

# Prüfung - Technische Mechanik II

SoSe 2022

29. Juli 2022



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

Name: \_\_\_\_\_

FB 13, Kontinuumsmechanik  
Prof. Dr.-Ing. R. Müller

Matr.-Nr.: \_\_\_\_\_

Studiengang: \_\_\_\_\_

Die Aufgaben sind nicht nach ihrem Schwierigkeitsgrad geordnet. Bitte beginnen Sie für jede Aufgabe ein neues Blatt und nummerieren Sie die Blätter. Die Bearbeitungszeit beträgt 90 Minuten. Der Lösungsweg muss klar erkennbar sein, die Ergebnisse müssen deutlich hervorgehoben werden. Bei den Kurzfragen wird lediglich das auf den hierfür vorgesehenen Arbeitsblättern eingetragene Ergebnis gewertet.

Es ist erlaubt, eine handgeschriebene Formelsammlung im Umfang zweier beidseitig beschriebener DIN A4-Blätter, die Hilfsblätter zur Vorlesung sowie einen Taschenrechner zu benutzen. Andere Hilfsmittel sind nicht erlaubt. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass keinerlei andere elektronische Hilfsmittel benutzt werden dürfen. Hierzu zählen insbesondere Laptops und Handys.

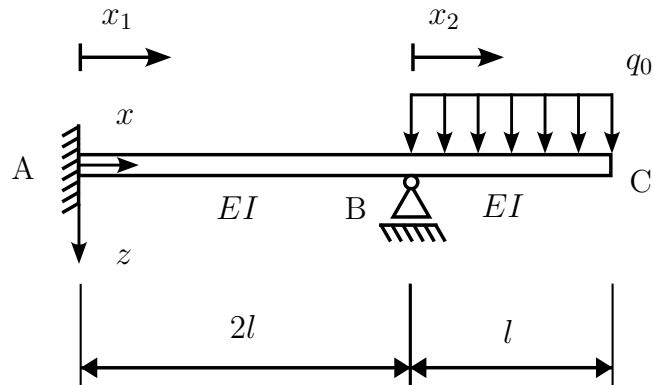
Viel Erfolg!

Aufgabe	1	2	3	K1	K2	K3	$\Sigma$	Note
max. Punkte	20	19	18	5	4	3	69	
erreichte Punkte								
Handzeichen								

	1. Prüfer	2. Prüfer	Prüfungskommissionsvorsitzender <sup>1</sup>
Name	Prof. Dr.-Ing. R. Müller	Prof. Dr.-Ing. D. Schillinger	Prof. Dr.-Ing. A. Eichhorn
Korrekturfarbe			
Bewertung			
Unterschrift			

<sup>1</sup> Nach § 26 Abs. 1 S. 3 Allgemeine Prüfungsbestimmungen der TU Darmstadt (APB) legt die Prüfungskommission die endgültige Bewertung fest, falls die Bewertungen der beiden Prüfenden mehr als 0,7 Notenwerte voneinander abweichen.

## Aufgabe 1 [ 20 Punkte ]



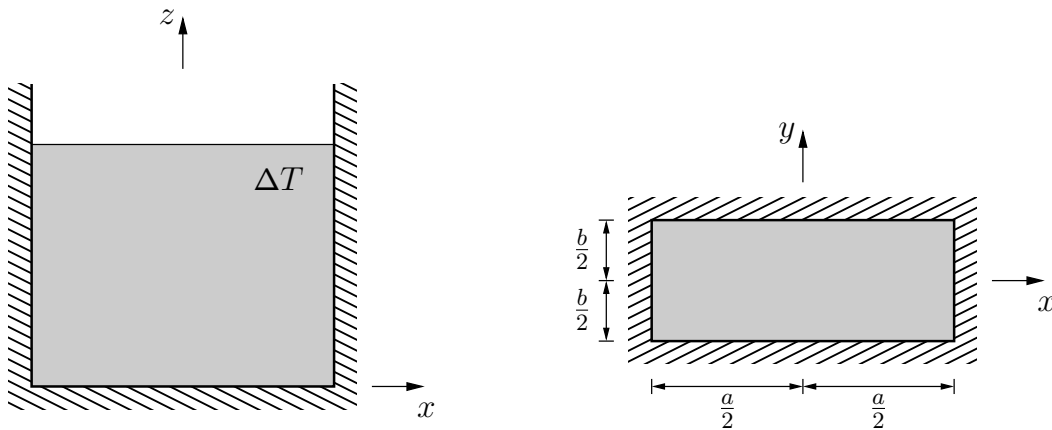
Dargestellt ist ein System, bestehend aus einem dehn- und schubstarrn Balken (Länge  $3l$ , Biegesteifigkeit  $EI$ ). Im Punkt A ist der Balken fest eingespannt und im Punkt B ist der Balken in vertikaler Richtung gelagert. Der rechte Teil des Balkens (zwischen Punkt B und C) ist durch die abgebildete, konstante Streckenlast  $q_0$  belastet.

