

Teilprüfung zur Diplom-Vorprüfung im Fach
EINFÜHRUNG IN DIE FESTIGKEITSLEHRE

Professor Dr. rer. nat. S. Schmauder

Datum: 10. Oktober 2005

Hilfsmittel: Ausgegebenes Formelblatt, nichtprogrammierbarer Taschenrechner

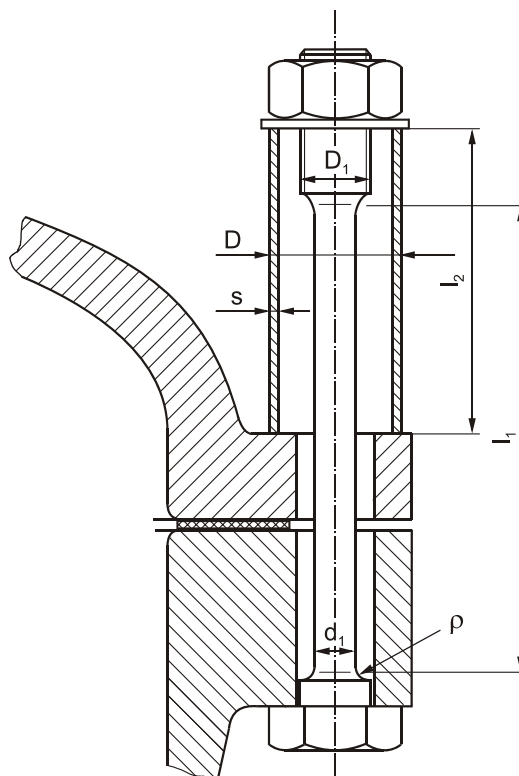
Der im 1. Prüfungsteil aufgeführte Hinweis für Wiederholer gilt auch für diese Teilprüfung
Der Lösungsweg zu den einzelnen Teilaufgaben ist mit abzugeben!

Name:

Matrikelnummer:

Aufgabe 1

Der Deckel eines Reaktorgefäßes ist am zylindrischen Teil durch Dehnschrauben mit Distanzhülsen befestigt, siehe Bild 1. Die Schrauben sind aus dem Werkstoff C45 und die Distanzhülsen aus S260.



$l_1 = 130 \text{ mm}$
 $l_2 = 80 \text{ mm}$
 $D = 30 \text{ mm}$
 $D_1 = 16 \text{ mm}$
 $d_1 = 12 \text{ mm}$
 $s = 3 \text{ mm}$
 $\rho = 5 \text{ mm}$

Bild 1: Deckel eines Reaktorgefäßes

C45: $R_{p0,2} = 490 \text{ MPa}$; $R_m = 700 \text{ MPa}$; $A_5 = 16 \%$; $E = 210000 \text{ MPa}$; $\mu = 0,3$

S260: $R_e = 260 \text{ MPa}$; $R_m = 420 \text{ MPa}$; $A_5 = 22 \%$; $E = 210000 \text{ MPa}$; $\mu = 0,3$

Im drucklosen Zustand werden die Schrauben mit einer statischen Zugkraft von je $F_V = 25 \text{ kN}$ vorgespannt.

(Hinweis: Kerbwirkungen am Schaft der Schrauben sind in den Aufgabenteilen 1 a) – 1 d) zu vernachlässigen!)

- a) Berechnen Sie die hieraus entstehende Längenänderung der Schraube. Wie ändert sich die Höhe der Hülse?

Eintragung Endergebnis	Ergebnis	Einheit
Längenänderung der Schraube:		
Längenänderung der Hülse:		

- b) An welcher Stelle würde bei weiterem Ansteigen der Vorspannkraft zuerst plastische Verformungen auftreten? In den Schrauben oder in den Hülsen? Wie groß ist die Kraft? Wäre bei der Hülse mit der Gefahr des Knickens zu rechnen? (ausführliche Begründung!)

