

Teilprüfung

EINFÜHRUNG IN DIE FESTIGKEITSLEHRE

Professor Dr. rer. nat. Siegfried Schmauder

Datum: 11.02.2013

Hilfsmittel: ausgegebenes Formelblatt,
nichtprogrammierbarer Taschenrechner

Prüfungsdauer: 60 min

Der im 1. Prüfungsteil aufgeführte Hinweis für Wiederholer gilt auch für diese Teilprüfung.

Nur die auf dem Aufgabenblatt eingetragenen Lösungen und Lösungswege werden eingesammelt und bewertet! Der Lösungsweg wird mitbewertet!

Name: _____

Matrikelnummer: _____

Studiengang: _____

Guten Erfolg!

Aufgabe 1:

(30 Punkte)

Eine geschliffene Antriebswelle (siehe Abbildung 1.1) aus 42CrMo4 wird durch eine statische Vorspannkraft belastet. Zusätzlich können im Betrieb weitere Zugkräfte sowie Biegemomente auftreten. Im betrachteten Bereich besitzt die Antriebswelle einen Absatz.

42CrMo4: $R_e = 650\text{MPa}$; $R_m = 1100\text{MPa}$; $E = 210000\text{MPa}$; $\mu = 0,3$; $A_5 > 12\%$

