

Teilprüfung

EINFÜHRUNG IN DIE FESTIGKEITSLEHRE

Professor Dr. rer. nat. Siegfried Schmauder

Datum: 07.10.2013

Hilfsmittel: ausgegebenes Formelblatt,
nicht programmierbarer 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: _____

Viel Erfolg!

Aufgabe 1:

(30 Punkte)

Eine fest eingespannte Haltelasche aus 42CrMo4 wird durch eine im Punkt P angreifende Kraft F_α belastet, siehe Abbildung 1.1. Die Richtung der Kraft F_α wird durch den Winkel $0^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ festgelegt. Die Dicke b der Haltelasche ist konstant.

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

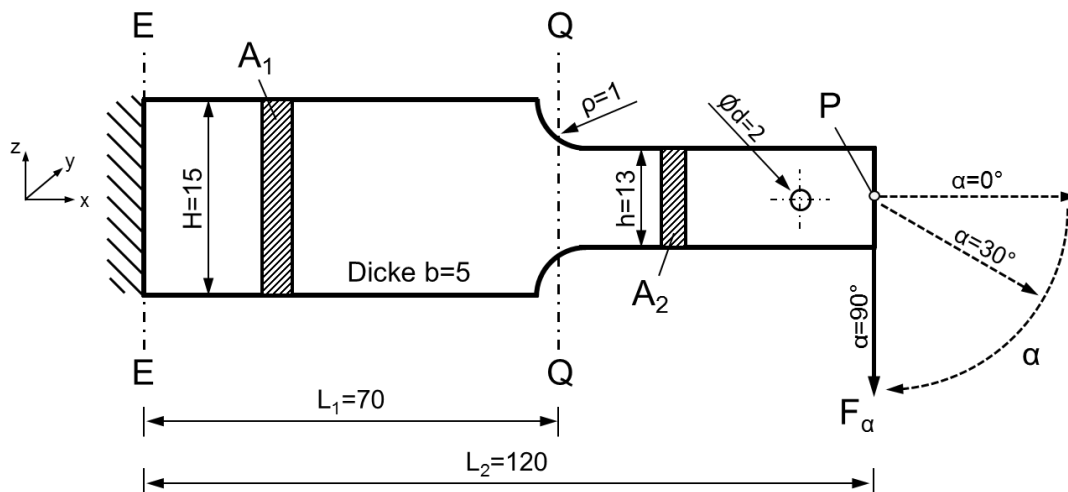
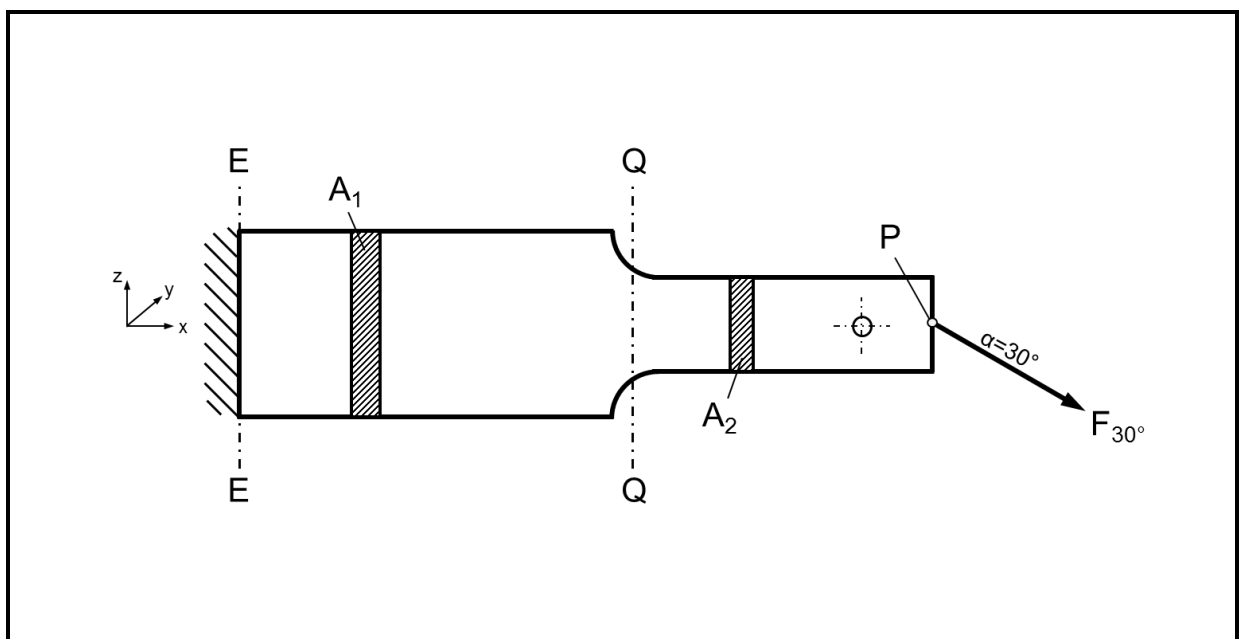


Abbildung 1.1: Haltelasche aus 42CrMo4; Längeneinheit: mm.

- a) Kennzeichnen Sie in untenstehendem Bild die kritischen Bereiche, an denen bei der Kraft F_{30° mit Versagen zu rechnen ist und begründen Sie jeweils Ihre Antwort.



