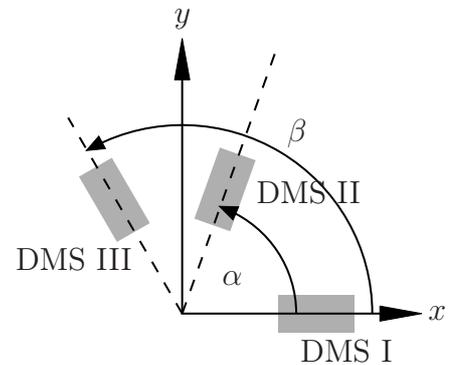


Aufgabe 1 (Seite 1 von 3)

Bei einer Messung in einem Punkt eines belasteten Blechs wurden drei Dehnungs-Messstreifen (DMS) verwendet und wie rechts dargestellt appliziert. Die Dehnungen der entsprechenden DMS wurden zu ε_I , ε_{II} und ε_{III} bestimmt sowie der daraus resultierende Dehnungs- und Spannungszustand in diesem Punkt des Blechs unter Voraussetzung eines **ebenen Spannungszustands** berechnet. Das Material kann als linear elastisch isotrop angesehen werden. Im Laufe der Zeit sind einige Daten verloren gegangen, sodass diese nun aus den noch bestehenden Daten reproduziert werden sollen.



a)

Aus den Aufzeichnungen des damaligen Versuchs gehen folgende Größen als gegeben hervor: α , β , ε_{xx} , ε_{II} , die Schubspannung τ_{xy} sowie der Gleitmodul G . Berechnen Sie aus diesen Vorgaben die Größen ε_I , ε_{III} und ε_{yy} . **(3,5 Punkte)**

Hinweis: Es gelte $\alpha = \pi/2$, ansonsten sind alle Ergebnisse in symbolischer Form anzugeben!

$$\varepsilon_I =$$

$$\varepsilon_{III} =$$

$$\varepsilon_{yy} =$$

Aufgabe 1 (Seite 2 von 3)

b)

Einige der zunächst verloren gegangenen Daten konnten wiedergefunden werden. Die von den jeweiligen DMS — Anordnung identisch wie bei a) — gemessenen Werte betragen

$$\varepsilon_{\text{I}} = 0,001 \quad , \quad \varepsilon_{\text{II}} = -0,00025 \quad , \quad \varepsilon_{\text{III}} = 0,005 \quad .$$

Zudem galt für die Querkontraktionszahl des Materials $\nu = 0,4$, ε_{yy} wurde zu $-0,00025$ bestimmt und die damals ermittelte Spannung σ_{xx} in dem betrachteten Punkt des Blechs betrug 250 MN/m^2 . Berechnen Sie aus diesen Vorgaben die Spannungen σ_{yy} und σ_{zz} sowie die Dehnung ε_{zz} und den Wert des Elastizitätsmoduls E . **(4,0 Punkte)**

Hinweis: Die Ergebnisse sind hier in numerischer Form mit entsprechenden Einheiten anzugeben!

$\sigma_{yy} =$	$\sigma_{zz} =$
$\varepsilon_{zz} =$	$E =$

Nun wird behauptet, dass bei dem damaligen Versuch die Dehnung ε_{zz} zu $-0,0015$ bestimmt wurde und der oben angegebene Wert für ν fraglich erscheint. Ist diese Behauptung zu widerlegen? Geben Sie eine eindeutig nachvollziehbare Begründung für Ihre Antwort an. **(1,5 Punkte)**

