

# Mechanik und Tragkonstruktion

## Tragwerke

### Lasten

# Inhalt Mechanik und Tragkonstruktion

1. Grundbegriffe/Herangehensweise an eine Planungsaufgabe/Beanspruchungen
2. Zentrales Kraftsystem
3. Allgemeines Kraftsystem
4. **Tragwerke/Lasten**
5. Biegeträger – Schnittkräfte
6. Festigkeitslehre – Querschnittskennwerte, Berechnung von Spannungen, Verformungen
7. Stabilität

# Tragwerke/Lasten | Inhalt heute

- Wiederholung Tragwerke
- Lagerung ebener Tragwerke
- Herleitung Aussteifung räumlicher Tragwerke
- Lasten ebener Tragwerke

## Räumliche Tragwerke



## Ebene Tragwerke



# Ebene Tragwerke | Übersicht

## Räumliche Tragwerke



## Ebene Tragwerke



## Räumliche Tragwerke

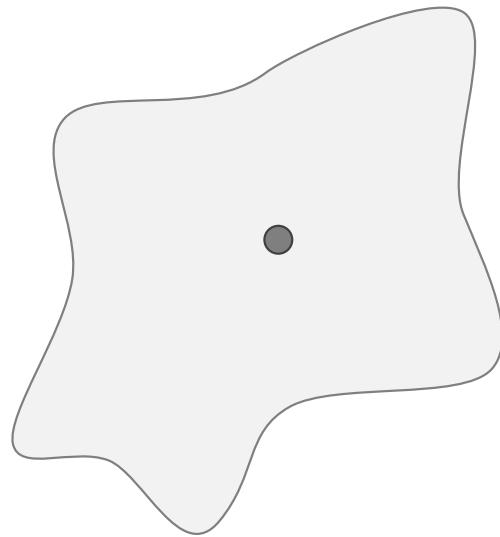