- b) Zunächst wird die Haltelasche durch die Kraft $F_{90^\circ} = 375 \text{ N}$ statisch belastet. Dürfen dabei Schubspannungen, die durch Querkräfte verursacht werden, an der Einspannstelle E – E vernachlässigt werden? Begründen Sie Ihre Antwort. Berechnen Sie anschließend die Sicherheit gegen Fließen an der Einspannstelle E – E. Ist diese Sicherheit ausreichend?

Hinweis:

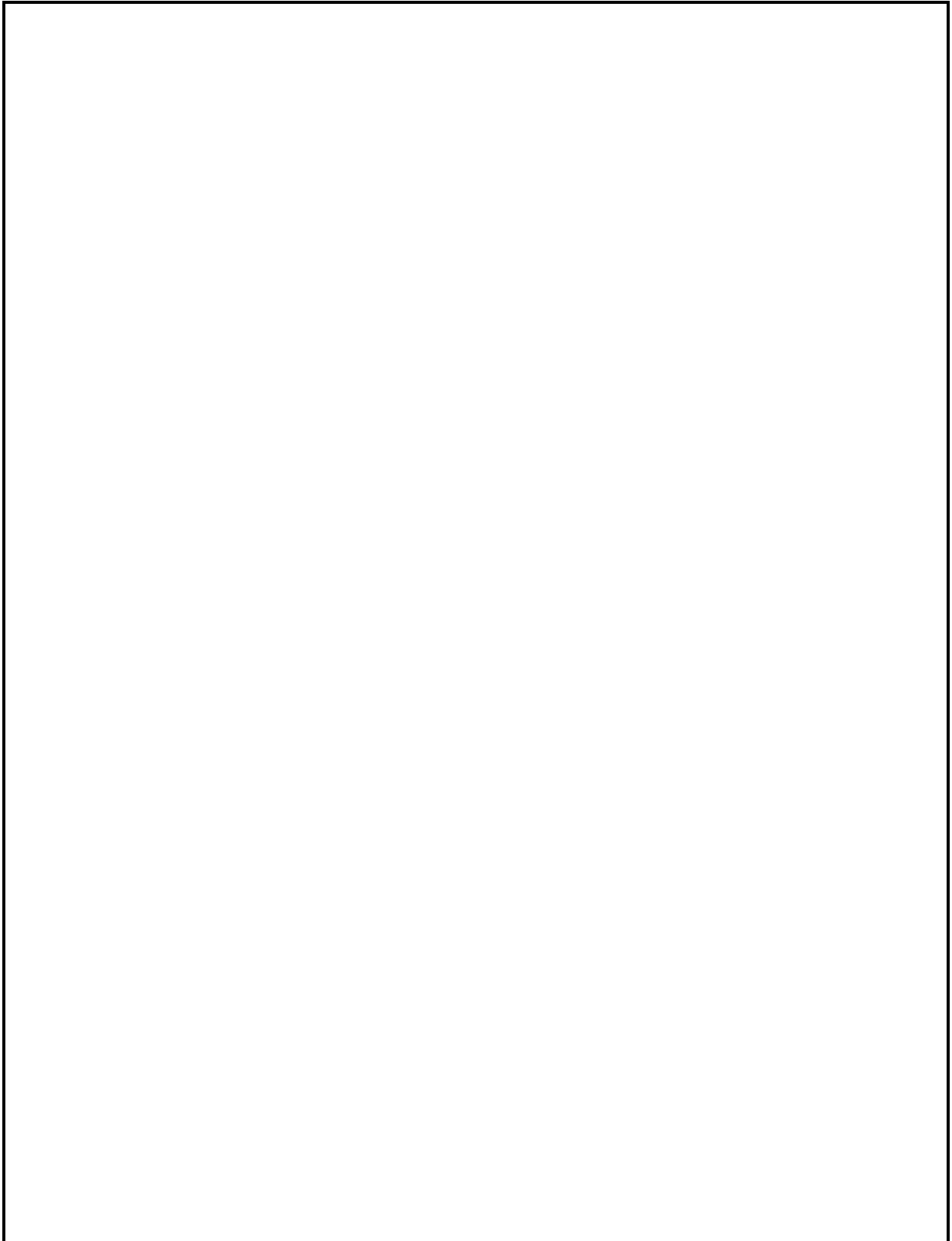
Die Schubspannung soll konstant über der Fläche wirken. Zudem darf die Kerbwirkung an der Einspannstelle E – E vernachlässigt werden.

Hinweis:

