

# Mechanik und Tragkonstruktion

## Einführung

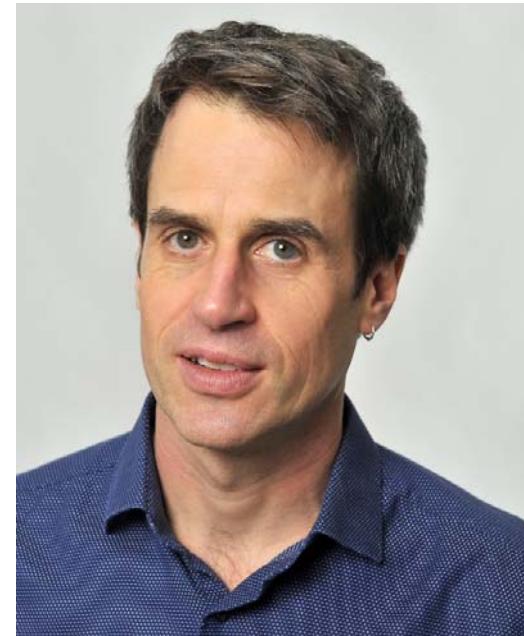
# Inhalt

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

# Vorstellung

## Georg Geldmacher

- 2001 Dipl.Ing.(FH), FH-Frankfurt
- 2003 Dipl.Ing.(TU), TU-Darmstadt
- 2009 Dr.-Ing., TU-Darmstadt
- 2008 – 2017 Krebs+Kiefer Darmstadt
- 2017 – 2021 Professor für Stahlbau an der Hochschule RheinMain
- Seit 2021 Professor an der FRA-UAS



# Lehrunterlagen

- CampUAS  
<https://campuas.frankfurt-university.de/my/>
- Kurs: **Geldmacher: Mechanik der Tragkonstruktion Bachelor Infrastrukturplanung - WiSe 25/26**
- Passwort: MEC-Infra-ws2526

# Inhalte

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

# Organatorisches- Semesterplanung

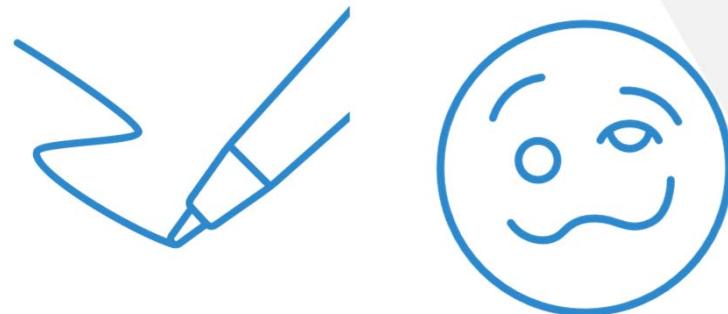
Termin	Thema	Vorlesung	Vorlesung	Übung
		Freitag 10:15 Raum 2-75	Mittwoch 8:30 Raum 9-205	Freitag 8:30 Raum 2-75
1	Einführung - Grundlagen der Tragwerkslehre; Lastermittlung	17.10.25	22.10.25	24.10.25
2	Kraftlehre - Resultierende / Gleichgewicht im zentralen Kraftsystem	24.10.25	29.10.25	31.10.25
3	Kraftlehre - Resultierende / Gleichgewicht im allgemeinen Kraftsystem	31.10.25	05.11.25	07.11.25
4	Tragwerke - Bestimmung von Auflagerkräften und Lasten	07.11.25	12.11.25	14.11.25
5	Biegeträger - Freischneiden; Berechnung; Gleichgewicht	14.11.25	19.11.25	21.11.25
6	Schnittkraftflächen M,V,N	21.11.25	26.11.2025 UIREKA-Day	28.11.25
7	Schnittkraftflächen M,V,N	28.11.25	03.12.25	05.12.25
8	Bestimmung von Schnittkräften mit Tabellenwerken	05.12.25	10.12.25	12.12.25
9	Festigkeitslehre - Einführung; Querschnittswerte	12.12.25	17.12.25	19.12.25
10	Ausweichtermin	19.12.25		

Weihnachtspause

# Baumechanik und Tragkonstruktion | Präsenzlehre

## Vorlesungen

- Bester Output ?
  - Eigene Mitschrift / Notizen?
  - Zuhören und Verstehen?
- Größter Lernerfolg ?
  - Eigenständiges Rechnen und Lösen von Aufgaben  
„learning by doing“

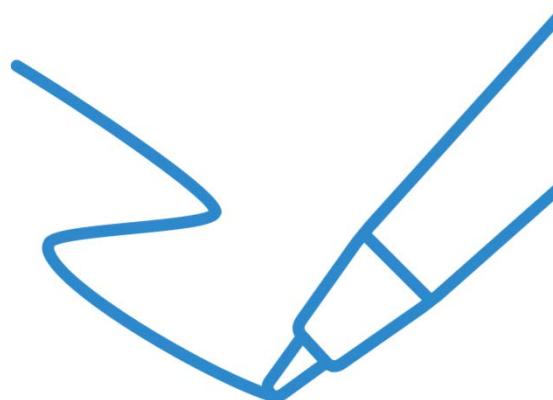


# Baumechanik und Tragkonstruktion | Präsenzlehre

## Übungen

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

Ansonsten ist der Lerneffekt = 0 !



# Organatorisches

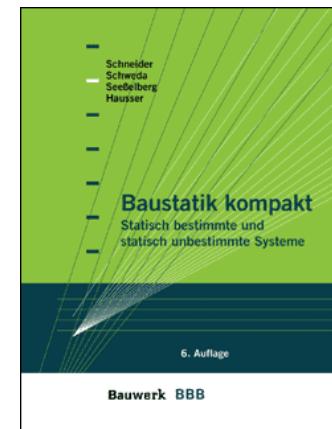
- Prüfung: in der vorlesungsfreien Zeit, siehe Prüfungsplan
  - Klausurdauer 120 min
  - Termin wird **noch im HIS-System** bekanntgegeben
  - Anmeldeschluss wird **noch im HIS-System** bekanntgegeben
- 
- Anmeldung erfolgt ausschließlich über HIS

# 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

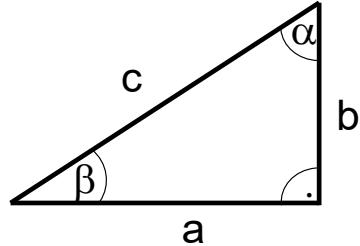
- Gross/ Mannl / Wall / Werner:  
Aufgaben zu Technische Mechanik 1-3: Statik, Elastostatik, Kinetik,  
Springer-Verlag, € 24,95



# GRUNDLAGEN

## TRIGONOMETRIE

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



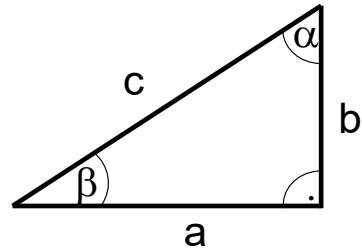
$$\sin \alpha = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Hypotenuse}} = \frac{a}{c} \quad \tan \alpha = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Ankathete}} = \frac{a}{b}$$

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

# GRUNDLAGEN

## TRIGONOMETRIE

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



$$\begin{aligned}\sin \alpha &= \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Hypotenuse}} = \frac{a}{c} & \tan \alpha &= \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Ankathete}} = \frac{a}{b} \\ \cos \alpha &= \frac{\text{Ankathete}}{\text{Hypotenuse}} = \frac{b}{c}\end{aligned}$$

## 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

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

# 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*                     $10^{-3} = 0,001$
- $\mu$                     *Mikro*                     $10^{-6} = 0,000001$
- $n$                     *Nano*                     $10^{-9} = 0,000000001$

# Das griechische Alphabet

Klein	Groß	Name/Aussprache	Anschrieb
$\alpha$	$A$	alpha	$\alpha A$
$\beta$	$B$	beta	$\beta B$
$\gamma$	$\Gamma$	gamma	$\gamma \Gamma$
$\delta$	$\Delta$	delta	$\delta \Delta$
$\varepsilon$	$E$	epsilon	$\varepsilon E$
$\zeta$	$Z$	zeta	$\zeta Z$
$\eta$	$H$	äta	$\eta H$
$\vartheta$	$\Theta$	theta	$\vartheta \Theta$
$\iota$	$I$	iota	$\iota I$
$\kappa$	$K$	kappa	$\kappa K$
$\lambda$	$\Lambda$	lambda	$\lambda \Lambda$
$\mu$	$M$	mü	$\mu M$
$\nu$	$N$	nü	$\nu N$
$\xi$	$\Xi$	xi	$\xi \Xi$
$\circ$	$O$	omikron	$\circ O$
$\pi$	$\Pi$	pi	$\pi \Pi$
$\varrho$	$P$	rho	$\varrho P$
$\sigma$	$\Sigma$	sigma	$\sigma \Sigma$
$\tau$	$T$	tau	$\tau T$
$v$	$\Upsilon$	ypsilon	$v \Upsilon$
$\varphi$	$\Phi$	phi	$\varphi \Phi$
$\chi$	$X$	chi	$\chi X$
$\psi$	$\Psi$	psi	$\psi \Psi$
$\omega$	$\Omega$	omega	$\omega \Omega$

## Griechisches Alphabet

$\alpha A$     $\beta B$     $\gamma \Gamma$     $\delta \Delta$   
a Alpha   b Beta   g Gamma   d Delta

$\varepsilon E$     $\zeta Z$     $\eta H$     $\vartheta \Theta$   
e Epsilon   z Zeta   e Eta   th Theta