## Ebene Tragwerke

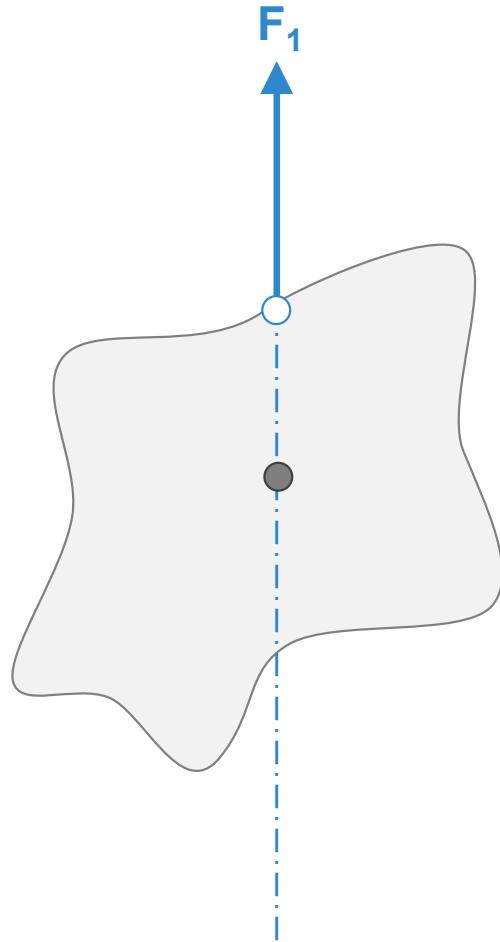


## Mechanik und Tragkonstruktion

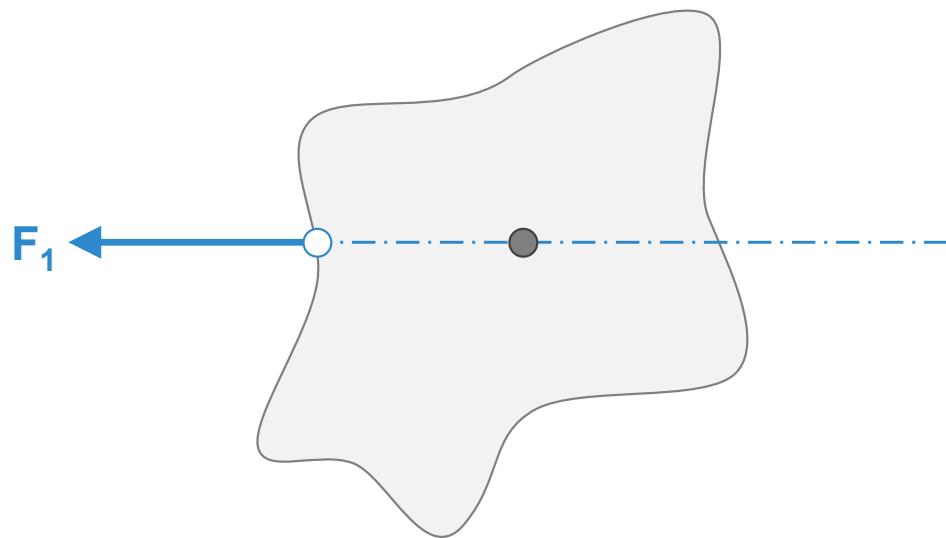
# Ebene Tragwerke | Freiheitsgrade



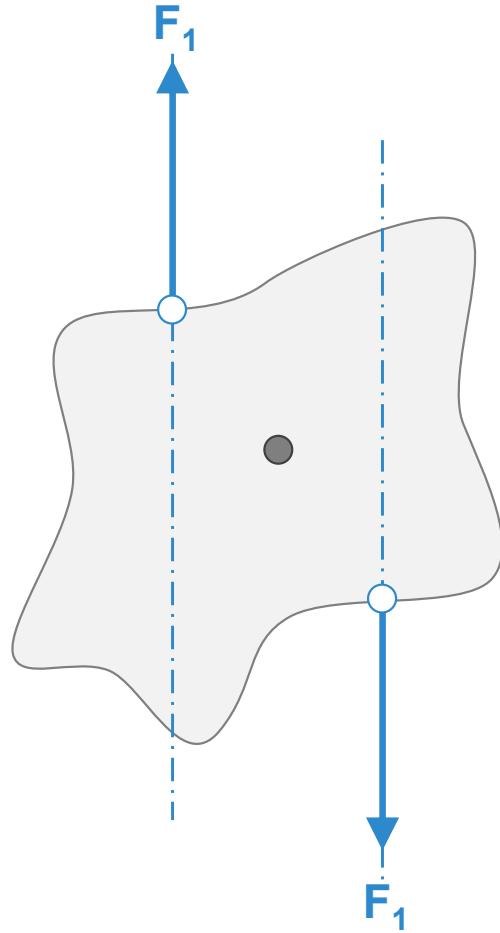
- Ein Körper in der Ebene hat drei Bewegungsmöglichkeiten: Verschiebungen in zwei zueinander senkrechten Richtungen (Translationen) und eine Verdrehung (Rotation)
- Diese Bewegungsmöglichkeiten werden als **Freiheitsgrade** bezeichnet



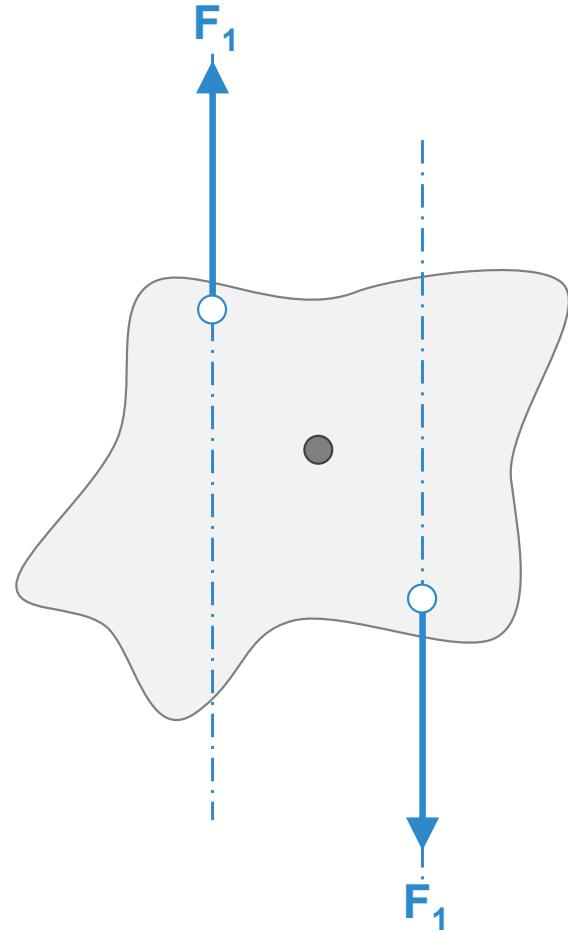
- Ein Körper in der Ebene hat drei Bewegungsmöglichkeiten: Verschiebungen in zwei zueinander senkrechten Richtungen (**Translationen**) und eine Verdrehung (Rotation)
- Diese Bewegungsmöglichkeiten werden als **Freiheitsgrade** bezeichnet