TU Dortmund

Fakultät Maschinenbau

Institut für Mechanik

Prof. Dr.-Ing. A. Menzel

Prof. Dr.-Ing. J. Mosler

Vorname: _____

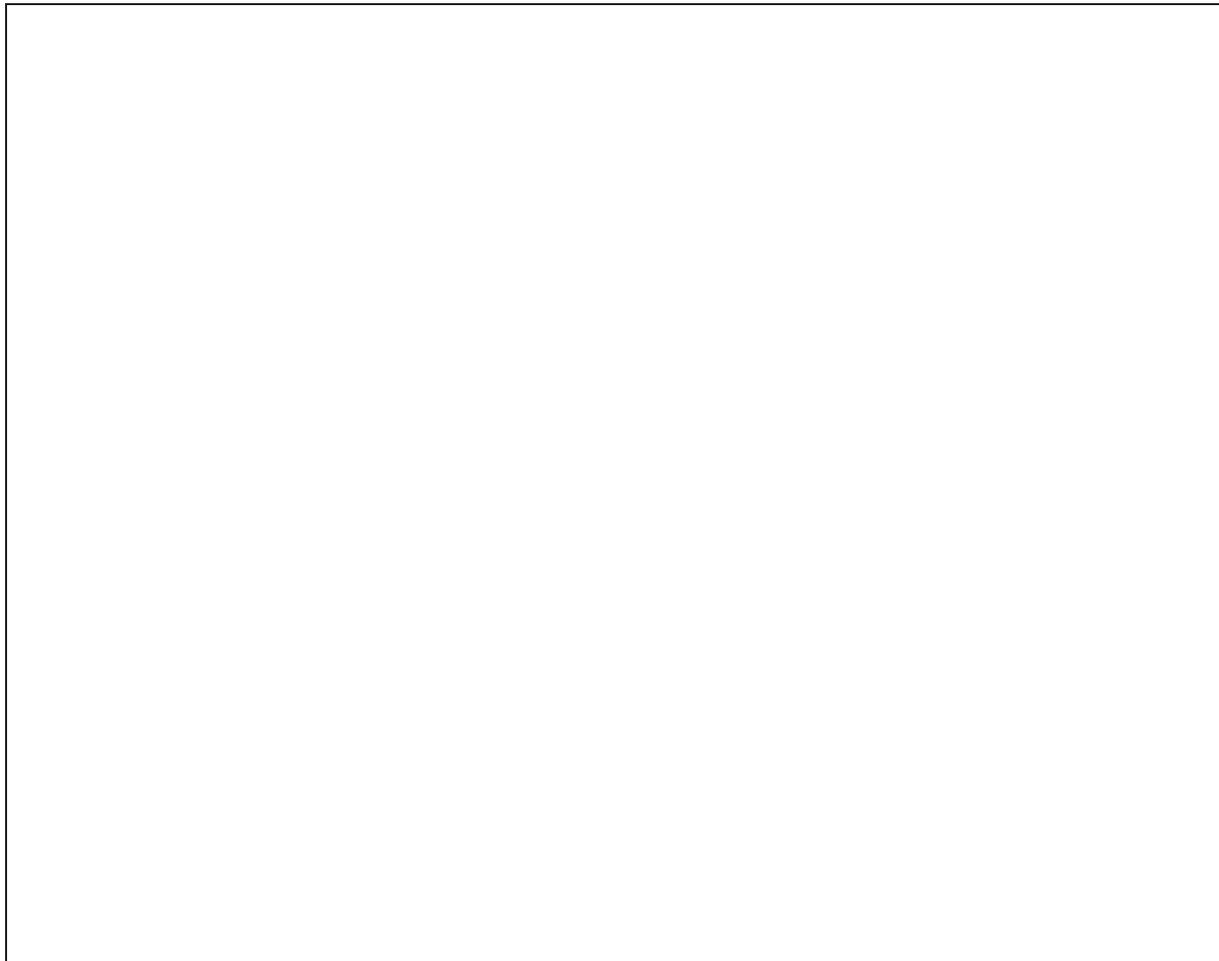
Nachname: _____

Matr.-Nr.: _____

Aufgabe 1 (Seite 3 von 3)

c)

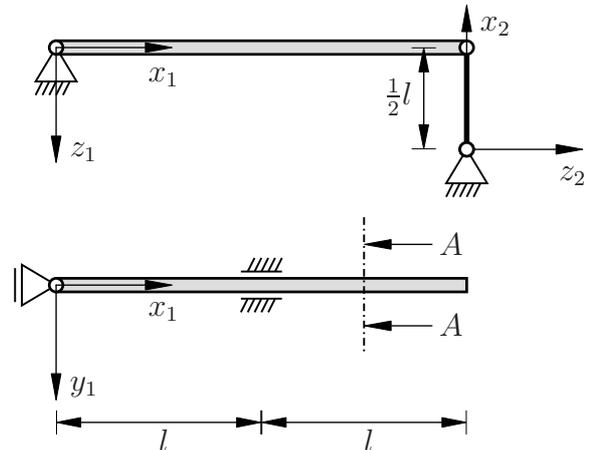
In der Mechanik B wurde eine lineare Theorie hergeleitet und angewandt. Erläutern Sie, was die grundlegenden Annahmen dieser linearen Theorie sind und welche Auswirkung dies bei der Berechnung von Reaktionskräften oder Verschiebungen hat. **(1,0 Punkte)**



Aufgabe 2 (Seite 1 von 3)

a)

Ein System, bestehend aus einem Balken und einer Pendelstütze, ist wie in den beiden nebenstehenden Ansichten von vorne (Ansicht) und von oben (Draufsicht) dargestellt gelagert.



