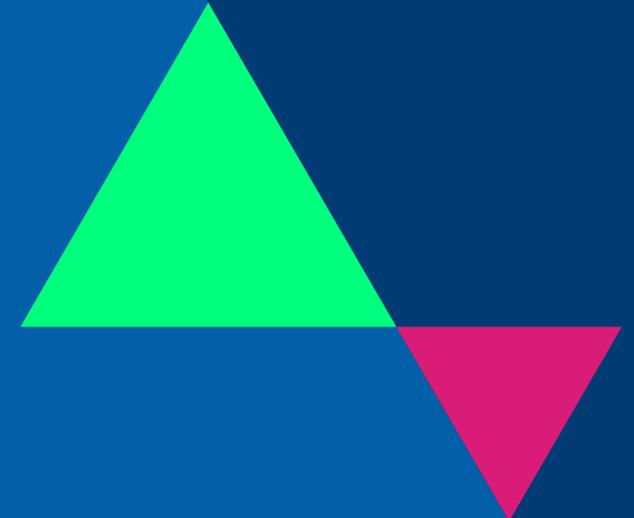


Mechanik und Tragkonstruktion

Einführung



Inhalt

- Begrüßung und Vorstellung
- Organisatorisches
- Lernziele der Baumechanik 1
- Lernziele heute – Grundbegriffe der Statik/ Lastermittlung

Vorstellung

Daniel Pfanner

- Dipl.-Ing. 1997 TU Darmstadt
- Dr.-Ing. 2002 Uni Bochum
- 20 Jahre Tätigkeit in Baufirmen und Ingenieurbüros
- Seit 2014 Prof.



Agnes Weilandt

- Dipl.-Ing. 1999 RWTH Aachen; ENPC Paris
- Dr.-Ing. 2007 Uni Stuttgart - ILEK
- Tragwerksplanung in Stuttgarter Ingenieurbüro
- 2002-2005 wiss. MA an der Uni Stuttgart
- Seit 2006 Tragwerksplanung in Frankfurter Ingenieurbüro
- Seit 2011 Prof.



Lehrunterlagen

- CampUAS
<https://campuas.frankfurt-university.de/my/>
- Kurs: **Weilandt/Pfanner: Mechanik und Tragkonstruktion Bachelor Infrastrukturplanung - WiSe 24/25**
- Passwort: MEC-Infra-ws2425

Inhalte

- Einführung Grundlagen/Lastermittlung
- Kraftlehre - Gleichgewicht im zentralen und allgemeinen Kraftsystem
- Tragwerke – Auflagerkräfte und Lasten
- Biegeträger
- Festigkeitslehre – Querschnittswerte, Spannungen
- Vordimensionierung
- Stabilität

Organisatorisches- Semesterplanung

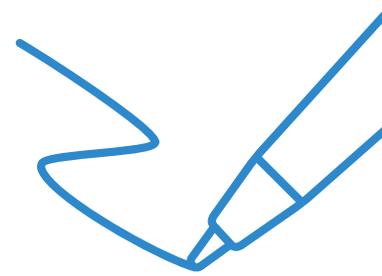
Termin	Thema	Vorlesung	Übung
		Mo 14:15h R10/125	Mo 17:30h R10/125
		PFANNER /WEILANDT	Neuhaus
1	Einführung - Grundlagen der Tragwerkslehre; Lastermittlung	21.10.24	21.10.24
2	Kraftlehre - Resultierende / Gleichgewicht im zentralen Kraftsystem	28.10.24	28.10.24
3	Kraftlehre - Resultierende / Gleichgewicht im allgemeinen Kraftsystem	04.11.24	04.11.24
4	Tragwerke - Bestimmung von Auflagerkräften und Lasten	11.11.24	11.11.24
5		Entfällt	18.11.24
6	Biegeträger - Freischneiden; Berechnung; Gleichgewicht	25.11.24	25.11.24
7	Schnittkraftflächen M,V,N	02.12.24	02.12.24
8	Schnittkraftflächen M,V,N	09.12.24	09.12.24
9	Bestimmung von Schnittkräften mit Tabellenwerken	16.12.24	16.12.24
Weihnachtspause			
10	Festigkeitslehre - Einführung; Querschnittswerte	1/13/2025	1/16/2025 13.1
11	Festigkeitslehre - Berechnung von Spannungen; Berechnung von Verformungen mit Faustformeln	1/20/2025	1/23/2025 20.1
12	Festigkeitslehre - einfache Vordimensionierungen mit Faustformeln (Prinzip der Nachweisführung nach Norm)	1/27/2025	1/30/2025 27.1
13	Bemessung von Massivbauten	2/3/2025	2/6/2025 3.2

Baumechanik und Tragkonstruktion | Präsenzlehre

Vorlesungen

- **Bester Output ?**
 - Eigene Mitschrift / Notizen?
 - Zuhören und Verstehen?

- **Größter Lernerfolg ?**
 - Eigenständiges Rechnen und Lösen von Aufgaben
„learning by doing“

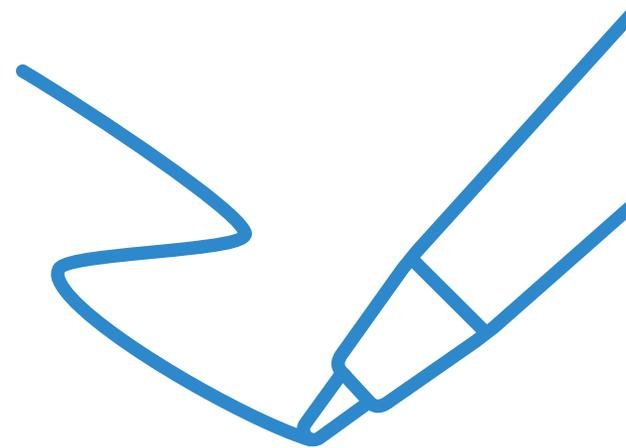


Baumechanik und Tragkonstruktion | Präsenzlehre

Übungen

- Wöchentliche Hörsaalübungen in Kleingruppen
- VOR der Veranstaltung die Übungsaufgaben in MOODLE runterladen und anschauen
- Die Musterlösung ist zunächst TABU!
Erst **selbständige Bearbeitung**, dann Musterlösung!

Ansonsten ist der Lerneffekt = 0 !



Organisatorisches

- Prüfung: in der vorlesungsfreien Zeit, siehe Prüfungsplan
 - Klausurdauer 120 min
 - Termin wird **noch im HIS-System** bekanntgegeben
 - Anmeldeschluss wird **noch im HIS-System** bekanntgegeben
-
- **Anmeldung erfolgt ausschließlich über HIS**

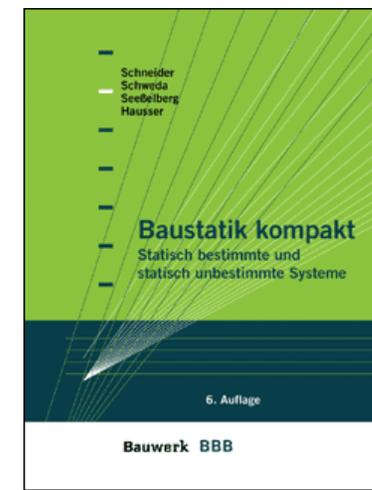
LERNEN

- Modulhandbuch:
- Mechanik und Tragkonstruktion = 150h Arbeitsaufwand
- Davon nur ca. 1/3 Vorlesung + Übung

- REST = Eigenstudium !

Lehrbücher

- Gross/ Hauger/ Schröder/ Wall:
Technische Mechanik 1,
Springer-Verlag, € 19,95
- Dallmann:
Baustatik 1
Hanser-Verlag, € 19,90
- Schneider/ Schweda/ Seeßelberg/ Hausser:
Baustatik kompakt
Bauwerk-Verlag, € 19,00

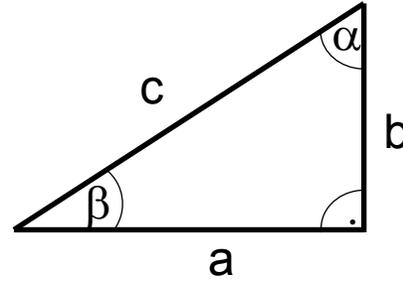


Lehrbücher

- Gross/ Mannl / Wall / Werner:
Aufgaben zu Technische Mechanik 1-3: Statik, Elastostatik, Kinetik,
Springer-Verlag, € 24,95



GRUNDLAGEN

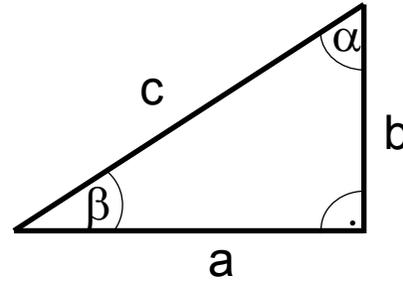


TRIGONOMETRIE

Pythagoras $a^2 + b^2 = c^2$

$$\sin \alpha = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Hypotenuse}} = \frac{a}{c} \quad \tan \alpha = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Ankathete}} = \frac{a}{b}$$
$$\cos \alpha = \frac{\text{Ankathete}}{\text{Hypotenuse}} = \frac{b}{c}$$

GRUNDLAGEN



TRIGONOMETRIE

Pythagoras $a^2 + b^2 = c^2$

$$\sin \alpha = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Hypotenuse}} = \frac{a}{c} \quad \tan \alpha = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Ankathete}} = \frac{a}{b}$$

$$\cos \alpha = \frac{\text{Ankathete}}{\text{Hypotenuse}} = \frac{b}{c}$$

GLEICHUNGSSYSTEME

Gleichsetzungsverfahren

$$\text{I} \quad 2y = 2x + 10$$

$$\text{II} \quad 2y = -3x + 20$$

I und II gleichsetzen

$$2x + 10 = -3x + 20 \quad | +3x \quad | -10$$

$$5x = 10$$

$$x = 2$$

$x = 2$ einsetzen in I

$$2y = 2 \times 2 + 10 = 14$$

$$y = 7$$

$$L = \{(2; 7)\}$$

Grundlagen - SI-Einheiten

- *kg* Kilogramm (Masse)
 - *m* Meter (Länge)
 - *s* Sekunde (Zeit)
 - *K* Kelvin (Temperatur)
-
- SI = Système International d'Unités

Abgeleitete Einheiten

- F $N = kg\ m/s^2$ Kraft
- v m/s Geschwindigkeit
- a m/s^2 Beschleunigung
- g m/s^2 Erdbeschleunigung
($9,81\ m/s^2$, ca. $10\ m/s^2$)
- M Nm Moment

$$1000\ N = 1\ kN$$

$$1000\ kN = 1\ MN$$

Verkürzte Schreibweise von Einheiten

- *k* *Kilo* $10^3 = 1.000$
- *M* *Mega* $10^6 = 1.000.000$
- *G* *Giga* $10^9 = 1.000.000.000$

- *m* *Milli* $10^{-3} = 0,001$
- μ *Mikro* $10^{-6} = 0,000001$
- *n* *Nano* $10^{-9} = 0,000000001$

Das griechische Alphabet

Klein	Groß	Name/Aussprache	Anschrieb
α	A	alpha	α A
β	B	beta	β B
γ	Γ	gamma	γ Γ
δ	Δ	delta	δ Δ
ε	E	epsilon	ε E
ζ	Z	zeta	ζ Z
η	H	äta	η H
θ	Θ	theta	θ Θ
ι	I	iota	ι I
κ	K	kappa	κ K
λ	Λ	lambda	λ Λ
μ	M	mü	μ M
ν	N	nü	ν N
ξ	Ξ	xi	ξ Ξ
ο	Ο	omikron	ο Ο
π	Π	pi	π Π
ρ	Ρ	rho	ρ Ρ
σ	Σ	sigma	σ Σ
τ	Τ	tau	τ Τ
υ	Υ	ypsilon	υ Υ
φ	Φ	phi	φ Φ
χ	Χ	chi	χ Χ
ψ	Ψ	psi	ψ Ψ
ω	Ω	omega	ω Ω