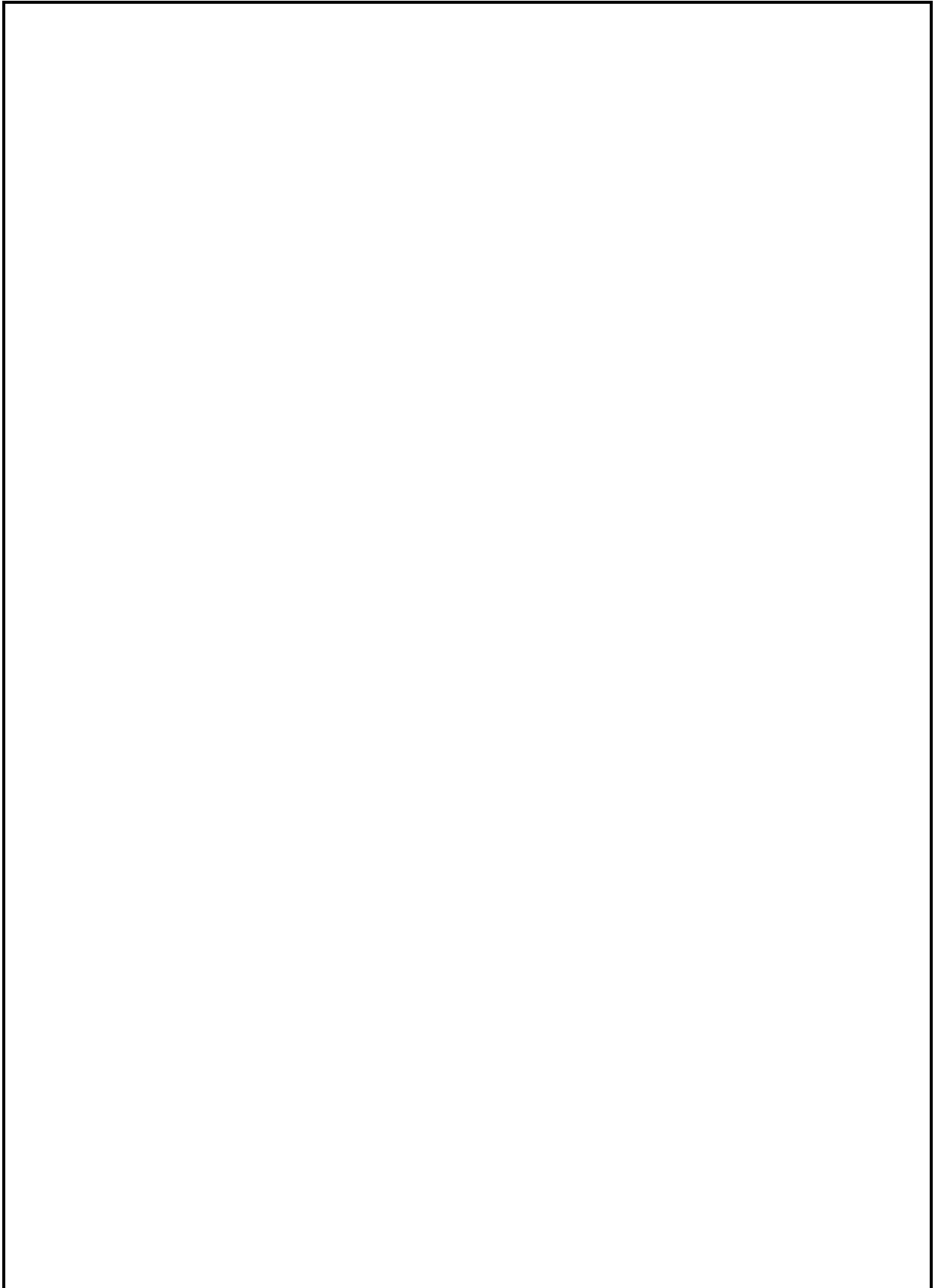
In den folgenden Aufgabenteilen sind Spannungen infolge des Querkraftschubs zu vernachlässigen.

- c) Im Betrieb wirkt an der Einspannstelle E – E eine Zugspannung von $\sigma_{z\max,E} = 300 \text{ MPa}$. Wie groß darf dort eine zusätzlich wirkende Torsionsspannung $\tau_{t\max,E}$ maximal werden, damit Fließen an der Einspannstelle E – E mit der üblichen Sicherheit ausgeschlossen wird? Die Kerbwirkung an der Einspannstelle E – E darf vernachlässigt werden.

- d) Im Folgenden wirkt nur die Kraft $F_{30^\circ} = 500 \text{ N}$ unter einem Winkel $\alpha = 30^\circ$ auf die Haltelasche. Wie groß ist die Sicherheit gegen Fließen an der Einspannstelle E – E? Ist diese Sicherheit ausreichend? Die Kerbwirkung an der Einspannstelle E – E darf vernachlässigt werden.



- e) Nun wird die Haltelasche nur durch die Kraft F_0 unter einem Winkel $\alpha = 0^\circ$ belastet. Bei welcher Kraft F_0 beginnt der Werkstoff im Querschnittsübergang Q – Q zu fließen?



- f) Die Gesamtdehnung an der höchstbeanspruchten Stelle im Bereich der Bohrung ist auf 0,5 % zu begrenzen. Berechnen Sie hierfür die entsprechende Kraft F_0 .

- g) Die statisch wirkende Kraft $F_{0,m} = 10000 \text{ N}$ wird im Betrieb durch eine rein wechselnde Kraft $F_{0,a} = \pm 2500 \text{ N}$ überlagert. Wie groß ist die Sicherheit gegen Schwingungsbruch an der höchstbeanspruchten Stelle im Bereich der Bohrung? Verwenden Sie als Kerbwirkungszahl $\beta_{k,Bohrung} = 2,2$.

Falls Sie Aufgabenteil f) nicht lösen konnten, verwenden Sie $\alpha_{k,Bohrung} = 2,6$.

