

**FINITE ELEMENTE ANALYSE**  
für Vollzeit-Studenten des Masterstudiengangs (MSc) Fahrzeugingenieurwesen

**2. HAUSAUFGABE**

**Bekannt sind** die Dimensionen des Tragwerkes in dem Bild (siehe Anlage 1): ( $l = 1m$ ,  $I_x = 6 \cdot 10^4 mm^4$ ), sein Elastizitätsmodul ( $E = 2 \cdot 10^5 MPa$ ) und seine Belastung ( $\vec{q}_0 = (-20\vec{e}_y)N/m$ ,  $\vec{F}_0 = (-10\vec{e}_y)N$  und  $\vec{M}_0 = (5\vec{e}_x)Nm$ ).

**Aufgabe:**

Bestimmen Sie die Verschiebungen und die Verdrehungen der markierten Querschnitte  $A$ ,  $B$  und  $C$ . Führen Sie die Berechnungen mit der Anwendung der Finite-Elemente-Methode durch!

- a) Die FE-Vernetzung des Tragwerkes besteht aus zwei Biegestab-Finiten-Elementen mit zwei Knotenpunkten, eines der beiden finiten Elemente ist zwischen den Querschnitten  $A$  und  $C$ , das andere zwischen den Querschnitten  $C$  und  $B$  plaziert.
- b) Die FE-Vernetzung des Tragwerkes besteht aus vier Biegestab-Finiten-Elementen mit zwei Knotenpunkten, zwei von den vier finiten Elementen sind gleich lang und zwischen den Querschnitten  $A$  und  $C$  plaziert, und die weiteren zwei genauso gleich lang, zwischen den Querschnitten  $C$  und  $B$  plaziert.

Während der Berechnung ist die Formänderungsenergie der Schubverzerrung zu vernachlässigen.

**Anweisungen:**

- Geben Sie die Steifigkeitsmatrix und den Belastungsvektor der beiden finiten Elemente gesondert an. Beschreiben Sie auf Grund der bekannten Element-Steifigkeitsmatrizen bzw. Knotenbelastungen die Gesamtsteifigkeitsmatrix und den Gesamtbelastungsvektor des Tragwerkes.
- Verwenden sie an der Steifigkeitsmatrix und am Belastungsvektor des Gesamttragwerkes die den kinematischen Randbedingungen entsprechenden Modifikationen.
- Auf Grund der so berechneten modifizierten Gesamtsteifigkeitsmatrix und des Gesamtbelastungsvektors bauen Sie auf und lösen Sie das lineare algebraische Gleichungssystem für die Knotenverschiebungen bzw. für die Knotenverdrehungen.

**Kontrollmöglichkeit:**

Führen Sie die Berechnung auch am Computer durch (z. B. unter Anwendung des FEM-Programmsystems ANSYS), wobei Sie das gleiche FEM-Verteilung und den gleichen FEM-Typen benutzen. Vergleichen Sie die Ergebnisse der manuellen Berechnungen mit Ihren Ergebnissen am Computer!

**Weitere Anforderungen:**

Die Aufgaben sind auf A4-Blättern *mit Handschrift in einer anspruchsvollen äußeren Ausführung* abzugeben. Die ausgefüllte Anlage 2 wird als Seite 1 numeriert, während die

ausgefüllte Anlage 3 die letzte Seite bildet. Nummer der jeweiligen Aufgabe ist in der Tabelle der Anlage 4, neben der Neptun-Kodenummer zu finden. Die abgegebene Hausaufgabe soll den ausführlichen Ablauf der Aufgabenlösung enthalten. Falls Sie auch andere Computerprogramme verwenden (MAPLE, wxMaxima, Mathematica), legen Sie dann die ausgedruckten Exemplare dieser Berechnungen bei.

*Die eingereichte Hausaufgabe wird nicht akzeptiert, wenn die Anlagen 2 und 3 unvollständig ausgefüllt, bzw. die Aufgabenlösungen mangelhaft sind.*

**Auswahl des bei den Berechnungen angewandten Trägers:**

Erfolgt auf der Grundlage der Liste des Kurses. Zum Beispiel: Wenn Ihr Name steht an der 3. Stelle in der Liste, dann müssen Sie die Aufgabe 3. / Träger 3. in der Anlage wählen.