- Berechnen Sie die Biegelinie des gesamten Balkens.
- Berechnen Sie die Lagerreaktion in Punkt B.

Gegeben:  $l$ ,  $EI$ ,  $q_0$

**Hinweis:** Lösungen ohne Integration der Biegelinie werden nicht berücksichtigt. Verwenden Sie das angegebene Koordinatensystem mit den Koordinaten  $x_1$  im Bereich AB und  $x_2$  im Bereich BC.

## Aufgabe 2 [ 19 Punkte ]

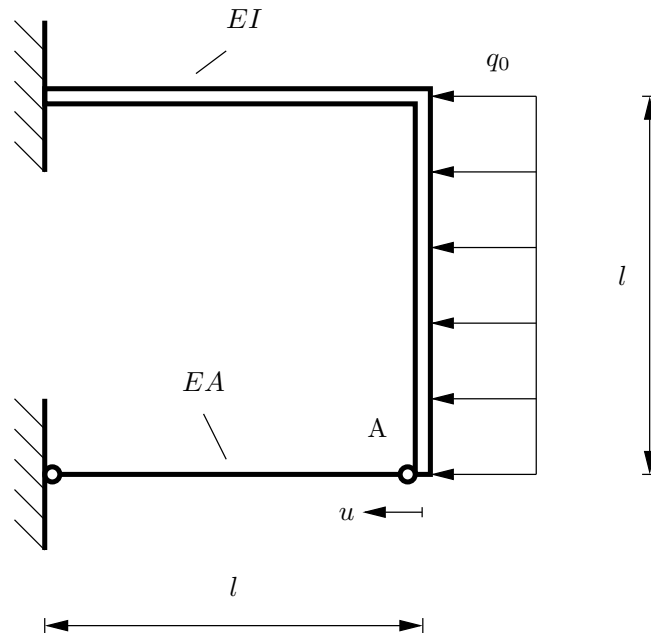


Ein Quader aus gegossenem Metall (Elastizitätsmodul  $E$ , Querkontraktionszahl  $\nu$ , Wärmeausdehnungskoeffizient  $\alpha_T$ ) wird in eine starre Aussparung eingelassen. Die Ränder bei  $x = \pm \frac{a}{2}$  und  $y = \pm \frac{b}{2}$  sind als reibungsfrei anzunehmen. Vor der Erwärmung passt der Metallquader spiel- und zwängungsfrei in die Aussparung. Der Quader unterliegt dann einer konstanten Erwärmung  $\Delta T$ .

- Geben Sie die Komponenten des Spannungs- und des Verzerrungstensors im Metallquader an.
- Wie ändert sich die  $z$ -Komponente der Verzerrung, wenn die Ränder mit  $x = \pm \frac{a}{2}$  ebenfalls frei sind?

