

Technische Mechanik in der HTL

Die Grundlagen der Technischen Mechanik bilden die Basis zahlreicher technischer Fachrichtungen, darunter Maschinenbau, Mechatronik, Elektrotechnik, Bautechnik und Verfahrenstechnik.

Übersicht der mechanischen Lehrinhalte
vom 1. bis zum 5. Jahrgang



Ing. Aljetic Nemanja

13. Juli 2026

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
2	Statik	5
2.1	Kräfte und Vektoren	5
2.2	Momente	5
2.3	Freiheitsgrade	5
2.4	Gleichgewichtsbedingungen	6
2.5	Freimachen von Körpern	6
2.6	Lagerreaktionen	6
3	Fachwerke	6
3.1	Aufbau von Fachwerken	6
3.2	Knotenpunktverfahren	6
3.3	Ritterschnittverfahren	7
3.4	Nullstäbe	7
4	Schwerpunktlehre	7
4.1	Flächenschwerpunkte	7
4.2	Linien Schwerpunkte	7
4.3	Guldinsche Regeln	7
4.4	Gleichgewichtslagen	7
4.5	Standicherheit	8
5	Reibung	8
5.1	Haftreibung	8
5.2	Gleitreibung	8
5.3	Schiefe Ebene	8
5.4	Seilreibung	8
5.5	Rollreibung	8
6	Schnittgrößen	8
6.1	Normalkraft	8
6.2	Querkraft	9
6.3	Biegemoment	9
6.4	Momentenverläufe	9
6.5	Durchbiegung	9

7	Kinematik	9
7.1	Gleichförmige Bewegung	9
7.2	Beschleunigte Bewegung	10
7.3	Freier Fall	10
7.4	Zusammengesetzte Bewegungen	10
8	Kinetik und Dynamik	10
8.1	Newtonsche Gesetze	10
8.2	Impuls	11
8.3	Impulserhaltung	11
8.4	Arbeit	11
8.5	Leistung	11
8.6	Wirkungsgrad	11
8.7	Energie	12
8.8	Energieerhaltung	12
9	Kreisbewegung und Rotation	12
9.1	Kreisbewegung	12
9.2	Winkelgeschwindigkeit	12
9.3	Winkelbeschleunigung	12
9.4	Drehmoment	12
9.5	Trägheitsmoment	13
9.6	Rotationsenergie	13
9.7	Getriebe	13
9.8	Übersetzungen	13
10	Mechanische Schwingungen	13
10.1	Harmonische Schwingung	13
10.2	Federpendel	13
10.3	Fadenpendel	14
10.4	Torsionspendel	14
10.5	Dämpfung	14
10.6	Resonanz	14
11	Festigkeitslehre	14
11.1	Spannung	14
11.2	Dehnung	14
11.3	Hookesches Gesetz	14
11.4	Zug	15

11.5 Druck	15
11.6 Scherung	15
11.7 Flächenpressung	15
12 Flächen- und Widerstandsmomente	15
12.1 Flächenmoment zweiter Ordnung	15
12.2 Widerstandsmoment	15
12.3 Steinerischer Satz	15
12.4 Polares Flächenmoment	16
13 Biegung	16
13.1 Biegespannung	16
13.2 Biegelinie	16
13.3 Durchbiegung	16
14 Torsion	16
14.1 Torsionsspannung	16
14.2 Verdrehung	17
15 Knickung	17
15.1 Eulerfälle	17
15.2 Knicklänge	17
15.3 Schlankheitsgrad	17
16 Zusammengesetzte Beanspruchung	17
16.1 Zug und Biegung	17
16.2 Druck und Biegung	18
16.3 Biegung und Torsion	18
16.4 Vergleichsspannung	18
17 Festigkeit und Sicherheit	18
17.1 Spannungs-Dehnungs-Diagramm	18
17.2 Streckgrenze	18
17.3 Zugfestigkeit	18
17.4 Dauerfestigkeit	18
17.5 Sicherheitsfaktor	19
18 Fluidmechanik	19
18.1 Hydrostatik	19
18.2 Hydrostatischer Druck	19

18.3 Auftrieb	19
18.4 Kontinuitätsgleichung	19
18.5 Bernoulli-Gleichung	19
18.6 Rohrströmungen	19
19 Zusammenhang der Themen	19
20 Typische technische Anwendungen	21
20.1 Maschinenbau	21
20.2 Mechatronik	21
20.3 Elektrotechnik	21
20.4 Verfahrenstechnik	21
20.5 Bautechnik	21
20.6 Automatisierungstechnik	21
21 Formelsammlung	21
22 Symbolverzeichnis	22
23 SI-Einheiten	23

1 Einleitung

Die Technische Mechanik bildet eine der wichtigsten Grundlagen sämtlicher technischer Fachrichtungen. Sie beschäftigt sich mit Kräften, Bewegungen, Spannungen und den Auswirkungen mechanischer Belastungen auf Bauteile und Systeme.

