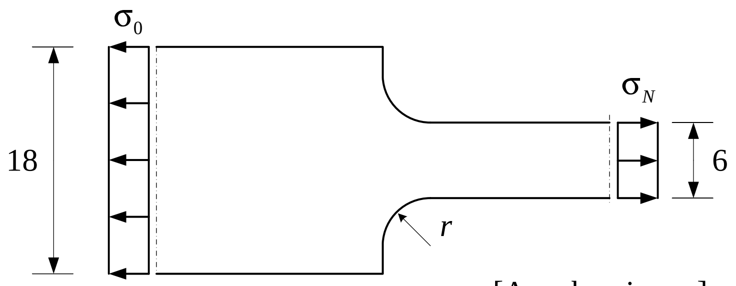
Aufgabe 1:

Gegeben ist eine Stahllasche mit einer Querschnittsverengung, die mit einer Zugspannung σ_0 belastet wird. Die Lasche besitzt eine konstante Dicke von $t = 6$ mm.



[Angaben in cm]

Gegeben: $\sigma_0 = 3{,}73$ kN/cm^2

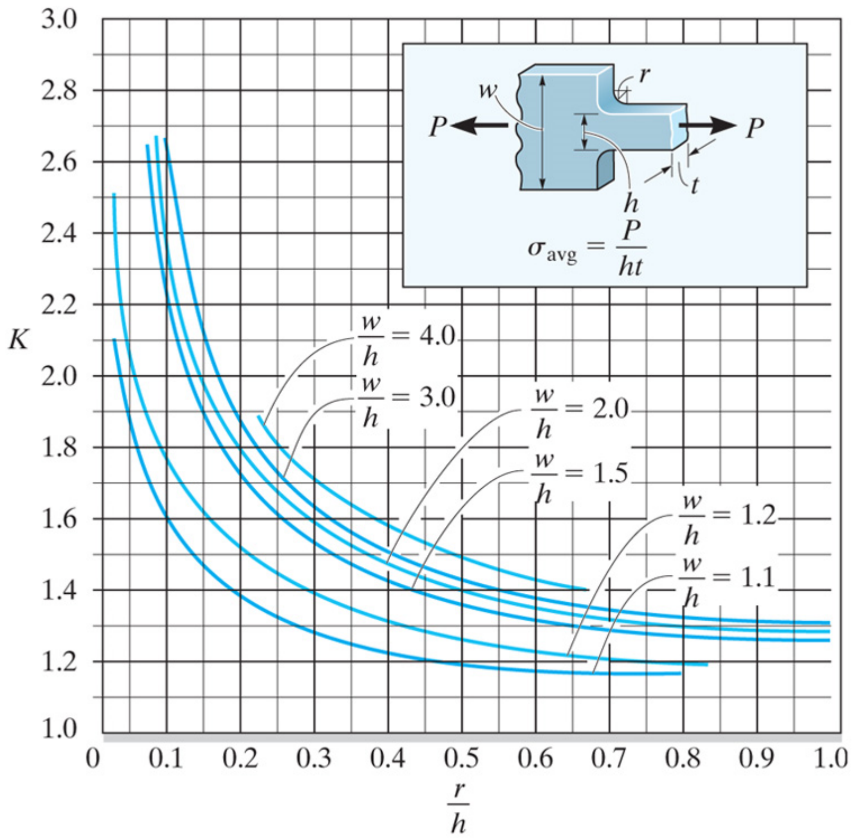
$\sigma_{zul} = 23{,}5$ kN/cm^2

a.) Wie groß darf der Spannungskonzentrationsfaktor K maximal sein, damit die maximal zulässige Spannung σ_{zul} nicht überschritten wird?

b.) Bestimmen Sie mithilfe des beigefügten Diagramms den benötigten Radius r, damit die Spannung σ_{zul} eingehalten wird.

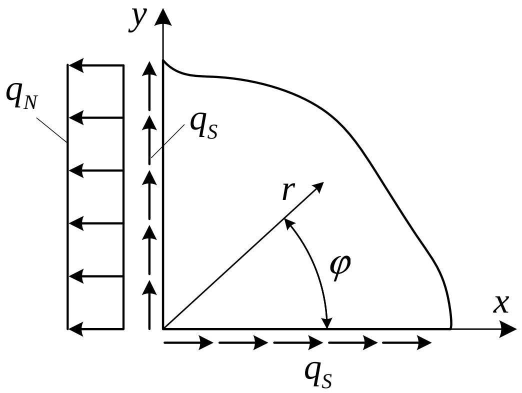
c.) Welche maximale Spannung tritt in der Lasche auf, wenn ein doppelt so großer Radius wie der benötigte in b.) gewählt wird?

d.) Vergleichen Sie die beiden Ergebnisse aus b.) und c.) und machen Sie eine Aussage über die Auswirkung des Radius auf die Spannungskonzentration.