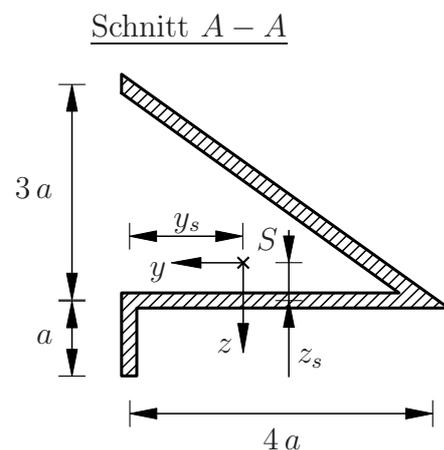
Bestimmen Sie alle kinematischen Randbedingungen, die zur eindeutigen Bestimmung der Biegelinien $w(x_1)$, $v(x_1)$ sowie der Längenänderung $u(x_2)$ des Stabes für beliebige Belastungen und Querschnittseigenschaften der Struktur notwendig sind. **(3,0 Punkte)**

Hinweis: Geben Sie die Randbedingungen in der Form $\bullet(x_i = \bullet) = \bullet$ an.

b)

Der Balken aus a) weist das rechts dargestellte unsymmetrische sowie dünnwandige Profil (Abmessungen s. Skizze, Dicke t) mit gegebenem Schwerpunkt S auf. Die Schwerpunktskoordinaten sind bestimmt zu

$$y_s = \frac{9}{5} a \quad , \quad z_s = \frac{7}{10} a .$$



Aufgabe 2 (Seite 2 von 3)

Nur für das schräge Teilstück wurde das Flächenträgheitsmoment I_{yz}^1 bezüglich des gegebenen Schwerpunktkoordinatensystems S bereits bestimmt zu

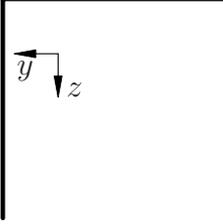
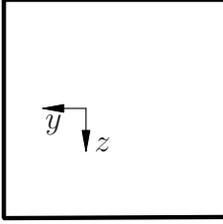
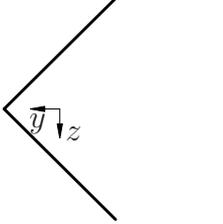
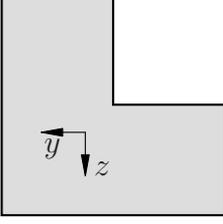
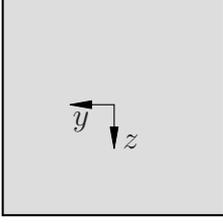
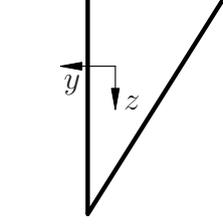
$$I_{yz}^1 = \frac{21}{5} a^3 t.$$

Bestimmen Sie nun das Gesamt-Flächenträgheitsmoment I_{yz} bezüglich des gegebenen Schwerpunktkoordinatensystems S . **(1,5 Punkte)**

Hinweis: Sie brauchen die Terme dabei **nicht** zusammenzufassen.

$I_{yz} =$

Betrachten Sie die nachfolgend dargestellten Querschnitte mit eingezeichneten Schwerpunktkoordinatensystemen. Kreuzen Sie die eine jeweils korrekte Aussage bzgl. I_{yz} an! **(1,5 Punkte)**

		
<input type="checkbox"/> $I_{yz} = 0$ <input type="checkbox"/> $I_{yz} \neq 0$	<input type="checkbox"/> $I_{yz} = 0$ <input type="checkbox"/> $I_{yz} \neq 0$	<input type="checkbox"/> $I_{yz} = 0$ <input type="checkbox"/> $I_{yz} \neq 0$
		
<input type="checkbox"/> $I_{yz} = 0$ <input type="checkbox"/> $I_{yz} \neq 0$	<input type="checkbox"/> $I_{yz} = 0$ <input type="checkbox"/> $I_{yz} \neq 0$	<input type="checkbox"/> $I_{yz} = 0$ <input type="checkbox"/> $I_{yz} \neq 0$

Aufgabe 2 (Seite 3 von 3)

c)