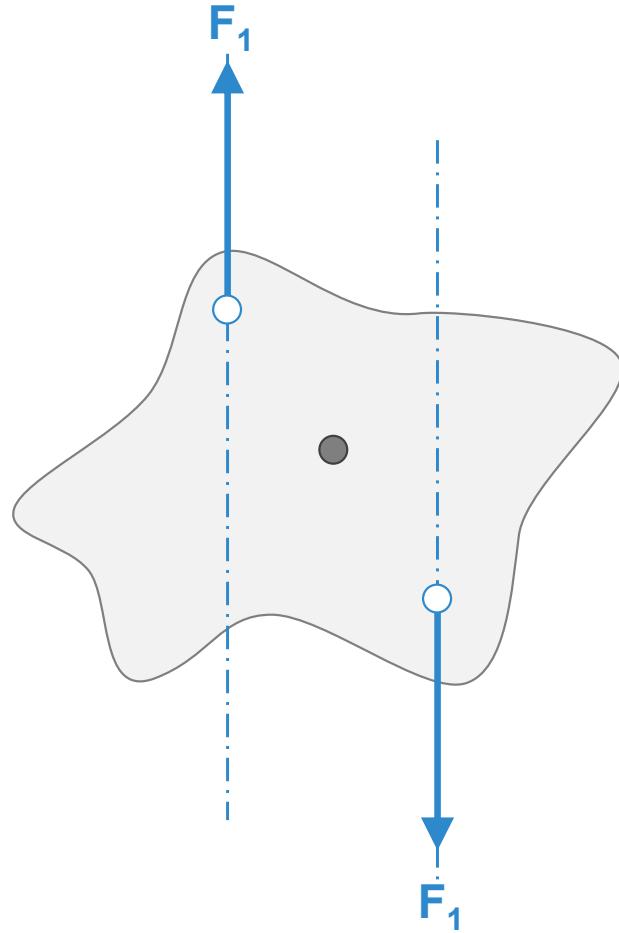
- Ein Körper in der Ebene hat drei Bewegungsmöglichkeiten: Verschiebungen in zwei zueinander senkrechten Richtungen (**Translationen**) und eine Verdrehung (Rotation)
- Diese Bewegungsmöglichkeiten werden als **Freiheitsgrade** bezeichnet