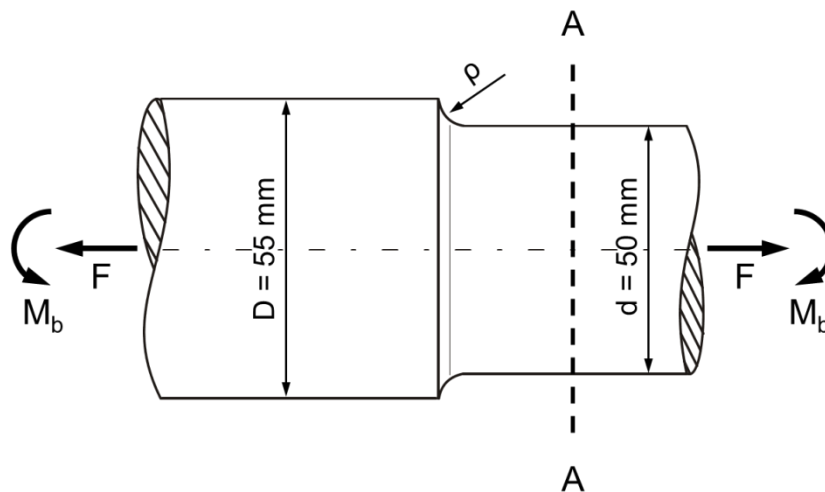


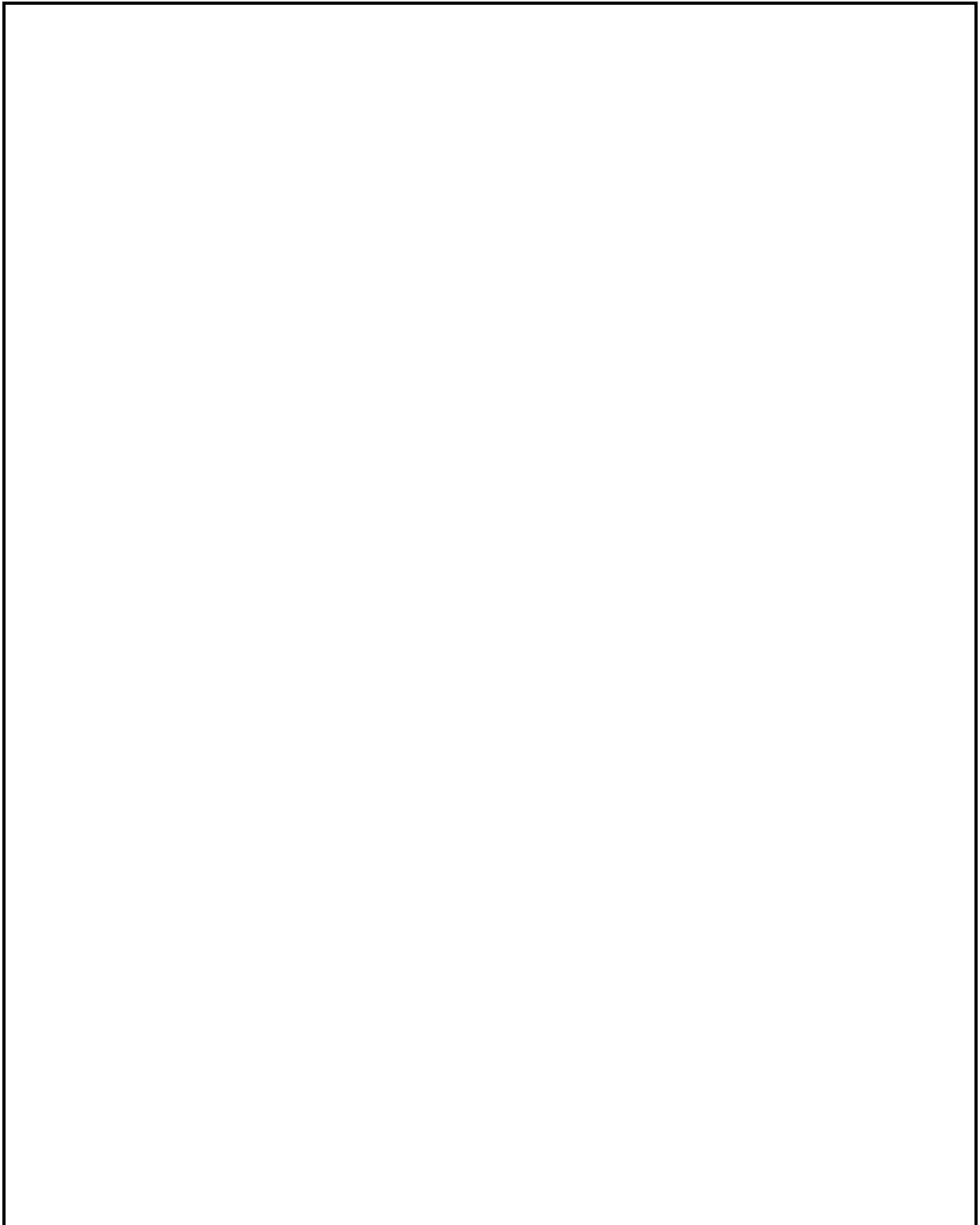
Abbildung 1.1: Antriebswelle aus 42CrMo4

Zunächst wirkt nur die statische Vorspannkraft $F_1 = 20\text{kN}$ auf die Antriebswelle.

- a) Berechnen Sie die Zugspannung in Axialrichtung σ_{zugl} im Querschnitt A-A (siehe Abbildung 1.1).

Falls Sie Aufgabenteil 1 a) nicht lösen können, verwenden Sie $\sigma_{\text{zugl}} = 10 \text{ MPa}$.

- b) Im Betrieb tritt zusätzlich zur statischen Vorspannkraft $F_1 = 20 \text{ kN}$ ein überlagertes Biegemoment M_b auf. Bei welchem statisch wirkenden Biegemoment M_b beginnt der Werkstoff im Querschnitt A-A (siehe Abbildung 1.1) zu fließen?



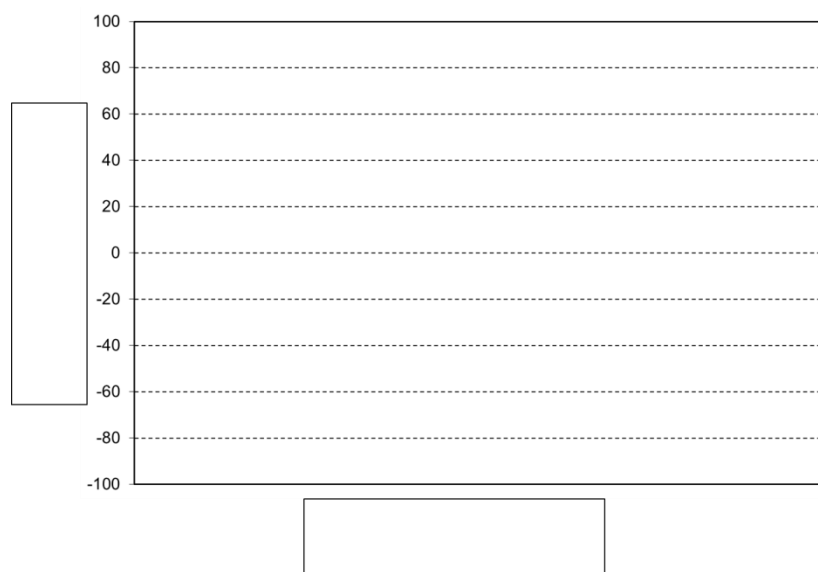
Im Folgenden können Biegemomente komplett vernachlässigt werden.
Es wirken ausschließlich axiale Zugkräfte.

