

# Konzeption von Online E-Assessment-Übungen für Mathematik-Kurse mit Elementen aus der Technischen Mechanik

*Karsten Kruse, Leo Dostal, Mirjam S. Glessmer,  
Natalia Konchakova, Christian Seifert*

*Technische Universität Hamburg*

**11. Ingenieurpädagogische Regionaltagung 2016**  
23. Juni – 25. Juni 2016

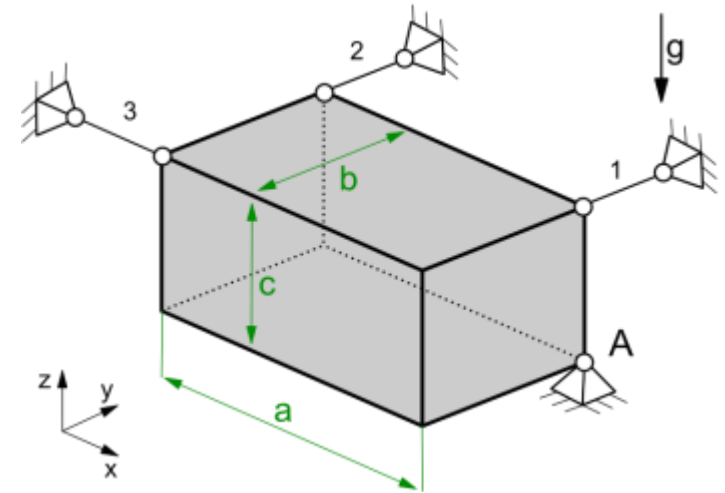
# Einleitung

**Ziel:** Inhaltliche Vernetzung zwischen **Mathematik & Mechanik** um

- **Motivation** des mathematischen Lehrstoffs zu verbessern
- Transfer von Gelerntem auf neue Fragestellungen erleichtern
- Integration von Aufgaben mit Mechanikbezug in den Übungsbetrieb der Mathematik

## Vorgehen:

- Erstellung einer Aufgabe, die **Mathematik & Mechanik-Themen**, die parallel (oder versetzt) unterrichtet werden, beinhaltet
- In Gruppenübungen (Mechanik) und Online-Übungen (Mathematik) integrieren



# Verknüpfende Aufgaben

## Semester 1

Thema Mechanik	Benötigte Inhalte aus Mathematikvorlesung	Verknüpfende Aufgabe
Gleichgewichtsbedingungen	lineares Gleichungssystem	lineares Gleichungssystem aus Gleichgewichtsbedingungen eines mechanischen Systems
Fachwerk	dünn besetztes lineares Gleichungssystem	dünn besetztes lin. GLS durch Knotenpunktverfahren/Ritterschnitt und dessen Lösung
Schwerpunkt	Integration in 1D, 2D und 3D	Bestimmung des Schwerpunktes eines Kegelmantels

# Verknüpfende Aufgaben

## Semester 2

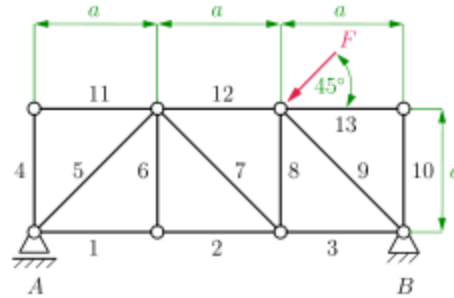
Thema Mechanik	Benötigte Inhalte aus Mathematikvorlesung	Verknüpfende Aufgabe
Spannungszustand	Skalarprodukte	Volumenelement
	Norm, Orthogonalität, Winkel	Volumenelement
	Eigenwerte und Diagonalisierung einer Matrix	Hauptspannungen und Hauptspannungsrichtungen
Ebener Spannungszustand (Mohrscher Spannungskreis)	Matrixdarstellung, Basiswechsel	Spannungen im Bauteil
Dehnung und Stauchung	Integration rationaler Funktionen	zylindrischer Stab
Torsion dünnwandiger Profile	Kurvenintegral	dünnwandiger Querschnitt
Biegung	Integration rationaler Funktionen	Balken