Griechisches Alphabet

α A β B γ Γ δ Δ
a Alpha b Beta g Gamma d Delta

ε E ζ Z η H θ Θ
ä Epsilon z Zeta ä Eta th Theta

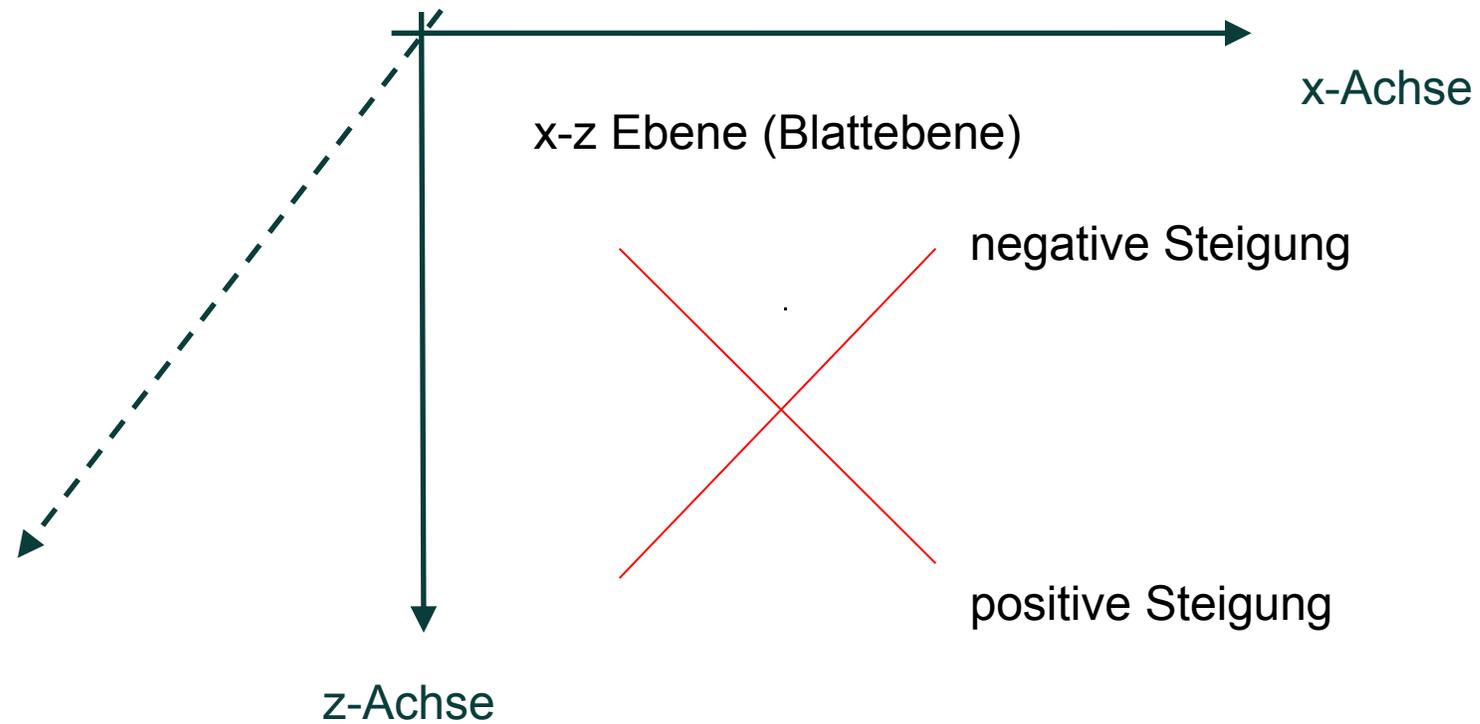
ι I κ K λ Λ μ M
i Iota k Kappa l Lambda m Mü

ν N ξ Ξ ο Ο π Π
n Nu x Kxi ä Omikron p Pi

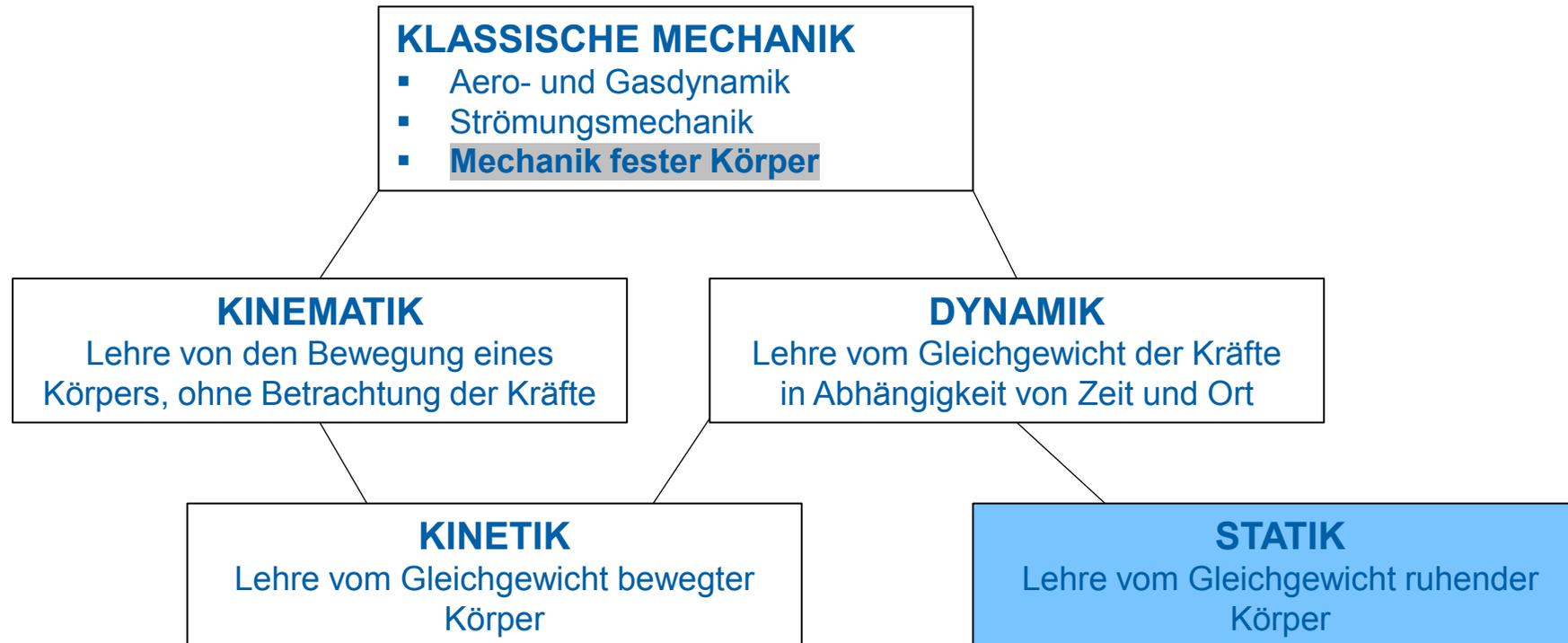
ρ Ρ σ Σ τ Τ υ Υ
r Rho s Sigma t Tau ü Ypsilon

φ Φ χ Χ ψ Ψ ω Ω
ph Phi ch Chi ps Psi ä Omega

Das Koordinatensystem (Achsenkreuz)



Grundbegriffe | Überblick Mechanik



Grundbegriffe | Die Kraft

Allgemeines

- Physikalische Größe zur Beschreibung der Wirkung einer Kraft auf einen Körper
- Beispiele: Gewichtskraft, Fliehkraft, Reibungskraft
- Nur die Wirkung der Kraft ist sichtbar, die Kraft selbst nicht
- Physikalische Einheit (SI-Einheit)

Newton $N = \frac{kg \cdot m}{s^2}$ $1000N = 1kN$

Grundbegriffe | Die Kraft

Gewichtskraft

$$G = m \cdot g$$

mit: $m = \text{Masse in kg}$

$$g = \text{Erdbeschleunigung} = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cong 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$



Beispiel:

$$m = 80 \text{kg}$$



$$G = 80 \text{kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 800 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} = 800 \text{N} = 0,8 \text{kN}$$

Handlast $1 \text{kN} \hat{=} 100 \text{kg}$

Grundbegriffe | Die Kraft

Gewichtskraft

$$G = m \cdot g$$

mit: $m = \text{Masse in kg}$

$g = \text{Erdbeschleunigung}$

**MIT Einheiten
rechnen!**

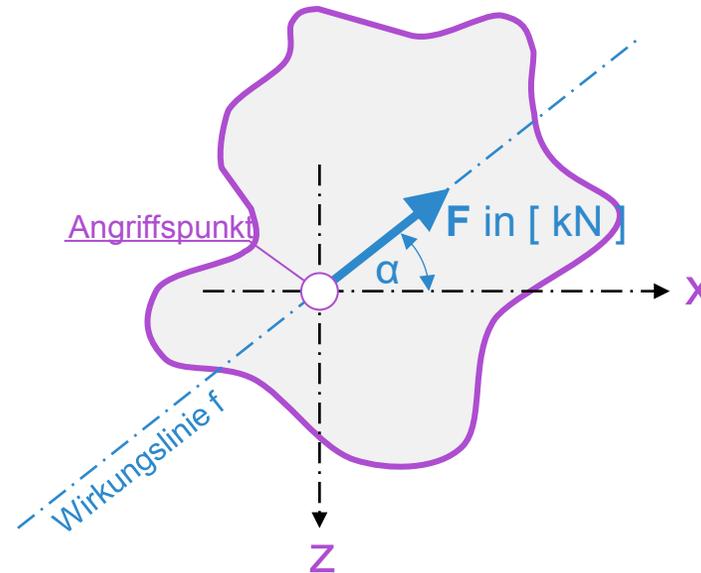


$$G = 80\text{kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 800 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} = 800\text{N} = 0,8\text{kN}$$

Grundbegriffe | Die Kraft

Darstellung / Bestimmungsgrößen

- Idealisierung als Vektor (Pfeil)
- Bezeichnung mit Großbuchstaben (z.B. F = „Force“)
- Kraftvektoren sind in der Ebene definiert durch
 - 1) Betrag / Größe in [N] oder [kN]
 - 2) Richtung (Winkel, Pfeilrichtung)
 - 3) Angriffspunkt