Gegeben:  $E$ ,  $\nu$ ,  $\alpha_T$ ,  $\Delta T$ ,  $a$ ,  $b$

### Aufgabe 3 **NUR BI** [ 18 Punkte ]

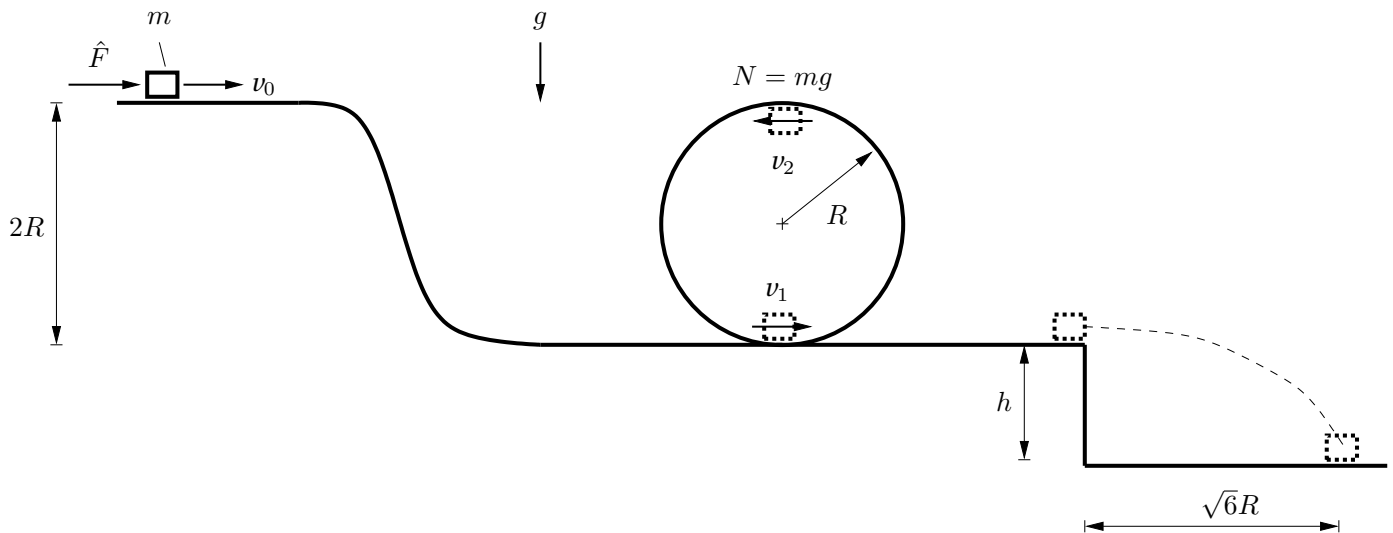


Der abgebildete dehn- und schubstarre Rahmen (Biegesteifigkeit  $EI$ ) wird durch eine konstante Streckenlast  $q_0$  belastet und durch einen Stab (Dehnsteifigkeit  $EA$ ) unterstützt.

- Geben Sie eine geeignete Aufteilung in ein "0" und "1" System an, sodass die Stabkraft berechnet werden kann.
- Ermitteln Sie die Stabkraft.
- Wie groß ist die horizontale Verschiebung  $u$  des Punktes A?

Gegeben:  $l, q_0, EA, EI = \frac{11}{3}EA l^2$

### Aufgabe 3 **NUR GUI** [ 18 Punkte ]



Eine Punktmasse (Masse  $m$ ) wird aus der Ruhelage mit der Stoßkraft  $\hat{F}$  angestoßen und gleitet reibungsfrei auf einer Unterlage. Die Punktmasse tritt mit der Geschwindigkeit  $v_1$  in einen Looping ein. Am oberen Punkt wird die Geschwindigkeit  $v_2$  erreicht und die Normalkraft zwischen Bahn und Punktmasse soll  $N = mg$  betragen.

Anschließend fliegt die die Punktmasse über eine Stufe der Höhe  $h$ .