Aufgabe 2:

Gegeben ist die dargestellte Viertelscheibe mit unendlicher Ausdehnung in radialer Richtung. Die Scheibe wird beansprucht durch eine Normalspannung $q_N = 20\,\text{kN/m}^2$ am vertikalen Rand sowie durch eine positiven Schubspannung $q_S = 6,367\,\text{kN/m}^2$ entlang der beiden Ränder.



Die Airysche Spannungsfunktion für das Problem lautet:

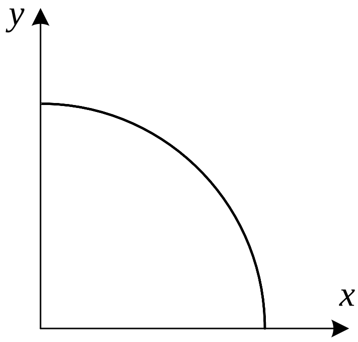
$$F(r,\varphi) = r^2\left[A_1 + A_2\varphi + A_3\cos(2\varphi) + A_4\sin(2\varphi)\right]$$

a.) Bestimmen Sie anhand der Randbedingungen der Scheibe die unbekannten Koeffizienten A_1 bis A_4 der Airyschen Spannungsfunktion $F(r,\varphi)$ und geben Sie die Funktionen für die Spannungen σ_r, σ_φ und $\tau_{r\varphi}$ in Abhängigkeit von r und φ an.

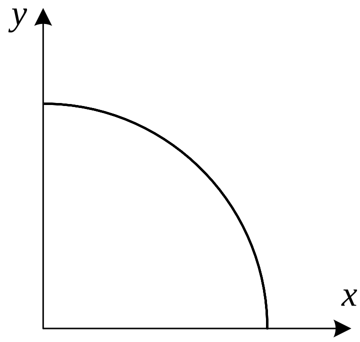
b.) Bestimmen Sie die Spannungen σ_r und σ_φ in folgenden Schnitten:

$\varphi = 0;\qquad \varphi = \dfrac{\pi}{4};\qquad \varphi = \dfrac{\pi}{2}.$

c.) Stellen Sie die berechneten Werte für σ_r und σ_φ grafisch dar. Nutzen Sie dafür die folgenden Diagramme:



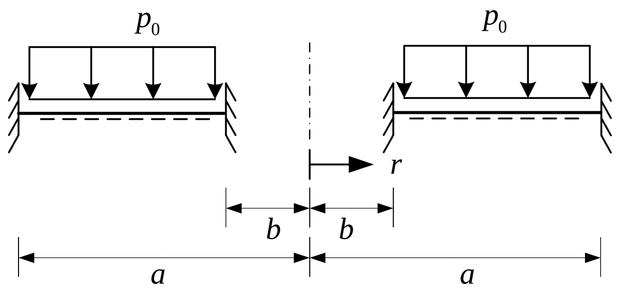
σ_r

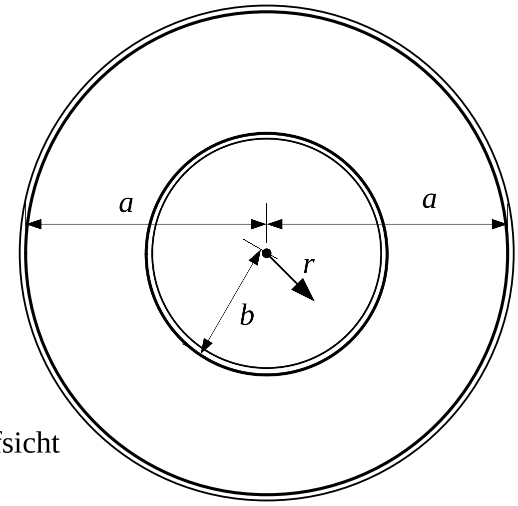


σ_φ

Aufgabe 3:

Gegeben ist die dargestellte Kreisringplatte unter der Volllast p_0.





Draufsicht

Gegeben:

$K = 50000$ kNm

$\nu = 0,25$

$a = 5,0$ m

$b = 2,0$ m

$p_0 = 10$ kN/m^2

Die Funktion der Durchbiegung $w(\rho)$ lautet:

$$w(\rho) = \frac{1}{64}\frac{p_0 \cdot a^4}{K}\left(-1,2929 + 0,2929 \cdot \rho^2 - 0,7121 \cdot \ln\rho - 3,8737 \cdot \rho^2 \cdot \ln\rho + \rho^4\right)$$

$$\text{mit: } \rho = \frac{r}{a}$$

a.) Bestimmen Sie die Biegemomente $m_r(\rho)$ und $m_\varphi(\rho)$.

b.) Geben Sie die Durchbiegung w an der Stelle $r = 3,5$ m und das Biegemoment m_r an den Stellen $r = 2,0$ m, $r = 3,5$ m und $r = 5,0$ m.

c.) Stellen Sie den Verlauf des Biegemomentes $m_r(\rho)$ grafisch dar.