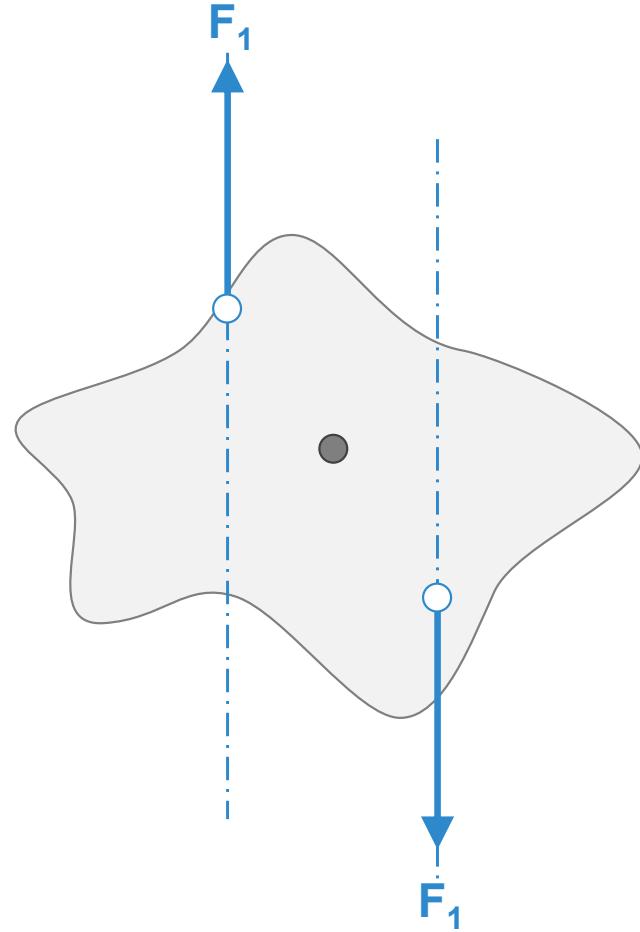
- Ein Körper in der Ebene hat drei Bewegungsmöglichkeiten: Verschiebungen in zwei zueinander senkrechten Richtungen (Translationen) und eine Verdrehung (**Rotation**)
- Diese Bewegungsmöglichkeiten werden als **Freiheitsgrade** bezeichnet



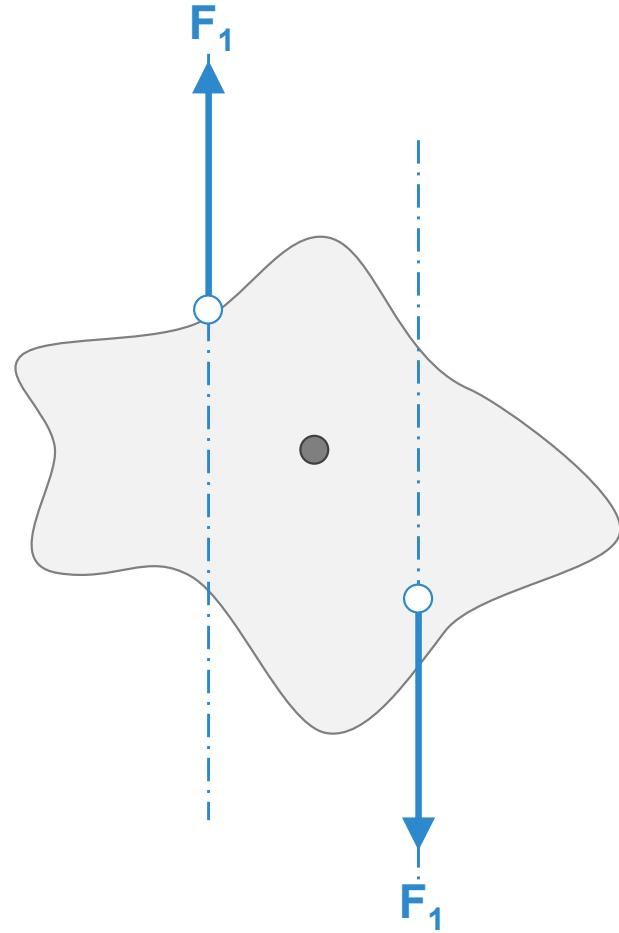
- Ein Körper in der Ebene hat drei Bewegungsmöglichkeiten: Verschiebungen in zwei zueinander senkrechten Richtungen (Translationen) und eine Verdrehung (**Rotation**)
- Diese Bewegungsmöglichkeiten werden als **Freiheitsgrade** bezeichnet