Aufgabe 2:

(30 Punkte)

Eine Fahrradfedergabel soll aus der Aluminiumlegierung AlZn6CuMgZr gefertigt werden. Zur Dämpfung ist die Gabel mit Druckluft gefüllt. Eine vereinfachte Darstellung der Gabel ist in Abbildung 2.1 gezeigt. Die Reibung zwischen Kolbenstange und Dämpferzylinder darf vernachlässigt werden.

AlZn6CuMgZr: $R_e = 460 \text{ MPa}$; $R_m = 520 \text{ MPa}$; $E = 70000 \text{ MPa}$; $\mu = 0,3$; $A = 12\%$

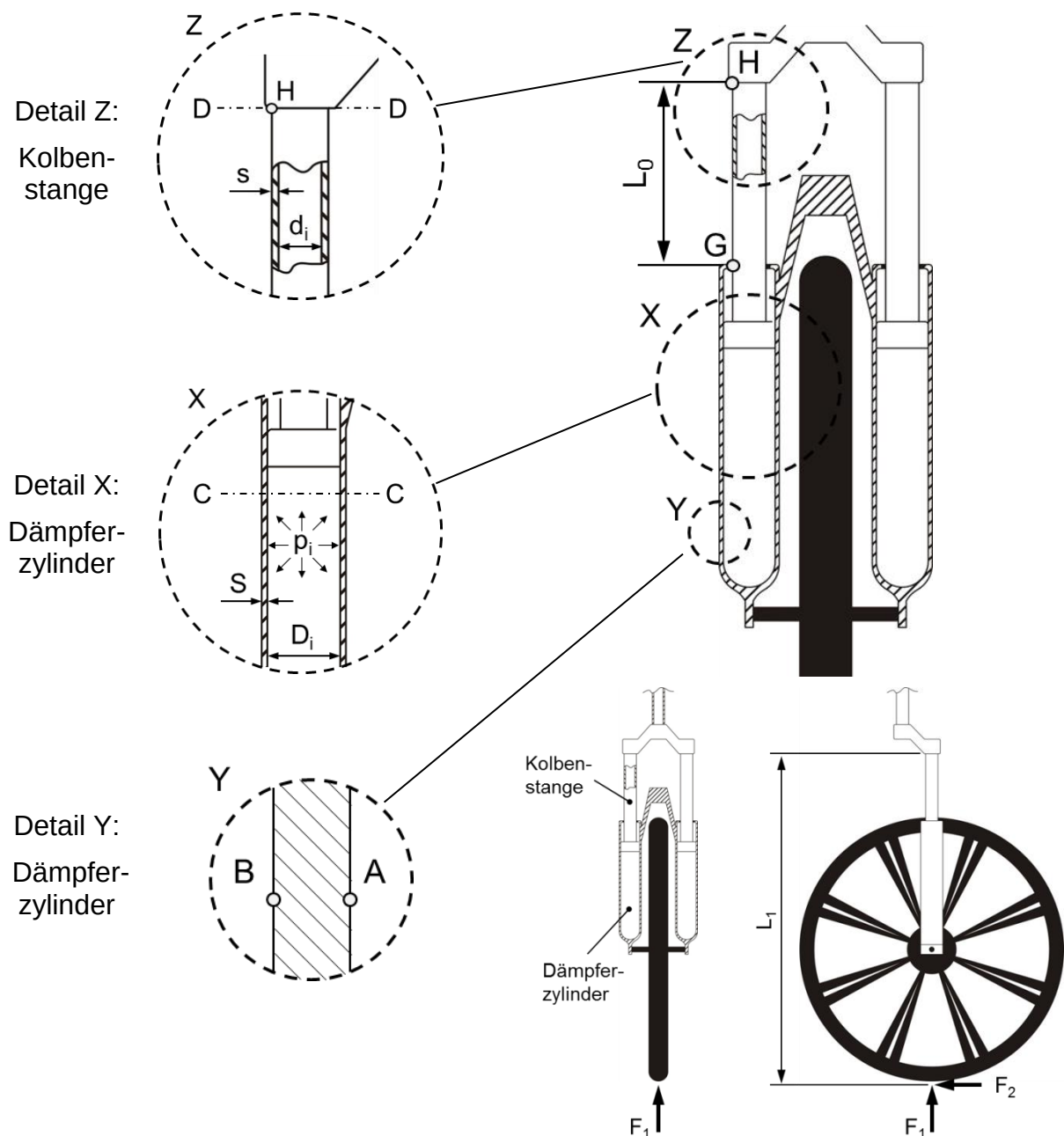
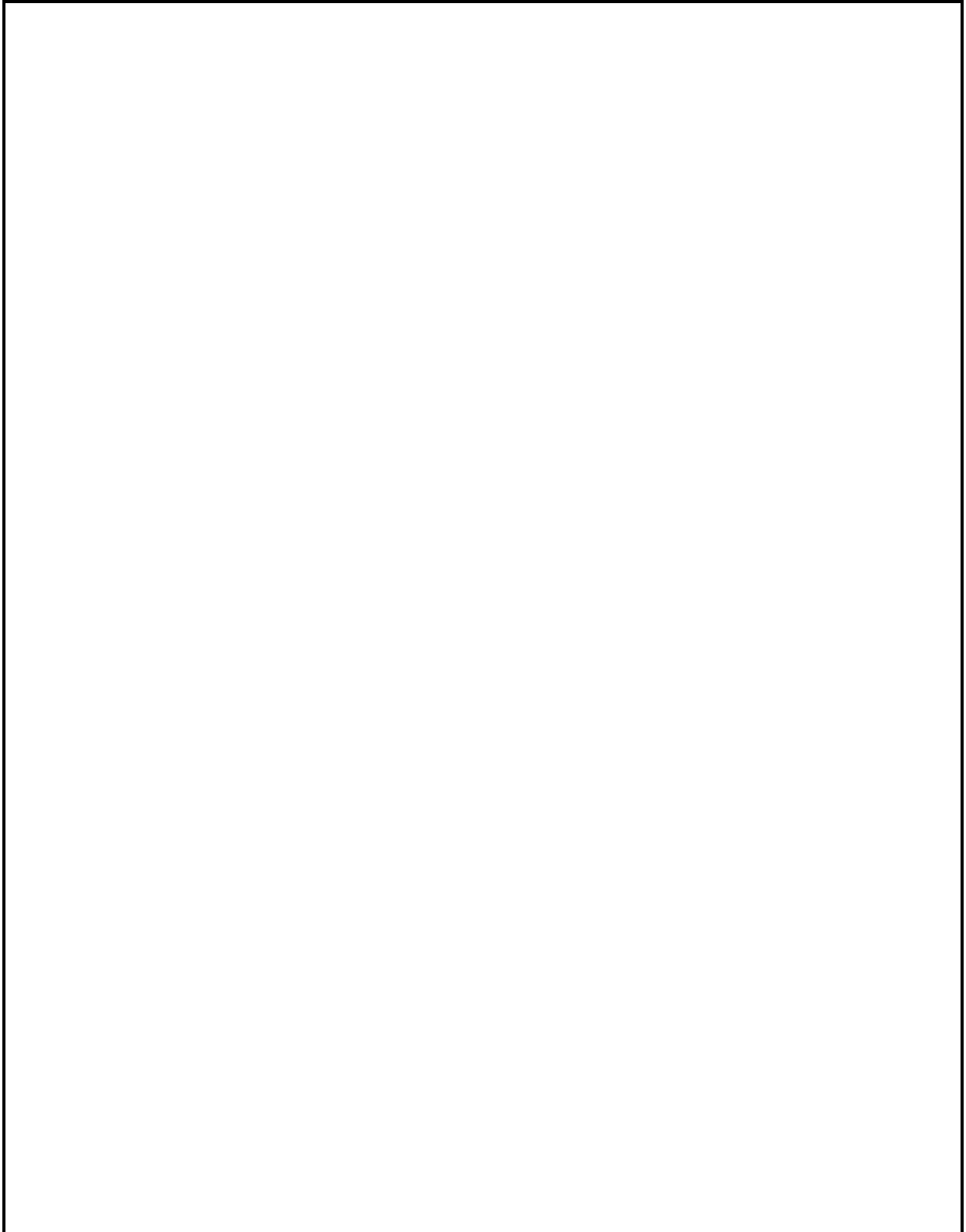