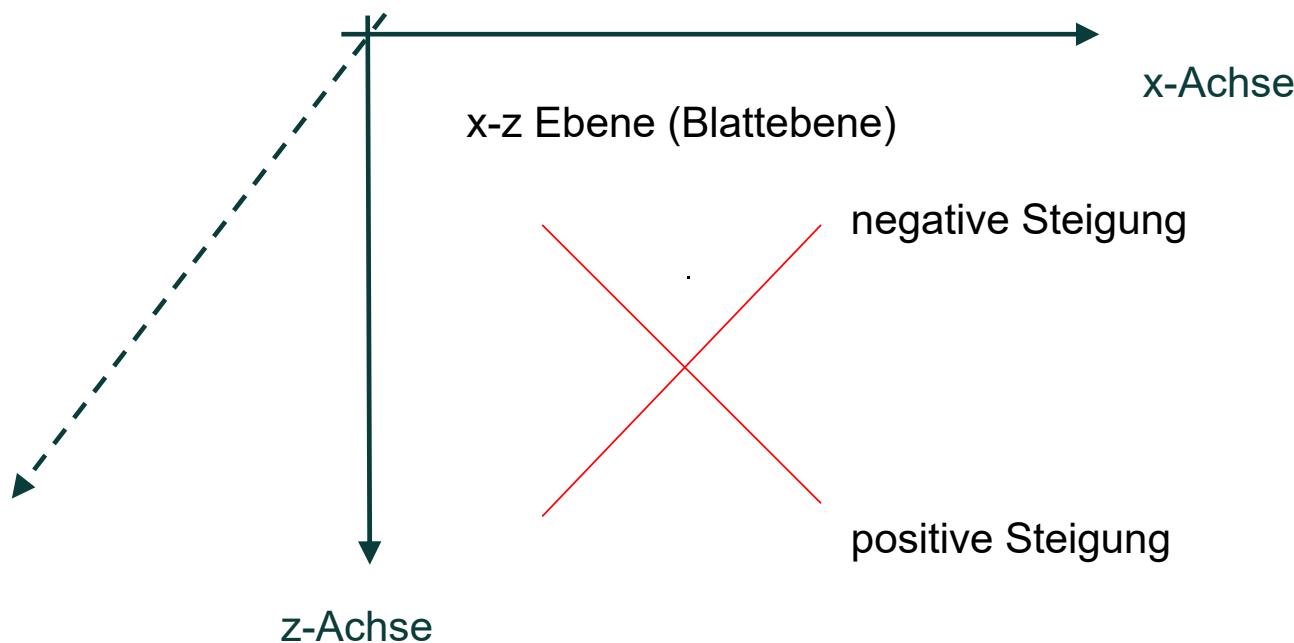
$\iota I$     $\kappa K$     $\lambda \Lambda$     $\mu M$   
i Iota   k Kappa   l Lambda   m Mü

$\nu N$     $\xi \Xi$     $\circ O$     $\pi \Pi$   
n Nu   x Kai   o Omikron   p Pi

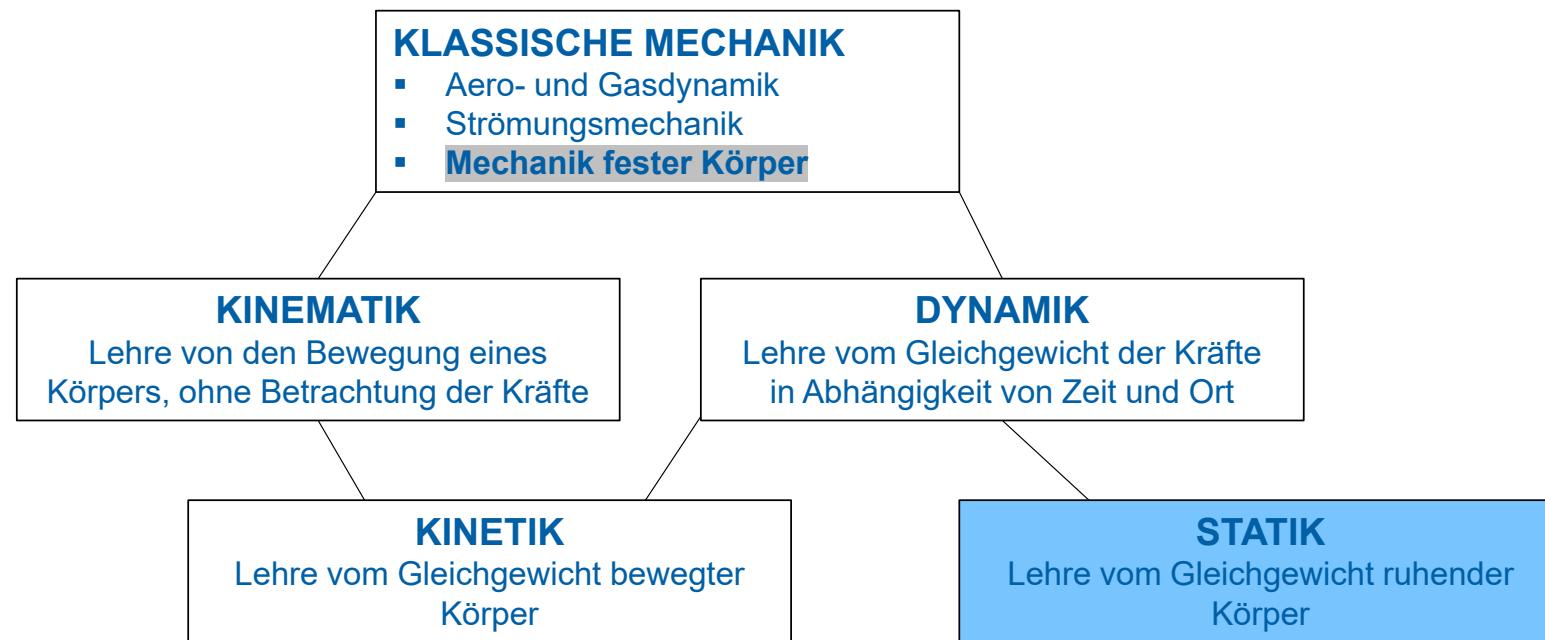
$\varrho P$     $\sigma \Sigma$     $\tau T$     $v \Upsilon$   
r Rho   s Sigma   t Tau   u Ypsilon

$\varphi \Phi$     $\chi X$     $\psi \Psi$     $\omega \Omega$   
phi Phi   ch Chi   ps Psi   o 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)

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

# Grundbegriffe | Die Kraft

Gewichtskraft

$$G = m \cdot g$$

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

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



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

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

# Grundbegriffe | Die Kraft

Gewichtskraft

$$G = m \cdot g$$

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

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



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



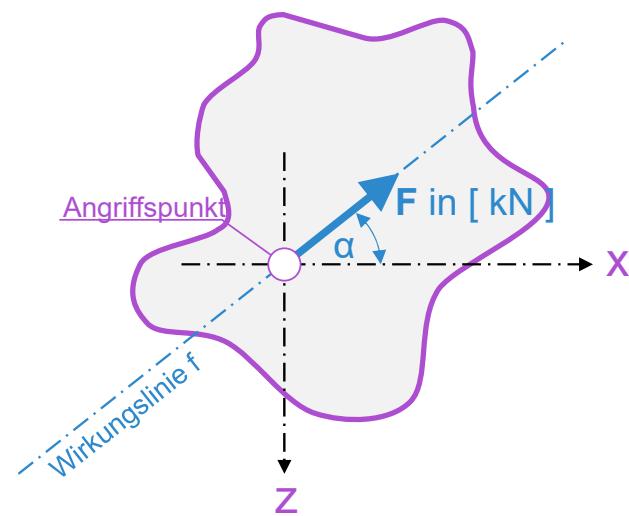
$$G = 80\text{kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 800 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} = 800\text{N} = 0,8\text{kN}$$

MIT Einheiten  
rechnen!