Die Inhalte reichen von der Statik und Dynamik über die Festigkeitslehre bis hin zur Fluidmechanik und bilden die Grundlage zahlreicher ingenieurwissenschaftlicher Anwendungen.

2 Statik

2.1 Kräfte und Vektoren

Kräfte besitzen Betrag, Richtung und Angriffspunkt. Zur mathematischen Beschreibung werden Vektoren verwendet.

$$\vec{F} = \begin{pmatrix} F_x \\ F_y \end{pmatrix}$$

$$F_x = F \cos \alpha$$

$$F_y = F \sin \alpha$$

2.2 Momente

Ein Moment beschreibt die Drehwirkung einer Kraft.

$$M = F \cdot l$$

mit

$$l = \text{Hebelarm}$$

2.3 Freiheitsgrade

Ein starrer Körper kann sich in mehreren Richtungen bewegen. Diese Bewegungsmöglichkeiten werden als Freiheitsgrade bezeichnet.

Ebener Körper:

$$f = 3$$

Räumlicher Körper:

$$f = 6$$

2.4 Gleichgewichtsbedingungen

Ein Körper befindet sich im Gleichgewicht, wenn die Summe aller Kräfte und Momente Null ergibt.

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

$$\sum M = 0$$

2.5 Freimachen von Körpern

Beim Freimachen werden alle Verbindungen entfernt und durch ihre Reaktionskräfte ersetzt. Dies ist die Grundlage nahezu jeder statischen Berechnung.

2.6 Lagerreaktionen

Typische Lagerarten:

- Loslager
- Festlager
- Einspannung

Die unbekannten Lagerkräfte werden mit Hilfe der Gleichgewichtsbedingungen bestimmt.

3 Fachwerke

3.1 Aufbau von Fachwerken

Fachwerke bestehen aus gelenkig verbundenen Stäben. Die Lasten wirken ausschließlich in den Knotenpunkten.

3.2 Knotenpunktverfahren

Jeder Knoten befindet sich im Gleichgewicht.

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

Damit können die Stabkräfte bestimmt werden.

3.3 Ritterschnittverfahren

Durch einen Schnitt werden einzelne Stabkräfte direkt berechnet.

Das Verfahren eignet sich besonders für große Fachwerke.

3.4 Nullstäbe

Nullstäbe übertragen keine Kräfte.

Sie dienen häufig der Stabilisierung der Konstruktion.

4 Schwerpunktlehre

4.1 Flächenschwerpunkte

Der Schwerpunkt beschreibt den Angriffspunkt der resultierenden Gewichtskraft.

$$x_s = \frac{\sum A_i x_i}{\sum A_i}$$

$$y_s = \frac{\sum A_i y_i}{\sum A_i}$$

4.2 Linienschwerpunkte

Auch Linien besitzen einen Schwerpunkt.

Die Berechnung erfolgt analog zum Flächenschwerpunkt.

4.3 Guldinsche Regeln

Mit den Guldinschen Regeln können Volumina und Oberflächen von Rotationskörpern bestimmt werden.

$$V = A \cdot s$$

$$O = L \cdot s$$

4.4 Gleichgewichtslagen

Man unterscheidet:

- stabiles Gleichgewicht
- labiles Gleichgewicht
- indifferentes Gleichgewicht

4.5 Standsicherheit

Die Standsicherheit beschreibt die Widerstandsfähigkeit gegen Kippen oder Umstürzen.

5 Reibung

5.1 Haftreibung

Die Haftreibung verhindert das Gleiten eines Körpers.

$$F_R \leq \mu_H F_N$$

5.2 Gleitreibung

Bei relativer Bewegung entsteht Gleitreibung.

$$F_R = \mu F_N$$

5.3 Schiefe Ebene

Die Gewichtskraft kann in Komponenten zerlegt werden.

$$F_{||} = mg \sin \alpha$$

$$F_N = mg \cos \alpha$$

5.4 Seilreibung

Die Seilreibung wird durch die Euler-Eytelwein-Gleichung beschrieben.

$$\frac{F_2}{F_1} = e^{\mu \alpha}$$

5.5 Rollreibung

Rollende Körper besitzen deutlich geringere Reibungsverluste als gleitende Körper.

