BST3 - Sommersemester 2019

 KLAUSUR - 19.06.2019

Name: ………………………………………. Matrikelnr.: ....................

**Aufgabe 1:**

Zur Abstützung einer hohen Vertikallast ist ein fachwerkartigesTragwerk geplant worden. Der Knoten 1 ist in horizontaler Richtung elastisch gelagert (Federsteifigkeit der Wegfeder ist angegeben).

Die Auflager- und Federkräfte sowie Stablängskräfte sind zunächst nach Theorie I. dann nach II. Ordnung **ohne** Berücksichtigung von Imperfektionen zu berechnen. Geben Sie diese nach Durchführung einer dreimaligen Iteration an; ebenso die dabei ermittelte horizontale Verschiebung des Knotens 2.

Hinweis: Der Horizontalstab weist eine endliche Dehnsteifigkeit auf.

*FV* = 600 kN

*FH* = 25 kN

**(2)**

**(1)**

4,0

*Cu* = 2500 kN/m

Stab 1-2: *EA* = 15000 kN

Stab 2-3: *EA* = ∝

6,0

**(3)**

**Aufgabe 2:**

Gegeben ist ein zweifeldriger Durchlaufträger, der eine konstante Streckenlast aufzunehmen hat. Mit Hilfe des **Drehwinkelverfahrens** sind der Momentenverlauf (M), der Querkraftverlauf (V), die Auflagerkräfte (A) sowie der qualitative Verlauf der Biegelinie (w) zu bestimmen und grafisch darzustellen.

*q* = 24 kN/m

*q* = 12 kN/m

**(1)**

*Stab 1 - 3:*

*EIy =* 9000 kNm2*EA* = ∞

*Stab 3 - 2*:

*EIy =* 12000 kNm2*EA* = ∞

**(2)**

**(3)**

4,0

3,0

**Aufgabe 3:**

Gegeben ist ein Rahmensystem, das nur in einem Stützenabschnitt durch eine Streckenlast beansprucht wird. Es ist ein Feder-Ersatzmodell für den Stababschnitt zwischen Knoten (2) und (3) zu entwickeln, bei dem die Stäbe zwischen Knoten (1) und (2) bzw. (3) und (4) durch Federn ersetzt werden. Stellen Sie dieses System unter Angabe der Federsteifigkeiten dar.

*EIy =* 12345 kNm2*EA* = 15000 kN

*q =* 30 kN/m

*Cu* = 2500 kN/m

**(1)**

**(2)**

4,0

6,0

*EIy =* 13500 kNm2*EA* = ∞

**(4)**

**(3)**

3,0

6,0

**Aufgabe 4:**

Das nachfolgende System soll mit dem WGV in Matrizendarstellung berechnet werden.

**Hinweis:** Die beiden Stabsteifigkeitsmatrizen für den Stab 1 und 2 (6·6-Matrizen mit Berücksichtigung der Normalkraft) wurden bereits vorbereitet (Seite 5).

*q* = 24 kN/m

**x**

*q* = 12 kN/m

3,0

4,0

**(3)**

**(1)**

**(2)**

**z**

*Stab 3 - 2*:

*EIy =* 12000 kNm2*EA* = 120000 kN

*Stab 1 - 3:*

*EIy =* 9000 kNm2*EA* = 100000 kN

Zu bearbeiten sind folgende Aufgaben (Nachfolgeseiten als Lösungsblätter benutzen):