# 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

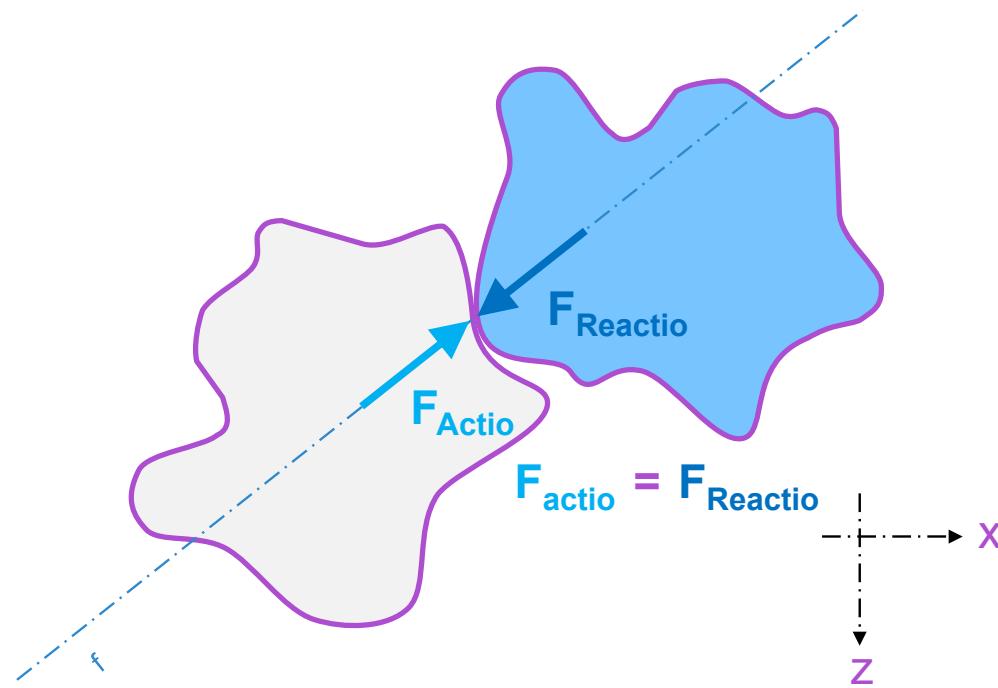


# Grundbegriffe | Die Kraft

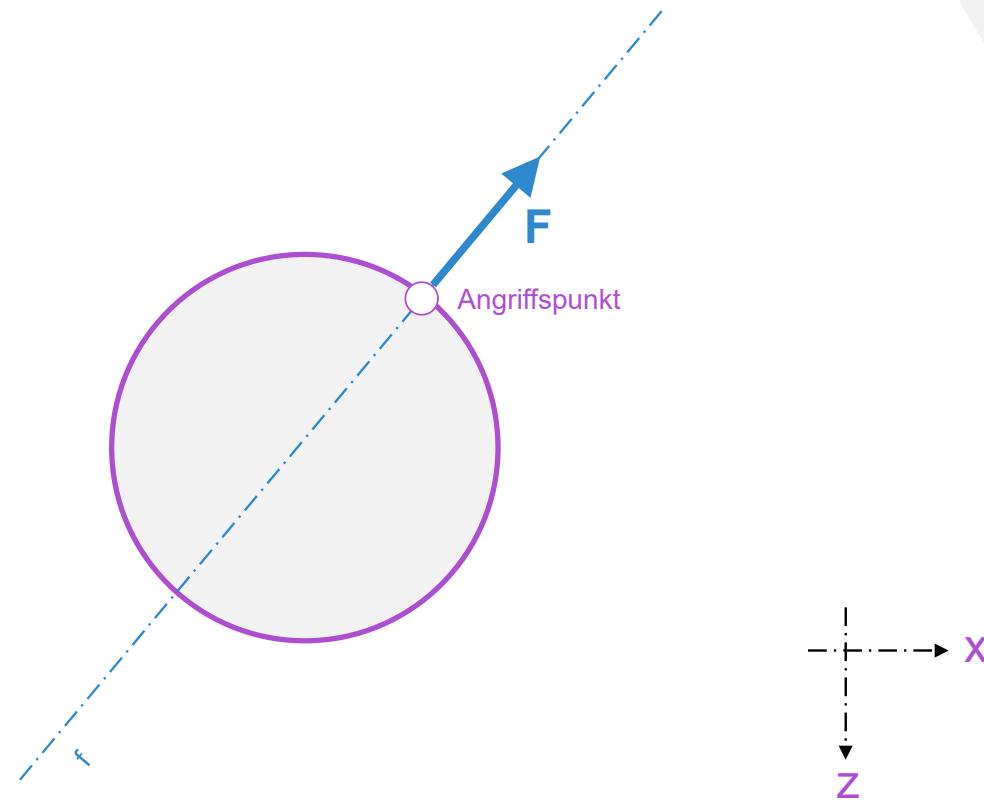
- Aktions- und Reaktionskräfte

## 3. Newton'sches Axiom

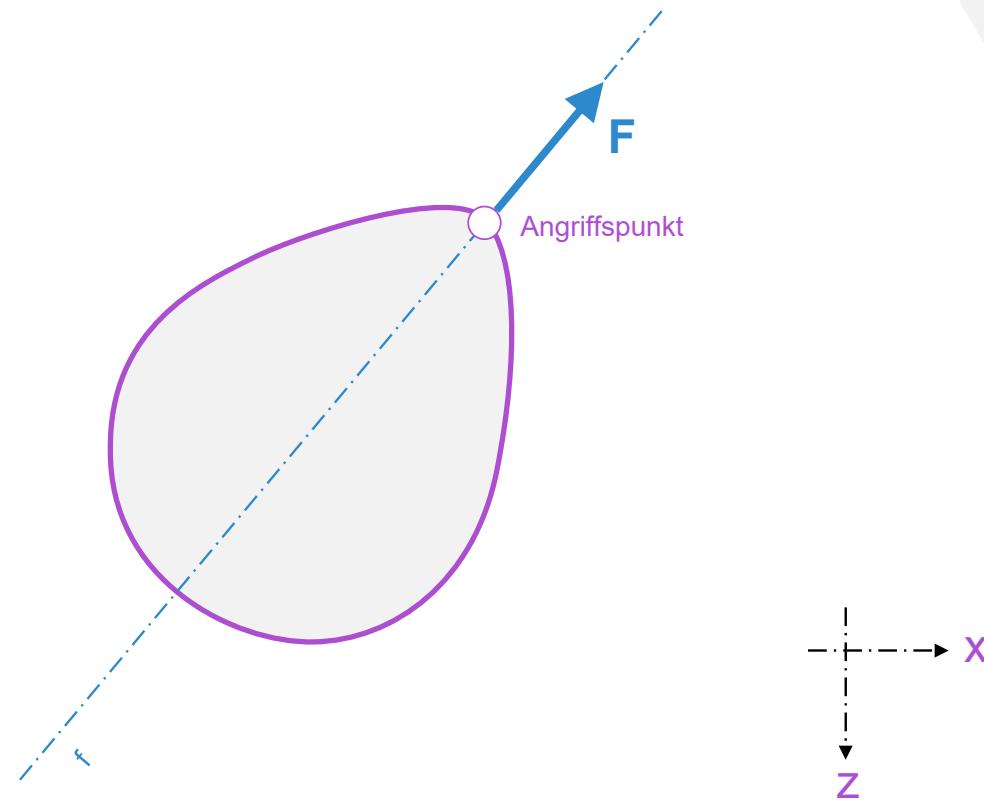
Übt ein Körper A auf einen anderen Körper B eine Kraft aus (**actio**), so wirkt eine gleichgroße, aber entgegen gerichtete Kraft von Körper B auf Körper A (**reactio**).



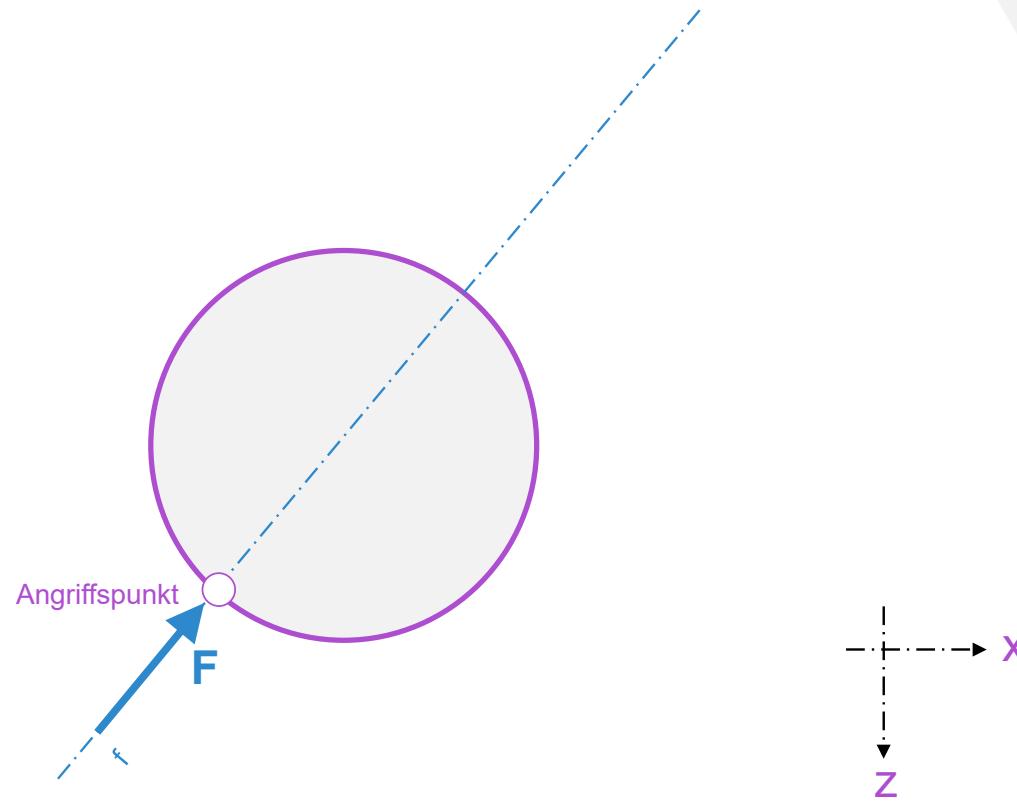
# Grundbegriffe | Der deformierbare Körper



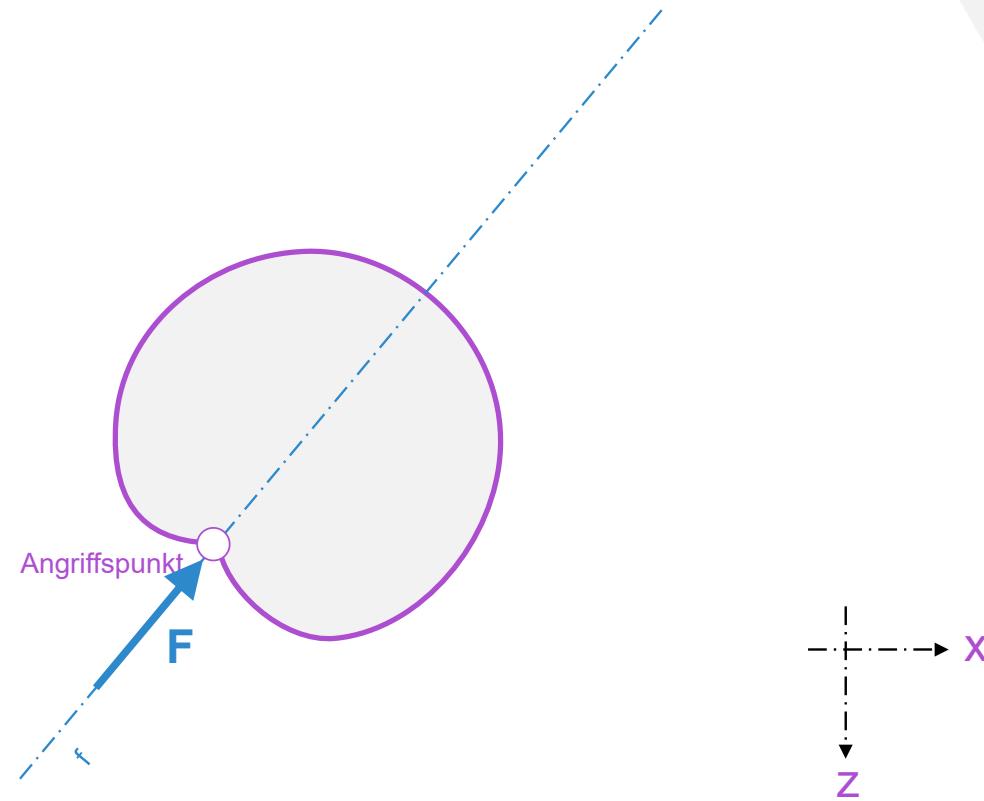
# Grundbegriffe | Der deformierbare Körper



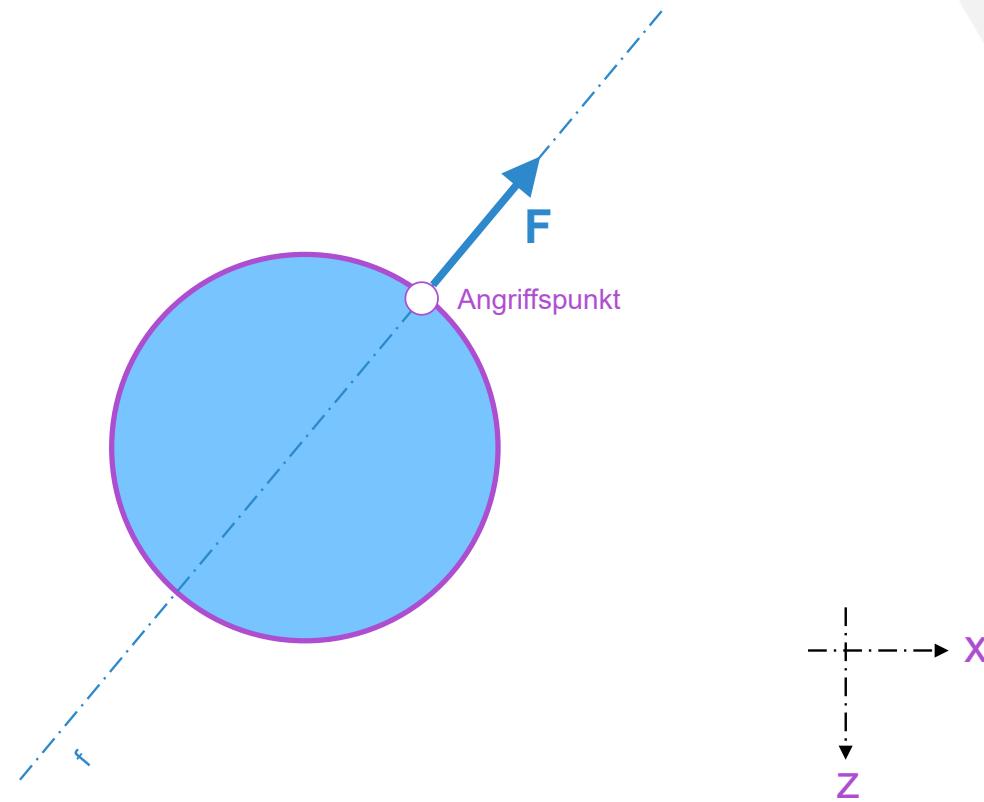
# Grundbegriffe | Der deformierbare Körper