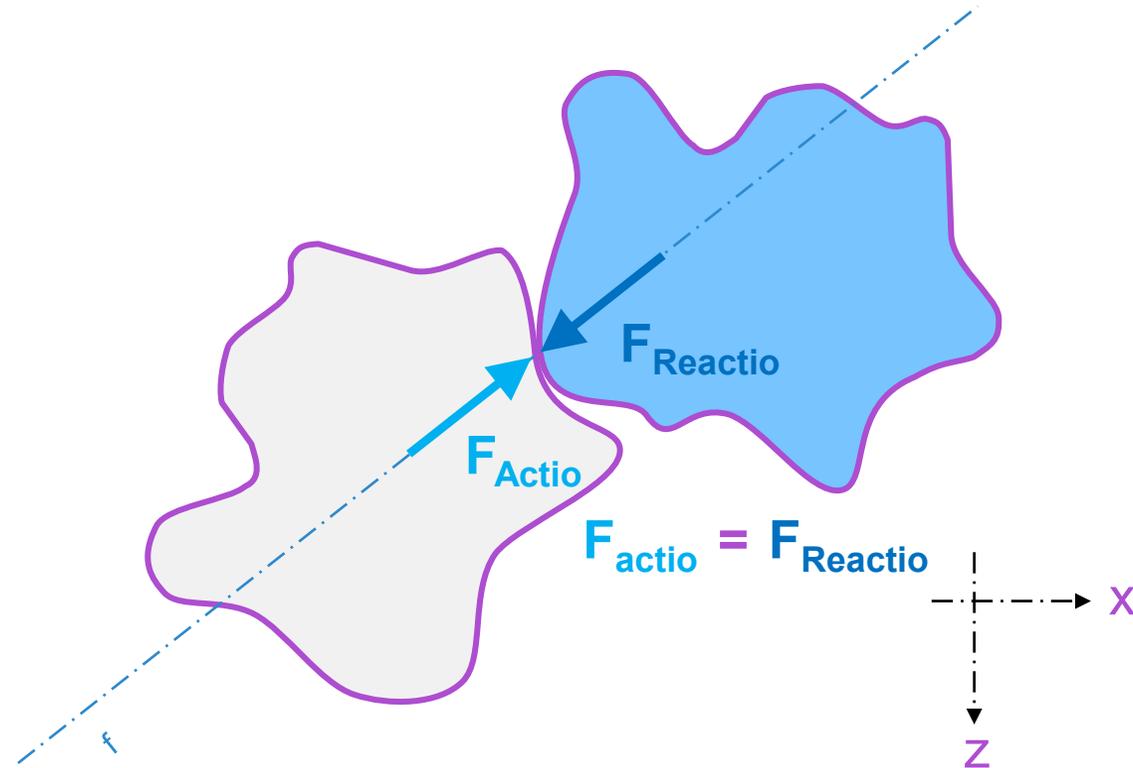


Grundbegriffe | Die Kraft

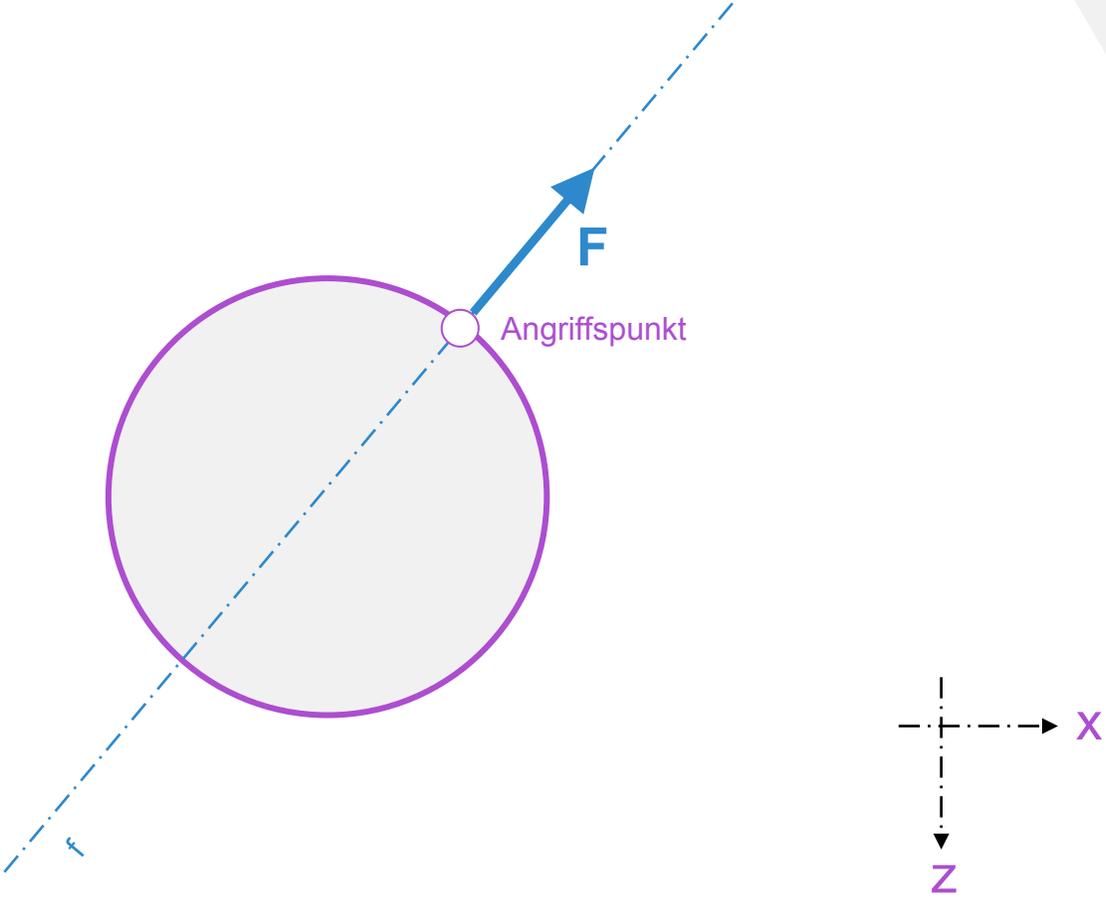
- Aktions- und Reaktionskräfte

3. Newton'sches Axiom

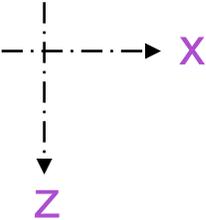
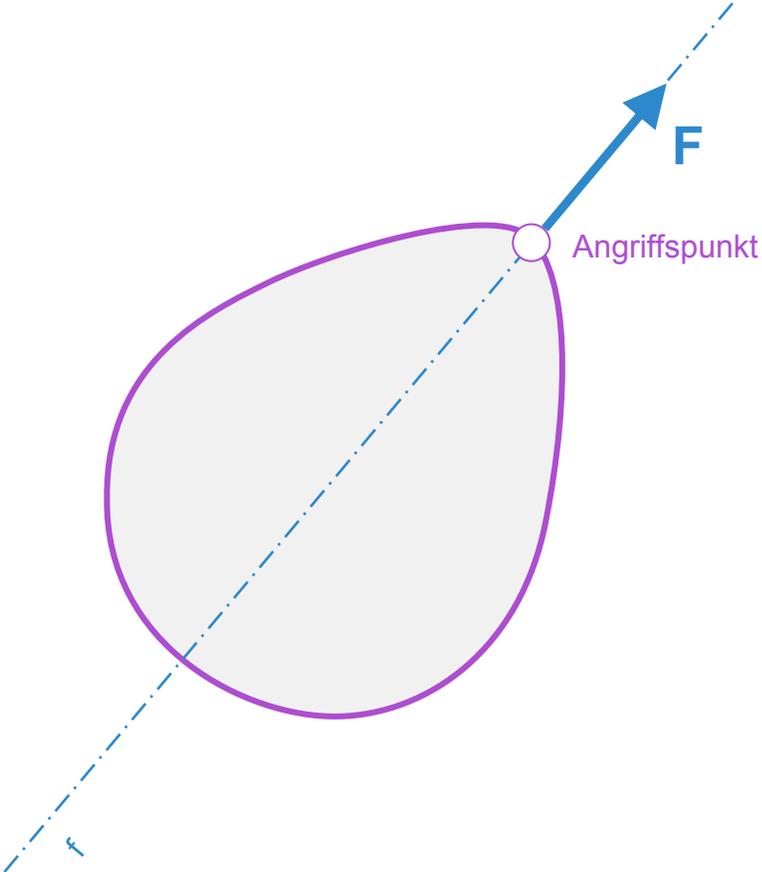
Übt ein Körper A auf einen anderen Körper B eine Kraft aus (**actio**), so wirkt eine gleichgroße, aber entgegen gerichtete Kraft von Körper B auf Körper A (**reactio**).



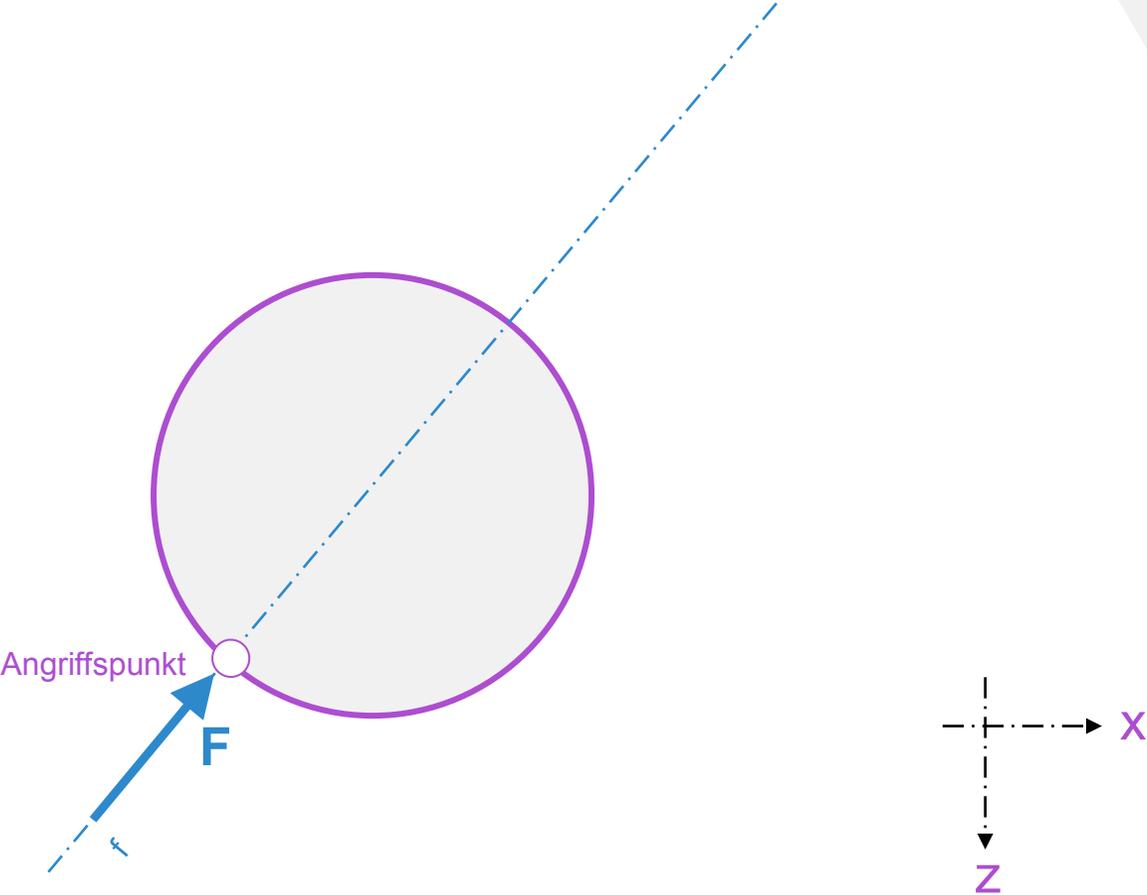
Grundbegriffe | Der deformierbare Körper



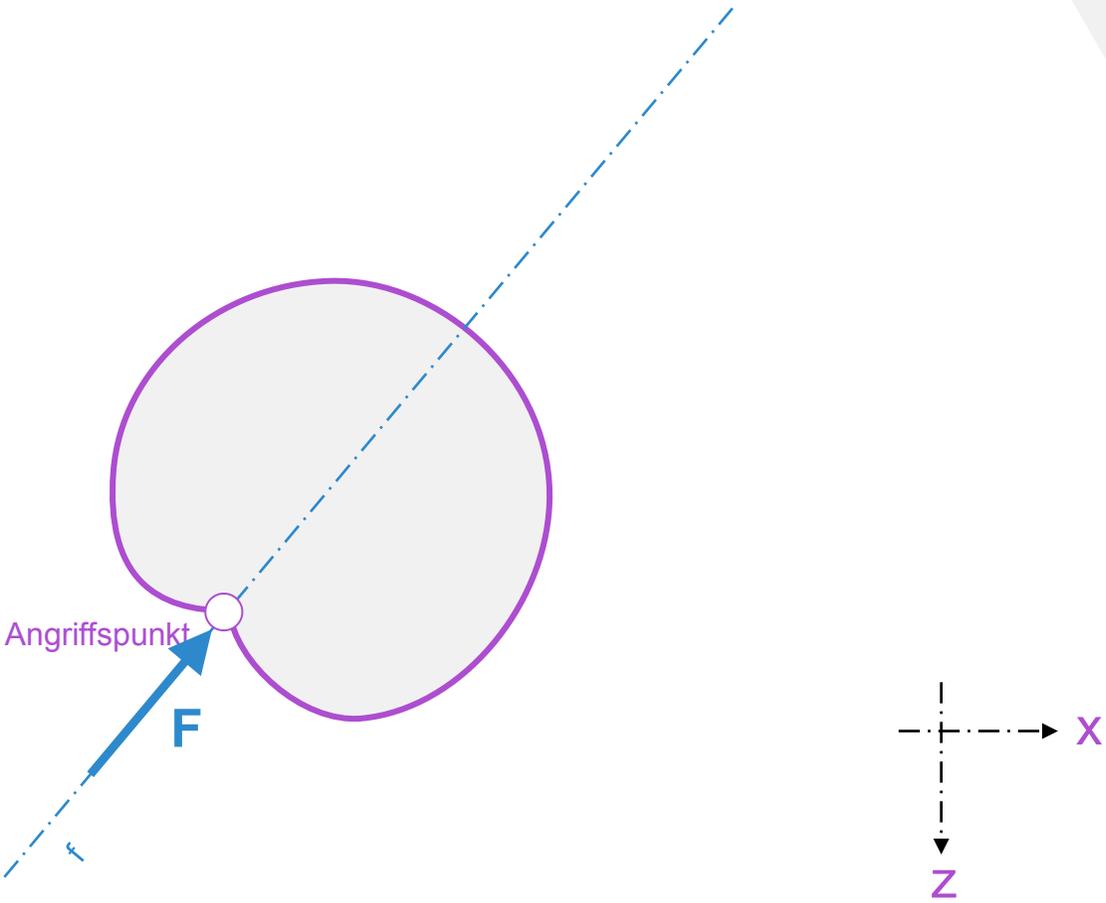
Grundbegriffe | Der deformierbare Körper



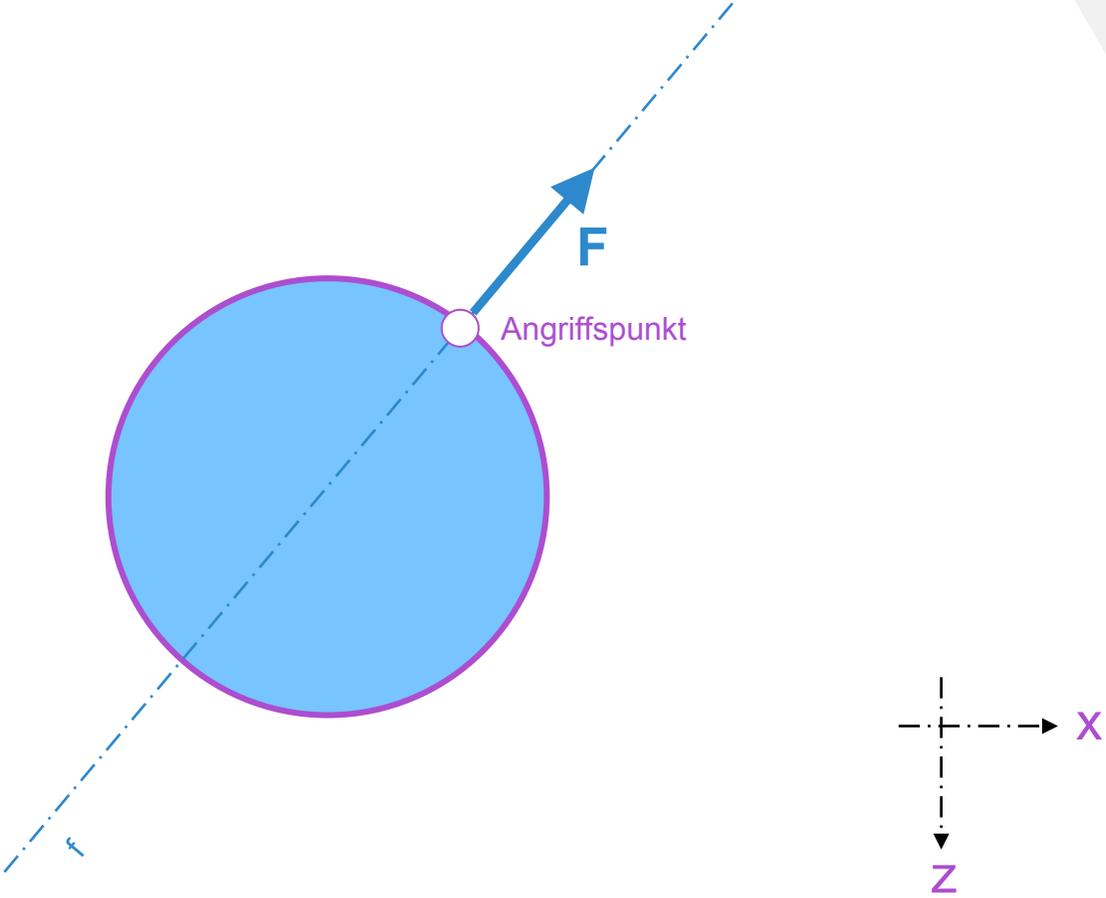
Grundbegriffe | Der deformierbare Körper



