



# „Die Mischung macht’s“

## Blended Learning in der Mechanik

Prof. Dr.-Ing. Thomas Engleder

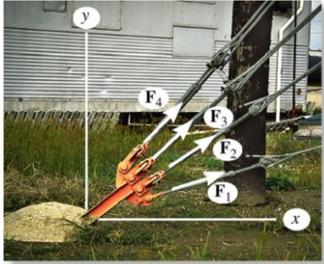
Tag der Lehre – 12/2021



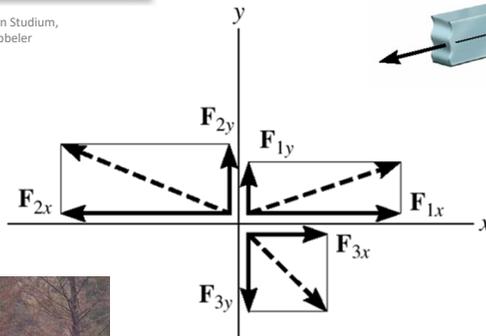
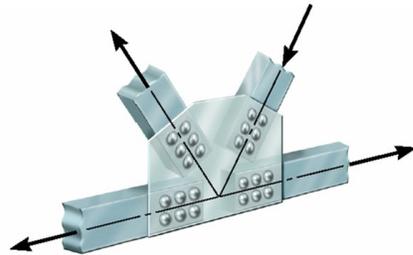
<https://www.clipartfree.de/>



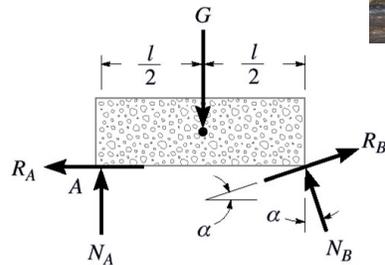
## TM1 – Statik



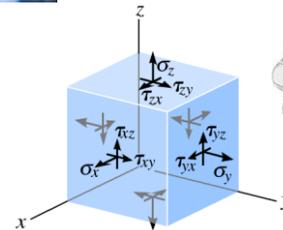
Quelle: Abbildungen aus Pearson Studium, „Technische Mechanik“, R.C. Hibbeler



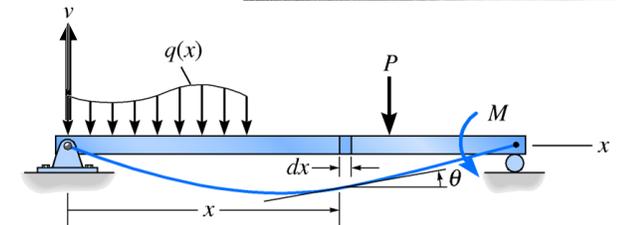
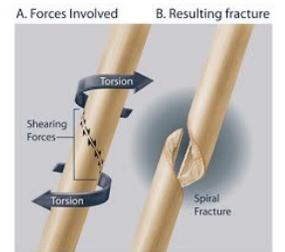
Fun - InSire.de



## TM2 – Festigkeitslehre



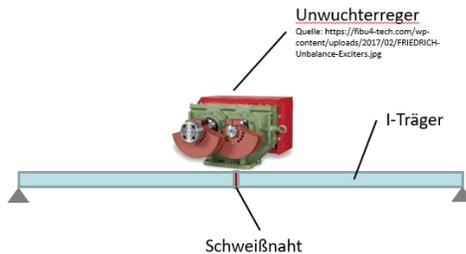
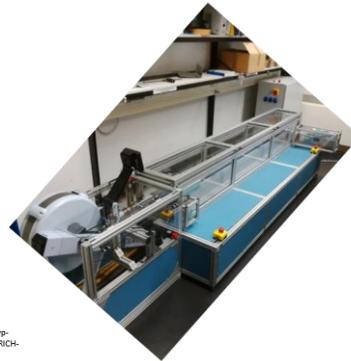
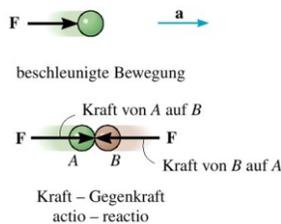
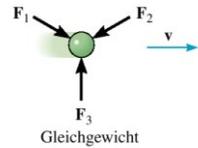
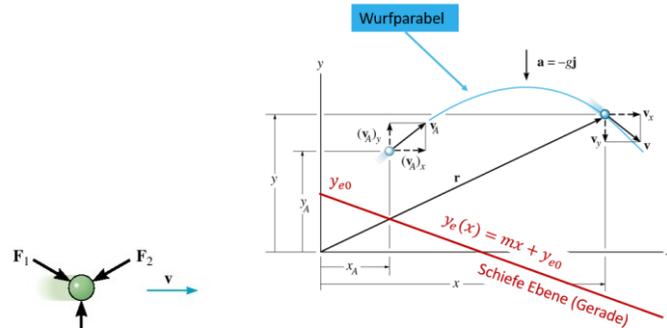
Quelle: Abbildungen aus Pearson Studium, „Technische Mechanik“, R.C. Hibbeler