# Grundbegriffe | Der deformierbare Körper

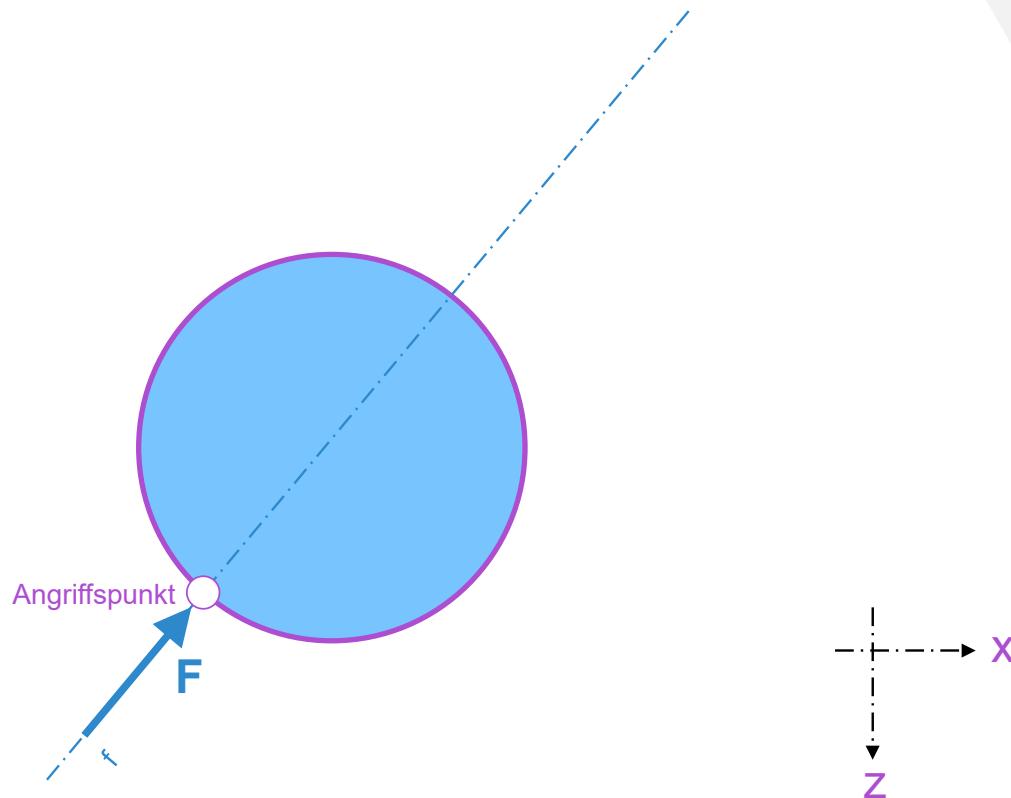


# Grundbegriffe | Der starre Körper



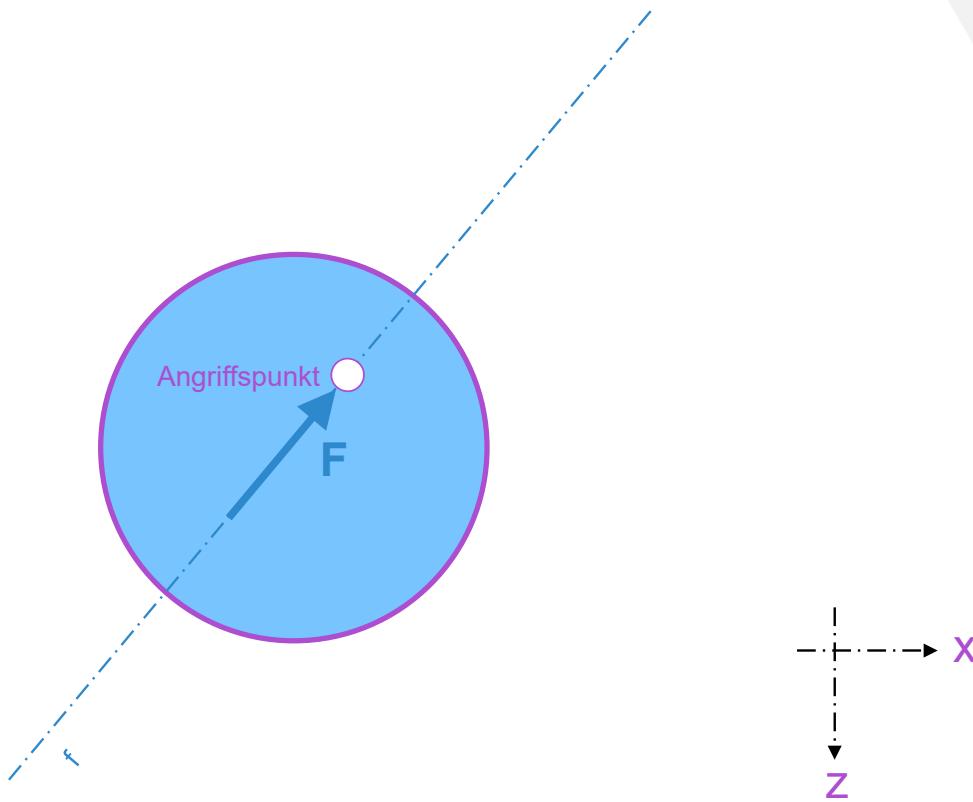
# Grundbegriffe | Der starre Körper

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



# Grundbegriffe | Der starre Körper

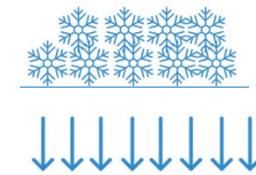
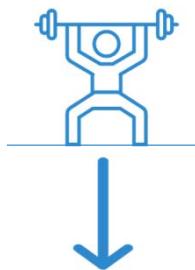
Kräfte an einem Starrkörper können entlang ihrer Wirkungslinie  $f$  verschoben werden, ohne dass ihre Wirkung sich ändert.



# 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

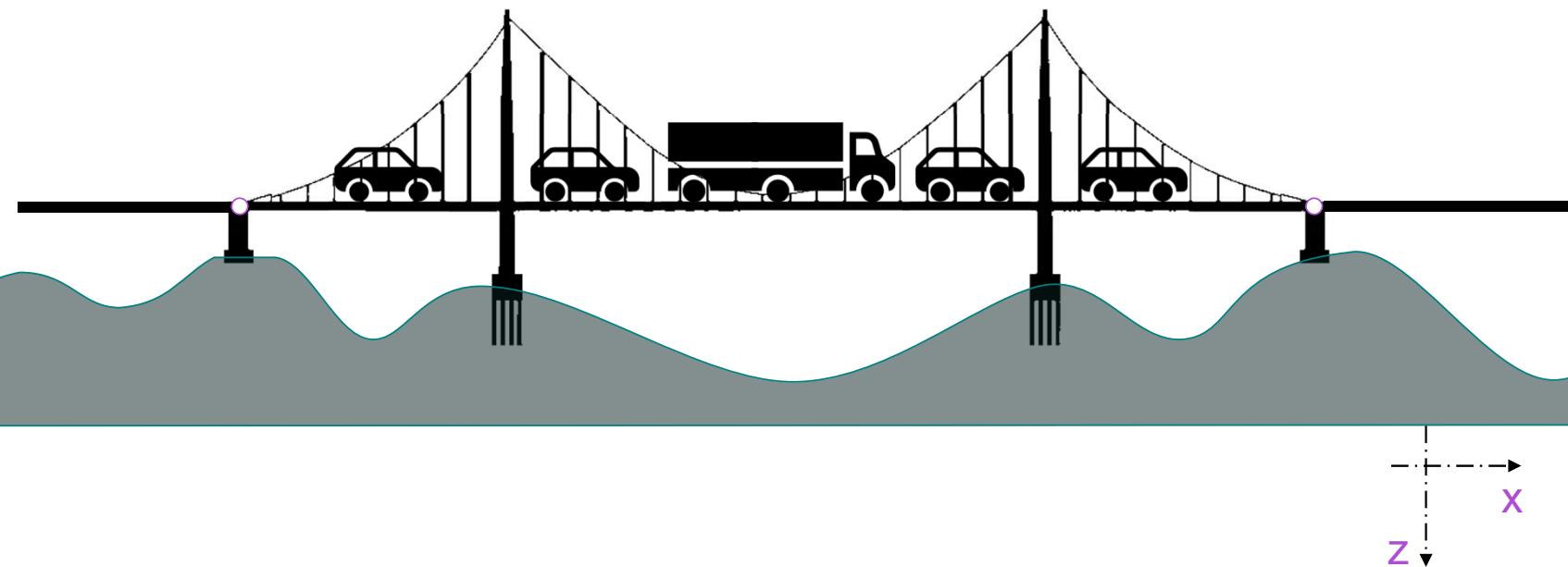
- Formulierung des Problems
- Erstellen eines mechanischen Ersatzmodells → Idealisierung der Realität als Modell
  - Überlegungen zur Güte der Abbildung der Realität auf das Modell
- Lösung des mechanischen Problems am Ersatzmodell