Grundbegriffe | Der deformierbare Körper

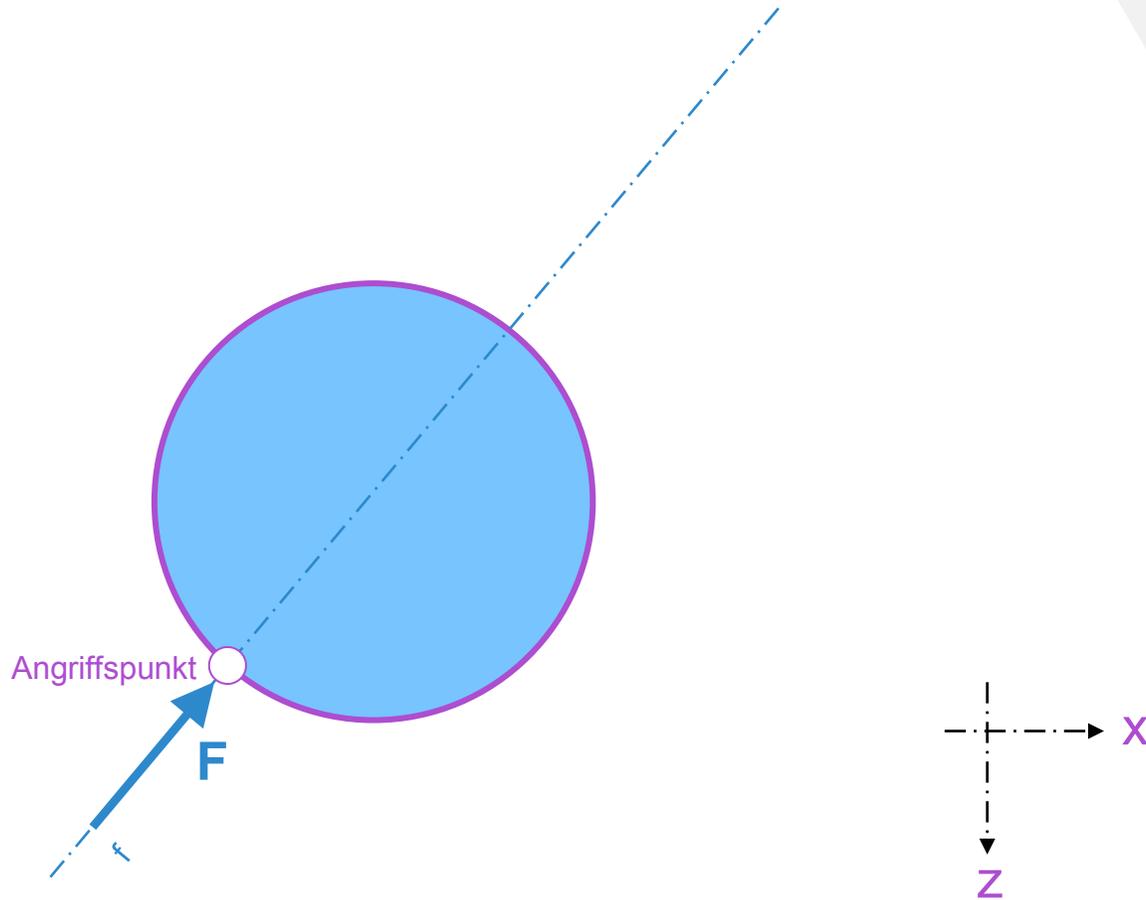


Grundbegriffe | Der starre Körper



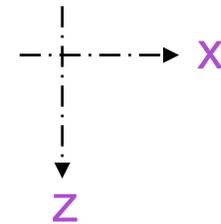
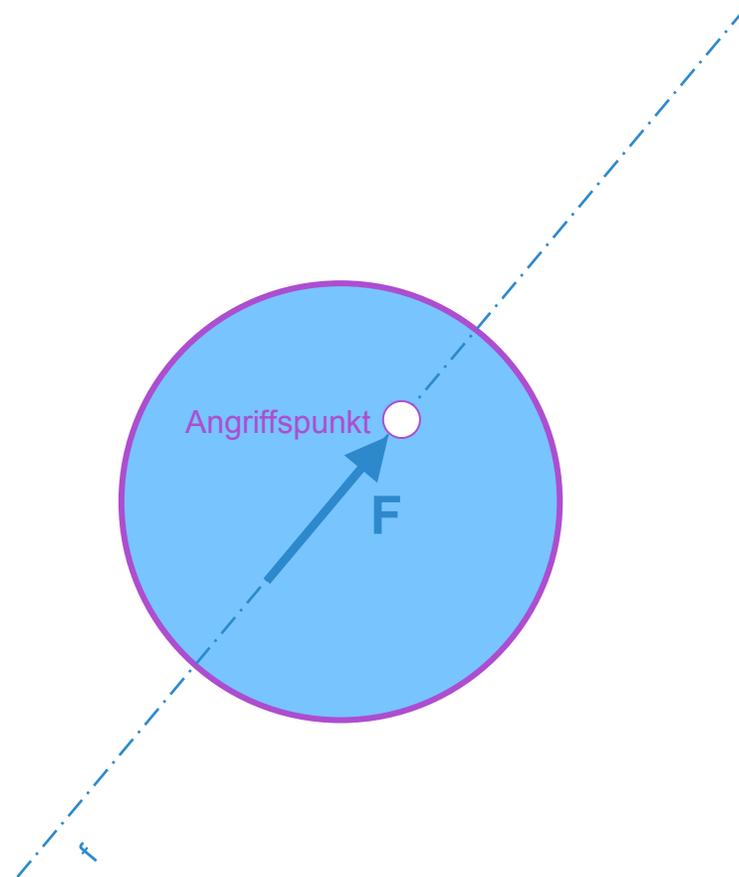
Grundbegriffe | Der starre Körper

Kräfte an einem Starrkörper können entlang ihrer Wirkungslinie f verschoben werden, ohne dass ihre Wirkung sich ändert.



Grundbegriffe | Der starre Körper

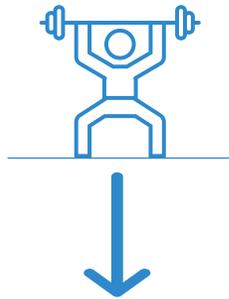
Kräfte an einem Starrkörper können entlang ihrer Wirkungslinie f verschoben werden, ohne dass ihre Wirkung sich ändert.



Grundbegriffe | Freischneiden

Aktionskräfte

- Eingeprägte **äußere Kräfte** wie Eigengewicht, Winddruck, etc. Diese werden oft auch als „Lasten“ bezeichnet.



Grundbegriffe | Freischneiden

Reaktionskräfte

- An den Stellen der geometrischen Bindungen, bzw. Bewegungseinschränkungen („Auflager“) des Körpers entstehen Kräfte. Diese werden erst darstellbar, wenn man den Körper von seinen geometrischen Bindungen löst („freischneidet“).
- Gedankenmodell: nach dem Freischneiden von seinen geometrischen Bindungen schwebt der Körper frei im Raum. Damit er sich unter den Lasten, bzw. Aktionskräften nicht bewegt, wirken an den freigeschnittenen Stellen Reaktionskräfte, die sich aus der Art der freigeschnittenen Bindung ergeben.

Grundbegriffe | mechanisches Ersatzmodell

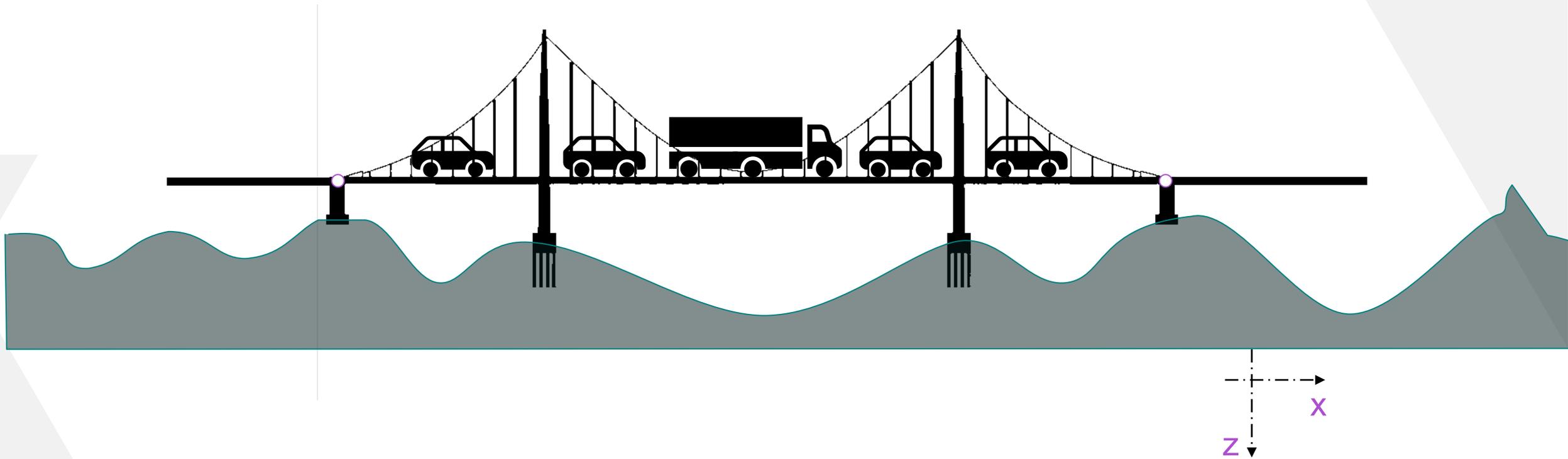
- Formulierung des Problems
- Erstellen eines mechanischen Ersatzmodells
 - Überlegungen zur Güte der Abbildung der Realität auf das Modell
- Lösung des mechanischen Problems am Ersatzmodell

Lösung des mechanischen Ersatzmodells

- Feststellen der gegebenen und der gesuchten Größen
 - z.B. durch eine Skizze des mechanischen Systems
 - den Unbekannten wird ein Symbol zugewiesen
- Zeichnen des Freikörperbildes
- Aufstellen der mechanischen Gleichungen
- Aufstellen geometrischer Beziehungen (falls erforderlich)

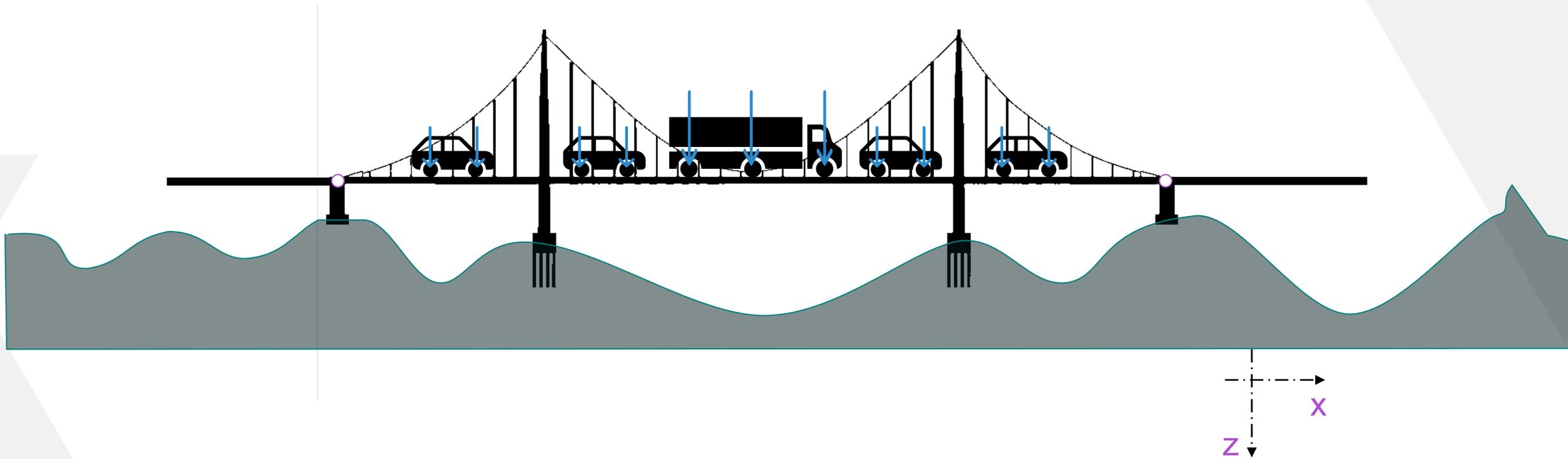
Grundbegriffe | Mechanisches Ersatzmodell - Freischneiden