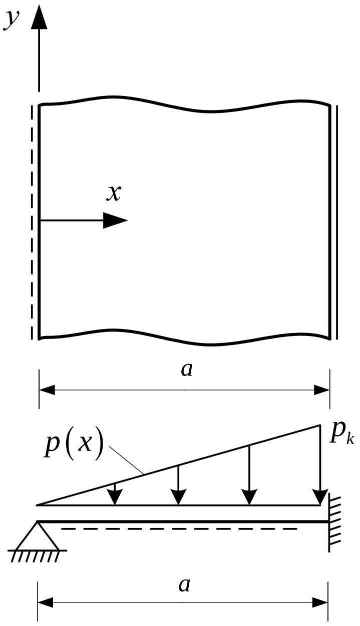
Hinweis:

Für die Ableitungen von $w(\rho)$ nach der Variablen *r* gilt die Kettenregel:

$$\frac{\partial w}{\partial r} = \frac{\partial w}{\partial \rho} \cdot \frac{\partial \rho}{\partial r} = \frac{\partial w}{\partial \rho} \cdot \frac{1}{a}$$

Aufgabe 4:

Gegeben ist der dargestellte Plattenstreifen, dessen Ausdehnung in y-Richtung unendlich groß ist. Der Plattenstreifen ist am linken Rand gelenkig gelagert und am rechten Rand eingespannt, und wird durch eine Dreiecksbelastung beansprucht.



Gegeben:

$a = 4\,\mathrm{m}$

$p_k = 6\ \mathrm{kN/m^2}$

$E = 33000\ \mathrm{MN/m^2}$

$\nu = 0,25$

$h = 0,20\ \mathrm{m}$

a.) Berechnen Sie die Plattensteifigkeit *K*.

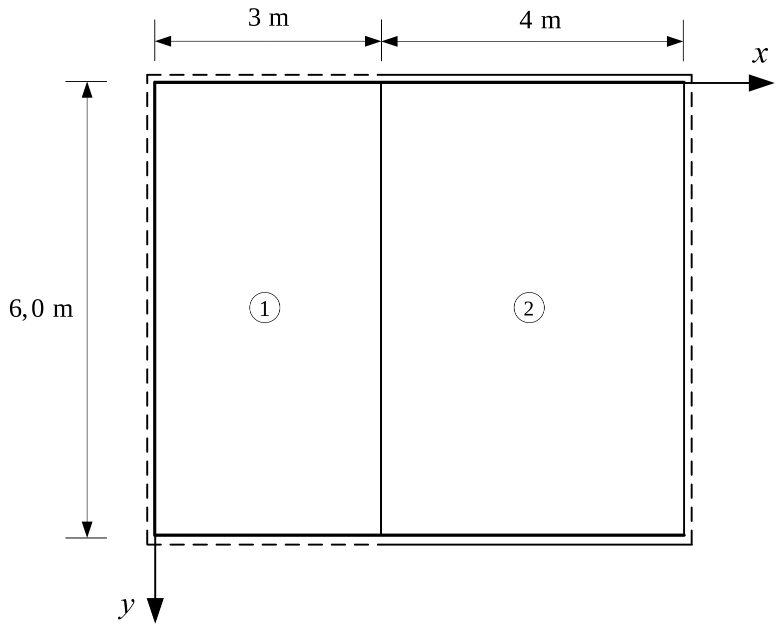
b.) Bestimmen Sie die Durchbiegung $w(x,y)$ der Platte, deren Biegemomente $m_x(x,y)$ und $m_y(x,y)$ sowie deren Querkräfte $q_x(x,y)$ und $q_y(x,y)$.

c.) Wie groß ist die Durchbiegung bei $x = a/2$? Wie groß ist das Biegemoment $m_x(x,y)$ an der Einspannstelle?

d.) Vergleichen Sie die Durchbiegung des Plattenstreifens mit der Durchbiegung eines Balkens mit der Breite $b = 1\ \mathrm{m}$ und sonst gleichen Abmessungen und Auflagerbedingungen.