**Abgabetermin:**

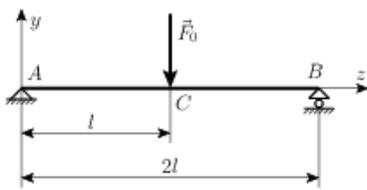
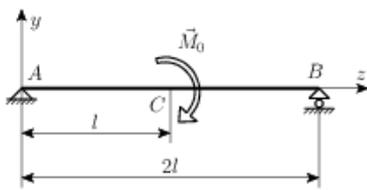
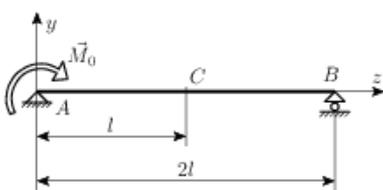
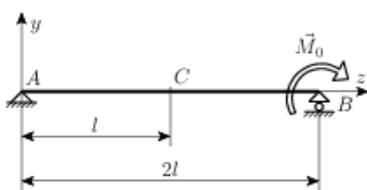
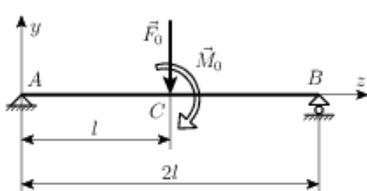
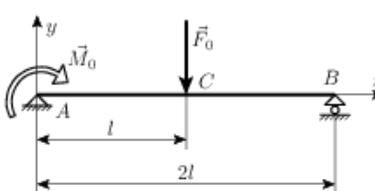
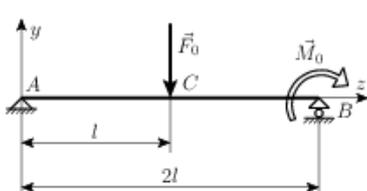
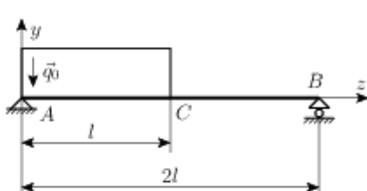
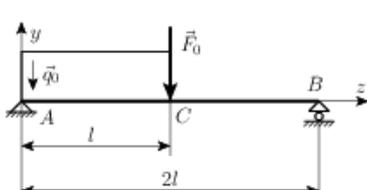
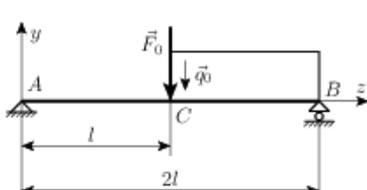
Die Aufgaben sind mit **Namen, NEPTUN-Kode und Ausweisnummer** bis zum **28. November 2017** bei **Herrn Oberass. Dr. Kupi Gábor am Lehrstuhl für Angewandte Mechanik** (Gebäude A, IV. Stock, Büro 402) oder **am Sekretariat des Lehrstuhls für Angewandte Mechanik** (Gebäude A, IV. Stock, Büro 404) in der richtig ausgearbeiteten, übersichtlichen und sorgfältigen Form abzugeben. Bei versäumtem Termin besteht die Möglichkeit, die Aufgaben bis zum **5. Dezember 2017** unter Entrichtung einer Verspätungsgebühr nachzureichen.

Ohne termingerechte Abgabe (inkludiert Zusatztermin) der korrekt und vollständig ausgeführten Aufgabe kann eine **Kursbescheinigung nicht ausgestellt werden**. In diesem Falle muss der Kurs in einem weiteren Semester wiederholt werden.

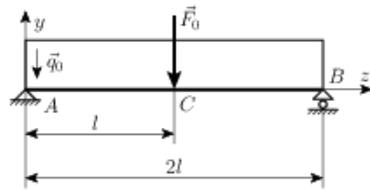
Weitere Informationen zu den Hausaufgaben können in **Konsultation** (Büro A 402) oder per E-Mail (**kupig@sze.hu**) eingeholt werden.

Győr, den 3. Oktober 2017.

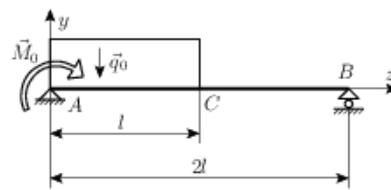
Anlage 1

<p style="text-align: center;">1.</p> 	<p style="text-align: center;">2.</p> 
<p style="text-align: center;">3.</p> 	<p style="text-align: center;">4.</p> 
<p style="text-align: center;">5.</p> 	<p style="text-align: center;">6.</p> 
<p style="text-align: center;">7.</p> 	<p style="text-align: center;">8.</p> 
<p style="text-align: center;">9.</p> 	<p style="text-align: center;">10.</p> 

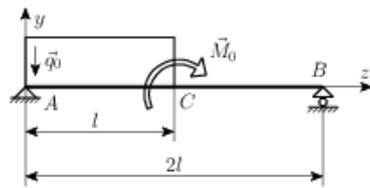
11.



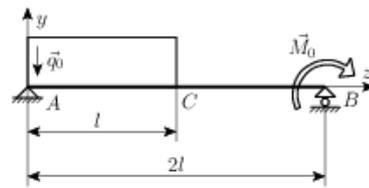
12.



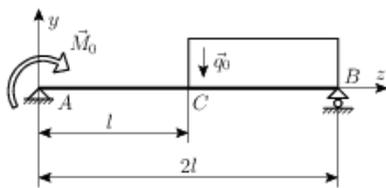
13.