## TM3 – Dynamik

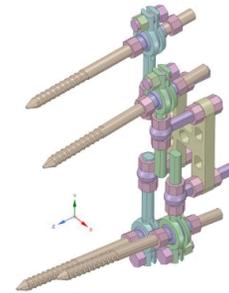
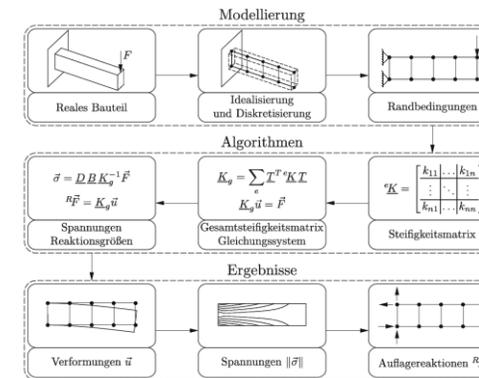
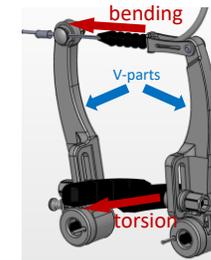
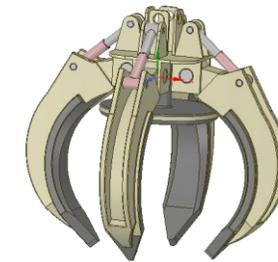
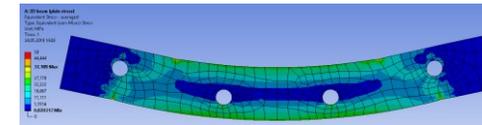


Quelle: Abbildungen aus Pearson Studium, „Technische Mechanik“, R.C. Hibbeler

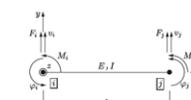
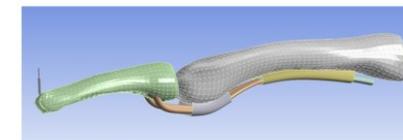


Quelle: <https://www.rsf-sassenberg.de/Upload/files/PDF/Positionseinstellungen.pdf> [29.11.2020]

## Finite Elemente Methode (linear/nichtlinear)



Quelle: Springer Vieweg, „Finite-Elemente-Methode“, P. Steinke



$$K = \frac{EI}{l^3} \begin{bmatrix} 12 & 6l & -12 & 6l \\ 6l & 4l^2 & -6l & 2l^2 \\ -12 & -6l & 12 & -6l \\ 6l & 2l^2 & -6l & 4l^2 \end{bmatrix}$$

$$\vec{Q} = \frac{l}{20} \begin{bmatrix} 7 & 3 \\ l & \frac{4}{3}l \\ 3 & 7 \\ -\frac{4}{3}l & -l \end{bmatrix} \begin{bmatrix} q_0 \\ q_1 \\ q_2 \\ q_3 \end{bmatrix} = \frac{l}{20} \begin{bmatrix} 7q_0 + 3q_1 \\ lq_1 + \frac{4}{3}lq_2 \\ 3q_2 + 7q_3 \\ -\frac{4}{3}lq_3 - lq_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Q_1 \\ m_1 \\ Q_2 \\ m_2 \end{bmatrix}$$

$$\frac{EI}{l^3} \begin{bmatrix} 12 & 6l & -12 & 6l \\ 6l & 4l^2 & -6l & 2l^2 \\ -12 & -6l & 12 & -6l \\ 6l & 2l^2 & -6l & 4l^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F_1 \\ M_1 \\ F_2 \\ M_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Q_1 \\ m_1 \\ Q_2 \\ m_2 \end{bmatrix}$$

- **Vermittlung der notwendigen Kompetenzen in „Technischer Mechanik“**
  - **Anleitung zum eigenständigen Lernen anhand vorgegebener Lernmaterialien**
  - **Anwendung der erworbenen Mechanik-Kompetenzen an einer praktischen Aufgabenstellung**
  - **Hinführung zur Anwendung moderner numerischer Werkzeuge**
- 
- Zeitliche Gestaltungsmöglichkeit für die Studierenden verbessern (Nebenjobs, Anfahrt, etc.)
  - Auslagerung von einfachen, sich immer wiederholenden, Inhalten (z.B. Standardverfahren, Software, etc.)
  - Effiziente Nutzung vorhandener Ressourcen (Lehre ↔ Forschung)
  - Lehrinhalte und Prüfung auch in Semestern anbieten, in denen die Vorlesung nicht regulär stattfindet
  - Wissen teilen – Inhalte allen Studierenden zur Verfügung stellen (z.B. FEM mit Ansys)
  - Basis für Lernangebote im Teilzeitbereich oder auch (Teil-)Fernstudium zum Erreichen neuer „Kunden“

Startseite / Technische Mechanik 3



- Vermittlung der notwendigen Kompetenzen in „Technischer Mechanik“
  - Skript an Referenzliteratur orientiert
  - Literatur in Print- und Digitalformat verfügbar



- Anleitung zum eigenständigen Lernen anhand vorgegebener Unterlagen
  - YouTube-Videos („nicht öffentlich“, nur mit passendem Link erreichbar)
  - Übungsaufgaben mit Lösungen
  - Antwort zu häufige Fragen in Video/FAQ



- Tutorium zur Unterstützung bei Übungsaufgaben und im Projekt
  - Tutorium auch in Präsenz
  - Online nach Bedarf => zeitnahe Rückmeldung
  - Nur konkreten Fragen, keine allgemeine Wiederholung

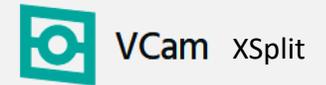


- Anwendung der Mechanik-Kompetenzen: Praxisbeispiel (durchlaufendes Projekt 1 & 2 Semester)
  - Vertieftes Verständnis der Zusammenhänge am Beispiel einer Hebevorrichtung
  - Bearbeitung im Eigenstudium / Entscheidungen zur Bemessung treffen!