Eintragung Endergebnis	Ergebnis	Einheit
Stelle an der zuerst plastische Verformung auftritt:		
Kraft bei Fließbeginn:		

Im Betrieb sind der Vorspannkraft noch zusätzliche wechselnde Belastungen mit der Amplitude $F_a = 12,5 \text{ kN}$ überlagert

- c) Welche Versagensmöglichkeiten sind hierbei für die Schrauben (geschliffene Oberfläche) in Betracht zu ziehen?

Versagensarten:	
1)	2)

d) Wie groß sind die entsprechenden Sicherheiten? Sind diese ausreichend?

Eintragung Endergebnis	Ergebnis	Ausreichend (ja/nein)
Sicherheit zu Versagensart 1):		
Sicherheit zu Versagensart 2):		

e) Ist die wechselnde Beanspruchung mit Vorspannkraft auch unter Berücksichtigung der Kerbwirkung im Schaft der Dehnschraube zu ertragen?

Eintragung Endergebnis	Ergebnis	Ausreichend (ja/nein)
Formzahl (statische Beanspruchung)		
Formzahl (wechselnde Beanspruchung)		
Sicherheit zu Versagensart 1):		
Sicherheit zu Versagensart 2):		

Aufgabe 2

Ein Prüfinstitut führt Untersuchungen an Überdruckventilen von Schnellkochtöpfen durch. Dazu werden bei handelsüblichen Schnellkochtöpfen ($s = 15 \text{ mm}$; $D_{\text{außen}} = 260 \text{ mm}$) aus X5CrNi18-10 bei Messstelle A Dehnmessstreifen (DMS) in Längs- (l) und Umfangsrichtung (u) appliziert, siehe Bild 2.

Für die Druckprobe werden die Kochtöpfe teilweise mit Wasser befüllt, fest verschlossen und über den Siedepunkt des Wassers erhitzt.