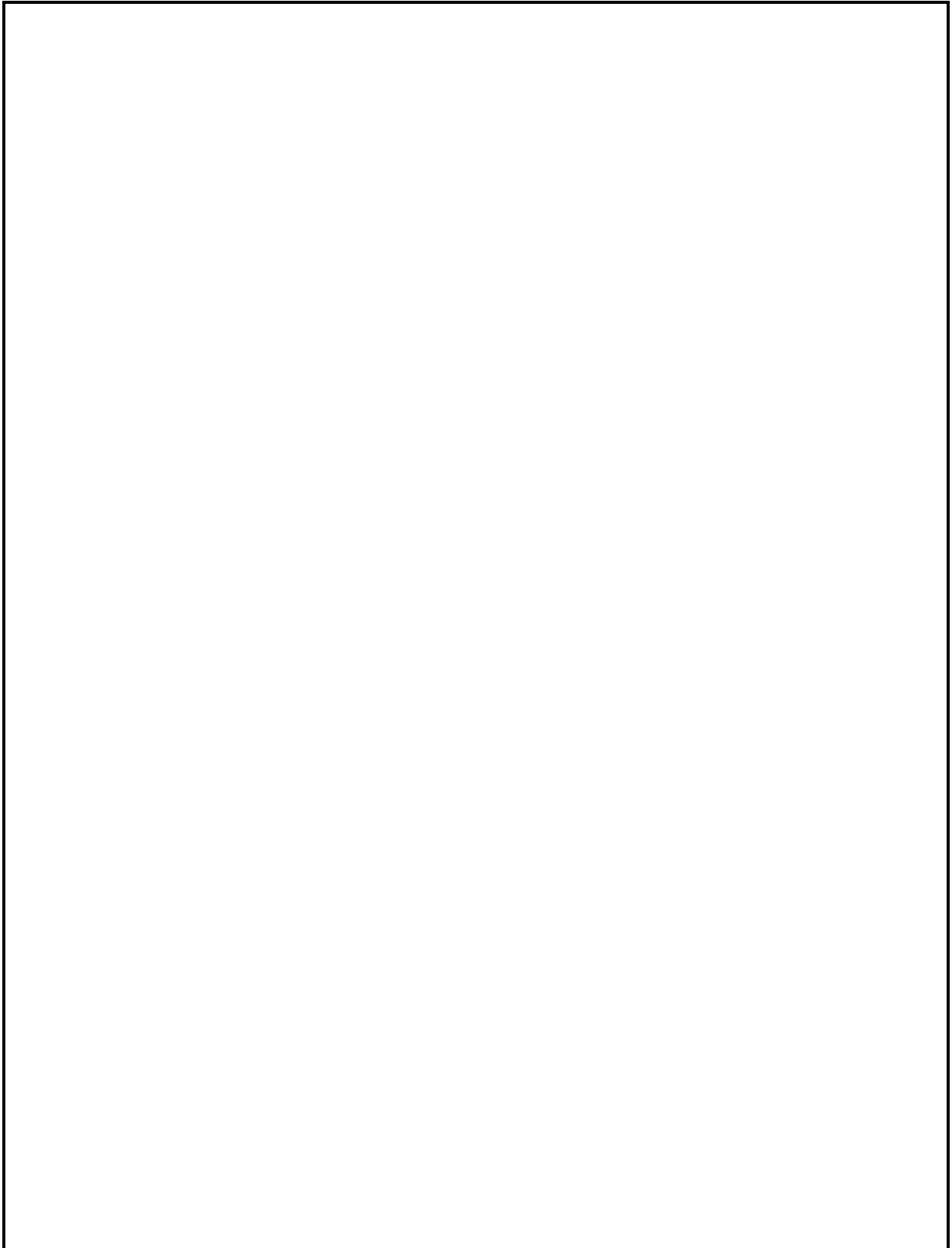
Abbildung 2.1: Fahrradfedergabel aus AlZn6CuMgZr mit Details