# Entstehungsprozess

Mechanikaufgabe



Identifizierung der mathematischen Elemente



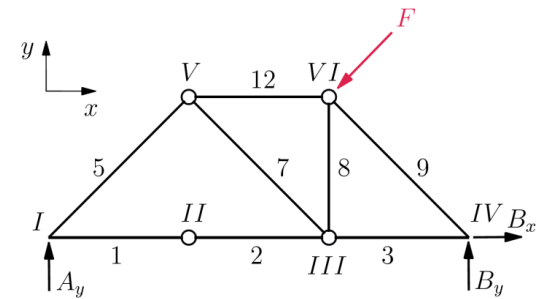
Reduzierung des Modellierungsanteils



Vereinheitlichung der Notation



Programmierung



$$\begin{pmatrix}
 -1 & -\cos\alpha & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & -\sin\alpha & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 1 & 0 & 0 & -\sin\beta & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & -1 & -\cos\beta & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & \cos\alpha & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & \sin\alpha & 1 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & \sin\beta & 1 & 0 & \cos\gamma & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & \cos\beta & 0 & 0 & \sin\gamma & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1
 \end{pmatrix}
 \begin{pmatrix}
 S_1 \\
 S_2 \\
 S_3 \\
 S_4 \\
 S_5 \\
 S_6 \\
 S_7 \\
 S_8 \\
 S_9 \\
 S_{10} \\
 F_{Ax} \\
 F_{By} \\
 F_{Bx}
 \end{pmatrix}
 =
 \begin{pmatrix}
 0 \\
 F_y \\
 0 \\
 0 \\
 0 \\
 0 \\
 0 \\
 0 \\
 0 \\
 0 \\
 0 \\
 0 \\
 0
 \end{pmatrix}$$