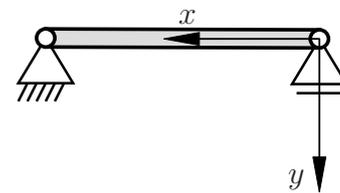
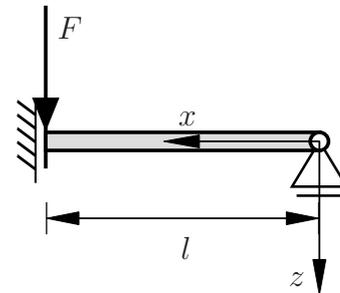
Betrachten Sie nun das rechts dargestellte System. Der dünnwandige Balken (Elastizitätsmodul E) mit unsymmetrischem Querschnitt ist wie dargestellt gelagert und durch die Einzelkraft F belastet. Daraus resultiert der Momentenverlauf

$$M_y(x) = F x$$

und die Flächenträgheitsmomente sind bestimmt worden zu

$$I_y = \frac{5}{24} a^3 t, \quad I_z = \frac{5}{24} a^3 t,$$

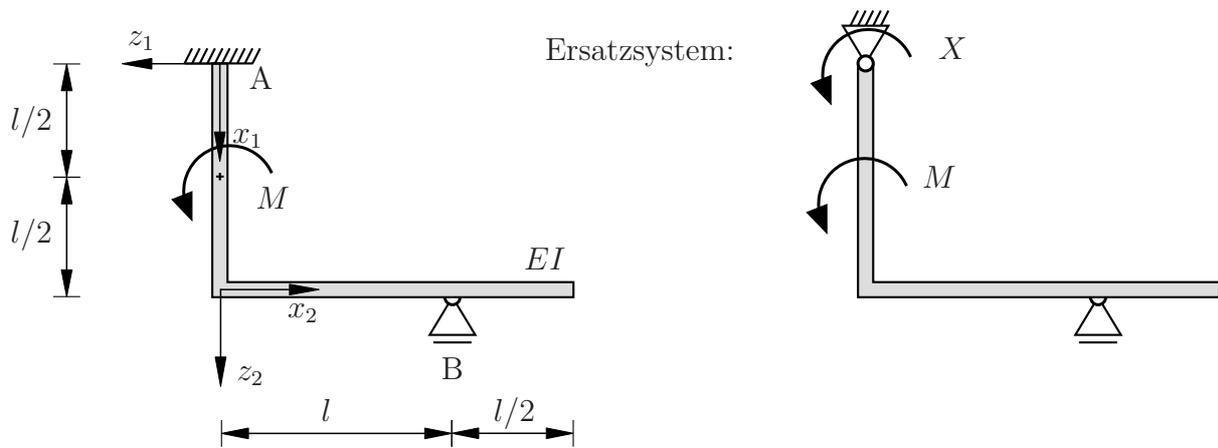
$$I_{yz} = \frac{1}{8} a^3 t.$$



Bestimmen Sie die eindeutigen Funktionen der Biegelinien $w(x)$ und $v(x)$ unter Angabe essenzieller Zwischenschritte. **(4,0 Punkte)**

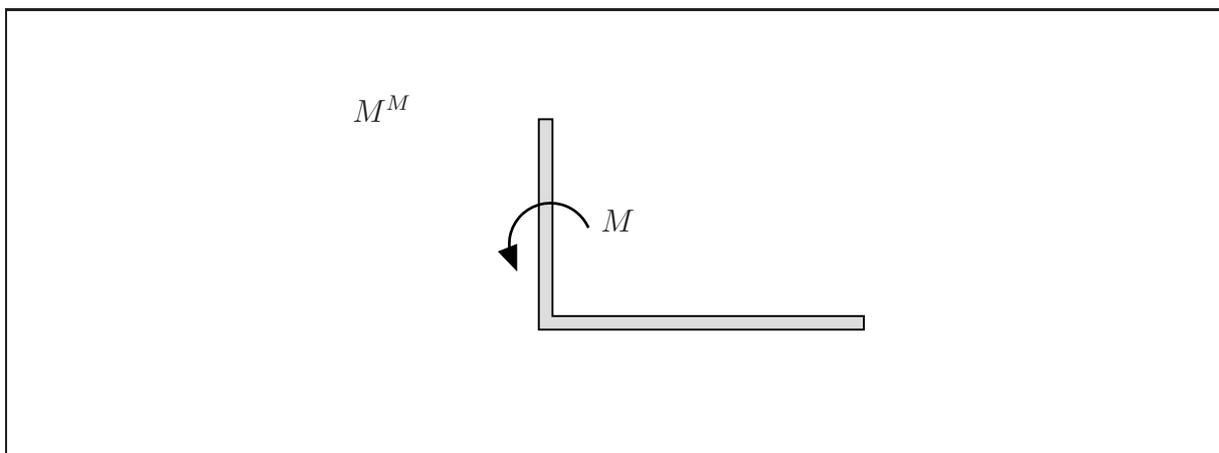
Aufgabe 3 (Seite 1 von 4)