- c) Wie groß muss der Kerbradius ρ mindestens sein, wenn lediglich die statische Vorspannkraft $F_1 = 20\text{kN}$ anliegt und die Kerbspannung maximal 3,0 % der Streckgrenze betragen soll?

Aufgrund betrieblicher Vorgaben wird die Antriebswelle mit einem Kerbradius von $\rho = 2,5 \text{ mm}$ gefertigt.

In Ausnahmefällen wirkt zusätzlich zur statischen Vorspannkraft $F_1 = 20 \text{ kN}$ eine rein wechselnde Zugkraft mit der Amplitude $F_2 = \pm 60 \text{ kN}$.

- d) Zeichnen Sie den daraus resultierenden Kraft-Zeit-Verlauf maßstäblich in untenstehendes Diagramm. Beschriften Sie die Achsen und kennzeichnen Sie die Belastungsamplitude F_a . Wie groß ist die maximal auftretende Kraft?



- e) Dauerfestigkeitsschaubilder (DFS) beschreiben den Zusammenhang zwischen der ertragbaren Spannungsamplitude σ_A und der Mittelspannung σ_m . Nennen Sie zwei Dauerfestigkeitsschaubilder (Namen).

- f) Bestimmen Sie für die Maximalkraft aus Aufgabenteil 1 d) die Sicherheit gegen Fließen (Fließbeginn) und begründen Sie, ob die Sicherheit ausreichend ist.

Hinweis: Kerbquerschnitt betrachten.

- g) Bestimmen Sie für die überlagerte Belastung aus Aufgabenteil 1 d) die Sicherheit gegen Schwingungsbruch in der Kerbe und begründen Sie, ob die Sicherheit ausreichend ist.

Hinweis: Kerbquerschnitt betrachten.

Falls Sie Aufgabenteil f) nicht lösen konnten, verwenden Sie $\alpha_{k,zd} = 2,0$.

Aufgabe 2:

(30 Punkte)

In einem rohrförmigen Behälter aus der Aluminiumlegierung 7475 (AlZn5,5MgCu) wird gasförmiger Treibstoff gelagert (siehe Abbildung 2.1). Der Tank hat einen Innendurchmesser von $d_i = 300\text{mm}$, eine zylindrische Länge von $l = 1200\text{mm}$ und eine Wandstärke von $s = 2\text{mm}$.

AlZn5,5MgCu: $R_e = 450\text{MPa}$; $R_m = 550\text{MPa}$; $E = 70000\text{MPa}$; $\mu = 0,3$; $A_5 \geq 10\%$