- Hinführung zur Anwendung numerischer Werkzeuge => Matlab
  - Einarbeitung in Matlab im Eigenstudium (Mathworks - Onramp)
  - Lösungen zu Übungsaufgaben auch in Matlab verfügbar (Beispiele)
  - Projekt wird als Matlab-Live Script (Template gegeben) eigenständig durchgeführt

wacom  
Cintiq



MS Windows  
Whiteboard



- Bündelung der MC+MT Studierenden in einer Veranstaltung (50-80 Teilnehmer)
  - Anmerkung: kein Unterscheid in Mitarbeit/Prüfung zwischen 30-40 oder 50-80 Teilnehmern
- Im Wechsel 2 SWS Vorlesung in Präsenz (keine Aufzeichnung, kein Hybrid) und 2 SWS Eigenstudium
  - Jeweils zu einem festen Termin
- Vorlesungsunterlagen ohne Einschränkung in Moodle zugänglich
  - Ziel: Lerninhalte vollständig eigenständig erlernbar – Rückfragen jeder Zeit per E-Mail möglich
  - Referenzliteratur (hier: Technische Mechanik, R.C. Hibbeler, Person-Verlag, Abbildungen vom Verlag freigegeben)
  - Kein Lückenskript, keine Zugriffsbeschränkung von Inhalten durch Tests
- Alle Vorlesungsinhalte und Hinweise zum Projekt als Videos verfügbar
  - Nichtöffentliche Youtube-Videos mit Kapitelmarkierungen/Sprungmarken
  - Lerninhalte zum Eigenstudium werden über das Forum bekannt gegeben
  - Finale Rechenwege aus Lehrvideos als Bild in Moodle abgelegt
- Übungsaufgaben mit Musterlösung (viele davon auch mit Matlab)
  - Lösungswege (meist) analog zur Handrechnung
  - Matlab nur als „großer Taschenrechner“ eingesetzt
  - Als Exkurs und Ausblick sind diese teilweise auch mit der „symbolic toolbox“ gelöst
  - Weitere Aufgaben & Lösungen aus Referenzliteratur
  - Noch umzusetzen: Erklärvideos zu komplexeren Aufgaben

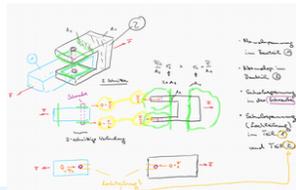
# Abbildung der Lerninhalte in Moodle



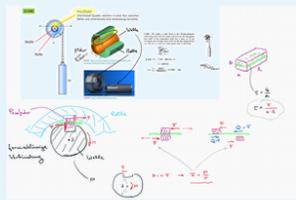
Beispiel - U-Bügel und Passfeder/Nutenstein [TM 2 U Buegel Passfeder 2021 03 31 12 20 46]

- \* 0:00:00 - Beispiel U-Bügel (Schub- und Normalspannungen)
- \* 0:15:00 - Beispiel für Passfeder/Nutenstein (Welleanschluss)

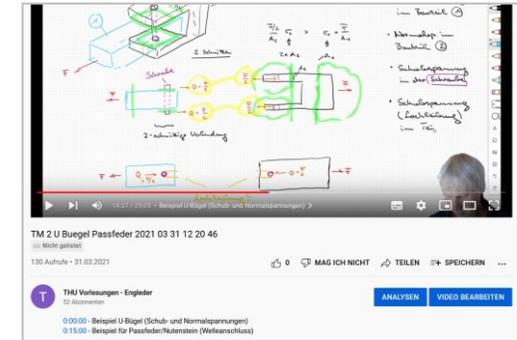
Skizze zum U-Bügelanschluss



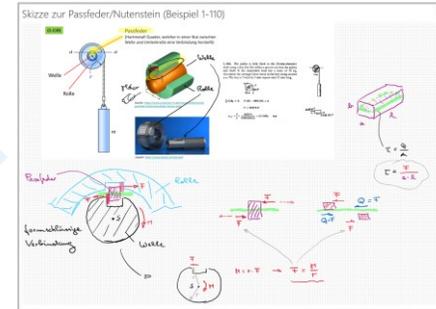
Skizze zur Passfeder/Nutenstein (Beispiel 1-110)



Startet youtube-Video in einem neuen Tab



Bilder zum Lösungsweg aus den Videos (Notizen Tool: MS Windows Whiteboard)



TM-2 Lochleibung - Erklärung und Beispiel Prüfungsaufgabe1 aus SS2020 (TM-2\_Lochleibung\_2020-10-20 08-34-08)

- \* 0:00:00 - Systemerklärung
- \* 0:07:45 - Teil 1 - Schubspannung Bolzen
- \* 0:19:36 - Teil 2 - Lochleibung allgemeine Erklärung & Vorgehensweise

Übungsaufgaben Normal- und Schubspannungen

01-06 / 99 / 110

Lösungen

Eigene Lösungen für die Aufgaben Stress 01 / 03 / 05 / 06  
Gesamt Lösungen vom Hibbeler zum Kapitel Normal- und Schubspannungen

Übungsaufgaben und Lösungen

Bei welcher Kraft sind  $d$  und  $h$  identisch? Es muss gelten  $d = h$ .

$$\sqrt{\frac{4F}{\pi \sigma_{zul}}} = \frac{F}{2\pi \frac{d}{2} \tau_{zul}}$$

$$\frac{4F}{\pi \sigma_{zul}} = \left(\frac{F}{2\pi \frac{d}{2} \tau_{zul}}\right)^2$$

