



Ausgabe: 28.04.2023

Abgabe: 26.05.2023

Konsulent: F. Niklas Schietzold, VMB/203

Versagenswahrscheinlichkeit spezieller Systeme –  
Seriensysteme

Name: Philipp Göbel

Matrikel: 460 7083

### Aufgabe

Das dargestellte Fachwerk (s. Abb. 1) besteht aus quadratischen Stahl-Hohlprofilen der Güte S235 JR. Die Außenmaße der Profile sind bei allen Stäben gleich:  $h \times b = 0,16 \text{ m} \times 0,16 \text{ m}$ . Die Wanddicke  $t$  der einzelnen Stäbe ist unterschiedlich dimensioniert, um den verschiedenen Beanspruchungen gerecht zu werden.

Bestimmen Sie für das in Abb. 1 dargestellte System unter der angegebenen Belastung mit den in Tabelle 2 gegebenen Stab-Geometrien die folgenden Versagenswahrscheinlichkeiten:

- Berechnen Sie die Versagenswahrscheinlichkeit  $P_f$  für vollständiges Systemversagen unter den Voraussetzungen, dass
  - die Festigkeiten aller Stäbe stochastisch unabhängig sind und
  - das Knicken der Stäbe ausgeschlossen ist.
- Berechnen Sie die Versagenswahrscheinlichkeit  $P_f$  für vollständiges Systemversagen unter den Voraussetzungen, dass
  - die Festigkeiten aller Stäbe gleich groß sind – also mit voller Korrelation – und
  - das Knicken der Stäbe ausgeschlossen ist.
- Geben Sie eine untere und eine obere Schranke für die Versagenswahrscheinlichkeit  $P_f$  für vollständiges Systemversagen für die Fälle a) und b) an, wenn zusätzlich elastisches Knicken der Stäbe möglich ist! Der Elastizitätsmodul soll dabei in allen Stäben gleich groß sein – also voll korreliert.
  - Fall I – System wie dargestellt,
  - Fall II – Die Stäbe ④, ⑥ und ⑩ werden zusätzlich in Stabmitte konstruktiv gehalten (Knicklängenhalbierung).

Die Ziffern ①–⑩ sind als Nummerierung der Stäbe des Fachwerks in Abb. 1 eingeführt. Die von Ihnen berechneten Stabkräfte sollen in die folgende Tabelle eingetragen werden:

Stab	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
Stabkraft $S_i$ in [V]	0	1	0	1.25	-0.75	-1.414	-1	0.75	0	-1.175

Tabelle 1: Berechnete Normalkräfte der Fachwerkstäbe

### Hinweise

- Bei Bedarf sind Integrale mit Hilfe von numerischer Integration zu lösen. Dokumentieren Sie Ihr Vorgehen in nachvollziehbarer Art und Weise.
- Geben Sie Quellcodes, Worksheets oder Tabellenkalkulationen als Teil des Lösungswegs ab, wenn Sie die numerische Integrationen damit durchführen. Bitte achten Sie darauf, dass diese Lösungswege gut nachvollziehbar und kommentiert sind.
- Bitte geben Sie dieses Deckblatt mit Ihrem Namen und Matrikelnummer ab.

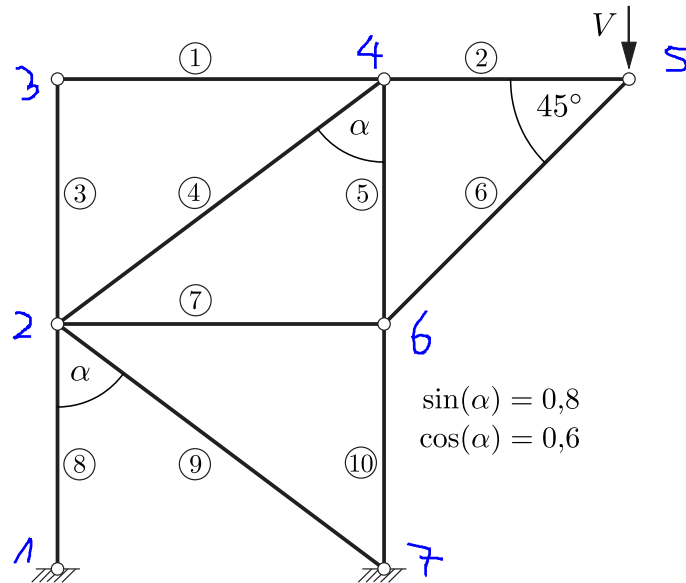


Abbildung 1: System und Belastung

- **Belastung**

Für die Belastung  $V$  wird eine Extremwertverteilung vom Ex-max Typ I (GUMBEL) vorausgesetzt. Die Verteilung wird angenommen mit

$$V \sim \text{GUMBEL} (\mu_{X1} = 410 \text{ kN}; \sigma_{X1} = 70 \text{ kN}).$$

- **Material**

Die Fließspannung  $f_y$  wird als logarithmisch normalverteilt angenommen mit

$$f_y \sim \text{LNV} (\mu_{X2} = 30,20 \cdot 10^4 \text{ kN/m}^2; \sigma_{X2} = 2,44 \cdot 10^4 \text{ kN/m}^2; x_{02} = 19,9 \cdot 10^4 \text{ kN/m}^2).$$

Der Elastizitätsmodul  $E$  ist als deterministische Größe vorgegeben zu

$$E = 2,10 \cdot 10^8 \text{ kN/m}^2.$$

- **Stab-Geometrien**

Stäbe	Wanddicke $t$ [mm]	Querschnittsfläche $A$ [ $10^{-3} \cdot \text{m}^2$ ]	Flächenträgheitsm. $I$ [ $10^{-5} \cdot \text{m}^4$ ]	Länge $l$ [m]
(2) (3) (5) (8)	6,3	3,77	1,46	4,2
(1) (7)	6,3	3,77	1,46	5,6
(4) (9)	6,3	3,77	1,46	7,0
(6)	8,0	4,70	1,78	$\sqrt{35,28}$
(10)	10,0	5,74	2,10	4,2

Tabelle 2: Querschnittswerte und Stablängen der Fachwerkstäbe