Der auf der linken Seite dargestellte Rahmen (Biegesteifigkeit EI) besteht aus zwei Balken, welche biegestarr miteinander verbunden sind. Im rechten Bild ist ein statisch bestimmtes Ersatzsystem mit dem statisch überzähligen Auflagermoment X vorgegeben. Anteile aus Normal- und Schubverformung sind in diesem Aufgabenteil zu vernachlässigen.



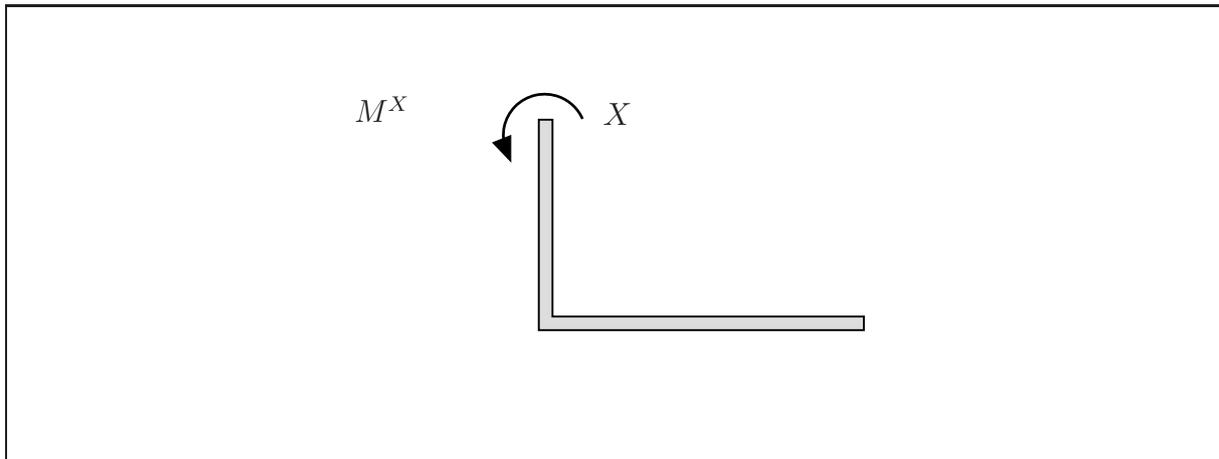
a)

Zeichnen Sie den Biegemomentenverlauf M^M des statisch bestimmten Ersatzsystems bezüglich der vorgegebenen lokalen Koordinatensysteme in Abhängigkeit von M und für $X = 0$ unter Angabe charakteristischer Werte in die nachfolgende Skizze ein. Geben Sie darüber hinaus den jeweiligen Polynomgrad der Funktion an. **(1,5 Punkte)**



Aufgabe 3 (Seite 2 von 4)

Zeichnen Sie den Biegemomentenverlauf M^X des statisch bestimmten Ersatzsystems bezüglich der vorgegebenen lokalen Koordinatensysteme in Abhängigkeit von X und für $M = 0$ unter Angabe charakteristischer Werte in die nachfolgende Skizze ein. Geben Sie darüber hinaus den jeweiligen Polynomgrad der Funktion an. **(1,5 Punkte)**



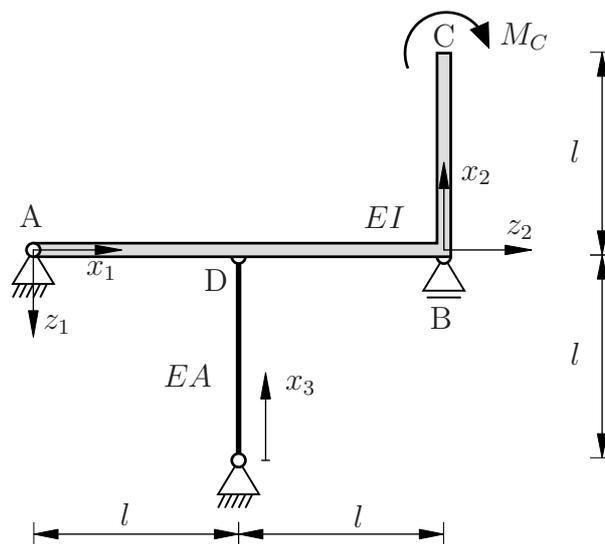
Geben Sie die im System gespeicherte Gesamtenergie Π als Summe einzelner (nicht zu vernachlässigender) Integrale an. Geben Sie dabei die konkreten Integrationsgrenzen an und verwenden Sie die allgemeinen Ausdrücke M^M sowie M^X für die Schnittgrößenfunktionen. Die tatsächlichen Funktionen der Schnittgrößen sollen hier **nicht** eingesetzt werden. **(1,5 Punkte)**