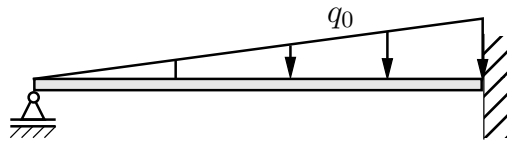
- Ermitteln Sie die Geschwindigkeit  $v_2$ , sodass die Normalkraft zwischen Bahn und Punktmasse  $N = mg$  am oberen Punkt beträgt.
- Ermitteln Sie die Geschwindigkeiten  $v_1$  und  $v_0$  in den skizzierten Punkten.
- Wie groß muss die Stoßkraft  $\hat{F}$  sein, damit  $v_0$  aus Aufgabenteil b) erreicht wird?
- Wie groß muss die Höhe  $h$  sein, damit die Punktmasse im freien Flug (ohne Luftwiderstand) die Flugweite  $\sqrt{6}R$  erreicht?

Gegeben:  $g, m, R, N = mg$



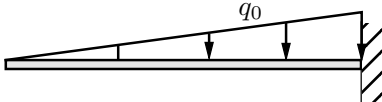
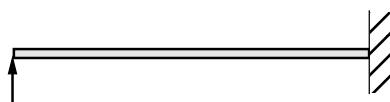
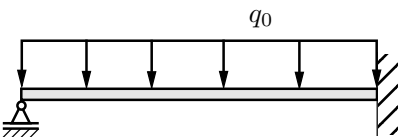
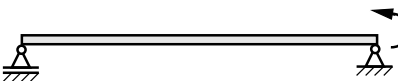
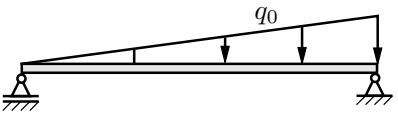
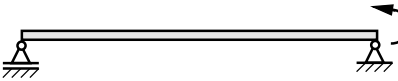
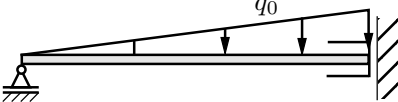
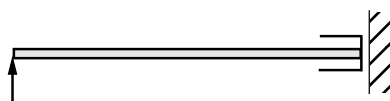
## Kurzfrage 2 [ 4 Punkte ]

Gegeben ist der folgende statisch unbestimmt gelagerte Balken.



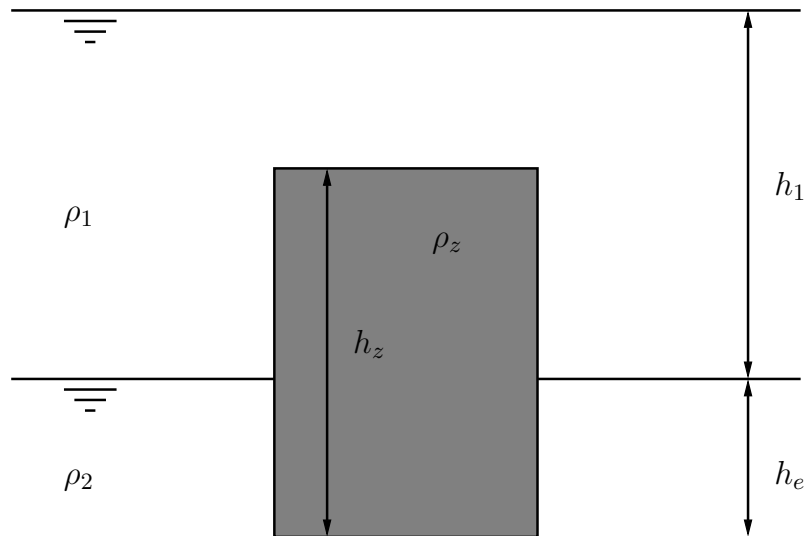
Kreuzen Sie an welcher der folgenden Zerlegungen in „0“ und „1“ System zulässig sind.

Pro Teilaufgabe ist genau eine Antwort richtig, für jede richtig gelöste Teilaufgabe gibt es 1 Punkt.

- a)    zulässig  
 nicht zulässig
- b)    zulässig  
 nicht zulässig
- c)    zulässig  
 nicht zulässig
- d)    zulässig  
 nicht zulässig

### Kurzfrage 3 Nur BI [ 3 Punkte ]

Ein zylindrischer Körper der Höhe  $h_z$  und der Dichte  $\rho_z$  schwimmt auf der Grenzfläche zweier übereinander geschichteter Flüssigkeiten. Die untere Flüssigkeit hat eine Dichte von  $\rho_2$  und die obere Flüssigkeit hat eine Dichte von  $\rho_1$  mit  $\rho_1 < \rho_2$ . Die Schichthöhe der oberen Flüssigkeit ist  $h_1$ .