1. System



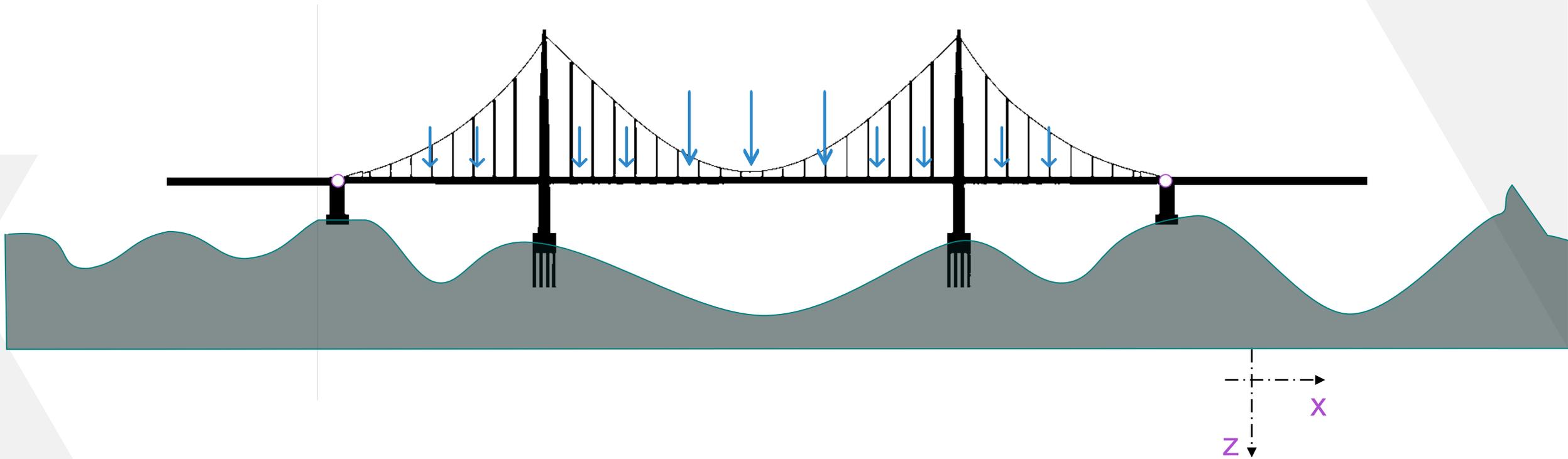
Grundbegriffe | Freischneiden

2. Lasten / Aktionskräfte



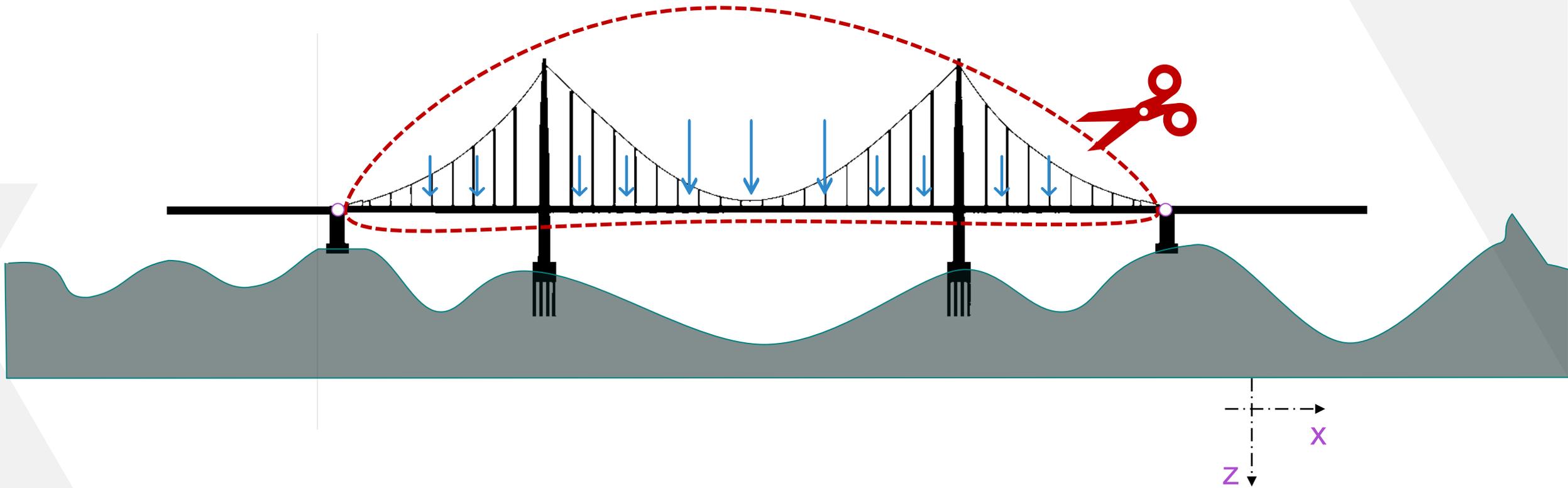
Grundbegriffe | Freischneiden

2. Lasten / Aktionskräfte



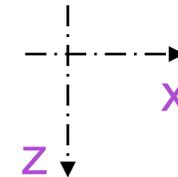
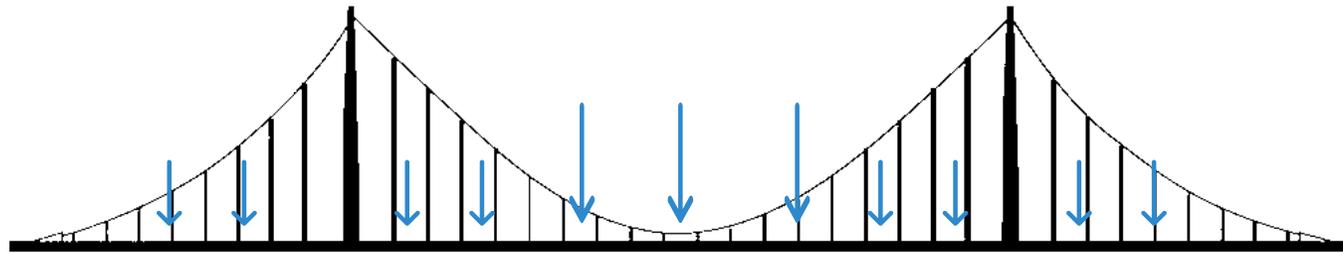
Grundbegriffe | Freischneiden

3. Freischneiden der Brücke von ihren geometrischen Bindungen



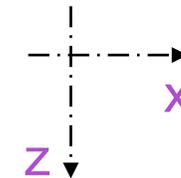
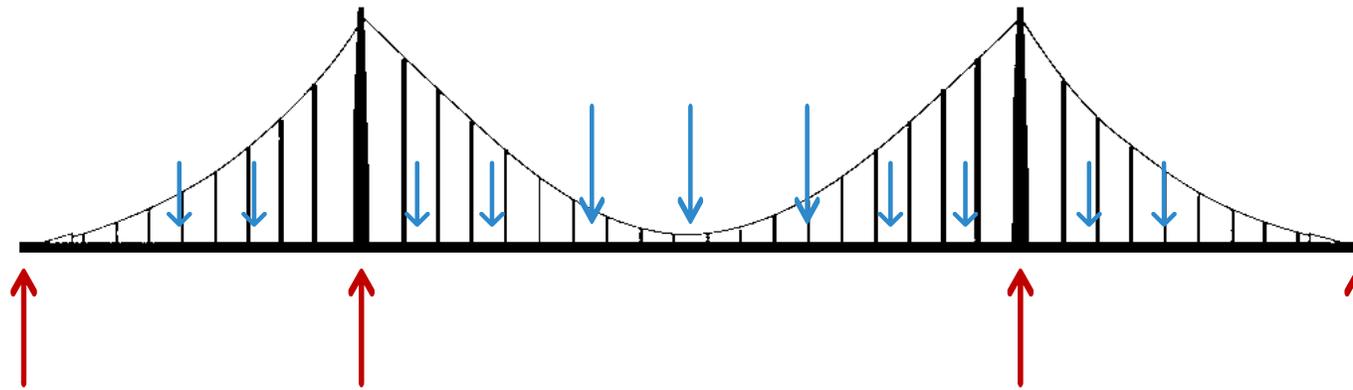
Grundbegriffe | Freischneiden

3. Freischneiden der Brücke von ihren geometrischen Bindungen



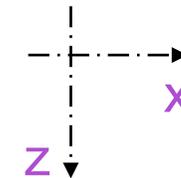
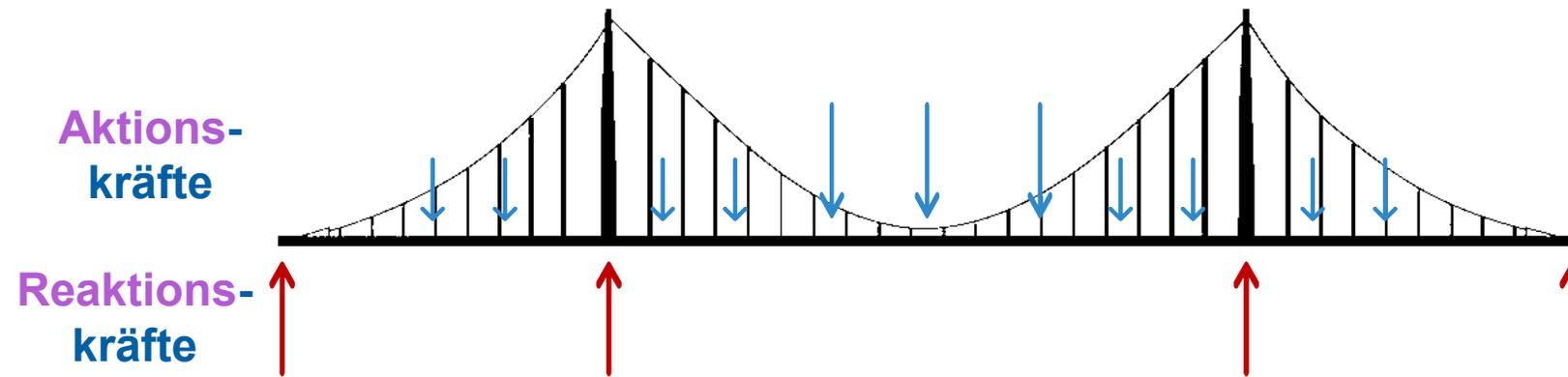
Grundbegriffe | Freischneiden

4. Ersetzen der geometrischen Bindungen durch Reaktionskräfte



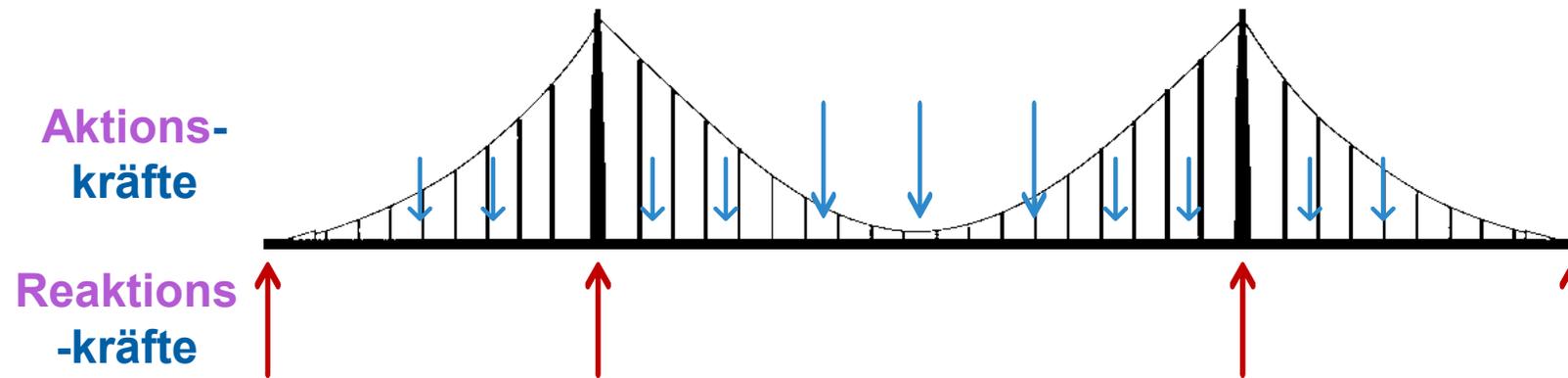
Grundbegriffe | Freischneiden

5. Gleichgewichtsgruppe

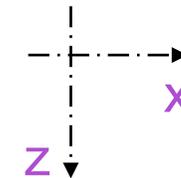


Grundbegriffe | Freischneiden

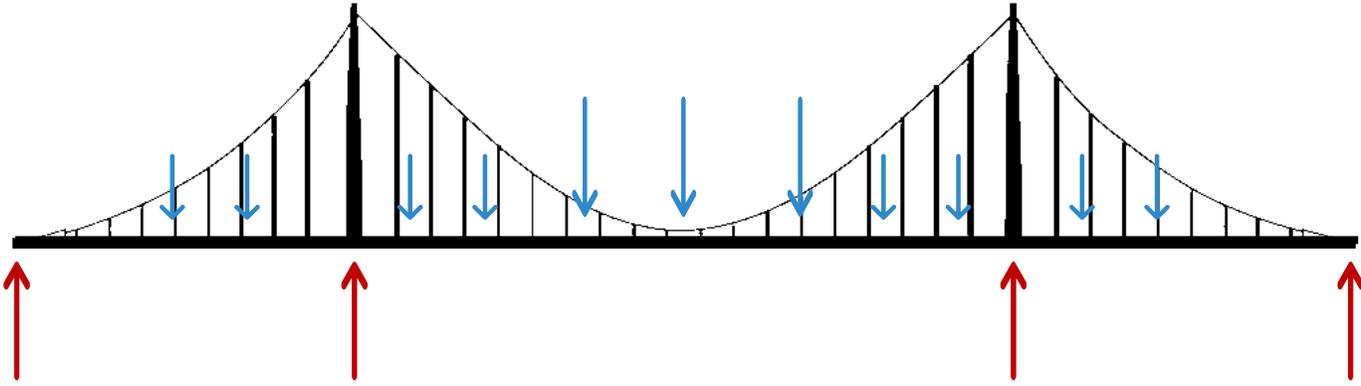
5. Gleichgewichtsgruppe



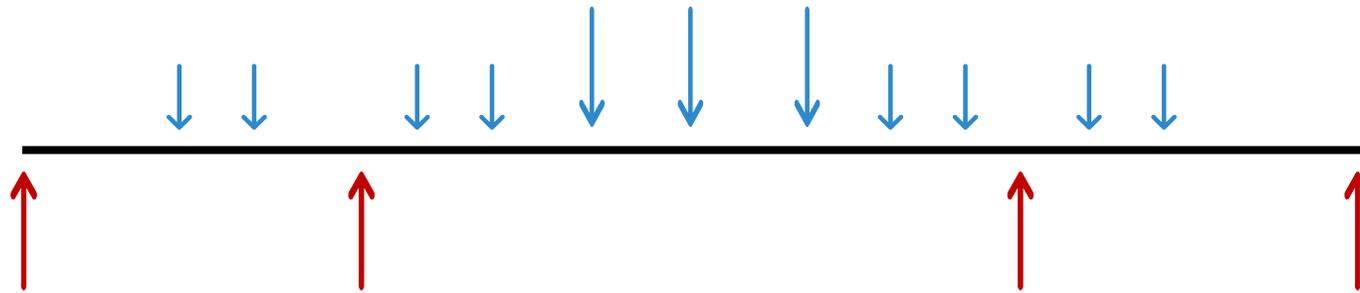
Gleichgewichtsgruppe
Kräftegruppe, bei der sich
sämtliche Kräfte im Gleichgewicht
befinden