Bild 2: Mit DMS applizierter Schnellkochtopf

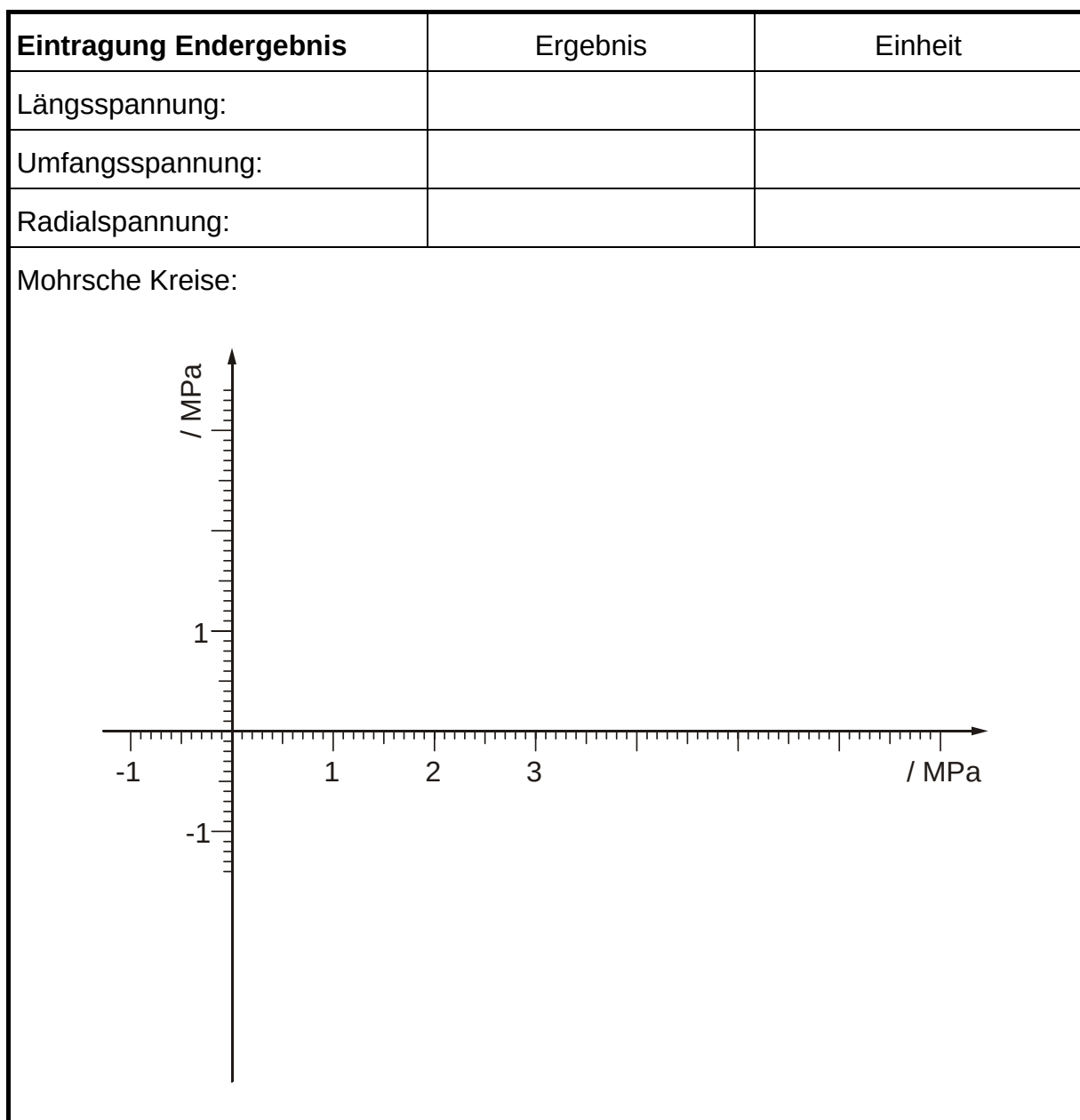
X5CrNi18-10: $R_{p0,2} = 400 \text{ MPa}$; $R_m = 720 \text{ MPa}$; $A_5 = 25 \%$; $E = 210000 \text{ MPa}$; $\mu = 0,3$

(Hinweis: Der Einfluss der Temperatur auf das Werkstoffverhalten von X5CrNi18-10 kann vernachlässigt werden.)

- a) Die Überdruckventile sollen im Betrieb bei 1,5 bar Innendruck abblasen. Der Prüfenieur will dies anhand der gemessenen Dehnungen überprüfen. Wie groß werden Längs- und Umfangsdehnung im Moment des Abblasens, wenn das Ventil ordnungsgemäß funktioniert?

Eintragung Endergebnis	Ergebnis	Einheit
Gemessene Längsdehnung:		
Gemessene Umfangsdehnung:		

- b) Berechnen Sie die Spannungen aus den gemessenen Dehnungen. Zeichnen Sie die Mohrschen Spannungskreise für die $\sigma_l - \sigma_r$ –Ebene an der Innen- und Außenseite des Kochtopfs gemeinsam in untenstehendes Diagramm ein.



- c) Berechnen Sie die Vergleichsspannung mit Hilfe der Schubspannungshypothese an der Behälter Innen- und Außenseite für den Belastungsfall aus Aufgabenteil 2a).

Eintragung Endergebnis	Ergebnis	Einheit
Vergleichsspannung (SH) innen:		
Vergleichsspannung (SH) außen:		

- d) Bei welchem Innendruck sollte der Prüfenieur den Versuch im Falle eines blockierten Ventils abbrechen, um Fließen des Werkstoffs zu vermeiden? (Verwenden Sie ggf. die Schubspannungshypothese).

Eintragung Endergebnis	Ergebnis	Einheit
Kritischer Innendruck:		

Guten Erfolg!