$$\Pi =$$

Aufgabe 3 (Seite 3 von 4)

b)

Der rechts dargestellte Rahmen (Biegesteifigkeit EI) ist in den Punkten A und B wie dargestellt gelagert. Zusätzlich ist im Punkt D eine Pendelstütze (Dehnsteifigkeit EA) angebracht. Im Punkt C greift ein externes Moment M_C an. Die Abmessungen sind der Zeichnung zu entnehmen. In diesem System wurde die in der Pendelstütze wirkende Kraft X als statisch überzählige gewählt und soll im Folgenden bestimmt werden. Die Funktionen der Biegemomente und der Normalkraft sind wie folgt für das Ersatzsystem vorgegeben:



- in Abhängigkeit von M_C für $X = 0$:

$$M^{M_C}(x_1) = -\frac{M_C}{2l} x_1$$

$$M^{M_C}(x_2) = -M_C$$

$$N^{M_C}(x_3) = 0$$

- in Abhängigkeit von X für $M_C = 0$:

$$0 \leq x_1 \leq l :$$

$$M^X(x_1) = \frac{X}{2} x_1$$

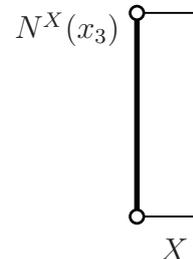
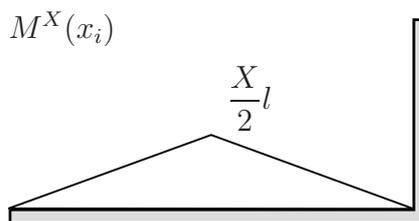
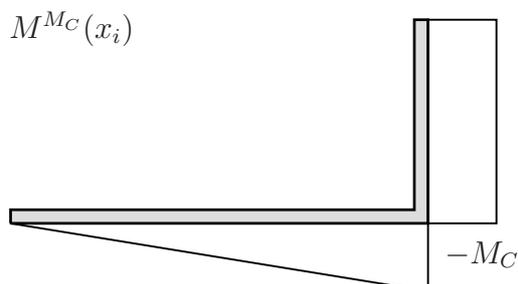
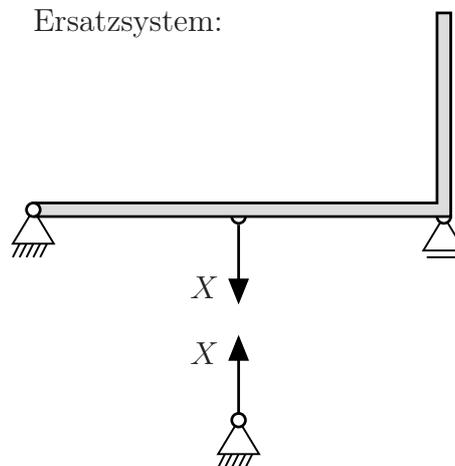
$$l < x_1 \leq 2l :$$

$$M^X(x_1) = -\frac{X}{2} x_1 + Xl$$

$$M^X(x_2) = 0$$

$$N^X(x_3) = X$$

Ersatzsystem:



TU Dortmund

Fakultät Maschinenbau

Institut für Mechanik

Prof. Dr.-Ing. A. Menzel

Prof. Dr.-Ing. J. Mosler

Vorname: _____

Nachname: _____

Matr.-Nr.: _____

Aufgabe 3 (Seite 4 von 4)

Berechnen Sie die statisch überzählige Kraft X . Tragen Sie dazu die wichtigsten Zwischenschritte sowie das endgültige Ergebnis in das nachfolgende Kästchen ein. Es ist darauf zu achten, dass der Lösungsweg schlüssig und vollständig dargestellt wird. **(5,5 Punkte)**