- Wie groß ist der Druck  $p_O$  an der Oberseite des Zylinders?
- Wie groß ist der Druck  $p_U$  an der Unterseite des Zylinders?
- Wie tief taucht der Körper in die zweite Flüssigkeit ein?

Gegeben:  $\rho_z, \rho_1, \rho_2, h_z, h_1$  für a) und b)  $h_e$

$p_O =$

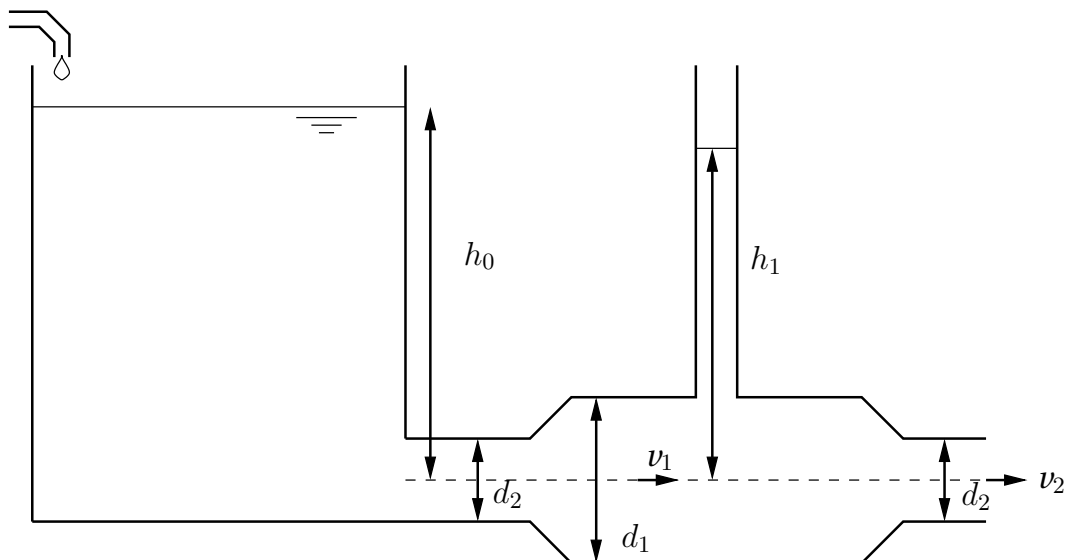
$p_U =$

$h_e =$



### Kurzfrage 3 **NUR GUI** [ 3 Punkte ]

Aus dem abgebildeten Behälter fließt eine Flüssigkeit am rechten Ende durch ein kreisförmiges Rohr heraus. Der Rohrdurchmesser vergrößert sich zunächst von  $d_2 = 1\text{m}$  zu  $d_1 = 2\text{m}$ . Am Ausfluss ist er wieder bei  $d_2 = 1\text{m}$ . Durch einen Zufluss wird der Flüssigkeitsspiegel auf einer konstanten Höhe von  $h_0 = 8\text{m}$  gehalten, sodass eine stationäre Strömung vorliegt.



- Mit welcher Geschwindigkeit  $v_2$  strömt die Flüssigkeit am rechten Ende heraus?
- Wie groß ist die Geschwindigkeit  $v_1$  im Rohr vor dem Steigrohr?
- Bis zu welcher Höhe  $h_1$  steigt die Flüssigkeit im Steigrohr?

Gegeben:  $h_0 = 8\text{m}$ ,  $d_1 = 2\text{m}$ ,  $d_2 = 1\text{m}$ ,  $g = 9\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

**Hinweis:** Nehmen Sie für diese Aufgabe eine Erdbeschleunigung von  $g = 9\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  an. Bitte geben Sie Zahlenwerte und Einheiten an.

$v_2 =$

$v_1 =$

$h_1 =$