- a) Durch das Gewicht des Fahrers steigt der Innendruck p_i im Dämpferzylinder auf 20 bar. Der projektierte Innendurchmesser D_i des dünnwandigen Dämpferzylinders beträgt 40,0 mm, die Wanddicke S ist 1,0 mm. Berechnen Sie die Axial-, Radial- und Umfangsspannungen in den Punkten A (Innenseite) und B (Außenseite).

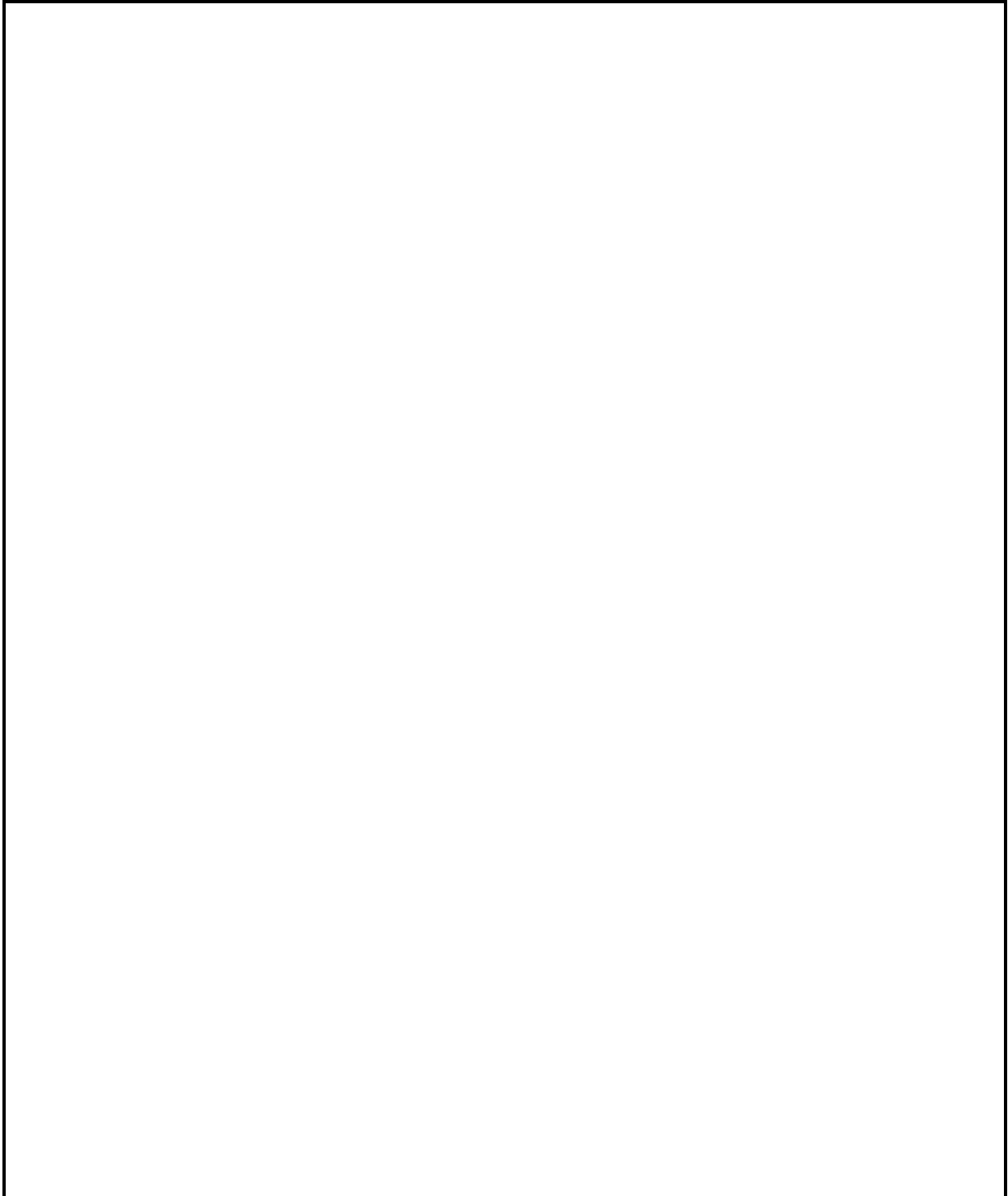