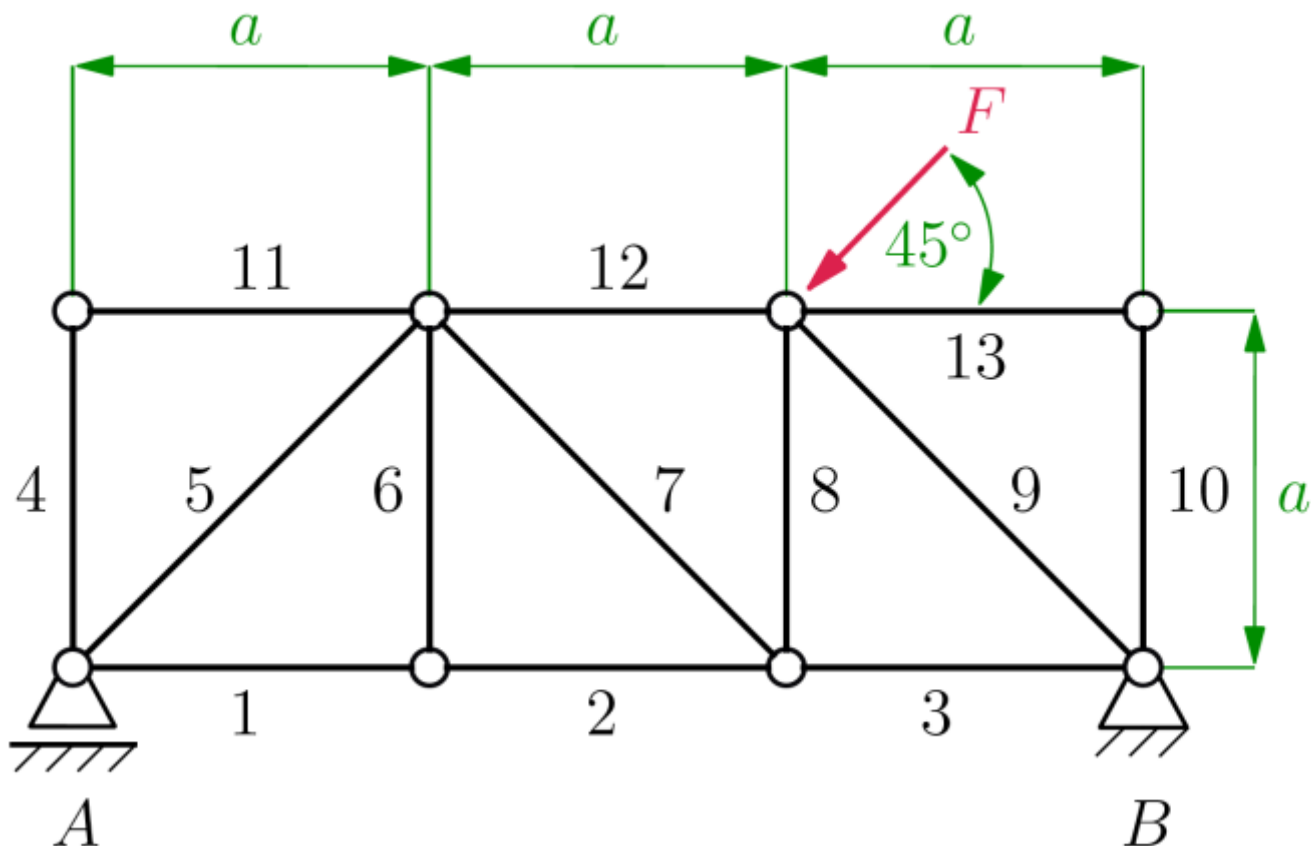
```

:Definieren der Konstante sqrt(2);
SF=range(7,18,1);
Sa=range(2,5,0.2);
: Variablen als Textstring speichern, sonst
wird hier im Algorithmus gerundet. Dies ist
bei SF und Sa nicht nötig;
Sq=sqrt(2);
SAz = "-1/3*(Sq)*(SF)";
SBx = "(Sq)/2*(SF)";
SBz = "-(Sq)/6*(SF)";
SS7 = "2/3*(SF)";
SS2 = "(Sq)/3*(SF)";
SS12 = "-2*(Sq)/3*(SF)";
SS5 = "-2/3*(SF)";
SS1 = "(Sq)/3*(SF)";
SS9 = "-1/3*(SF)";
SS3 = "2*(Sq)/3*(SF)";
SS8 = "-(Sq)/3*(SF)";

: eine der ersten drei Variablen wählen;
: Antwort darf hier noch nicht ausgewertet werden -->
Textstring;
Szuf1=range(0,1);
Svar1 = switch(Szuf1, "A_z", "B_x");
Sans1 = switch(Szuf1, "SAz", "SBx");
Szuf2=range(0,2);
Svar2 = switch(Szuf2, "S_1", "S_8", "S_9");
Sans2 = switch(Szuf2, "SS1", "SS8", "SS9");
Szuf3=range(0,3);
Svar3 = switch(Szuf3, "B_z", "S_2", "S_5", "S_7");
Sans3 = switch(Szuf3, "SBz", "SS2", "SS5", "SS7");
Szuf4=range(0,1);
Svar4 = switch(Szuf4, "S_3", "S_12");
Sans4 = switch(Szuf4, "SS3", "SS12");
    
```

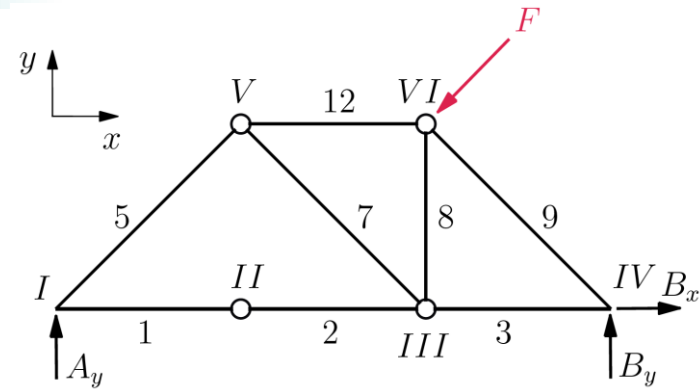
# Fachwerkaufgabe

Gegeben sei ein belastetes Fachwerk aus idealen Stäben und Lagern in den Punkten A und B.