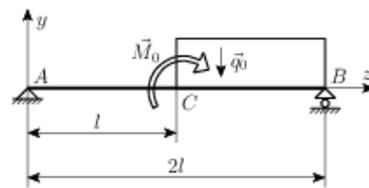
14.



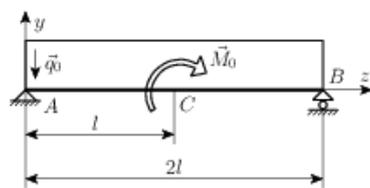
15.



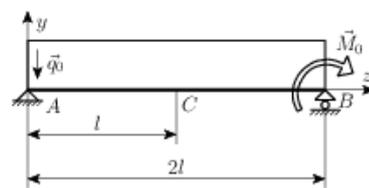
16.



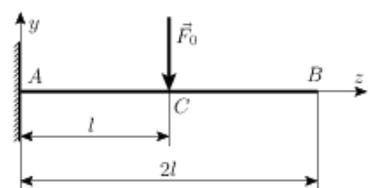
17.



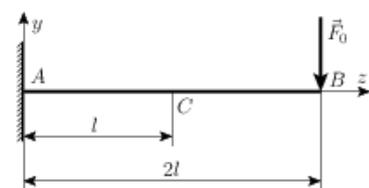
18.



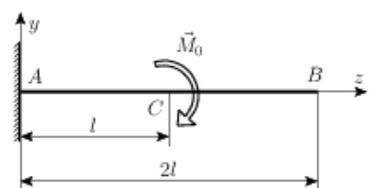
19.



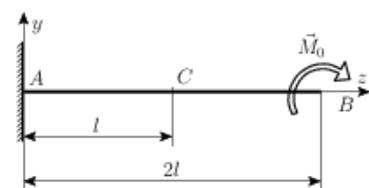
20.



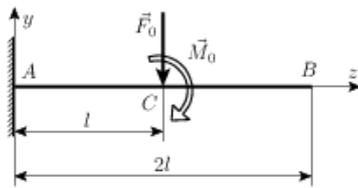
21.



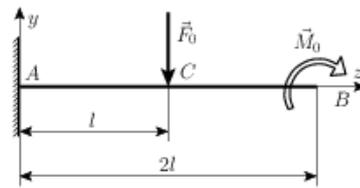
22.



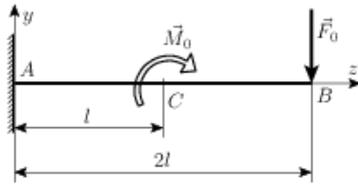
23.



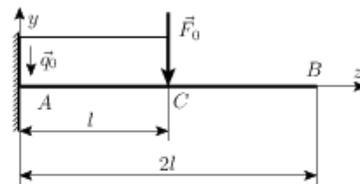
24.



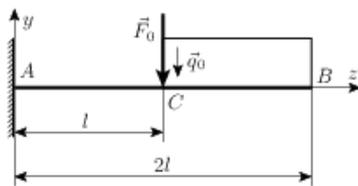
25.



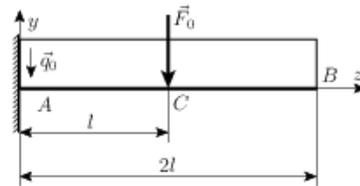
26.



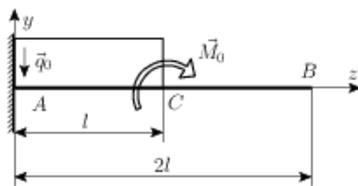
27.



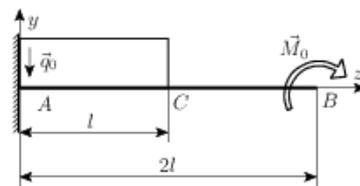
28.



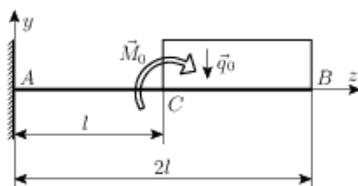
29.



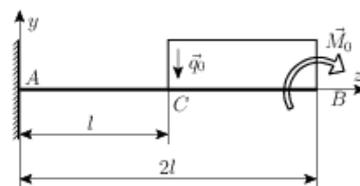
30.



31.



32.



**Anlage 2.**

**2. HAUSAUFGABE**

Name: .....

Neptun-Kodenummer:.....

Nummer der Aufgabe:

Bild des Tagwerkes:

Anlage 3.

	Näherung			Exakte Lösung
	zwei Elemente (manuell)	zwei Elemente (ANSYS)	andere Lösung	
Querschnitt <i>A</i>				
Querschnitt <i>B</i>				
Querschnitt <i>C</i>				

	Näherung			Exakte Lösung
	vier Elemente (manuell)	vier Elemente (ANSYS)	andere Lösung	
Querschnitt <i>A</i>				
Querschnitt <i>B</i>				
Querschnitt <i>C</i>				