6 Schnittgrößen

6.1 Normalkraft

Die Normalkraft wirkt entlang der Stabachse.

$$N$$

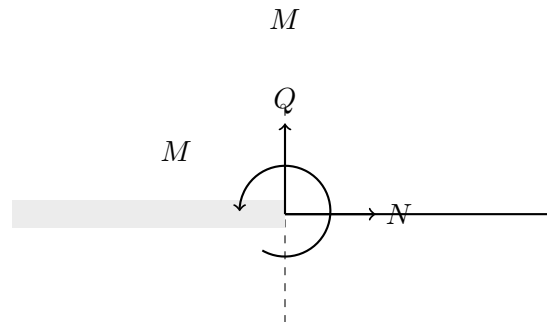
6.2 Querkraft

Die Querkraft wirkt senkrecht zur Stabachse.

Q

6.3 Biegemoment

Das Biegemoment verursacht eine Krümmung des Bauteils.



6.4 Momentenverläufe

Der Verlauf des Biegemoments liefert Informationen über die Belastung des Bauteils.

$$\frac{dM}{dx} = Q$$

6.5 Durchbiegung

Belastete Träger verformen sich. Die Durchbiegung hängt von Belastung, Geometrie und Werkstoff ab.

7 Kinematik

Die Kinematik beschreibt Bewegungen von Körpern, ohne die verursachenden Kräfte zu betrachten.

7.1 Gleichförmige Bewegung

Bei einer gleichförmigen Bewegung bleibt die Geschwindigkeit konstant.

$$v = \frac{s}{t}$$

$$s = v \cdot t$$

7.2 Beschleunigte Bewegung

Bei einer beschleunigten Bewegung ändert sich die Geschwindigkeit.

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$v = v_0 + at$$

$$s = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

7.3 Freier Fall

Der freie Fall ist eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung unter dem Einfluss der Erdbeschleunigung.

$$g = 9.81 \frac{m}{s^2}$$

$$s = \frac{1}{2} gt^2$$

$$v = gt$$

7.4 Zusammengesetzte Bewegungen

Viele technische Bewegungen bestehen aus der Überlagerung mehrerer Einzelbewegungen.

Beispiel:

- Wurfbewegungen
- Kurbeltriebe
- Roboterbewegungen

8 Kinetik und Dynamik

Die Dynamik untersucht den Zusammenhang zwischen Kräften und Bewegungen.

8.1 Newtonsche Gesetze

Erstes Gesetz:

Ein Körper verharrt im Zustand der Ruhe oder gleichförmigen Bewegung.

Zweites Gesetz:

$$F = ma$$

Drittes Gesetz:

$$F_{12} = F_{21}$$

8.2 Impuls

Der Impuls beschreibt die Bewegungsgröße eines Körpers.

$$p = mv$$

8.3 Impulserhaltung

In einem abgeschlossenen System bleibt der Gesamtimpuls erhalten.

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = \text{konstant}$$

8.4 Arbeit

Arbeit wird verrichtet, wenn eine Kraft einen Weg entlang wirkt.

$$W = Fs$$

Einheit:

$$1J = 1Nm$$

8.5 Leistung

Die Leistung beschreibt die pro Zeit verrichtete Arbeit.

$$P = \frac{W}{t}$$

$$P = Fv$$

8.6 Wirkungsgrad

Der Wirkungsgrad beschreibt die Effizienz eines Systems.

$$\eta = \frac{P_{ab}}{P_{zu}}$$

$$\eta < 1$$

8.7 Energie

Energie ist die Fähigkeit, Arbeit zu verrichten.

Potenzielle Energie:

$$E_{pot} = mgh$$

Kinetische Energie:

$$E_{kin} = \frac{1}{2}mv^2$$

8.8 Energieerhaltung

Energie kann weder erzeugt noch vernichtet werden.

$$E_{ges} = \text{konstant}$$

9 Kreisbewegung und Rotation

Viele technische Systeme führen Drehbewegungen aus.

9.1 Kreisbewegung

Bei einer Kreisbewegung bewegt sich ein Körper auf einer Kreisbahn.

$$v = \omega r$$

9.2 Winkelgeschwindigkeit

$$\omega = \frac{\varphi}{t}$$

$$\omega = 2\pi n$$

9.3 Winkelbeschleunigung

$$\alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$$

9.4 Drehmoment

Das Drehmoment ist das rotatorische Gegenstück zur Kraft.

$$M = Fl$$

$$M = J\alpha$$

9.5 Trägheitsmoment

Das Trägheitsmoment beschreibt den Widerstand gegen eine Drehbeschleunigung.

$$J = \sum m_i r_i^2$$

9.6 Rotationsenergie

$$E_{rot} = \frac{1}{2} J \omega^2$$

9.7 Getriebe

Getriebe übertragen Drehbewegungen und verändern Drehzahl und Drehmoment.