Auflösen nach  $F$  liefert das gesuchte Ergebnis. In dem vorliegenden Fall ist das einfach analytisch zu lösen in dem durch  $F$  geteilt und dann aufgelöst wird.

$$g(F) = F \left( \frac{1}{2\pi \frac{d}{2} \tau_{zul}} \right)^2 - \left( \frac{4}{\pi \sigma_{zul}} \right) = 0$$

$$F = 4 / (\pi * \text{sig\_zul} / ((1/(2*\pi*d_s/2*tau\_zul))^2))$$

$$F = 6.4141e+04$$

Für komplizierte Fragestellungen (analytisch unlösbare nichtlineare Funktionen) kann eine Nullstellensuche eingesetzt werden. Dazu wird die Funktion so umgestellt, dass auf einer Seite 0 steht (hier als  $g(F) = 0$  berechnet).

$$g(F) = \sqrt{\frac{4F}{\pi \sigma_{zul}}} - \frac{F}{2\pi \frac{d}{2} \tau_{zul}} = 0$$

Diese Funktion wird nun numerisch gelöst.

```
clear F; % sicherstellen, dass F keinen Wert enthält
fun = @(F) sqrt(4*F)/(pi*sig_zul) - F / (2*pi*d_s/2*tau_zul);
F = fzero(fun, 70000)
```

$$F = 6.4141e+04$$

## Werkstattkran



Quelle: <https://www.jh-profishop.de/Werkstattkran-mit-gespreiztem-Fahrgestell-und-Schnellhub-klappbar-24566-197970/>

## Projektaufgabe

Wie muss die Hebevorrichtung konstruiert werden, damit diese die geforderten Lasten tragen kann?

## Patientenlift



Quelle: <https://www.rahm24.de/mobilitaetshilfsmittel/lifter-und-transferhilfen/patientenlifter-aks-foldy>

- Welche Lasten müssen gehoben werden? (Masse der Motoren, Personen, etc.) Welche Kräfte und Momente wirken?
- Äußere Abmessungen damit die Vorrichtung benutzt werden kann? (Höhe, Breite, Länge, Arbeitsraum, kein Kippen, etc.)

*TM1*

**Statik**

- Welche Abmessungen müssen für die Bauteile (Querschnitte der Stäbe, Balken, etc.) gewählt werden, so dass kein Versagen (keine bleibende Verformung, kein Knicken) auftritt?
- Wie können die einzelnen Komponenten miteinander verbunden werden? (Schrauben, Verschweißung, etc.)
- Wie stark darf sich die Vorrichtung verformen, damit diese nutzbar bleibt?

*TM2*

**Festigkeits-  
lehre**

# Abbildung des Projektes in Matlab (Live Script)

## TM2 Projekt - Hebevorrichtung (V2021-09a)

Projekt zur Vorlesung "Technische Mechanik 2" an der Technischen Hochschule Ulm - Prof. T. Engleder

```
clear all;
fprintf('Stand: %s \n', datet
```