# Lösung des mechanischen Ersatzmodells

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

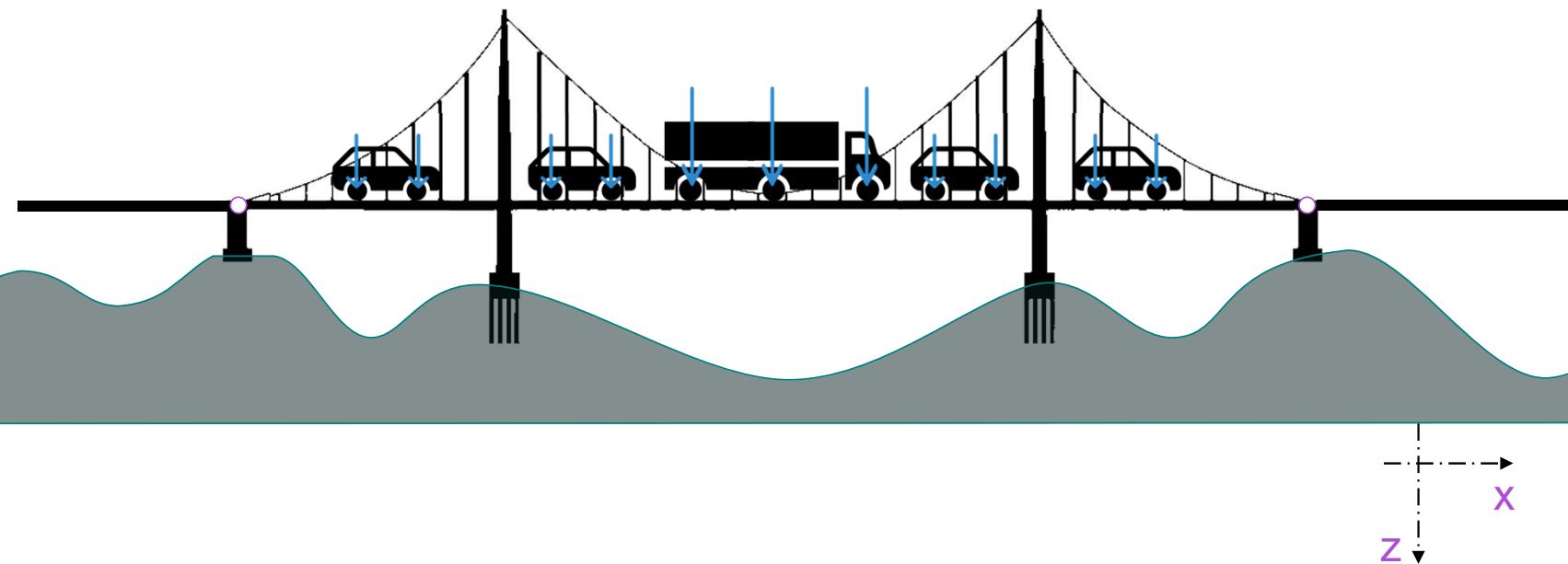
## Grundbegriffe | Mechanisches Ersatzmodell - Freischneiden

### 1. System



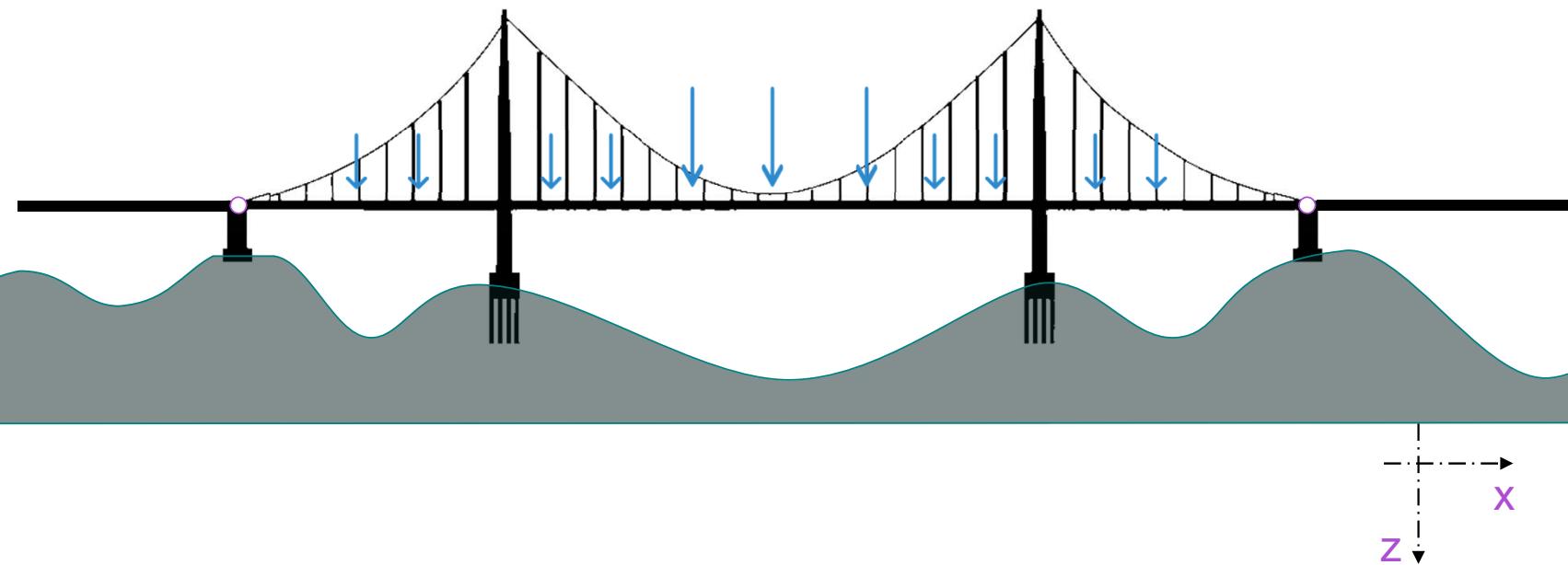
# Grundbegriffe | Freischneiden

## 2. Lasten / Aktionskräfte



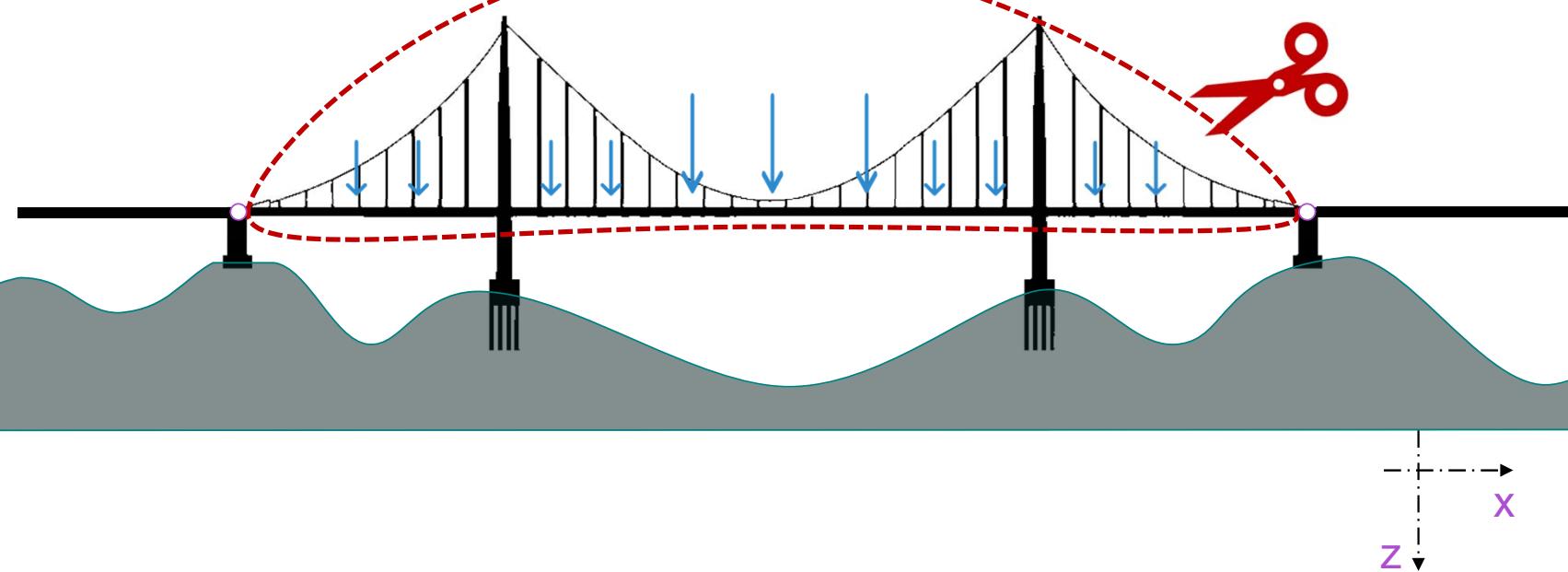
# Grundbegriffe | Freischneiden

## 2. Lasten / Aktionskräfte



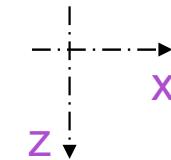
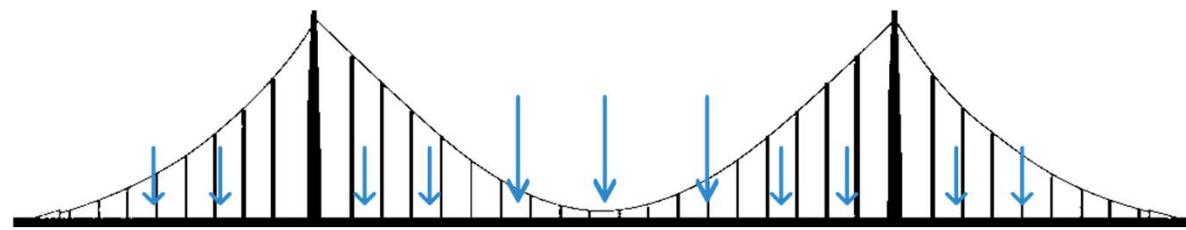
# Grundbegriffe | Freischneiden

3. Freischneiden der Brücke von ihren geometrischen Bindungen



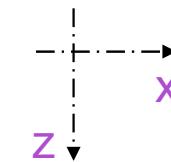
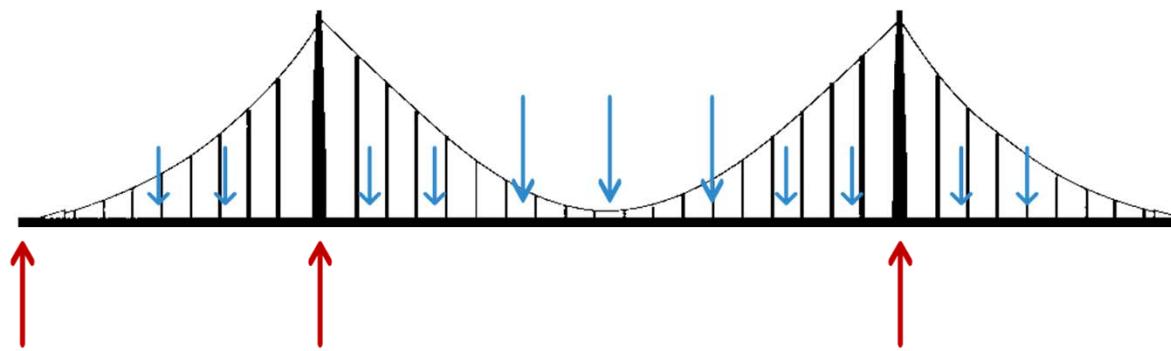
# Grundbegriffe | Freischneiden

