

Anlage zu Teil A

Anwendung der Finite Elemente Methode (FEM) bei Stabwerken

Einfache ebene Stabwerksysteme wie die Rahmenkonstruktion in Bild A1 sind besonders geeignet, um das Prinzip der Finite Element Methode zu erläutern:

- Zerlegung der Struktur in einzelne Elemente, Berechnung der globalen Elementsteifigkeitsmatrizen (Bild A2),
- Definition des Zusammenhanges der Stäbe über die staborientierten Freiheitsgrade (Bild A3),
- Zusammenbau der Gesamtsteifigkeitsmatrix aus den Einzelsteifigkeitsmatrizen (Bild A4).

Näheres s. Falter: Verallgemeinertes Weggrößenverfahren in Schneider, Bautabellen für Ingenieure. 19. Aufl. 2010 [4].

Beispiel: System und Belastung eines Hallenrahmens

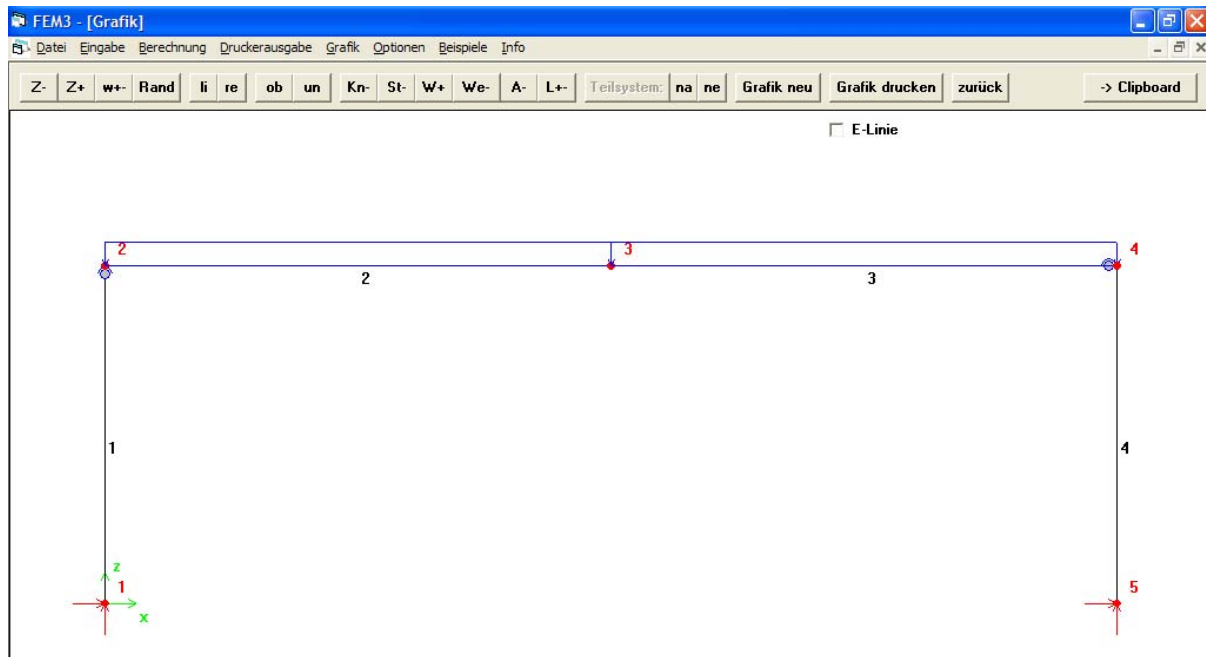


Bild A1 Einfaches Rahmensystem aus vier Stäben mit Belastung

globale Steifigkeitsmatrizen der Einzelstäbe

Stab Format Stab

	1	2	3	4	5	6
1	21576	0	54014	-21576	0	54014
2	0	12000000	0	0	12000000	0
3	54014	0	179996	-54014	0	90073
4	-21576	0	-54014	21576	0	-54014
5	0	12000000	0	0	12000000	0
6	54014	0	90073	-54014	0	179996

	1	2	3	4	5	6
1	38000000	0	0	38000000	0	0
2	0	1079	4072	0	-1079	4072
3	0	4072	20336	0	-4072	10204
4	38000000	0	0	38000000	0	0
5	0	-1079	-4072	0	1079	-4072
6	0	4072	10204	0	-4072	20336

Bild A2 Globale Elementsteifigkeitsmatrizen

Stab	1	2	3	4	5	6
1	0	0	1	2	3	5
2	2	3	4	6	7	8
3	6	7	8	9	10	12
4	9	10	11	0	0	13

Bild A3 Freiheitsgrade des Rahmentragwerks

Gesamtsteifigkeitsmatrix G

Format: #####0.0 Dezimalstellen bei Formateingaben mit Punkt trennen!
 Formatierung wird in Druckausgabe übernommen.