9.8 Übersetzungen

$$i = \frac{n_1}{n_2}$$

mit

$$i = \text{Übersetzung}$$

10 Mechanische Schwingungen

Schwingungen treten in vielen technischen Systemen auf.

10.1 Harmonische Schwingung

Eine harmonische Schwingung wird durch Sinus- oder Cosinusfunktionen beschrieben.

$$x(t) = A \sin(\omega t)$$

10.2 Federpendel

Das Federpendel basiert auf dem Hookeschen Gesetz.

$$F = cx$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{c}{m}}$$

10.3 Fadenpendel

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

10.4 Torsionspendel

Das rückstellende Moment entsteht durch Verdrehung einer Welle oder Feder.

$$M_t = c_t\varphi$$

10.5 Dämpfung

Reale Schwingungen verlieren Energie.

$$A(t) = A_0e^{-dt}$$

10.6 Resonanz

Resonanz tritt auf, wenn Anregungsfrequenz und Eigenfrequenz übereinstimmen.

$$f = f_0$$

Dabei können sehr große Schwingungsamplituden entstehen.

11 Festigkeitslehre

Die Festigkeitslehre untersucht die Beanspruchung und Verformung von Bauteilen.

11.1 Spannung

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

11.2 Dehnung

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$$

11.3 Hookesches Gesetz

$$\sigma = E\varepsilon$$

11.4 Zug

Bei Zugbeanspruchung wird ein Bauteil verlängert.

$$\sigma = \frac{F_Z}{A}$$

11.5 Druck

Bei Druckbeanspruchung wird ein Bauteil gestaucht.

$$\sigma = \frac{F_D}{A}$$

11.6 Scherung

Scherbeanspruchungen treten bei Niet-, Bolzen- und Schraubenverbindungen auf.

$$\tau = \frac{F}{A}$$

11.7 Flächenpressung

Die Flächenpressung beschreibt die Belastung zweier sich berührender Flächen.

$$p = \frac{F}{A}$$

12 Flächen- und Widerstandsmomente

Diese Größen beschreiben die Geometrie eines Querschnitts.

12.1 Flächenmoment zweiter Ordnung

$$I = \int y^2 dA$$

Es beschreibt den Widerstand gegen Biegung.

12.2 Widerstandsmoment

$$W = \frac{I}{e}$$

12.3 Steinerischer Satz

$$I_a = I_s + Ad^2$$

Der Satz erlaubt die Verschiebung von Bezugsachsen.

12.4 Polares Flächenmoment

$$I_p = I_x + I_y$$

Es wird bei Torsionsberechnungen verwendet.

13 Biegung

Die Biegung gehört zu den häufigsten Beanspruchungsarten im Maschinenbau und Bauwesen.

13.1 Biegespannung

Durch ein Biegemoment entstehen Zug- und Druckspannungen.

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W}$$

13.2 Biegelinie

Die Biegelinie beschreibt die Verformung eines belasteten Trägers.

$$EI \frac{d^2 y}{dx^2} = M(x)$$

13.3 Durchbiegung

Die Durchbiegung hängt von:

- Belastung
- Werkstoff
- Querschnitt
- Stützweite

ab.

14 Torsion

Die Torsion beschreibt die Verdrehung eines Bauteils durch ein Drehmoment.

14.1 Torsionsspannung

$$\tau = \frac{M_t}{W_p}$$

14.2 Verdrehung

$$\varphi = \frac{M_t l}{GI_p}$$

mit:

- M_t Torsionsmoment
- G Schubmodul
- I_p polares Flächenmoment

15 Knickung

Druckbeanspruchte Stäbe können durch Knicken versagen.

15.1 Eulerfälle

Die Euler-Theorie beschreibt die elastische Knickung.

$$F_K = \frac{\pi^2 EI}{l_k^2}$$

15.2 Knicklänge

Die Lagerung beeinflusst die wirksame Knicklänge.

$$l_k = \mu l$$

15.3 Schlankheitsgrad

$$\lambda = \frac{l_k}{i}$$

Der Schlankheitsgrad ist ein wichtiges Maß für die Knickgefahr.

16 Zusammengesetzte Beanspruchung

In der Praxis treten häufig mehrere Beanspruchungsarten gleichzeitig auf.

16.1 Zug und Biegung

$$\sigma = \frac{F}{A} + \frac{M}{W}$$

16.2 Druck und Biegung

$$\sigma = \frac{F}{A} - \frac{M}{W}$$

16.3 Biegung und Torsion

Bei Wellen treten häufig Biegung und Torsion gleichzeitig auf.