## 3. Freischneiden der Brücke von ihren geometrischen Bindungen



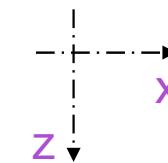
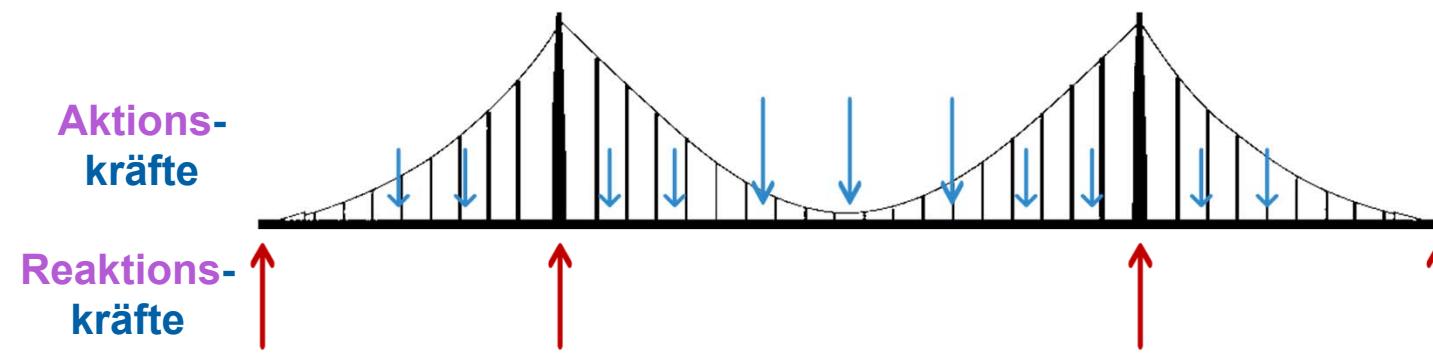
# Grundbegriffe | Freischneiden

## 4. Ersetzen der geometrischen Bindungen durch Reaktionskräfte



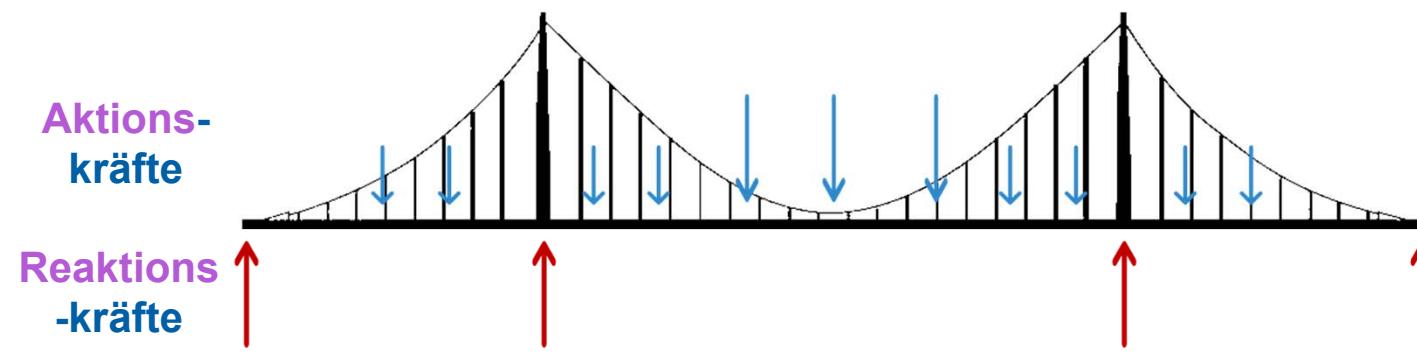
# Grundbegriffe | Freischneiden

## 5. Gleichgewichtsgruppe

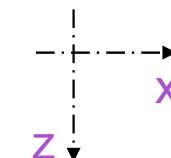


# Grundbegriffe | Freischneiden

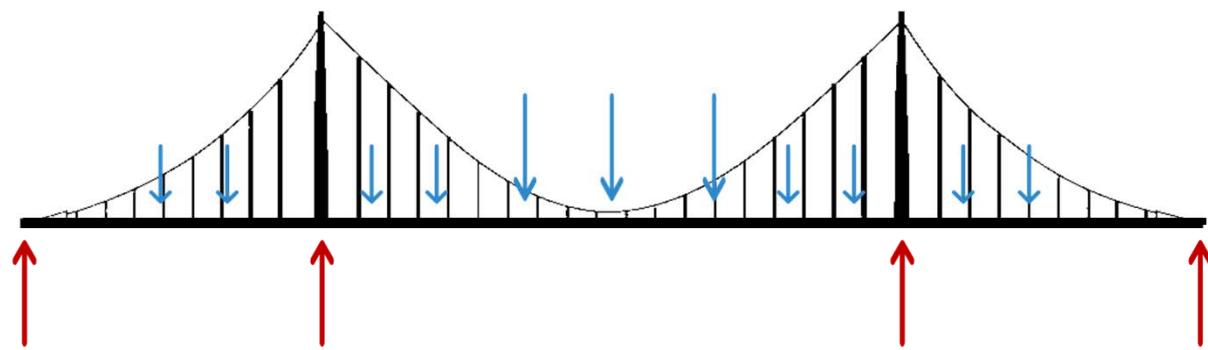
## 5. Gleichgewichtsgruppe



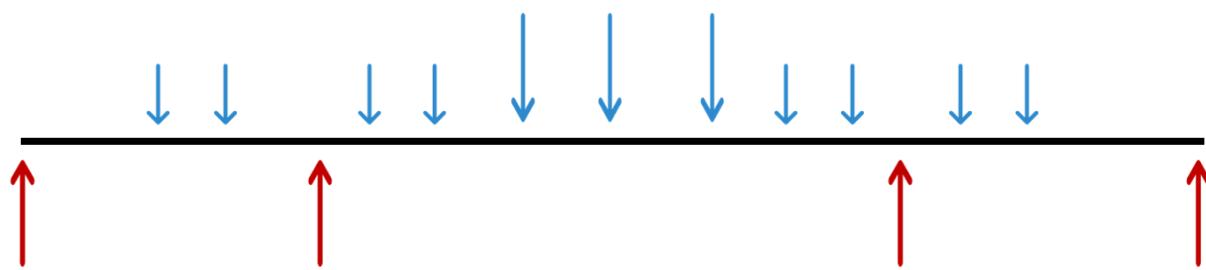
**Gleichgewichtsgruppe**  
Kräftegruppe, bei der sich  
sämtliche Kräfte im Gleichgewicht  
befinden