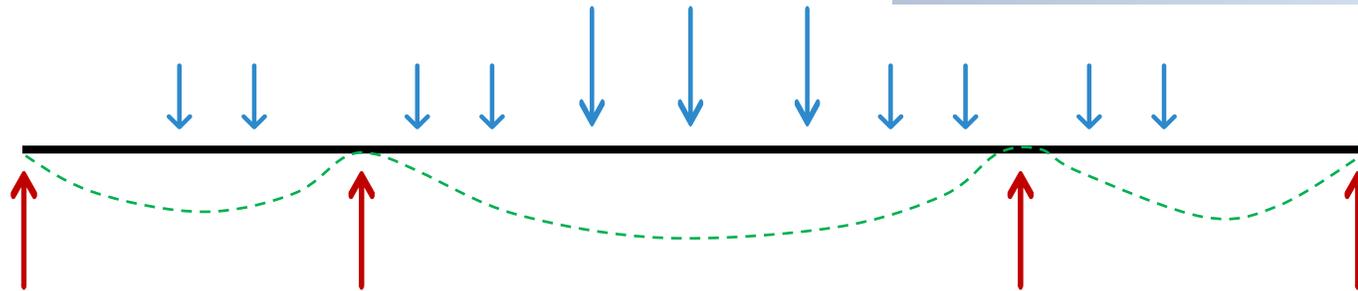
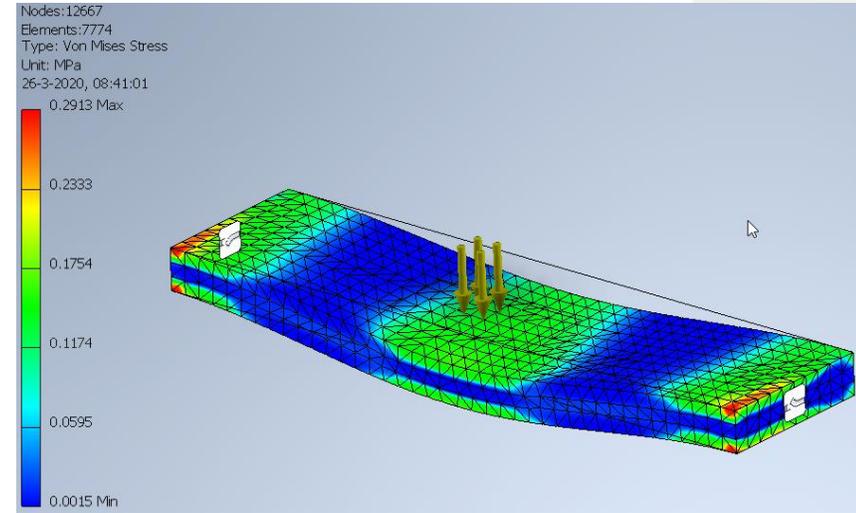
Lösung des mechanischen Ersatzmodells



Lösung des mechanischen Ersatzmodells

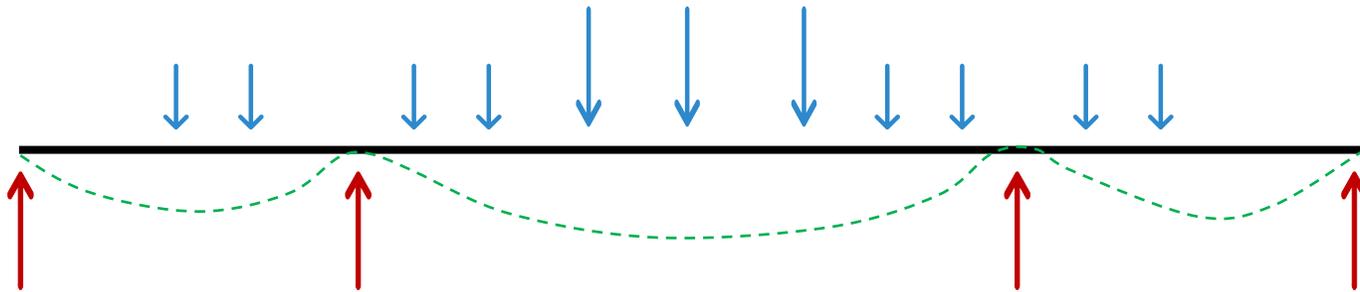


Lösung des mechanischen Ersatzmodells



Berechnung der Beanspruchungen in den Bauteilen
Berechnung der Verformung

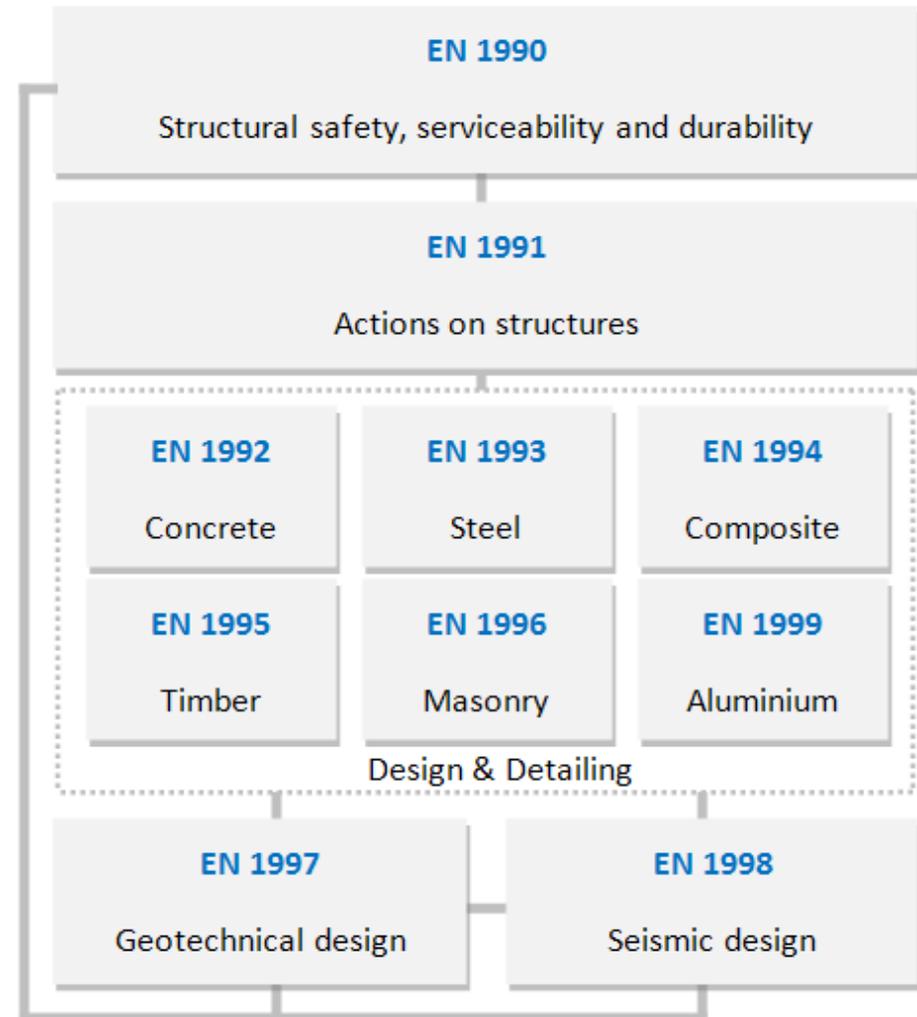
Diskussion und Deutung des Resultats



Vergleich der aufnehmbaren Beanspruchungen mit den ermittelten Beanspruchungen

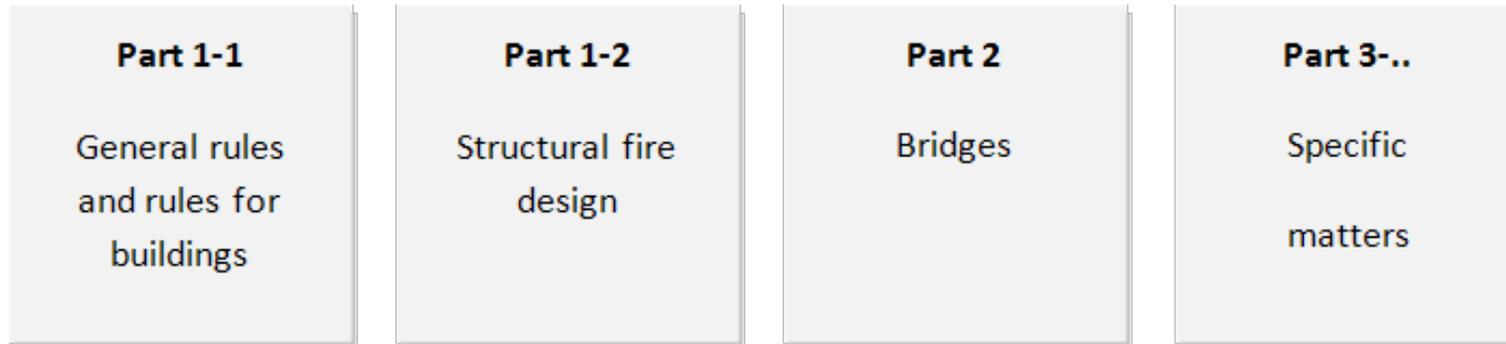
Rechtlicher Rahmen| Normengrundlage

Die Eurocodes sind als europäischen Standards in Bezug auf die Konstruktion von Gebäuden und anderen Ingenieurbauten festgelegt.



Normengrundlage

Die Einzelnormen sind immer nach dem gleichen Grundprinzip aufgebaut:



Normengrundlage

Umsetzung in Deutschland/ in den einzelnen Länder

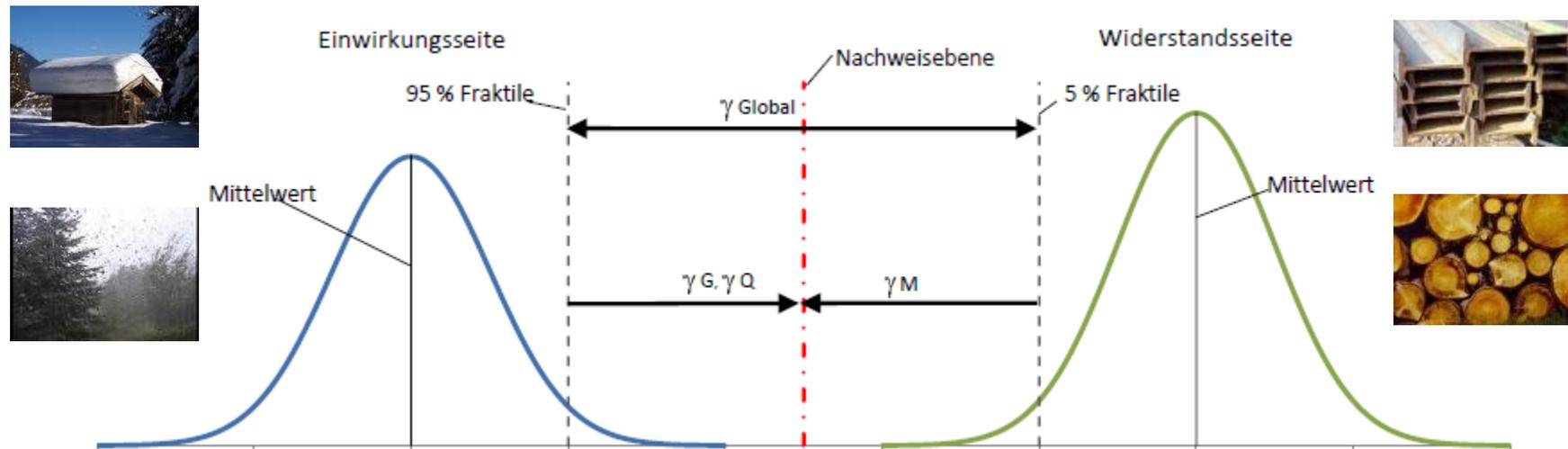
- DIN EN 199x: Eurocode
- + NA: Nationales Anhang
- Wenn Mitgliedsländer der Europäischen Union nationale Normen auf der Grundlage der Eurocodes aufstellen, können sie für ihr Land einen nationalen Anhang (NA) beifügen. Darin sind national festgelegte Kenngrößen möglich, so dass es weiterhin Unterschiede gibt.
- Bsp:
 - Besondere Schneelastermittlung in Österreich
 - unterschiedliche Sicherheitsbeiwerte