### Lösungskontrolle An/Aus

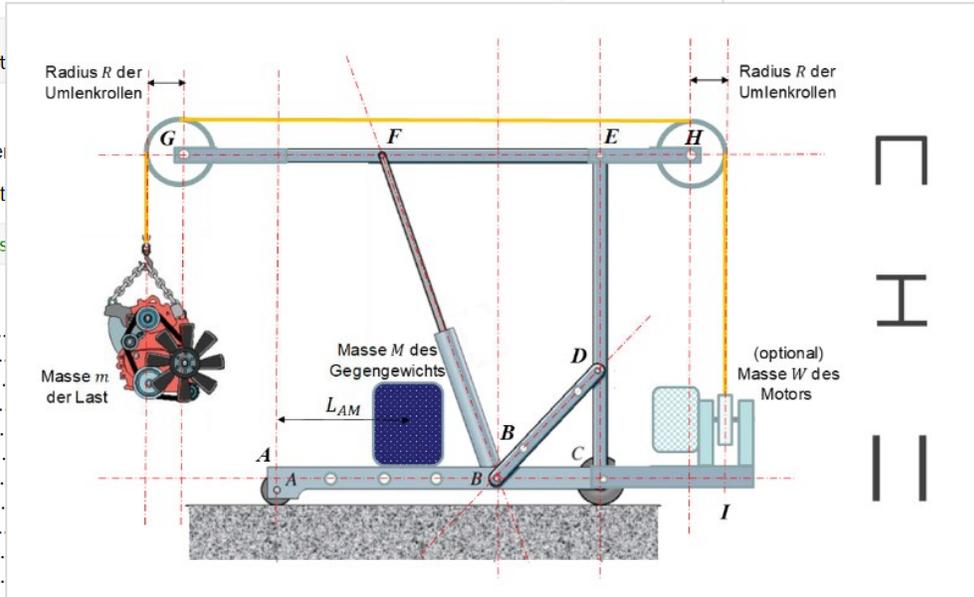
true : Lösungskontrolle eingeschaltet

false : Lösungskontrolle ausgeschaltet

```
solCheck = false; % Lösungs
```

### Table of Contents

- Lösungskontrolle An/Aus.....
- Systemskizze.....
- Abmessungen des Systems.....
- Definition der Lasten.....
- Darstellung der Geometrie.....
- Statik berechnen (Kontrolle).....
- Kippen.....
- Schnittgrößen.....
  - Träger G-F-E-H.....
  - Träger E-D-C.....
  - Träger A-B-C-I.....
- Check - Meilenstein 1.....
- Sicherheitsfaktor und Materialeigenschaften.....7
- Bemessung der Schrauben/Bolzen/Verbindungsmitel/Kerbspannung.....7
- Lochleibung an den Anschlüssen.....9
- Bemessung der beiden Stäbe B-D.....9
  - Check - Meilenstein 2.....9
- Dimensionierung der Querschnitte bei F, E, D, B und C für die Biegebelastung.....9
  - U-Profil (Stelle F und E).....9
  - I-Profil (Stelle D).....10
  - Balken (Stelle B und C).....10
- Lochleibung an den Anschlüssen.....10
  - Check - Meilenstein 3.....10
- Knicken / Dimensionierung Stab F-B.....11
- Motorauslegung und Wellenanschluss.....11
  - Welle.....11



### Check - Meilenstein 2

# START - NICHT ÄNDERN

```
% if (solCheck), hebevorrichtung_check_all(project,2); end
```

# NICHT ÄNDERN - ENDE

### Dimensionierung der Querschnitte bei F, E, D, B und C für die Biegebelastung

Für die Konstruktion kommen drei Querschnitt zum Einsatz (s. Skizze): Ein U-Profil (Öffnung nach unten), ein I-Profil (Flansch parallel zur Bildebene) und zwei parallele Balken. Die Flächenträgheitsmomente können Sie aus Rechteckquerschnitten selbst zusammensetzen, oder die Matlab-Funktion (s. Vorlesung/Übung) verwenden.

Wählen Sie die Abmessungen für die Profile so, dass die zulässige Biegespannung  $\sigma_{zul}$  an keiner Stelle überschritten wird. Vereinfacht müssen die Querschnittsschwächungen durch die Schraubenverbindungen (Löcher) nicht berücksichtigt werden.

#### U-Profil (Stelle F und E)

9

Das U-Profil soll eine einheitliche Dicke  $t_U$  aufweisen und die Höhe  $h_U$ , sowie die Breite  $b_U$ .

```
%
t_U = 0 % [m]
b_U = 0 % [m]
h_U = 0 % [m]
%
I_U = 0 % [m^4] Flächenträgheitsmoment
```

#### I-Profil (Stelle D)

Das I-Profil soll eine einheitliche Dicke  $t_I$  aufweisen. Die Flanschbreite beträgt  $b_I$  und die Steghöhe  $h_I$ .

**ACHTUNG:** Das I-Profil muss in den inneren Bereich des U-Profils passen, damit die beiden Bauteile miteinander verbunden werden können.

```
%
t_I = 0 % [m]
b_I = 0 % [m]
h_I = 0 % [m]
%
I_I = 0 % [m^4] Flächenträgheitsmoment
```

# Abbildung des Projektes in Moodle



Projekt / Project

Projekt - Hebevorrichtung (V2021-09)

Änderungshistorie

Hinweise zu Änderungen und Anpassungen in der Aufgabenstellung zur "Hebevorrichtung".

Matlab-Funktionen und Skizzen für das Projekt

**Ma**

Die  
'He  
Vor

1. Meilenstein - Statik, Schnittgrößen und Kippen

Fällig am 21. Oktober 2021

32 von 57 haben abgegeben, 32 unbewertet

- Geometrie, Material und Belastung definiert und geprüft
- Nachweis zum Kippen durchgeführt
- Schnittgrößen in allgemeiner Form d.h. mit variablen Größen ermittelt

2. Meilenstein - Anschlüsse und Normalspannungsnachweise

Fällig am 27. Oktober 2021

31 von 57 haben abgegeben, 31 unbewertet

- Bemessung der Schrauben (Verbindungsmittel auf Scherung / es können dabei auch sehr kleine Querschnitte auftreten)
- Bemessung der Stäbe 8-D (Kerbspannung berücksichtigen)

3. Meilenstein - Biegung/Knicken (KEINE PFLICHTABGABE - KANN AUCH ZUSAMMEN MIT MEILENSTEIN 4 ABGEBEBEN WERDEN)

Fällig am 11. November 2021

17 von 57 haben abgegeben, 17 unbewertet

- Dimensionierung der Querschnitte für die Biegung (es muss nur das Biegemoment berücksichtigt werden, keine Normalkraft)
- Nachweis der Lochleibung

4. Meilenstein - Motorauslegung

Fällig am 16. Dezember 2021

2 von 57 haben abgegeben, 2 unbewertet

- Knicken geprüft
- Wellenanschluss/Nutenstein
- Motorleistung

Finale Projektabgabe (am Ende des Semesters)

Fällig am 20. Januar 2022

2 von 57 haben abgegeben, 2 unbewertet

Finale Projektabgabe mit **optimierten** Abschlüssen und Querschnitten.