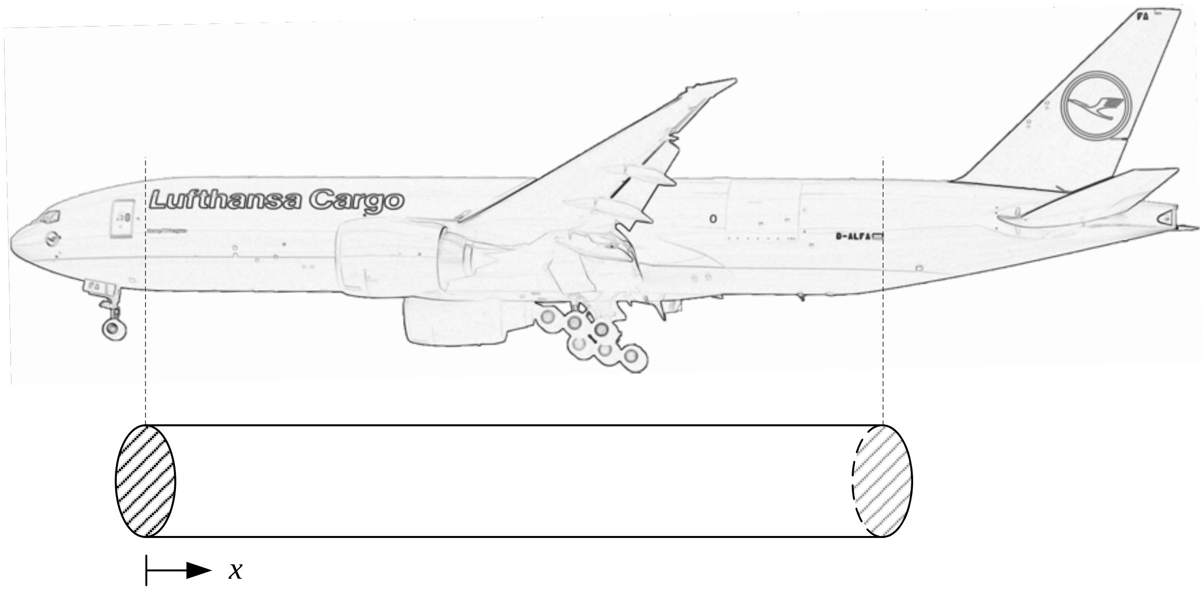
Aufgabe 5:

Gegeben ist die dargestellte zweifeldrige Platte mit voller Drillsteifigkeit. Berechnen Sie mithilfe des Verfahrens nach Pieper/Martens alle relevanten Stütz- und Feldmomente in x-Richtung für eine konstante Flächenlast $p_0 = 24\ \text{kN/m}^2$.

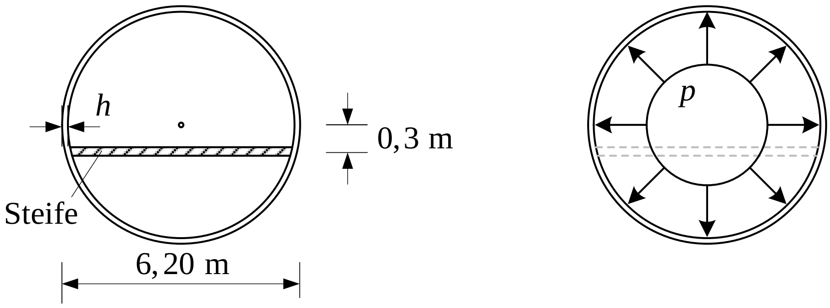


Aufgabe 6:

Der Rumpf einer Boeing 777F kann näherungsweise als eine geschlossene Zylinderschale mit Deckeln vereinfacht werden.



Beim Erreichen der Reiseflughöhe wird in der Druckkabine ein Überdruck von etwa $p = 60$ kN/m² gegenüber der Außenseite erzeugt, der die gesamte Zylinderschale beansprucht.



Skizze 1 Skizze 2

a.) Markieren Sie qualitativ in der Skizze 1 des Rumpfquerschnitts die Bereiche, in denen eine Berechnung nach der Membrantheorie durchgeführt werden kann. Welche Theorie muss für den Rest des Querschnitts gewählt werden?

b.) Berechnen Sie für den Fall des Flugzeugquerschnitts <u>ohne</u> Steife (Skizze 2) die erforderliche Mindestdicke h der Rumpfschale, damit die auftretende Vergleichs-spannung $\sigma_V = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_\vartheta^2}$ nicht die maximal zulässige Spannung $\sigma_{zul} = 450$ N/mm^2 übersteigt.

c.) Bestimmen Sie mit dem unter b.) berechneten Wert für h die Verschiebungen u, v und w an der Stelle $x = 10$ m.

Gegeben: $E = 70000$ N/mm^2

$\nu = 0,34$

Hinweis:

$$\sigma_x = \frac{N_x}{h}; \qquad \sigma_\vartheta = \frac{N_\vartheta}{h}.$$