Sicherheitskonzept

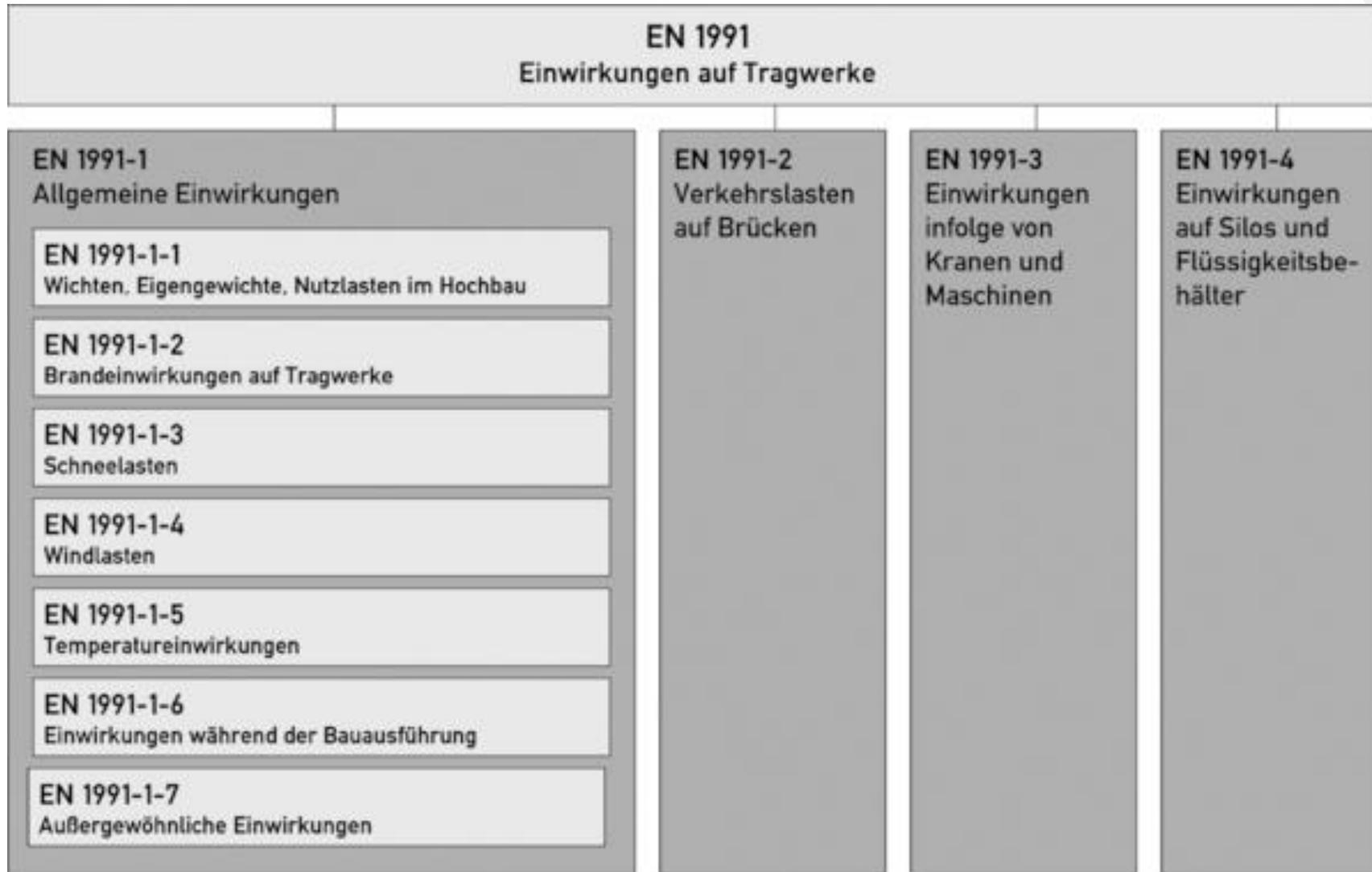
Konzept der Teilsicherheitsbeiwerte

Semi-probabilistisches Sicherheitskonzept

Zuordnung der Sicherheiten auf Einwirkungs- und Materialseite



Normengrundlage | Lasten/Beanspruchungen



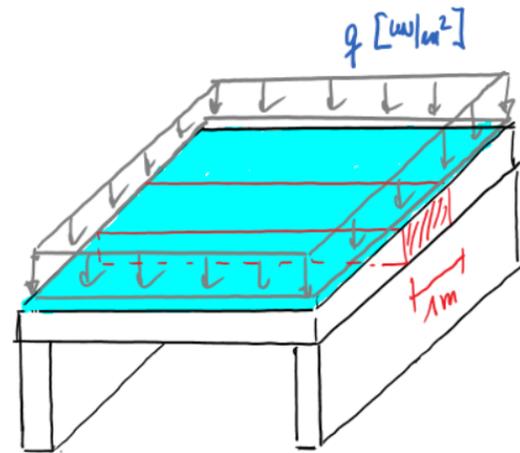
Lasten

- Belastungen werden in statischen Systemen in Form von verschiedenen Lasttypen vereinfacht.
- Folgende Lastarten werden unterschieden:
- Einzellasten – Beispiel: Mannlast auf Dächern, lokale Lasten auf Bauteilen z.B. Radlast eines Lastwagens, schwere Maschine [Einheit: kN oder N]



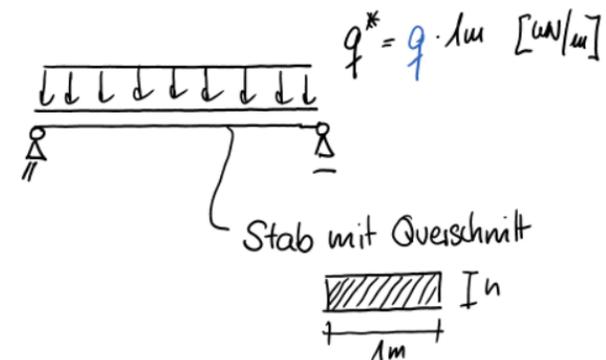
Lasten

- Flächenlasten – flächig wirkende Lasten auf flächigen Bauteilen – Beispiel Verkehrslast auf einer Decke, Windlast auf eine Wand, Schneelast auf Dach etc. [kN/m^2]
- Streckenlasten – bei Reduktion von 3-dimensionalen Systemen in ebene Systeme (2d) werden die oben genannten Flächenlasten auf die betrachtete Ebene bezogen und ergeben eine Streckenlast [kN/m]
-



3d-System: Flächige Last in [kN/m^2]

→
Vereinfachung
zu einem 2d-System



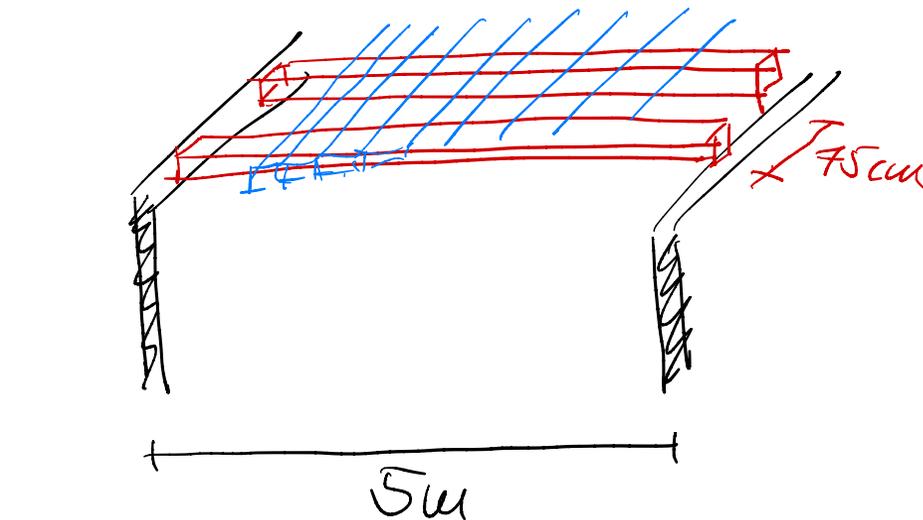
z.B. Betrachtung eines 1m breiten
Deckenstreifens
Linienlast [kN/m]

Lasten | Beispiel Umrechnung Lasten



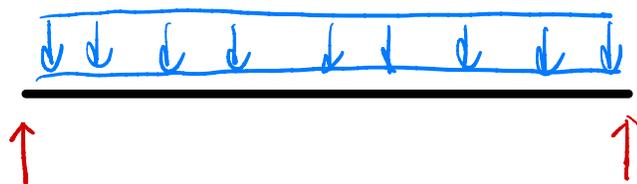
Spannweite 5 m
Abstand der Sparren 75 cm

$$q = 2 \text{ kN/m}^2$$



Sparren als 2d-Systeme

Reaktions-
kräfte



$$q = 2 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,75 \text{ m}$$
$$= 1,5 \text{ kN/m}$$

Lasten | ständige Lasten

Wichte - Rohdichte

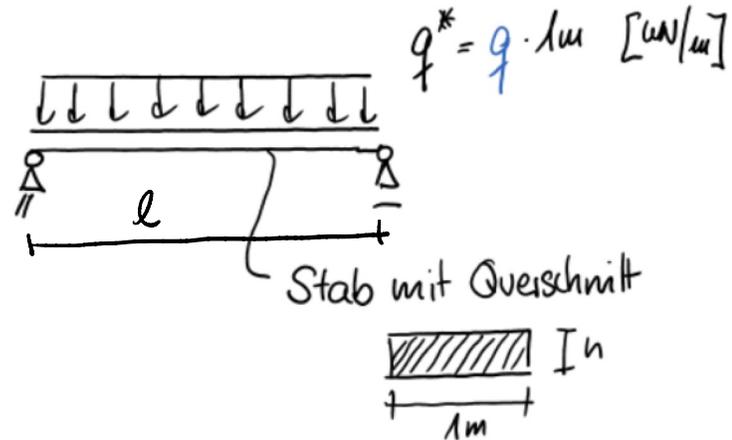
Wichte = Rohdichte * Erdbeschleunigung

$$\gamma = \rho \cdot g$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2 \approx 10 \text{ m/s}^2$$

Stahlbeton	$\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$
Stahl	$\gamma = 78,5 \text{ kN/m}^3$
Aluminium	$\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$
Holz	$\gamma = 4,2 - 8,4 \text{ kN/m}^3$ (Nadelholz – Laubholz)
	$\gamma = 4,5 \text{ kN/m}^3$ (Brettschichtholz)

Bsp. Decke über 5m $h = 25 \text{ cm}$



z.B. Betrachtung eines 1m breiten

$$q = 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot 1 \text{ m} \cdot 0,25 \text{ m} = 6,25 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

als Streckenlast

$$G = 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot 1 \text{ m} \cdot 0,25 \text{ m} \cdot 5 \text{ m} = 31,25 \text{ kN}$$

als Einzellast

Lasten | ständige Lasten

- Werte können den Normen/Sekundärliteratur (z.B. Schneider Bautabellen) entnommen werden.
- Bsp: Beton – Auszug Schneider Bautabellen
- Umrechnung auf Flächen-/Linienlast erforderlich
- Bsp: Decke mit Höhe $h = 30 \text{ cm}$

II Eigenlasten von Baustoffen, Bauteilen und Lagerstoffen

nach DIN EN 1991-1-1 (12.2010) und DIN 1991-1-1/NA1 (12.2010)

Prof. Dipl.-Ing. Klaus-Jürgen Schneider

Die nachfolgend angegebenen charakteristischen Werte von Wichten und Flächenlasten sind **Mittelwerte**; wenn die verwendeten Stoffe größere Streuungen aufweisen, sind genauere Betrachtungen erforderlich (s. EN 1990, 4.1.2). Angaben in weiteren Normen sind zu beachten.

1 Beton, Mörtel (EC1-1-1, Tab. A.1)

Normalbeton	Wichte ¹⁾ in kN/m^3	24					
Stahlbeton	Wichte ¹⁾ in kN/m^3	25					
Schwerbeton	Wichte ¹⁾ in kN/m^3	> 26					
Leichtbeton	Rohdichteklasse	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
	Wichte ^{1), 2)} in kN/m^3	9–10	10–12	12–14	14–16	16–18	18–20
Mörtel	Zementmörtel	Wichte in kN/m^3				19,0–23,0	
	Gips-/Kalkmörtel	Wichte in kN/m^3				12,0–18,0	
	Kalkzementmörtel	Wichte in kN/m^3				18,0–20,0	

¹⁾ Bei Frischbeton sind die Werte um 1 kN/m^3 zu erhöhen.
²⁾ Für bewehrten Leichtbeton sind die Werte um 1 kN/m^3 zu erhöhen. Bemessungswerte s. a. DIN EN 1992-1-1, 11.3.1.

Lasten | ständige Lasten

Wichte Baustoffe

- Stahlbeton $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$
- Stahl $\gamma = 78,5 \text{ kN/m}^3$
- Aluminium $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$
- Holz $\gamma = 4,2 - 8,4 \text{ kN/m}^3$
(Nadelholz – Laubholz)
- $\gamma = 4,5 \text{ kN/m}^3$ (Brettschichtholz)
-

Mauerwerk aus künstlichen Steinen (einschließlich Fugenmörtel und übliche Feuchte)

Steinrohddichte in g/cm^3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4
Wichte in kN/m^3 bei Normalmörtel	6	7	8	9	10	11	12	14	16	16	18	20	22	24
Wichte in kN/m^3 bei Leicht- und Dünnbettmörtel	5	6	7	8	9	10	11	13	15					

Bei Zwischenwerten der Steinrohddichten Rechenwerte geradlinig interpolieren.

Mauerwerk aus natürlichen Steinen (EC1-1-1, Tab. A.2)

	Wichte in kN/m^3		Wichte in kN/m^3
Basalt	27–31	Muschelkalk ³⁾	28
Diabas ³⁾	29	Porphy	28
Diorit	27–31	Quarzit ³⁾	27
Gabbro	29	Rhyolit ³⁾	26
Gneis	30	Sandstein	21–27
Granit	27–30	Schiefer	28
Grauwacke	21–27	Syenit	28
Kalkstein, dicht	20–29	Trachyt	26
Kalkstein	20	Travertin ³⁾	26
Marmor ³⁾	28	Tuffstein	20

³⁾ Angaben aus DIN 1055-1 (in DIN EN 1991-1-1 nicht enthalten).

Porenbeton, unbewehrt; Bauplatten und Planbauplatten nach DIN 4166 (EC1-1-1, Tab. NA.A.14)

Rohdichteklasse	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,80
Wichte ⁴⁾ in kN/m^3	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	9,0

Porenbeton, bewehrt; Dach-, Wand- und Deckenplatten nach DIN 4223 (EC1-1-1, Tab. NA.A.14)

Rohdichteklasse	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,80
Wichte ⁴⁾ in kN/m^3	5,2	5,7	6,2	6,7	7,2	7,8	8,4	9,5

⁴⁾ Die Werte schließen den Fugenmörtel und die übliche Feuchte ein. Bei Verwendung von Leicht- und Dünnbettmörtel dürfen die charakteristischen Werte um $0,5 \text{ kN/m}^3$ vermindert werden.