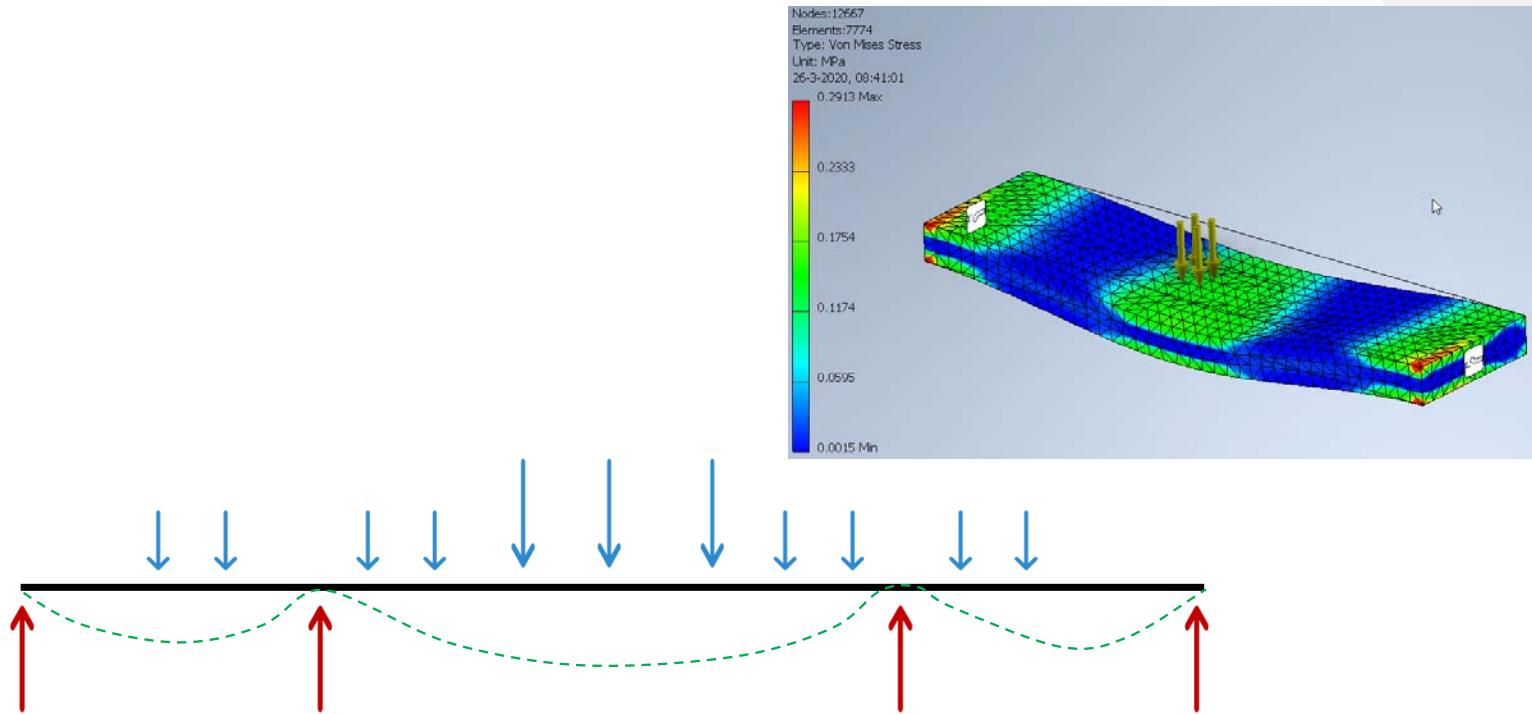
# Lösung des mechanischen Ersatzmodells



# Lösung des mechanischen Ersatzmodells

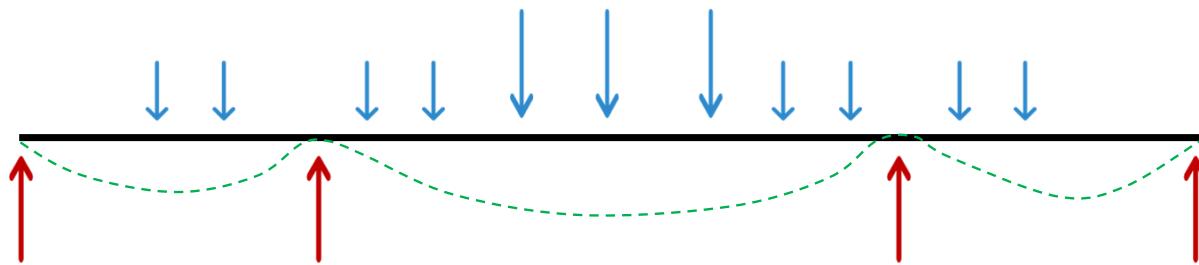


# Lösung des mechanischen Ersatzmodells



Berechnung der Beanspruchungen in den Bauteilen  
Berechnung der Verformung

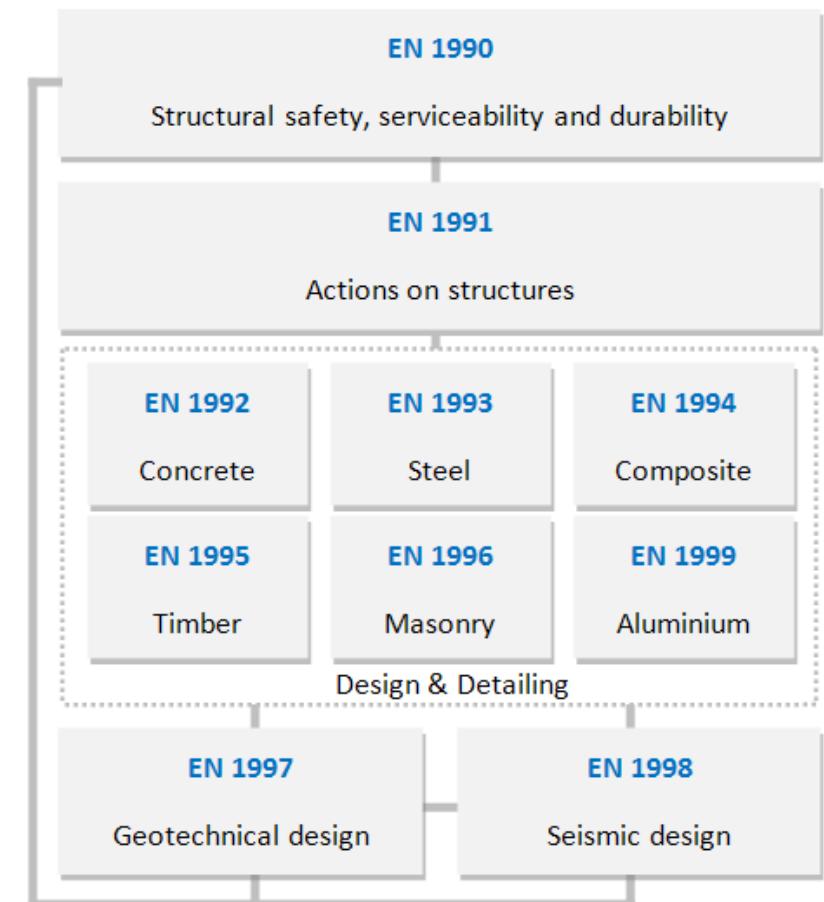
# Diskussion und Deutung des Resultats



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:

## **Part 1-1**

General rules  
and rules for  
buildings

## **Part 1-2**

Structural fire  
design

## **Part 2**

Bridges

## **Part 3-..**

Specific  
matters

# Normengrundlage

## Umsetzung in Deutschland/ in den einzelnen Länder

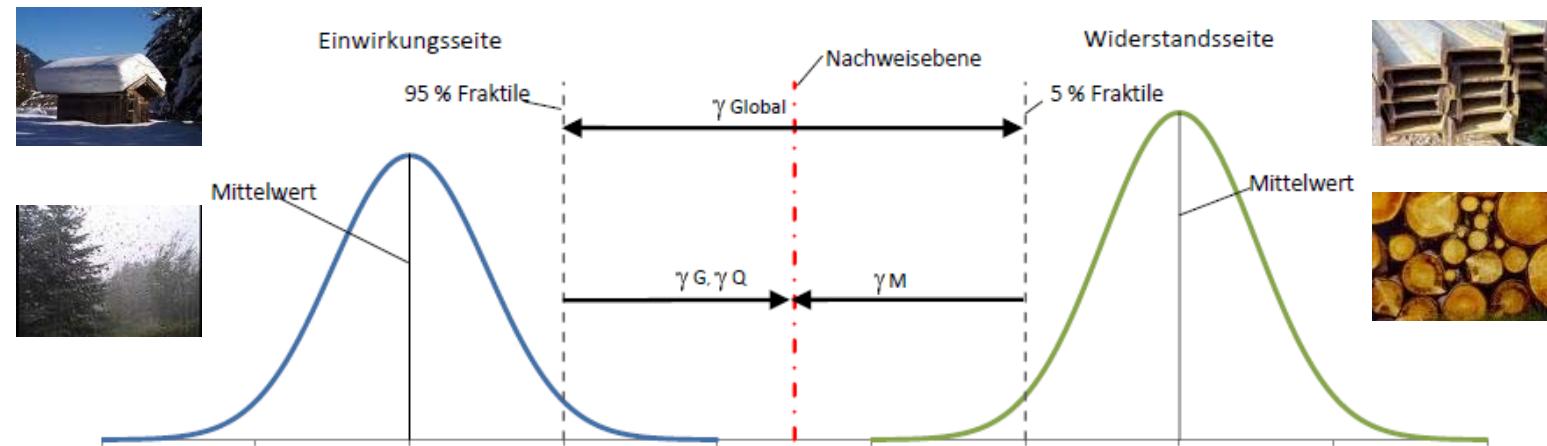
- DIN EN 199x: Eurocode
- + NA: Nationales Anhang
- Wenn Mitgliedsländer der Europäischen Union nationale Normen auf der Grundlage der Eurocodes aufstellen, können sie für ihr Land einen nationalen Anhang (NA) beifügen. Darin sind national festgelegte Kenngrößen möglich, so dass es weiterhin Unterschiede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

# Sicherheitskonzept

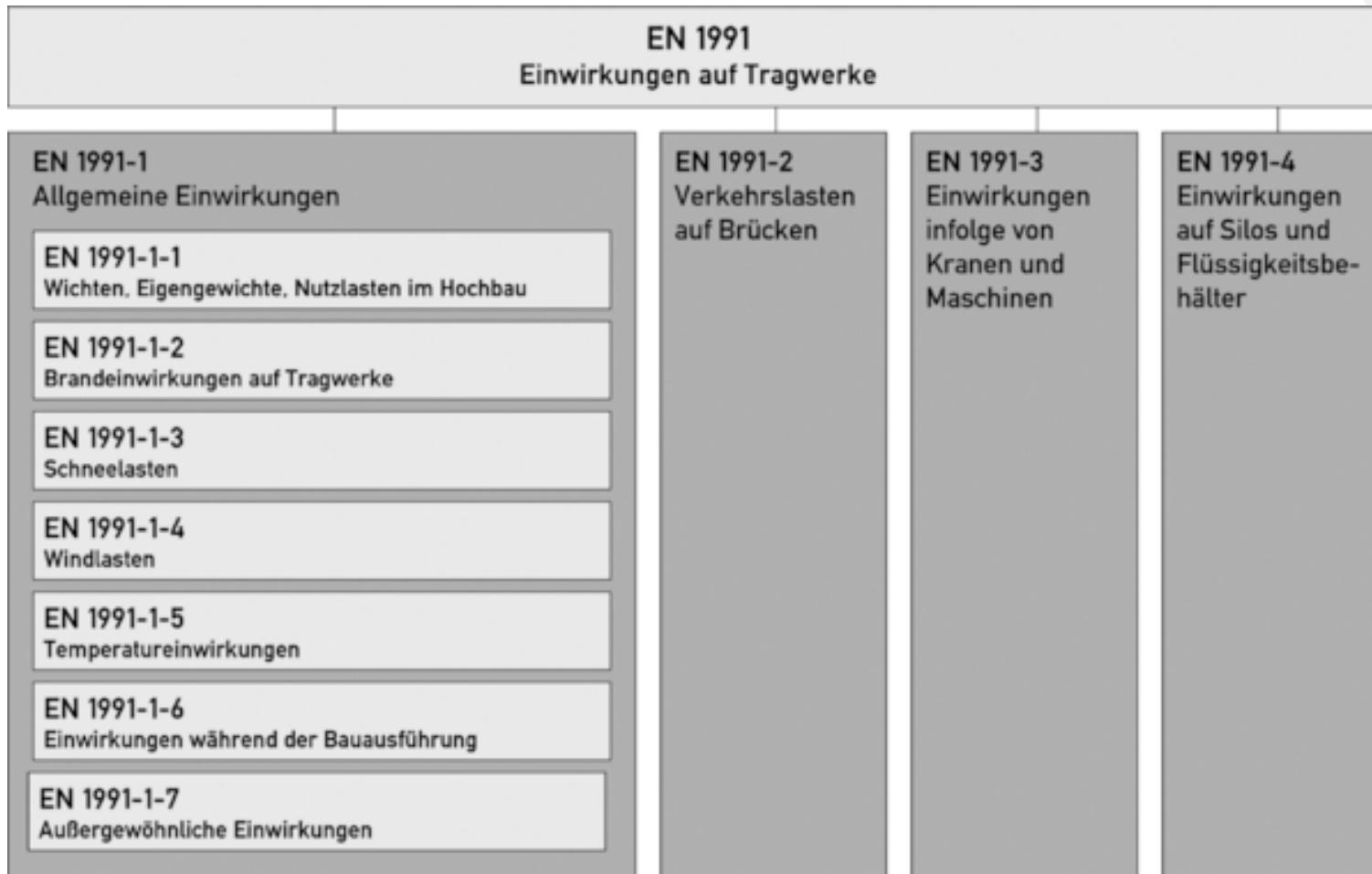
## Konzept der Teilsicherheitsbeiwerte

Semi-probabilistisches Sicherheitskonzept

Zuordnung der Sicherheiten auf Einwirkungs- und Materialseite



# Normengrundlage | Lasten/Beanspruchungen



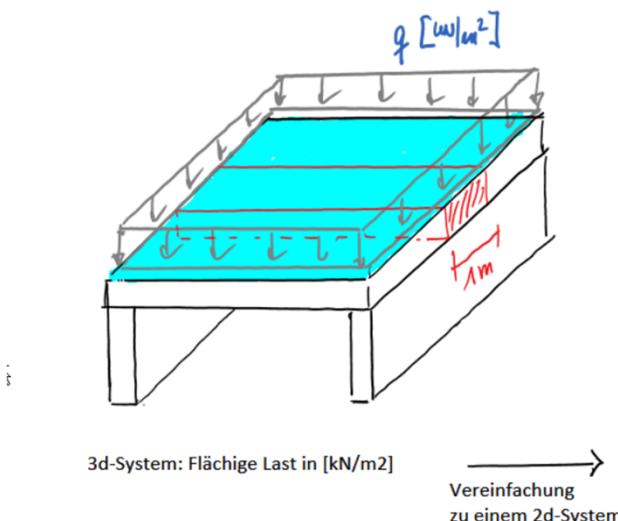
# Lasten

- 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 MN]



