMTS-Prüfmaschine, vor und nach Erreichen der kritischen Prüfzeit

### Aufgabe 9

Aufgabenstellung: Ermittlung der Grenzlast einer ringförmig verankerten PE-Platte bei Variation des Verankerungsabstandes  $x$

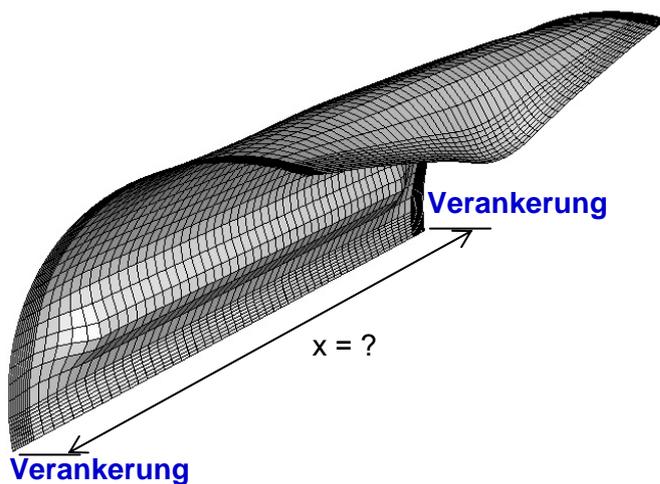


Bild B9 Selbsttragende PE-Platte zur Sanierung eines durch biogene Schwefelsäurekorrosion geschädigten Sammlers

### Aufgabe 10

Aufgabenstellung: Profilbeulen eines PE-Rohres infolge Außendruck (Erd- und Verkehrslaste, Wasseraußendruck)

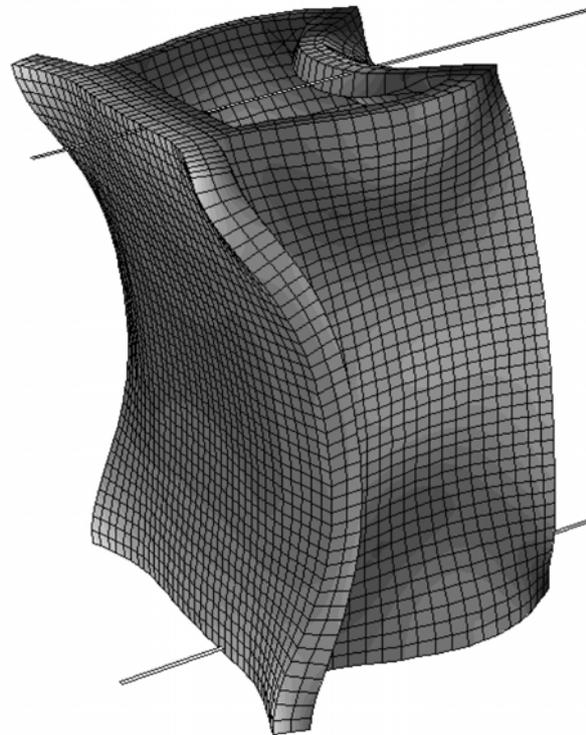


Bild B10 links: durch Axialdruck verformtes Probestück (Zeitstandversuch),  
rechts Verformungsfigur des FE-Modells

### Aufgabe 11

Aufgabenstellung: Beullast von durch  
Axiallasten und Biegemomente bean-  
spruchten Kreiszyinderschalen

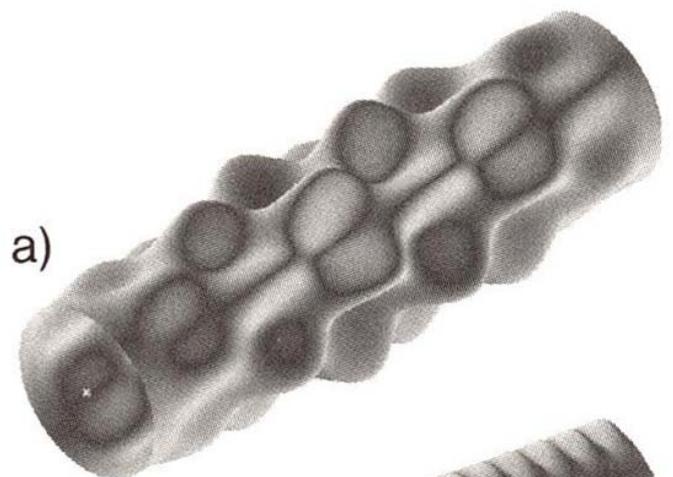
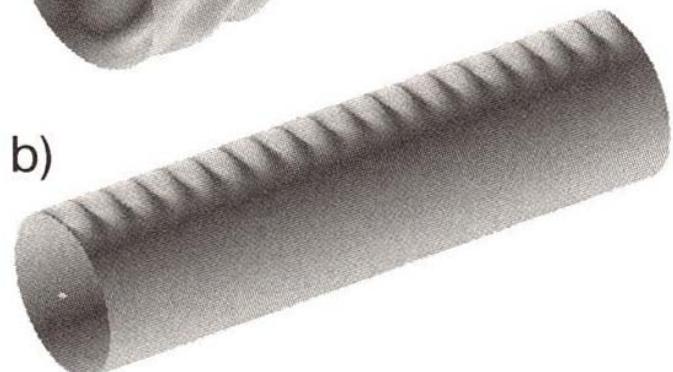


Bild B11 Beulfiguren von Kreiszyindern,  
Beanspruchungsart:

- a) Axialdruckkraft
- b) Biegemoment



Quelle: Stahlbau Kalender 2007.  
Ernst & Sohn, Berlin  
Abschnitt 8, Schaumann, Böker,  
Rutkowski, Wilke: Tragkonstruktionen  
für Windenergieanlagen