- Alle Berechnungen aus den vorangegangenen Meilensteinen mit optimierten Querschnitten
- Maximale Verformung



- aufunden\_beispiel.mlx
- aufunden\_beispiel.pdf
- beam\_elastic\_line\_2021.mlx
- beam\_elastic\_line\_2021.pdf
- BendingStress.m
- CrossSectionData.m
- CSDEFplot.m
- CSFbeamLong\_F.m
- CSFbeamLong\_q.m
- CSFplotMQx.m
- DEFbeamLong.m
- hebevorrichtung\_check\_all.p
- Hebevorrichtung\_Template\_V2021\_09a.mlx
- Hebevorrichtung\_Template\_V2021\_09a.pdf
- lbeamCS.p
- isnear.m
- MyHeader.m
- NachweisAnzeigen.m
- RbeamCS.p
- Statik\_Hebevorrichtung\_V2.m
- UbeamCS.p

## Projektvorstellung und allgemeine Wiederholung [TM-2 20.04.2020]

0:02:40 - 0:16:00 Motivation TM-2 / Projekt

Kurzwiederholungen

0:17:00 - Statik

0:18:47 - Spannungen

0:24:17 - Verzerrungen

0:27:15 - Materialeigenschaften

0:37:55 - Sicherheitskonzept/Bemessung

1:03:02 - 1:22:20 Projektvorstellung - Matlab Livescript

## Projekt - Erste Schritte [TM-2\_Projektinfo\_01\_2020-10-27 09-11-53]

0:00:0 - Hinweise zum Vorgehen (bis Schnittgrößen)

## Projekt - Schiefe Biegung mit exzentrischer Normalkraft [TM-2 04.05.2020 T1]

0:01:44 - Schnittgrößenberechnung für das Projekt

## Projekt - Lochleibung (Erklärung und Beispiel analog Prüfungsaufgabe1 aus SS2020)

Das Vorgehen zum Berechnen von Lochleibung kann analog im Projekt angewendet werden.

## Projekt - Knicken und Torsion [TM-2 06.05.2020 T1]

0:48:36 - Anwendung Knicken im Projekt

1:39:07 - Torsion im Projekt

## Projekt - Biegelinie (Beispiel 12-4 analog zum Projekt)

Das Vorgehen zum Berechnen der Durchbiegung wird im Abschnitt "Biegelinie" erklärt (Beispiel 12.4). Dort finden Sie auch den entsprechenden Lösungsweg in Matlab. Selbstverständlich kann die Biegelinie auch "per Hand" berechnet werden.

Prinzipelles Vorgehen und Matlab-Beispiel => <https://moodle-thu.de/mod/folder/view.php?id=100920>

## Projekt - Vorgehen zur Biegelinie (SS 2021) [TM-2\_Biegelinie\_Projekt\_Vorgehen\_2021-07-05\_08-50-17]

Erklärung zum Vorgehen bei der Berechnen der Durchbiegung.





## Motivation

- Lernstandskontrolle für die Studierenden durchführen
- Keine Pflichtteilnahme => eigenverantwortliche Entscheidung
- Es soll ein Mehrwert für die Studierenden enthalten sein => Bonuspunkte für die Prüfung
- Harte Bewertung: Es zählt nur das Endergebnis

## Der Bonus

- Maximal erreichbare Punktezahl: in der Prüfung  $P_{max}$ , in der Bonuspunkteprüfung  $B_{max}$
- Zusatzpunkte  $P_{Bonus}$  für die Prüfung (werden zu den regulären Punkten aufaddiert):  $P_{Bonus} = 0,15 \cdot P_{max} \cdot \frac{B_{ist}}{B_{max}}$
- D.h. maximal 15% der erreichbaren Prüfungspunktezahl kann „gewonnen“ werden.

## Durchführung

- Erstmalig im WS 2020/2021 in TM-2 durchgeführt => reine Online Moodle-Prüfung (Open Book)
- Erneut im SS 2021 für TM-2
- Im WS 2021/2022 in TM-2 und TM-3 in Präsenz (Notlösung im Hörsaal mit unterschiedlichen Aufgabenvarianten)  
Anmerkung: Ziel ist, dies Online bzw. in PC-Poolräumen durchführen zu können

## Teilnahme

- WS 2020/2021 und SS 2021 sehr hoch (ca. 80-90%)
- WS 2021/2022 in TM-2 ca. 50-60%, TM-3 ca. 80-90%

# Lernfortschrittskontrolle – Beispiel Bonuspunkteprüfung

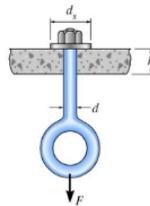
**Technische Mechanik 2**  
**Bonuspunkteprüfung WS 2021/2022**



Name, Vorname: \_\_\_\_\_ Matrikelnr.: \_\_\_\_\_

**Aufgabe 1**

Die abgebildete Öse aus Baustahl wird verwendet, um eine Last  $F$  aufzunehmen. Die zulässige Zugspannung  $\sigma_{zul}$  für die Öse und zulässige Schubspannung  $\tau_{zul}$  für die Platte sind gegeben.



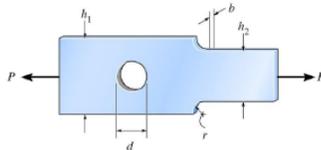
- Wie groß ist der Sicherheitsfaktor  $\gamma$  für die aufnehmbare Zugspannung?
- Bestimmen Sie die Dicke  $d$  der Öse so, dass die Öse im senkrechten Abschnitt nicht abreißt.
- Bestimmen Sie die Dicke  $h$  der Platte so, dass die Verbindung nicht durch die Platte durchgezogen werden kann (Scherung).
- Bei welcher Kraft  $F$  (jetzt unbekannt) ist der Durchmesser  $d$  der Öse sowie die Dicke  $h$  der Platte aus den Lastfällen aus Teil b) und c) identisch?