# Lasten

- Flächenlasten – flächig wirkende Lasten auf flächigen Bauteilen – Beispiel Verkehrslast auf einer Decke, Windlast auf eine Wand, Schneelast auf Dach etc. [ $\text{kN}/\text{m}^2$ ]
- 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 [ $\text{kN}/\text{m}$ ]
- 



$$q^* = q \cdot 1m \quad [\text{kN}/\text{m}]$$

z.B. Betrachtung eines 1m breiten Deckenstreifens  
Linienlast [ $\text{kN}/\text{m}$ ]

# Lasten | Beispiel Umrechnung Lasten



Spannweite 5 m

Abstand der Sparren 75 cm

Gleichförmige (Flächige) Belastung auf der Decke:

Gewicht der Balken und Holzschalung: ca. 50 kg/m<sup>2</sup>

Nutzlast (z.B. Personen, Möbel): 150 kg/m<sup>2</sup>

# 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)

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

<sup>1)</sup> Bei Frischbeton sind die Werte um 1 kN/m<sup>3</sup> zu erhöhen.

<sup>2)</sup> Für bewehrte Leichtbeton sind die Werte um 1 kN/m<sup>3</sup> zu erhöhen. Bemessungswerte s. a. DIN EN 1992-1-1, 11.3.1.

# Lasten | ständige Lasten

## Wichte Stoffe/Baustoffe

- Wasser  $\gamma = 10 \text{ kN/m}^3$
- 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)
- Brettschichtholz  $\gamma = 4,5 \text{ kN/m}^3$
- Böden  $\gamma = 10,4 - 24 \text{ kN/m}^3$   
(Torf – Kies, sehr dicht)

**Mauerwerk aus künstlichen Steinen** (einschließlich Fugenmörtel und übliche Feuchte)

Steinrohdichte in g/cm <sup>3</sup>	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 <sup>3</sup> bei Normalmörtel	6	7	8	9	10	11	12	14	16	16	18	20	22	24
Wichte in kN/m <sup>3</sup> bei Leicht- und Dünnbettmörtel	5	6	7	8	9	10	11	13	15					

Bei Zwischenwerten der Steinrohdichten Rechenwerte geradlinig interpolieren.

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

	Wichte in kN/m <sup>3</sup>		Wichte in kN/m <sup>3</sup>
Basalt	27–31	Muschelkalk <sup>3)</sup>	28
Diabas <sup>3)</sup>	29	Porphy	28
Diorit	27–31	Quarzit <sup>3)</sup>	27
Gabbro	29	Rhyolit <sup>3)</sup>	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 <sup>3)</sup>	26
Marmor <sup>3)</sup>	28	Tuffstein	20

<sup>3)</sup> 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 <sup>4)</sup> in kN/m <sup>3</sup>	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 <sup>4)</sup> in kN/m <sup>3</sup>	5,2	5,7	6,2	6,7	7,2	7,8	8,4	9,5

<sup>4)</sup> Die Werte schließen den Fugenmörtel und die übliche Feuchte ein. Bei Verwendung von Leicht- und Dünnbettmörtel dürfen die charakteristischen Werte um 0,5 kN/m<sup>3</sup> 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 <sup>2</sup>	$q_k$ kN/m <sup>2</sup>	oder	$2 \cdot Q_k$ kN
F	F1	Verkehrs- und Parkflächen für leichte Fahrzeuge (Gesamtlast $\leq 30$ kN)	$\leq 20$	3,5		20
	F2		$> 20$	2,5		20 <sup>1)</sup>
	F3	Zufahrtsrampen	$\leq 20$	5,0		20
	F4		$> 20$	3,5		20 <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> 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.

<sup>2)</sup> Für einachsig 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

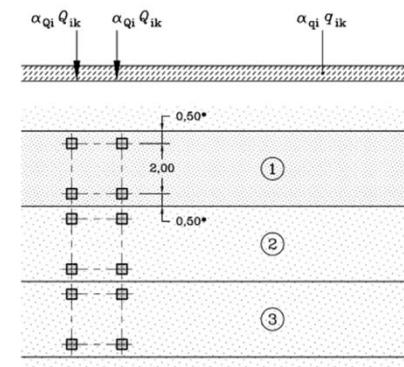
## Nutzlasten – lotrecht

- 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 <sup>2</sup> )
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

$$\text{Flüssigkeitsdruck } p = \underbrace{\rho \cdot g \cdot h}_{\text{Wichte } \gamma} \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

Beispiel: Wassertank Füllhöhe 2 m

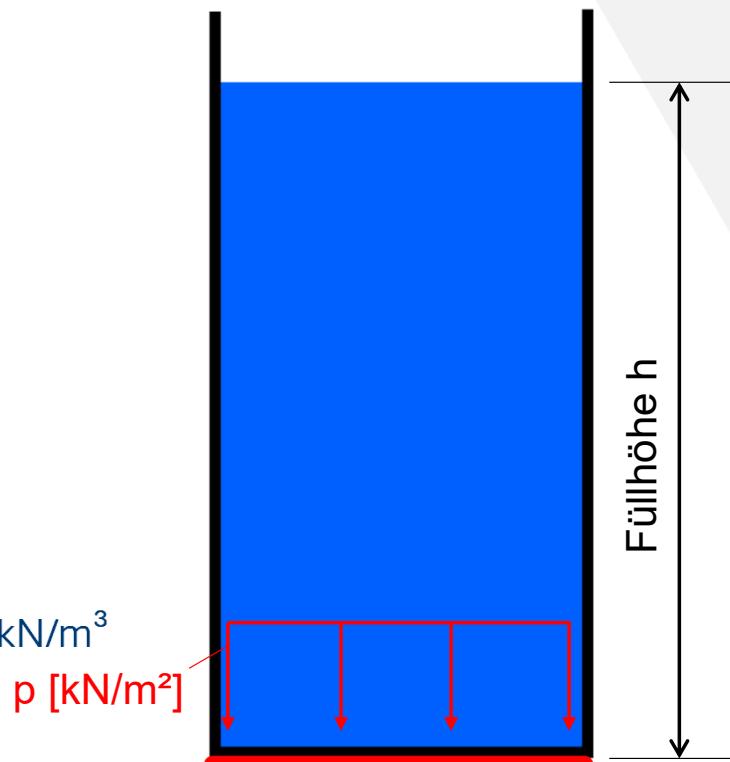
Wasser:  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$

Erdbeschleunigung  $g \approx 10 \text{ m/s}^2$

$$\text{Wichte von Wasser } \gamma = \rho \cdot g = 10.000 \text{ kg} \cdot \text{m}/(\text{s}^2 \cdot \text{m}^3) = 10.000 \text{ N/m}^3 = 10 \text{ kN/m}^3$$

Hydrostatischer Druck am Boden:

$$p = \gamma \cdot h = 10 \text{ kN/m}^3 \cdot 2 \text{ m} = 20 \text{ kN/m}^2$$

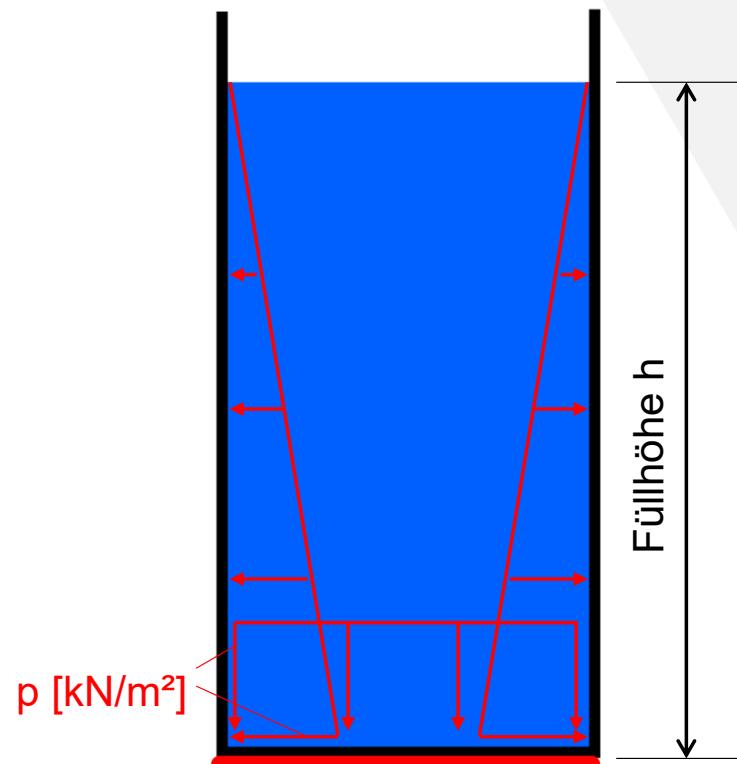


# Lasten | veränderliche Lasten

## Hydrostatischer Druck

Hydrostatischer Druck

- Steigt linear mit der Wassertiefe
- Wirkt senkrecht zur Behälterfläche
- Wirkt in alle Richtungen



# 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

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



# Lastermittlung Beispiel | Wasserdruck

Breite Kanalbrücke 25 m

Wasserhöhe 4,0 m

Spannweite zwischen Hauptpfeilern  
40 m

Gewicht Stahlbau 300 kg/m<sup>2</sup>