16.4 Vergleichsspannung

Zur Bewertung komplexer Beanspruchungen wird die Vergleichsspannung verwendet.

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$$

17 Festigkeit und Sicherheit

Für die Auslegung technischer Bauteile müssen Sicherheitsreserven berücksichtigt werden.

17.1 Spannungs-Dehnungs-Diagramm

Das Spannungs-Dehnungs-Diagramm liefert wichtige Werkstoffkennwerte.

$$\sigma = f(\varepsilon)$$

17.2 Streckgrenze

Die Streckgrenze beschreibt den Beginn plastischer Verformungen.

$$R_e$$

17.3 Zugfestigkeit

Die Zugfestigkeit ist die maximal erreichbare Spannung.

$$R_m$$

17.4 Dauerfestigkeit

Bauteile können auch durch wechselnde Belastungen versagen.

$$\sigma_D$$

17.5 Sicherheitsfaktor

$$S = \frac{\sigma_{zul}}{\sigma_{vorh}}$$

18 Fluidmechanik

Die Fluidmechanik untersucht das Verhalten von Flüssigkeiten und Gasen.

18.1 Hydrostatik

Die Hydrostatik betrachtet ruhende Fluide.

18.2 Hydrostatischer Druck

$$p = \rho gh$$

18.3 Auftrieb

Der Auftrieb wird durch das archimedische Prinzip beschrieben.

$$F_A = \rho g V$$

18.4 Kontinuitätsgleichung

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

Die Gleichung beschreibt die Massenerhaltung in Strömungen.

18.5 Bernoulli-Gleichung

$$p + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh = \text{konstant}$$

18.6 Rohrströmungen

Rohrleitungen spielen eine wichtige Rolle in der Verfahrenstechnik und im Anlagenbau.

19 Zusammenhang der Themen

Statik

↓

Fachwerke

Schwerpunktlehre



Reibung



Schnittgrößen



Festigkeitslehre



Biegung



Torsion



Knickung



Kinematik



Dynamik



Rotation



Schwingungen



Fluidmechanik



Alle Gebiete der Technischen Mechanik bauen aufeinander auf und bilden gemeinsam die Grundlage moderner Ingenieurwissenschaften.

20 Typische technische Anwendungen

20.1 Maschinenbau

Anwendungen finden sich bei:

- Wellen
- Getrieben
- Lagern
- Förderanlagen
- Werkzeugmaschinen

20.2 Mechatronik

Mechanische Grundlagen werden für Robotik, Antriebe und automatisierte Systeme benötigt.

20.3 Elektrotechnik

Schwingungen, Drehbewegungen und elektrische Maschinen basieren auf mechanischen Grundlagen.

20.4 Verfahrenstechnik

Strömungen, Rohrleitungen, Pumpen und Behälter werden mit Methoden der Mechanik berechnet.

20.5 Bautechnik

Statik, Festigkeitslehre und Stabilitätsberechnungen bilden die Grundlage des konstruktiven Ingenieurbaus.

20.6 Automatisierungstechnik

Regelungstechnische Systeme basieren auf mathematischen Modellen mechanischer Prozesse.

21 Formelsammlung

$$F = ma$$

$$M = Fl$$

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$\tau = \frac{F}{A}$$

$$\sigma_b = \frac{M}{W}$$

$$F_K = \frac{\pi^2 EI}{l_k^2}$$

$$E_{kin} = \frac{1}{2}mv^2$$

$$E_{pot} = mgh$$

$$v = \omega r$$

$$p = \rho gh$$

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

22 Symbolverzeichnis

F	Kraft
M	Moment
N	Normalkraft
Q	Querkraft
σ	Spannung
τ	Schubspannung
E	Elastizitätsmodul
G	Schubmodul
v	Geschwindigkeit
a	Beschleunigung
ω	Winkelgeschwindigkeit
p	Druck
ρ	Dichte

23 SI-Einheiten

Größe	Einheit	Symbol
Länge	Meter	m
Masse	Kilogramm	kg
Zeit	Sekunde	s
Kraft	Newton	N
Arbeit	Joule	J
Leistung	Watt	W
Druck	Pascal	Pa
Energie	Joule	J
Drehmoment	Newtonmeter	Nm

Die Technische Mechanik bildet die Grundlage zahlreicher technischer Fachrichtungen und stellt einen zentralen Bestandteil der Ausbildung in Maschinenbau, Mechatronik, Elektrotechnik, Bau-technik und Verfahrenstechnik dar.