

Motivation und Zielsetzung

Die mitgehende Last, die durch Kontakt von Strukturen mit flüssigen oder gasförmigen Medien verursacht werden kann, ist einer der wichtigsten Lastfälle in der Strukturanalyse, insbesondere Schalenstruktur. Die Richtung, Größe und Verteilung der mitgehenden Last können von der Verformungen beeinflusst werden. Ziel dieser Arbeit ist die Implementierung im Finite-Elemente-Programm, um die nichtlineare Analyse auf mitgehenden Last zu ermöglichen.

Berechnung der Laststeifigkeitsmatrix

Redundanz:

Das nichtlineare Problem in der statischen Strukturanalyse kann in der folgenden Form mit Redundanz \mathbf{R} , internen Kraft \mathbf{F}_{int} und externen Kraft \mathbf{F}_{ext} geschrieben werden.

$$\mathbf{R} = \mathbf{F}_{\text{int}} - \mathbf{F}_{\text{ext}} = 0$$

Linearisierung der Redundanz:

Aufgrund der in dieser Arbeit berücksichtigten geometrischen und materiellen Nicht-linearität ist ein Iterationsprozess erforderlich, bei dem die Unwuchtkräfte zu Null führen sollen. Eine Taylorreihenentwicklung wird für das verwendete Newton-Raphson-Verfahren durchgeführt.

$$\text{LIN } \mathbf{R} = \mathbf{R}(\mathbf{D}^i) + \frac{\partial \mathbf{R}(\mathbf{D}^i)}{\partial \mathbf{D}^i} \delta \mathbf{D}^{i+1} = 0$$

Laststeifigkeit in tangentialen Steifigkeit:

Mit Berücksichtigung der mitgehenden Last ergibt sich in der tangentialen Steifigkeit eine zusätzliche Laststeifigkeitsmatrix.

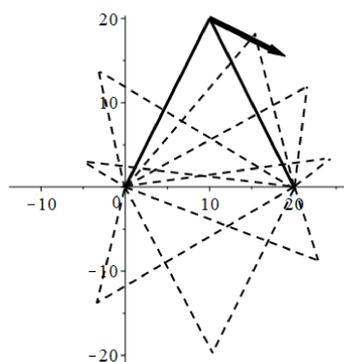
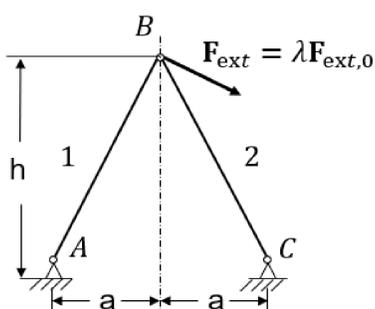
$$\frac{\partial \mathbf{R}(\mathbf{D}^i)}{\partial \mathbf{D}^i} = \frac{\partial \mathbf{F}_{\text{int}}(\mathbf{D}^i)}{\partial \mathbf{D}^i} - \frac{\partial \mathbf{F}_{\text{ext}}(\mathbf{D}^i)}{\partial \mathbf{D}^i}$$

$$\frac{\partial \mathbf{F}_{\text{int}}(\mathbf{D}^i)}{\partial \mathbf{D}^i} = \mathbf{K}_{e+u} + \mathbf{K}_g \quad \text{und} \quad \frac{\partial \mathbf{F}_{\text{ext}}(\mathbf{D}^i)}{\partial \mathbf{D}^i} = \mathbf{K}_L$$

$$\mathbf{K}_T = \mathbf{K}_{e+u} + \mathbf{K}_g - \mathbf{K}_L$$

Fachwerksystem

Zwei-Stab-Fachwerksystem unter einzelnen mitgehenden Last.



Institut:

Institut für Baustatik und Baudynamik

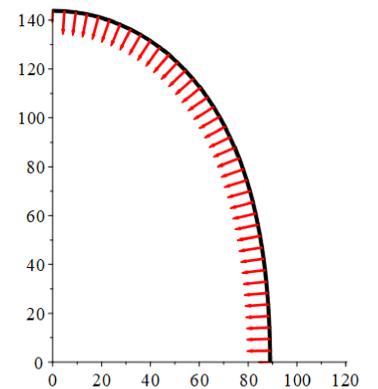
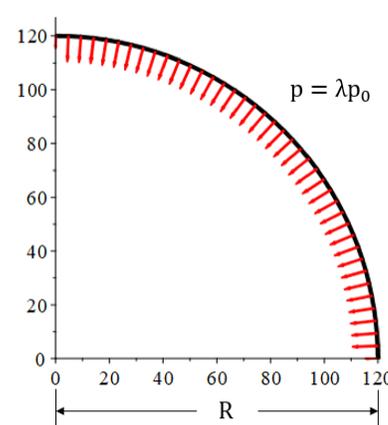
Betreuer:

M. Sc. Simon Bieber
M. Sc. Alexander Müller

Projektleiter: M. Sc. Simon Bieber

Timoshenko-Balken

- Analyse eines Kragarmbalkens mit mitgehenden Last
- Beulanalyse des Kreis mit äußeren Druck



Literatur

Schweizerhoff, K., Ramm, E. (1984), Displacement dependent pressure loads in nonlinear finite element analyses, *Computers & Structures*, Pergamon Press, Großbritannien

Simo, J.C. (1986), A three-dimensional finite-strain rod model, Part II: Computational aspects, *Computer Methods in applied Mechanics and Engineering*, North Holland

Mok, D.P. (1999), Algorithmic aspects of deformation dependent loads in non-linear static finite element analysis, *Engineering Computations*, MCB University Press

Wriggers, P. (2008), *Nonlinear Finite Element Methods*, Springer Verlag, Berlin /Heidelberg

Bischoff, M., Ramm, E., Gade, J. (2020), Vorlesungsmanuskript zu Non-linear Computational Mechanics of Structures, Institut für Baustatik und Baudynamik, Universität Stuttgart