* 1. Ergänzen Sie die fehlenden Werte in den **Elementmatrizen** K1 und K1 bzw. in den **Lastvektoren** s10 und s20. Geben Sie auch an, welche Stabendverformungen in den Elementgleichungen eine Rolle spielen.
	2. Fügen Sie alle Elementmatrizen sowie Lastvektoren zu einem Gesamt-Gleichungssystem KG zusammen, das alle 9 Gleichgewichtsbedingungen enthält.
	**Hinweis:** Achten Sie genauestens auf die vorgegebene Nummerierung der Knoten.
	3. Modifizieren Sie KG durch Einbau der Randbedingungen (Auflagerbedingungen) so, dass ein lösbares Gleichungssystem zur Bestimmung der verbleibenden, noch unbekannten Knotenweggrößen entsteht.
	4. Geben Sie an, wie viele unbekannte Knotenverformungen in diesem Gleichungssystem noch zu bestimmen sind.
	**Hinweis:** Der Lösungsvektor wird für die nachfolgenden Aufgaben auf Seite 8 angegeben.
	5. Führen Sie die Nachlaufrechnung für den **Stab 1** durch; d.h. bestimmen Sie die Stabendschnittgrößen dieses Stabes (Seite 8).
	**Hinweis:** Für den **Stab 2** sind die Stabendschnittgrößen bereits auf Seite 9 angegeben worden.
	6. Stellen Sie den Momenten- und Querkraftverlauf für das gesamte System dar und geben Sie auch die Auflagerreaktionen in Größe und Richtung an (Seite 9).

Zu Aufgabe 4.1: **Bitte** fehlende Zahlen für K1 und s01 sowie Verformungsgrößen mit Indices vollständig einsetzen:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 33333,3 | 0 | 0 |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | 0 | 4000,0 | -6000,0 |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | 0 | -6000,0 | 12000,0 |  |  | **·** |  | **+** |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **s1 =** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Zu Aufgabe 4.1: **Bitte** fehlende Zahlen für K2 und s02 sowie Verformungsgrößen mit Indices vollständig einsetzen:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 30000,0 | 0 | 0 | -30000,0 | 0 | 0 |  |  |  | 0,00 |
|  |  |  | 2250,0 | -4500,0 | 0 | -2250,0 | -4500,0 |  |  |  | - 24,0 |
|  |  |  |  | 12000,0 | 0 | 4500,0 | 6000,0**·** |  | **+** |  | 16,0 |
|  |  |  |  |  | 30000,0 | 0 | 0 |  |  |  |  |
| **s2 =** |  |  |  |  |  | 2250,0 | 4500,0 |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  | 12000,0 |  |  |  |  |

Zu Aufgabe 4.2 (**Tipp:** machen Sie sich Hilfslinien; **Bitte:** alle Zellen handschriftlich füllen, ggf. auch mit Nullen):

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | *u1* |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | *w1* |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | *ϕ1* |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | *u2* |  | **= 0** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | *w2* |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | *ϕ2* | **+** |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | *u3* |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | *w3* |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | *ϕ3* |  |  |

Zu Aufgabe 4.3 (**Tipp:** machen Sie sich Hilfslinien; **Bitte:** alle Zellen handschriftlich füllen, ggf. auch mit Einsen und Nullen):

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | *u1* |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | *w1* |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | *ϕ1* |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | *u2* |  | **= 0** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | *w2* |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | *ϕ2* | **+** |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | *u3* |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | *w3* |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | *ϕ3* |  |  |

Zu Aufgabe 4.4: Wie viele unbekannte Knotenverformungen sind noch zu berechnen? Lösungsvektor:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | *u1* |  | 0,000E+00 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | *w1* |  | 0,000E+00 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | *ϕ1* |  | 4,167E-05 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | *u2* |  | 0,000E+00 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | *w2***=** |  | 1,683E-02 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | *ϕ2* |  | 0,000E+00 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | *u3* |  | 0,000E+00 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | *w3* |  | 0,000E+00 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | *ϕ3* |  | -3,083E-03 |

Zu Aufgabe 4.5: Nachlaufrechnung für Stab 1 (komplett einsetzen und s1 berechnen):

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | **·** |  |  | **+** |  | **=** |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

|  |
| --- |
| 0,00 |
| - 48,00 |
| 54,75 |
| 0,00 |
| 0,00 |
| 41,25 |

**S2  =**

Zu Aufgabe 4.6 (Darstellung mit Vorzeichen nach Baustatik):









Buxtehude, den 22.04.2019

---------------------------------------
 (Prof. Dr.-Ing. Jens Göttsche)