- b) Um wie viel vergrößert sich der Außendurchmesser D_a des Dämpferzylinders durch die Belastung (Innendruck $p_i = 20 \text{ bar}$) aus Aufgabenteil a)?

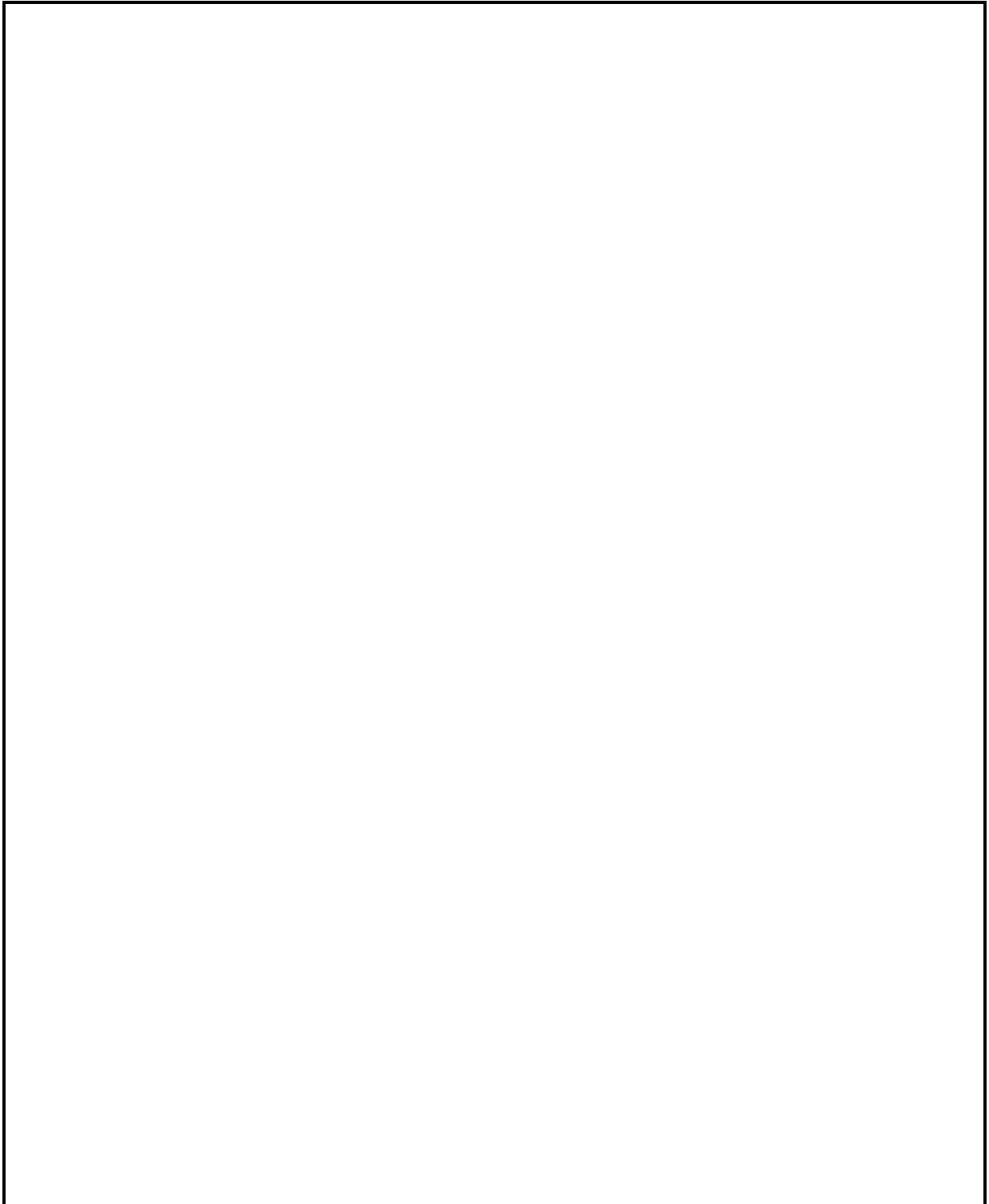
- c) Im Betrieb wird die Fahrradfedergabel in axialer Richtung zusätzlich mit $F_1 = 2000 \text{ N}$ belastet. Welcher Druck entsteht dadurch im Dämpferzylinder? Wie groß ist hierbei die Sicherheit gegen Fließen im Querschnitt C – C? Ist diese Sicherheit ausreichend?