Gegeben:  $F = 19\text{ kN}$ ,  $d_s = 21\text{ mm}$ ,  $\sigma_{zul} = 200\text{ MPa}$ ,  $\tau_{zul} = 30\text{ MPa}$

A1 Ergebnis	a) Sicherheitsfaktor $\gamma$ [-]	
	b) Durchmesser $d$ der Öse [mm]	
	c) Dicke $h$ der Platte [mm]	
	d) Kraft $F$ [N]	

**Aufgabe 2**

Bestimmen Sie die maximal auftretende Spannung in:

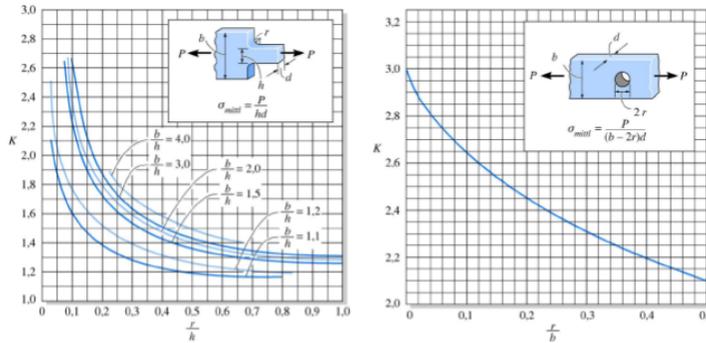


- der Bohrung
- der Verrundung
- Wie ändert sich die maximale Spannung, wenn die Höhe  $h_1$  verdoppelt wird? (Qualitative Antwort: wird „größer“ oder „kleiner“).

Gegeben:  $P = 1.2\text{ kN}$ ,  $h_1 = 7\text{ cm}$ ,  $h_2 = 4\text{ cm}$ ,  $d = 1.5\text{ cm}$ ,  $b = 1\text{ cm}$ ,  $r = 8\text{ mm}$

A2 Ergebnis	a) Kerbspannung in der Bohrung [MPa]		c)
	b) Kerbspannung in der Verrundung [MPa]		c)

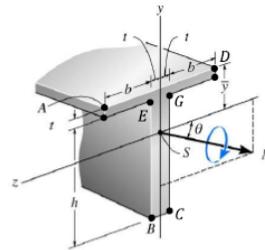
**Technische Mechanik 3 – WS 2020-2021**



**Aufgabe 3**

Der dargestellte T-Träger aus Edelstahl wird durch ein Moment  $M_z$  belastet.

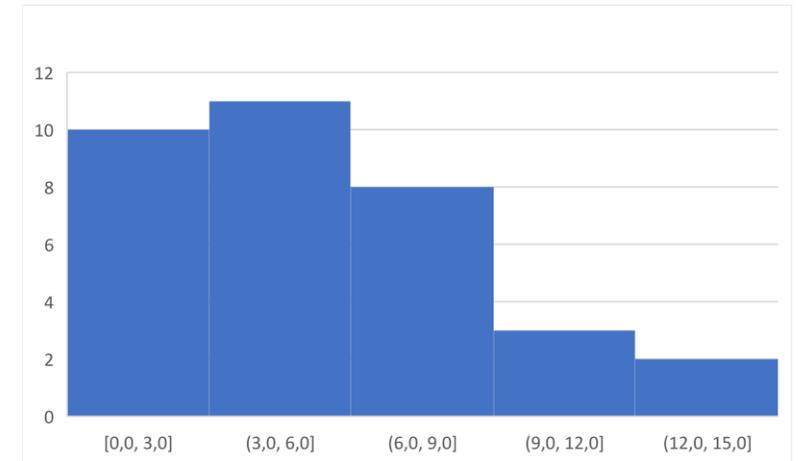
- Bestimmen Sie die maximal auftretende Druck-Biegenormalspannung.
- Bestimmen Sie die maximal auftretende Zug-Biegenormalspannung.
- Alternativ soll jetzt ein Rechteckquerschnitt mit der Höhe  $h + t$  (in  $y$ -Richtung) verwendet werden. Wie breit muss dieser Querschnitt sein, damit die Fließspannung am oberen/unteren Rand gerade nicht überschritten wird? Das Moment bleibt gleich.



Gegeben:  $M_z = -4.5\text{ kNm}$ ,  $b = 5\text{ cm}$ ,  $h = 13\text{ cm}$ ,  $t = 5\text{ mm}$ ,  $\bar{y} = 5.5\text{ cm}$ ,  $I_z = 7 \cdot 10^6\text{ mm}^4$

A3 Ergebnis	a) max. Druck-Biegenormalspannung [MPa]	
	b) max. Zug-Biegenormalspannung [MPa]	
	c) Breite Rechteckquerschnitt [cm]	

## Ergebnis



mix it ...

shake it ...

taste it ...



## Einführung von Matlab

- **Im Eigenstudium – auch mit Online-Kursen – im ersten Semester so nicht umsetzbar** (Überforderung der Studierenden)
  - => Einführungsveranstaltung/Blockveranstaltung, sowie begleitende Matlab-Aufgaben notwendig
  - => Studierende benötigen zum Einstieg „Kochrezepte“ mit konkreten Beispielen (Matlab-Hilfe ist nicht ausreichend)
- Koordination der einzelnen Matlab-Aktivitäten in der Fakultät T noch nicht optimal
  - => Abstimmung läuft

## Projekt „Hebevorrichtung“ (mit Matlab Live Script)

- **Ohne Vorlage (Template) für die Studierenden nicht umsetzbar** (Überforderung)
- Das „wieso, weshalb, warum“ ist (für viele) schwer zu verstehen
- Zum Projektstart mit sehr hohem zeitlichen Aufwand verbunden
  - => evtl. Statik und Einarbeitung in erstes Semester verlagern + ausführliche Erklärvideos
- Direktes, automatisiertes Feedback im Live Script zur Berechnung notwendig
  - => noch Verbesserungsbedarf vorhanden
- Tutor zwingend notwendig