# Fachwerkaufgabe

Durch Vorüberlegungen können einige Stäbe aus dem Fachwerk entfernt werden. Das Freikörperbild reduziert sich so zu:



Es ergeben sich folgende Gleichungen für die Auflagerreaktionen:

Summe der Kräfte in x-Richtung:  $\sum_i F_{xi} = 0$ , also  $B_x - \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot F = 0$

Summe der Kräfte in z-Richtung:  $\sum_i F_{zi} = 0$ , also  $A_z + B_z + \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot F = 0$

Summe der Momente um die y-Achse im Lager B:

$$\sum_i M_y^B = 0, \quad \text{also} \quad 3 \cdot a \cdot A_z + \sqrt{2} \cdot a \cdot F = 0$$

# Fachwerkaufgabe

Es ergeben sich zusätzlich folgende Gleichungen für die Kräfte  $S_i$  innerhalb des Stabs  $i$  für alle  $i = 1, 2, \dots, 12$  mit  $S_i \neq 0$ :

$$0 = A_z + \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot S_7, \quad 0 = a \cdot A_z + a \cdot S_2, \quad 0 = S_2 + \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot S_7 + S_{12},$$

$$0 = \frac{-\sqrt{2}}{2} \cdot S_5 + A_z, \quad 0 = S_1 + \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot S_5, \quad 0 = B_z - \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot S_9,$$

$$0 = B_x - S_3 - \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot S_9, \quad 0 = -S_8 - \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot S_7.$$

Berechnen Sie für  $a = \$a$  und  $F = \$F$  einige ausgewählte Stabkräfte und Lagerreaktionen.

Tipp: Überlegen Sie sich eine geeignete Reihenfolge der Variablen und der Gleichungen.

$$\$var1 = \text{Numerisch}$$

$$\$var2 = \text{Numerisch}$$

$$\$var3 = \text{Numerisch}$$

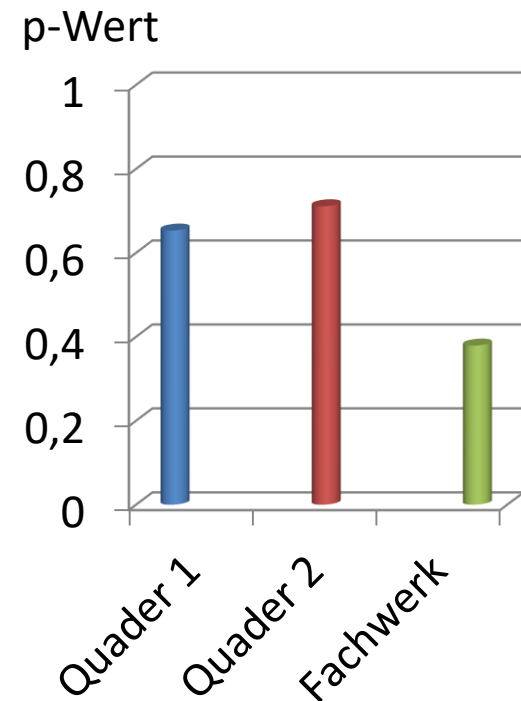
$$\$var4 = \text{Numerisch}$$



## Mechanik I – Mathematik I (Lineare Algebra)

- ▶ **Quader 1:** Gleichungssystem aufstellen
- ▶ **Quader 2:** Gleichungssystem lösen
- ▶ **Fachwerk:** dünn besetztes Gl.-System lösen

p-Wert gibt den Anteil der Studierenden an, die die Frage komplett richtig beantwortet haben



A low-angle photograph of a modern building facade with a teal overlay. The building features a central tower with a grid of windows and curved architectural elements. A teal banner is superimposed across the middle of the image.

**Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!**