

Studentische Arbeit

Entwicklung eines Berechnungsprogramms für die geometrisch-nichtlineare Berechnung von Balkenstrukturen

Hintergrund

Bauwerke bestehen zum Teil aus Bauteilen, die im Verhältnis zu ihrer Länge kleine Querschnittsabmessungen aufweisen. Handelt es sich hierbei um Seile, weisen sie zwar einen Verformungswiderstand in Längszugrichtung auf, können jedoch nahezu ohne Widerstand gekrümmt werden. Balkenartige Strukturen hingegen weisen auch Widerstände gegenüber Verkrümmungen auf. Bei der Modellierung von Balken werden Annahmen getroffen, die Auswirkungen auf die Genauigkeit des Modells beim Vergleich mit der realen Struktur haben. Bei der (Tragwerks-) *Theorie 1. Ordnung* werden beispielsweise die Gleichgewichtsbedingungen am unverformten System aufgestellt, bei der *Theorie 2. Ordnung* am verformten System, siehe Abb. 1. Gegenüber der *Theorie 3. Ordnung* werden jedoch bei beiden Theorien verhältnismäßig kleine Verformungen angenommen.

Im Rahmen dieser Arbeit soll ein Berechnungsprogramm in der Entwicklungsumgebung *Matlab* erstellt werden, mit dem die Verformungen und Kräfte von Balkenstrukturen im Kontext der Theorien 1. und 2. Ordnung berechnet und Stabilitätsanalysen durchgeführt werden können. Hierbei kann die *Finite-Elemente-Methode* (FEM) verwendet werden.

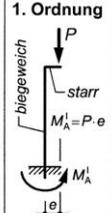
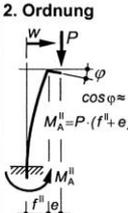
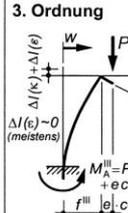
Theorie:	1. Ordnung	2. Ordnung	3. Ordnung
	 <p>$M_A^I = P \cdot e$</p>	 <p>$M_A^{II} = P \cdot (f^{II} + e)$</p> <p>$\cos \varphi = 1$</p>	 <p>$M_A^{III} = P \cdot (f^{III} + e \cos \varphi)$</p> <p>$\Delta l(\varphi) = 0$ (meistens)</p>
Formulierung des Gleichgewichts am:	unverformten System	verformten System	verformten System
Verformung im Verhältnis zu den Systemabmessungen	vernachlässigbar klein ($\ll 1$)	endlich, aber klein ($\ll 1$)	unbeschränkt

Abb. 1: Theorie I., II. und III. Ordnung (Krätzig et al.: *Tragwerke 2*, 5. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg 2019. ISBN: 978-3-662-58112-0)

Aufgaben

- Durchführung einer Literaturrecherche zu (Finite-Elemente-) Berechnungen von (Euler-Bernoulli-) Balken mittels Theorie 1. und 2. Ordnung
- Entwicklung eines Berechnungsprogramms für Balkenstrukturen nach Theorie 1. und 2. Ordnung in Matlab
- Vereinfachte Verifizierung (Überprüfung) des Programms, ggf. mit analytisch ermittelten Ergebnissen, bspw. mit dem *Drehwinkelverfahren*

Ihr Profil

- Vorkenntnisse in Matlab sind erwünscht, aber nicht zwingend erforderlich
- Vorkenntnisse zur numerischen Berechnung (z.B. FEM) sind erwünscht, aber nicht zwingend erforderlich
- Interesse an der Theorie der Mechanik

Ansprechpartner

Leon Minne, Institut für Statik u. Dynamik

E-Mail: l.minne@isd.uni-hannover.de

Telefon: +49 511 762 2885

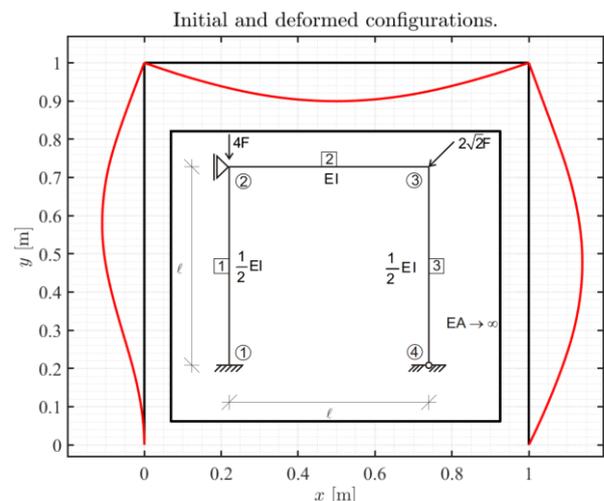


Abb. 2: Aus der Stabilitätsanalyse eines Balkensystems unter Druckbeanspruchung in Matlab