Lasten | veränderliche Lasten

Nutzlasten – lotrecht

- durch Personen oder Fahrzeuge verursacht
- Personenlasten – Ansatz als Flächenlasten
- Fahrzeuglasten – Ansatz als Flächen- und Achslasten (bei größeren Fahrzeugen)

Tafel 3.19b Lotrechte Nutzlasten für Parkhäuser und Flächen mit Fahrzeugverkehr
(EN 1991-1-1/NA, Tab. 6.8 DE)

Kategorie		Nutzung	$A^{2)}$ m ²	q_k kN/m ²	oder	$2 \cdot Q_k$ kN
F	F1	Verkehrs- und Parkflächen für leichte Fahrzeuge (Gesamtlast ≤ 30 kN)	≤ 20	3,5		
	F2		> 20	2,5	20 ¹⁾	
	F3	Zufahrtsrampen	≤ 20	5,0	20	
	F4		> 20	3,5	20 ¹⁾	

¹⁾ In den Kategorien F2 und F4 können die Achslast ($2 \cdot Q_k = 20$ kN) oder die Radlasten ($Q_k = 10$ kN) für den Nachweis örtlicher Beanspruchungen (z. B. Querkraft am Auflager oder Durchstanzen unter einer Radlast) maßgebend werden.

²⁾ Für einachsige gespannte Platten wird A als Produkt von Stützweite und der mittragenden Breite b_m für die Achslast $2Q_k$ bestimmt; b_m darf mit geeigneten Hilfsmitteln berechnet werden, z. B. nach DAfStb-H. 240. Für Bauteile, die die Lasten weiterleiten (z. B. Unterzüge, Stützen), wird A nach Abb. 3.18 bestimmt.

Lasten | veränderliche Lasten

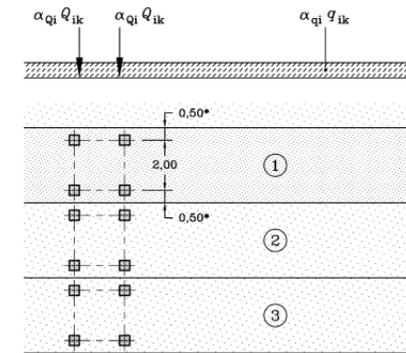
Nutzlasten – lotrecht

- Brücken – gesonderte Modelle abhängig von Anzahl der Fahrstreifen und zulässigen Fahrzeugen- siehe DIN EN 1991-2
- Berechnung mit statischen Ersatzlasten unter Berücksichtigung der Ermüdung

Tabelle 4.2 — Lastmodell 1: charakteristische Werte

Stellung	Doppelachsen TS	Gleichmäßig verteilte Last
	Achslast Q_{ik} (kN)	q_{ik} (oder q_{ik}) (kN/m ²)
Fahrstreifen 1	300	9
Fahrstreifen 2	200	2,5
Fahrstreifen 3	100	2,5
Andere Fahrstreifen	0	2,5
Verbleibende Restfläche q_{ik}	0	2,5

Die Einzelheiten des Lastmodells sind in Bild 4.2 a dargestellt.



Lasten | veränderliche Lasten

Nutzlasten – horizontal

- Anprall – Absturzsicherung
- Bremslasten

Lasten | veränderliche Lasten

Hydrostatischer Druck

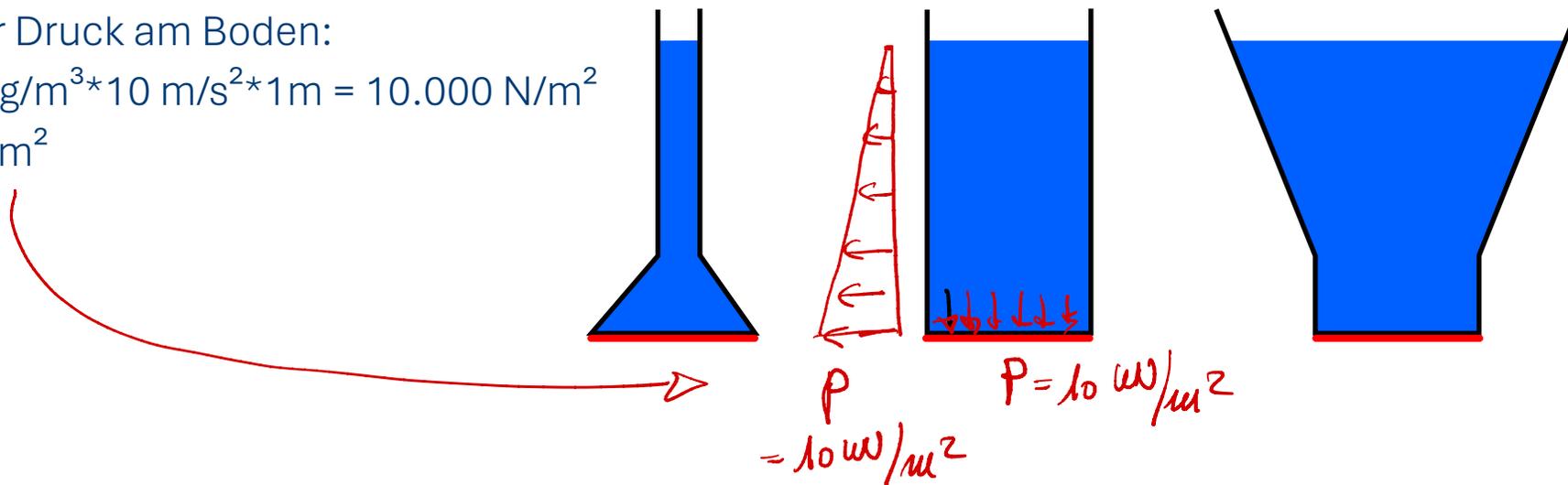
Vertikal abhängig von Füllhöhe und Wichte des Füllmediums

$$p = \rho \cdot g \cdot h$$

Beispiel: Wassertank Füllhöhe 1 m

Hydrostatischer Druck am Boden:

$$p = 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 1 \text{ m} = 10.000 \text{ N/m}^2$$
$$= 10 \text{ kN/m}^2$$



Lasten | veränderliche Lasten

Hydrostatischer Druck

Vertikal abhängig von Füllhöhe und Wichte des Füllmediums

$$p = \rho \cdot g \cdot h$$

Beispiel: Wassertank Füllhöhe 1 m

Hydrostatischer Druck am Boden:

$$\begin{aligned} p &= 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 1 \text{ m} = 10.000 \text{ N/m}^2 \\ &= 10 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Last wirkt in vertikale und horizontale Richtung



Lasten | veränderliche Lasten

Windlasten

- Abhängig von Lage und Form der Bauteile

Schneelasten

- Abhängig von Lage und Form der Bauteile

Temperatur

- Abhängig von Klima, Sonneneinstrahlung, Verschattung, Baustoff, Farbe

Erdbeben

Sonstige außergewöhnliche Einwirkungen

- Besondere Anprallsituationen
- Explosionen

Lastermittlung Beispiel | Wartungssteg

bei Betrachtung von beiden Balken
 zusammen \rightarrow Einzugsbreite $e = 2m$
 bei Betrachtung von 1 Balken
 $\rightarrow e = 1m$



- Durchmesser Becken 24 m
- Breite Steg 2,0 m
- Gewicht Stahlbau 35 kg/m²
- Belag Gitterrost 30 kg/m²
- Ort Frankfurt

$$s = 0,55 \text{ kN/m}^2$$

$$e = 2m$$

$$g = 0,35 \text{ kN/m}^2 \cdot 2m = 0,7 \text{ kN/m}$$

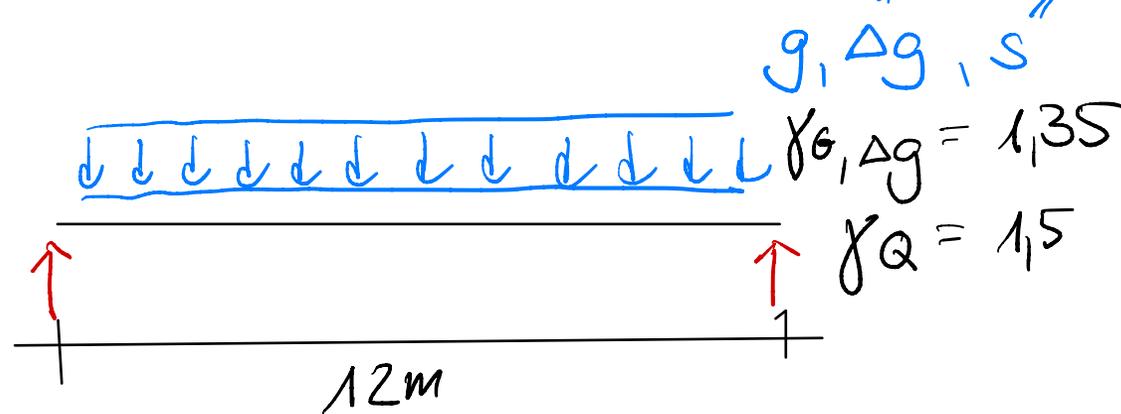
$$A_g = 0,3 \text{ kN/m}^2 \cdot 2m = 0,6 \text{ kN/m}$$

$$S = 0,55 \text{ kN/m}^2 \cdot 2m = 1,1 \text{ kN/m}$$

$$q_{1,d} = 1,35 \cdot g + 1,35 \cdot A_g + 1,5 \cdot s = 3,4 \text{ kN/m}$$

Ausbau

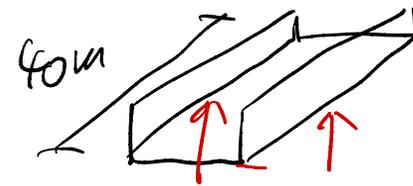
" " Schnee



Es wird unterschieden zwischen Design-Niveau = inklusive Sicherheitsbeiwerte und dem charakteristischen Niveau $\hat{\gamma} = 1$ für alle Lasten.

$f_{1,d}$ [Designniveau = Nachweise in Bezug auf Tragfähigkeit
 $f_{1,char}$ [char. Niveau = " " " " Gebrauchstauglichkeit.

Lastermittlung Beispiel | Wasserdruck



Breite Kanalbrücke 25 m
 Wasserhöhe 4,0 m
 Spannweite zwischen Hauptfeilern 40 m

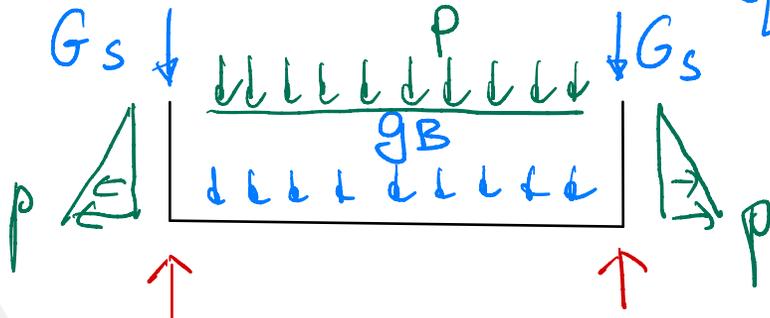
Gewicht Stahlbau 300 kg/m²

G_s = Einzellast aus
 Seitenwand
 g_B = Bewehrungslast
 Boden

$$G_s = 3 \text{ kN/m}^2 \cdot 7 \text{ m} \cdot 40 \text{ m} = 840 \text{ kN}$$

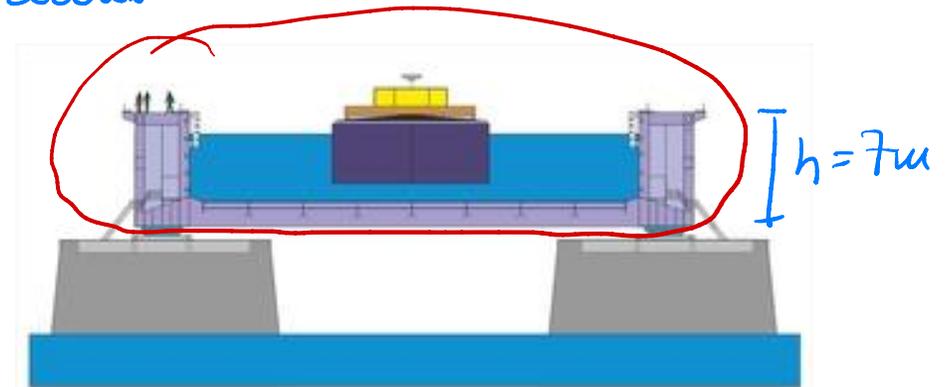
$$g_B = 3 \text{ kN/m}^2 \cdot 40 \text{ m} = 120 \text{ kN/m}$$

$$\hookrightarrow G_B = 120 \text{ kN/m} \cdot 25 \text{ m} = 3000 \text{ kN}$$



$$p = 10 \text{ kN/m}^2 \cdot \text{pro m Wasserhöhe}$$

$$p = 10 \text{ kN/m}^2 \cdot 4 \text{ m/m} \cdot 40 \text{ m} = 1600 \text{ kN/m}$$



Gesamtlast auf 1,0 fache (chas.) Niveau:

$$\downarrow Q_{1,0} = 2 \cdot G_s + G_B + p \cdot 25 \text{ m} = 2 \cdot 840 \text{ kN} + 3000 \text{ kN} + 1600 \text{ kN/m} \cdot 25 \text{ m} = 44680 \text{ kN} = 44,7 \text{ MN}$$