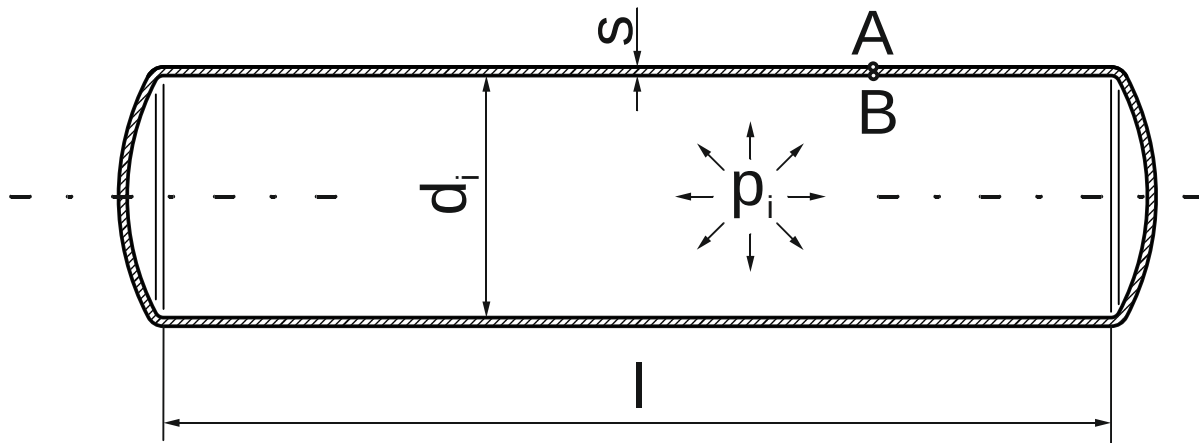
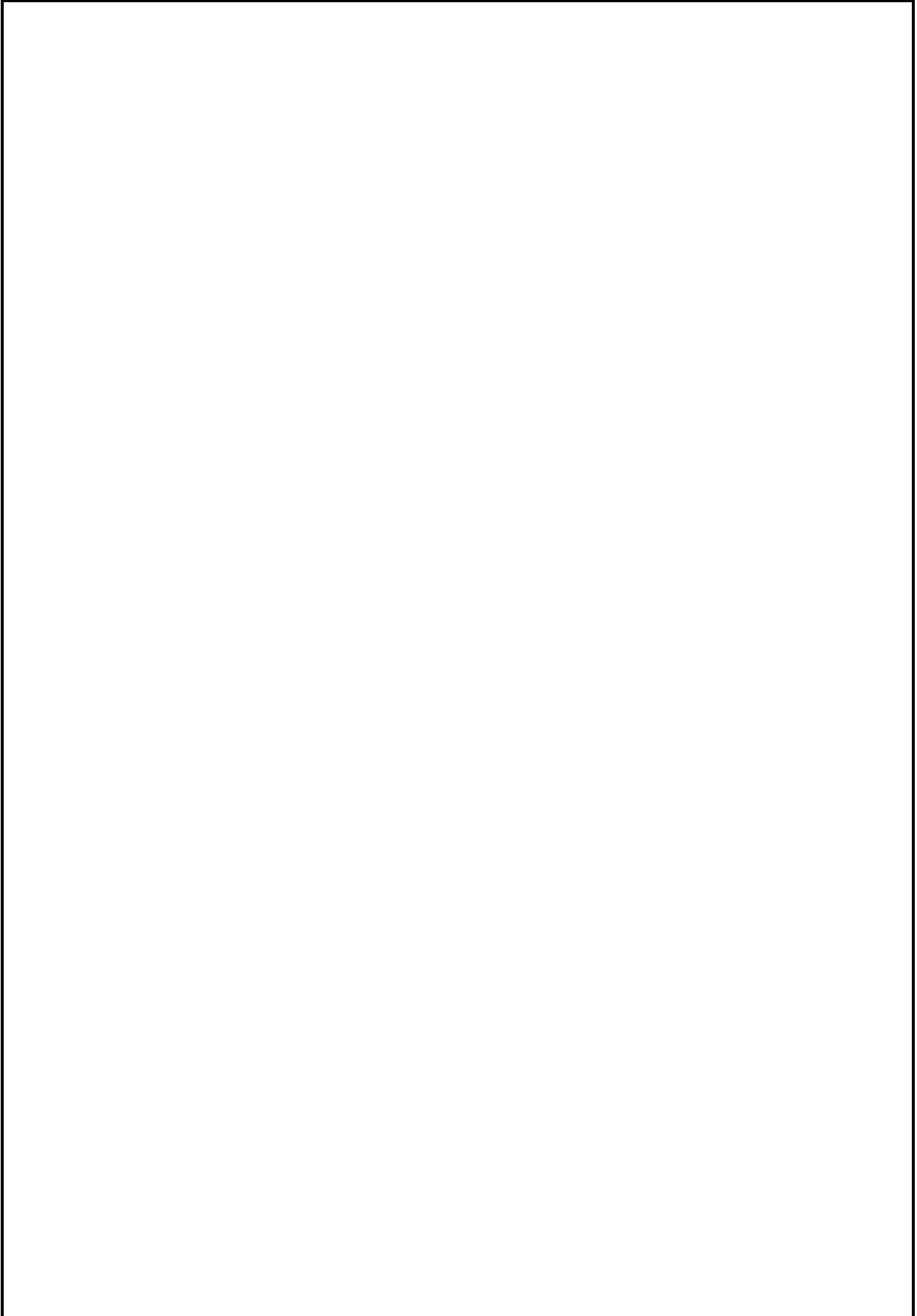