## Eigenständige Erarbeitung der Lerninhalte und Prüfungsteilnahme

### Vorgehen

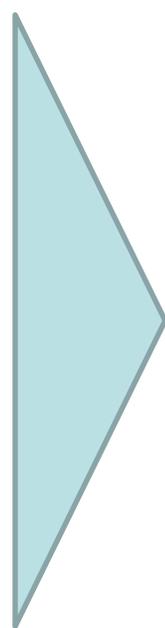
- Vorlesungsplan mit wochenweise definierten Lerneinheiten
- Rückfragen per E-Mail jeder Zeit möglich (wurde sehr wenig genutzt)
- Projektabgaben gemeinsam Online besprochen

### SS 2021 – TM3

- Zum Semesterstart ca. 12 Teilnehmer, jedoch schnell abnehmend
- Prüfungsteilnehmer: 6
- Notenschnitt ca. 0.75 schlechter

### SS 2021 – FEM

- Zum Semesterstart ca. 18 Teilnehmer
- Prüfungsteilnehmer: 16
- Notenschnitt bei quasi identischer Prüfung (Moodle-Prüfung in D01/D02) 0.3 schlechter



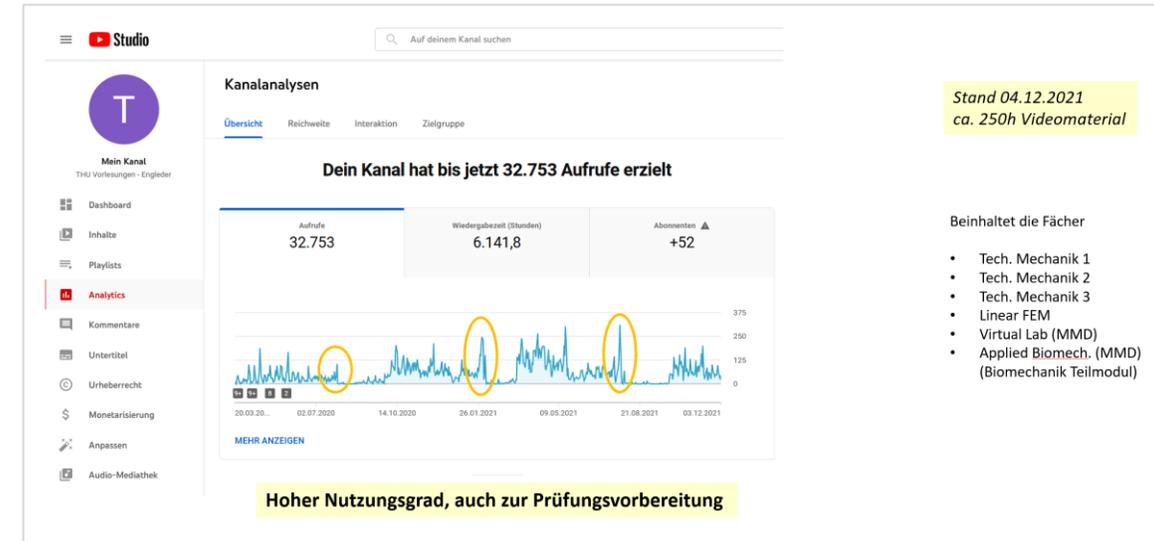
Eigenstudium  
und erfolgreiche  
Prüfungsteilnahme  
möglich

## Auf- und Vorbereitung der Lernvideos

- Großer Nutzen für die Studierenden bei der Nacharbeit und Prüfungsvorbereitung. Insbesondere bei Übungsaufgaben und Softwareanwendungen.

Voraussetzung: schneller und einfacher Zugriff auf die Inhalt

- Sehr großer Aufwand bei der Erstellung (Schnitt, Ergänzung, Fehlerkorrektur, etc.)
- Aufwändige Infrastruktur für gute Videos notwendig



## Kombinierte Lehrveranstaltung (Präsenz + Eigenstudium)

- Sehr hohe Akzeptanz bei den Studierenden (ab dem zweiten Semester bis zum Master)
- Abstimmung der Präsenzinhalte mit Eigenstudium teilweise schwierig, insbesondere bei Abweichungen vom Plan
- Teilweise ungünstige Abfolge von Präsenz ↔ Eigenstudium

*Ist der Mix  
genießbar ?*



## „Die Mischung macht's“

- Insgesamt eine (sehr) gute Akzeptanz bei den Studierenden, schnelle Reaktion/Unterstützung bei Problemen vorausgesetzt
- Die Gefahr einer Überforderung ist hoch, daher ist ein regelmäßiges Feedback der Studierenden in der Vorlesung wichtig
- Mittel- und langfristig ist der Ausbau der digitalen Lehre alternativlos.
- **Meine persönliche Wunschliste**
  - Klares Commitment zur digitalen Lehre und Integration in den regulären Stundenplan in Form von Online- und Eigenstudiumstagen
  - Digitale Prüfungen müssen schnell und einfach mit mindestens 40-50 Teilnehmern möglich sein. Dabei sollte auch der Zugriff auf ausgewählte Software (z.B. Matlab) sichergestellt sein.
  - Einfacher Austausch von und Verweis auf digitale Lerninhalte an der THU (Synergien nutzen).