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Last QL	Lösung v
1	-54013.8	0.0	0.0	90073.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	-0.000887
2	28021580.0	0.0	0.0	-54013.8	-28000000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	0.000002
3	0.0	42001080.0	4072.0	0.0	0.0	-1079.5	4072.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	75.000	0.000004
4	0.0	4072.0	29581.1	-9245.0	0.0	-4072.0	10204.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	93.860	0.027647
5	-54013.8	0.0	-9245.0	189241.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	0.001773
6	-28000000.0	0.0	0.0	0.0	56000000.0	0.0	0.0	-28000000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	0.000000
7	0.0	-1079.5	-4072.0	0.0	0.0	2159.0	0.0	0.0	-1079.5	0.0	4072.0	0.0	150.000	0.173770
8	0.0	4072.0	10204.0	0.0	0.0	0.0	40672.2	0.0	-4072.0	0.0	10204.0	0.0	0.000	0.000000
9	0.0	0.0	0.0	0.0	-28000000.0	0.0	0.0	28021580.0	0.0	-54013.8	0.0	-54013.8	0.000	-0.000002
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1079.5	-4072.0	0.0	42001080.0	0.0	-4072.0	0.0	75.000	0.000004
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-54013.8	0.0	189241.0	-9245.0	90073.0	0.000	-0.001773
12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4072.0	10204.0	0.0	-4072.0	0.0	29581.1	0.0	-93.860	-0.027647
13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-54013.8	0.0	90073.0	0.0	179996.0	0.000	0.000887

Bild A4 Globale Gesamtsteifigkeitsmatrix

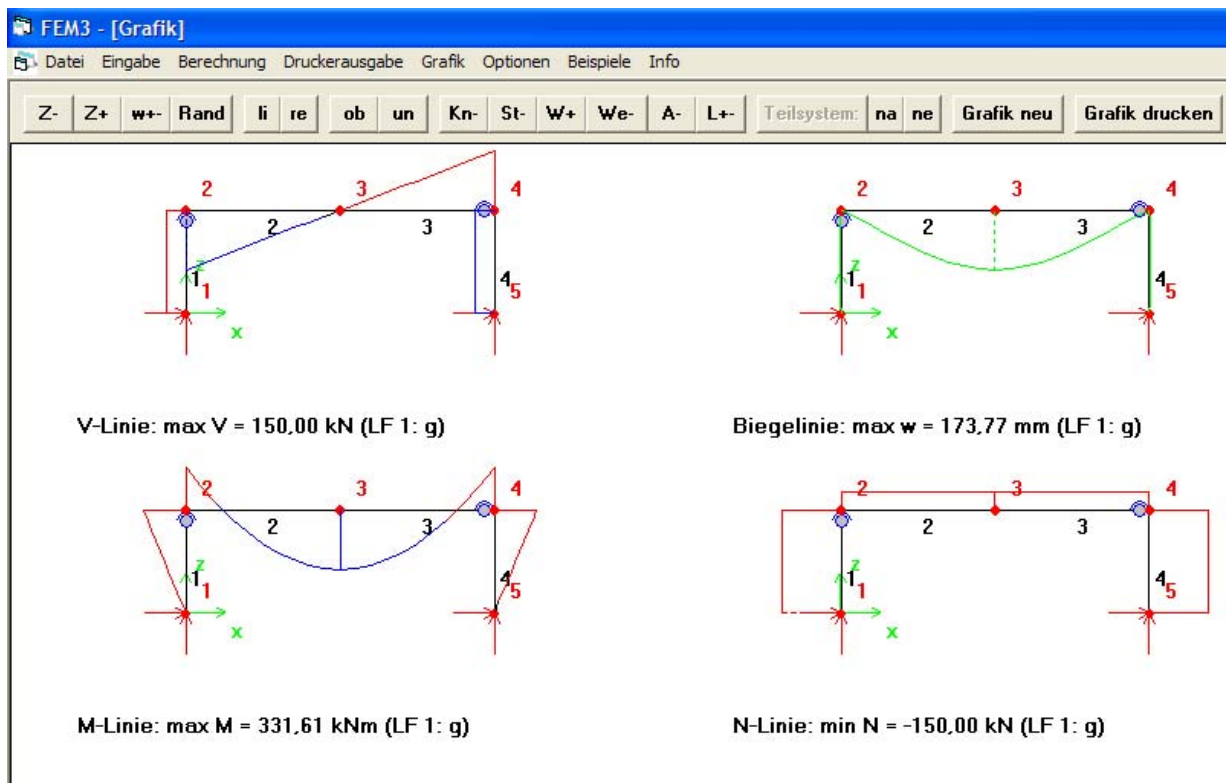


Bild A5 Schnittgrößen und Biegelinie des Rahmens

In Bild A5 sind die Ergebnisse grafisch dargestellt, wodurch eine schnelle Kontrolle der Eingaben ermöglicht wird.