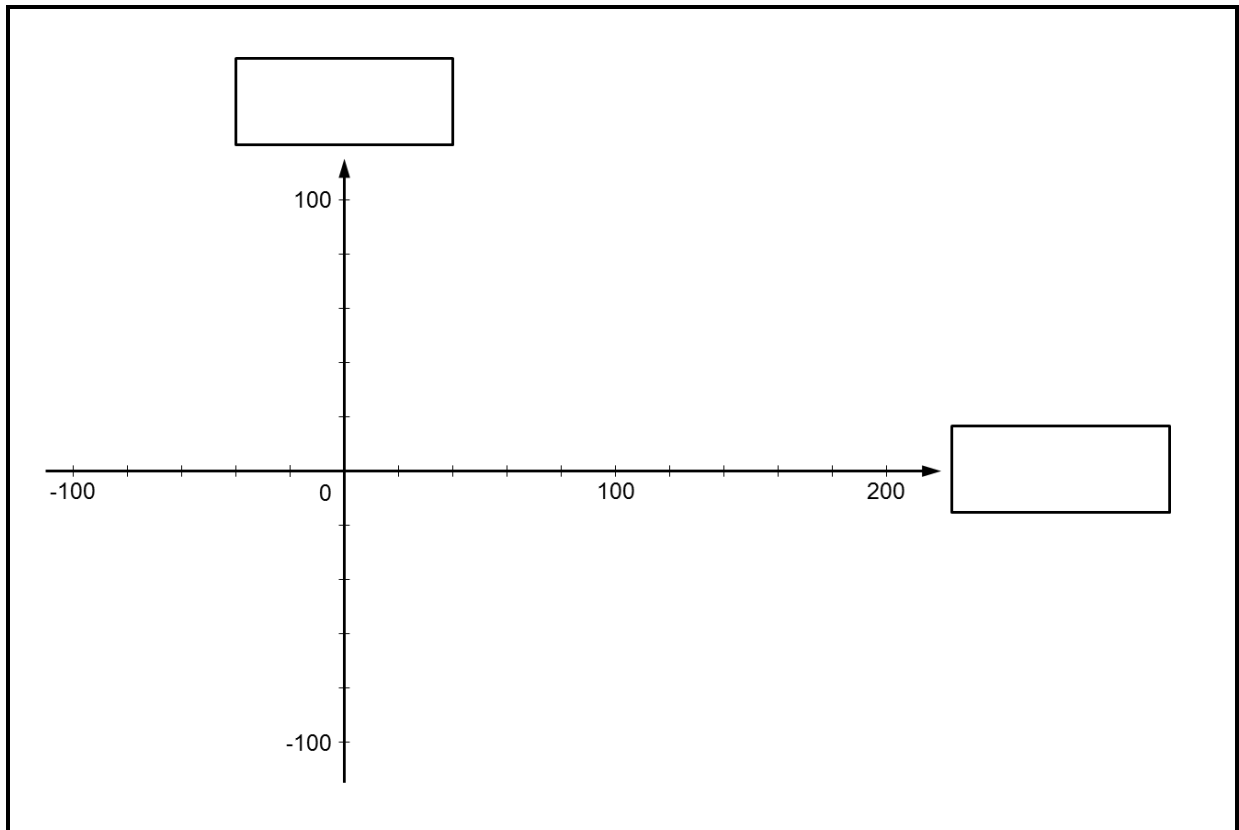
- d) Im Fahrbetrieb wird die Fahrradfedergabel in axialer Richtung mit $F_1 = 2000 \text{ N}$ und mit $F_2 = 500 \text{ N}$ auf Biegung belastet, siehe Abbildung 2.1. Die Gesamtlänge L_1 beträgt in diesem Betriebsfall 840 mm. Welche maximale Zugbeanspruchung entsteht dadurch im Querschnitt D – D? Der zugehörige Rohrrinnendurchmesser d_i beträgt 30 mm und die Wanddicke s ist 1,0 mm. Die Kerbwirkung darf vernachlässigt werden. Wie groß ist die Sicherheit gegen Bruch an dieser Stelle? Ist diese Sicherheit ausreichend?



- e) Die Fahrradfedergabel lässt sich im unbelasteten Zustand blockieren. Die Länge L_0 der ausgefahrenen Kolbenstange beträgt dann 300 mm. Wie groß ist die Sicherheit der ausgefahrenen Kolbenstange gegen Knicken bei der rein axialen Belastung der Fahrradfedergabel von $F_1 = 2000 \text{ N}$? Die Kolbenstange kann im Punkt H als fest eingespannt und im Punkt G als gelenkig gelagert betrachtet werden. Ist die Sicherheit ausreichend?



- f) Im realen Fahrbetrieb wird die Fahrradfedergabel auch durch Biegung und Torsion belastet. An der Oberfläche an Punkt B wurden die Spannungen $\sigma_u = 40 \text{ MPa}$, $\sigma_a = 160 \text{ MPa}$ und $\tau_{ua} = 0 \text{ MPa}$ gemessen. Zeichnen Sie den zugehörigen Mohrschen Spannungskreis in untenstehendes Diagramm und beschriften Sie die Achsen.



- g) An Punkt B ist ein wanddurchdringender Riss aufgetreten. Die Rissorientierung ist $\alpha = 10^\circ$ (mathematisch positiv) zur Zylinderachse. Der Riss soll geschweißt werden. Welche Schubspannungen muss die Schweißnaht bei der Belastung aus Aufgabenteil 2 f) aufnehmen?