Abbildung 2.1: Treibstofftank aus AlZn5,5MgCu

- a) Der Tank wird mit gasförmigem Treibstoff mit einem Überdruck von 20 bar gefüllt. Berechnen Sie die Längsspannungen σ_l , die Radialspannungen σ_r und die Umfangsspannungen σ_u an den Punkten A (Rohraußenseite) und B (Rohrinneenseite), siehe Abbildung 2.1. Ist diese Belastung mit Sicherheit ertragbar? Verwenden Sie gegebenenfalls die Gestaltänderungsenergiehypothese (GEH).



zu 2 a)



- b) Wird die Sicherheit gegen Versagen größer oder kleiner, wenn Sie in Aufgabenteil 2 a) statt der Gestaltänderungsenergiehypothese (GEH) die Schubspannungshypothese (SH) verwenden? Begründen Sie Ihre Antwort.

- c) Bei einer anderen Anwendung wurden am Tank die folgenden Spannungen am Punkt A (siehe Abbildung 2.1) numerisch ermittelt: $\sigma_l = 50 \text{ MPa}$, $\sigma_u = 100 \text{ MPa}$ und $\sigma_r = 0 \text{ MPa}$. Um wie viel verlängert sich bei dieser Belastung der zylindrische Teil des Behälters?

- d) Bei einer Reparatur wird ein Wanddurchriss im Behälter geschweißt. Die Schweißnaht verläuft dabei unter 15° zur Zylinderachse (siehe Abbildung 2.2). Wie groß ist die Normalspannung senkrecht zur Naht und welche Schubspannung ergibt sich parallel zur Naht? Verwenden Sie für die Berechnung die folgenden Spannungen: $\sigma_l = 50 \text{ MPa}$, $\sigma_u = 100 \text{ MPa}$ und $\sigma_r = 0 \text{ MPa}$.

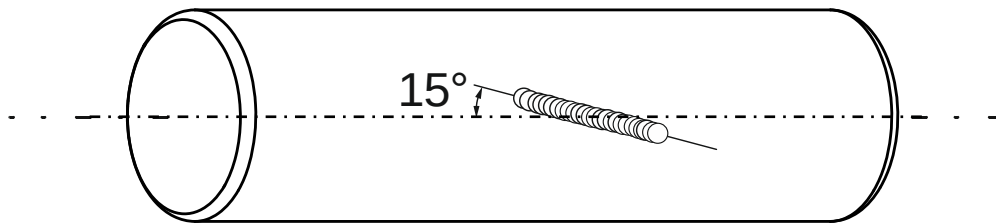


Abbildung 2.2: Treibstofftank mit Reparaturschweißnaht aus AlZn5,5MgCu

- e) Der Tank soll an einem Tiefseetauchboot montiert werden. Der Tank wird wieder mit 20 bar Überdruck an Land befüllt. Das Tauchboot soll mindestens 2000 m tief tauchen können. Wie dick muss die Wandung gewählt werden, damit Fließen in Wandmitte mit Sicherheit ausgeschlossen wird (Berechnung nach Schubspannungshypothese (SH))? Bitte beachten Sie bei der Bestimmung von $\sigma_{\max}$, dass der Behälter unter Außendruck steht. Der Innendurchmesser des Tanks soll sich durch die veränderte Wanddicke nicht ändern ($d_i = \text{konst.}$). Wenn es Ihnen nicht gelingt, den in 2000 m Tiefe wirkenden Druck zu berechnen, verwenden Sie bitte $p_a = 20 \text{ MPa}$.