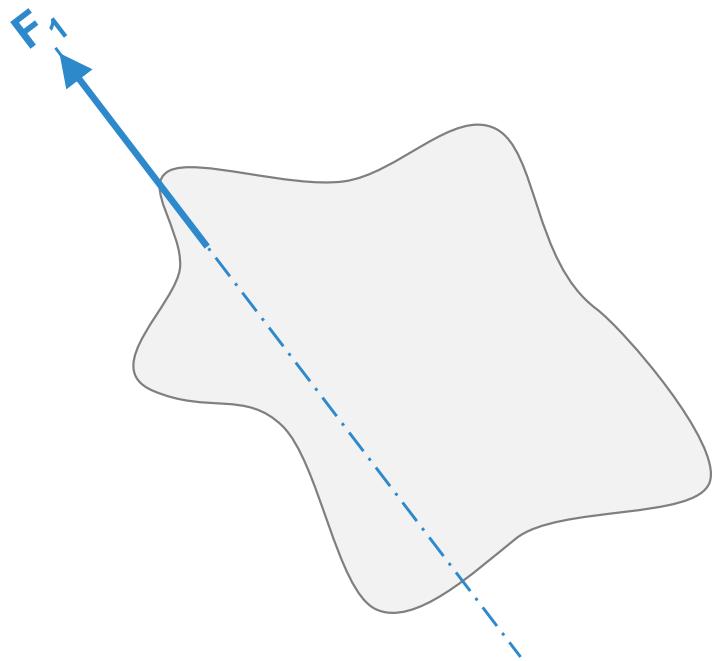
- Ein Körper in der Ebene hat drei Bewegungsmöglichkeiten: Verschiebungen in zwei zueinander senkrechten Richtungen (Translationen) und eine Verdrehung (**Rotation**)
- Diese Bewegungsmöglichkeiten werden als **Freiheitsgrade** bezeichnet



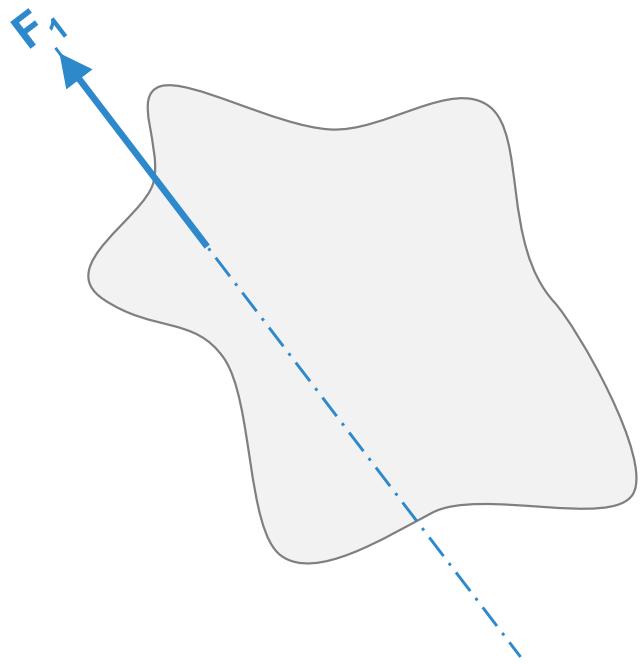
- Ein Körper in der Ebene hat drei Bewegungsmöglichkeiten: Verschiebungen in zwei zueinander senkrechten Richtungen (Translationen) und eine Verdrehung (**Rotation**)
- Diese Bewegungsmöglichkeiten werden als **Freiheitsgrade** bezeichnet



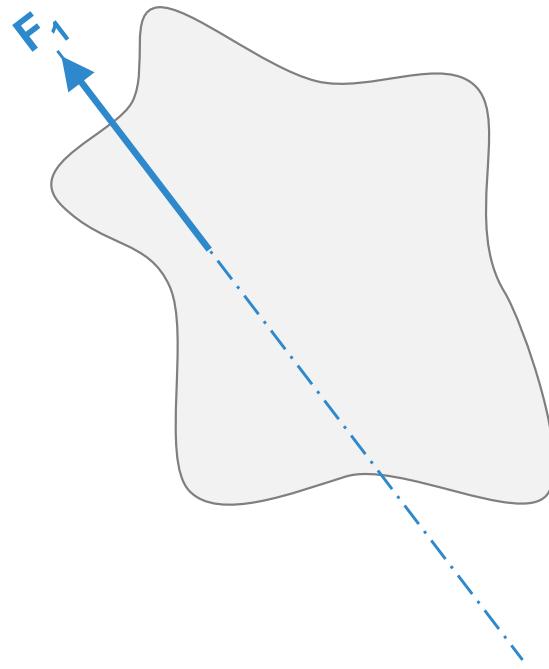
- Ein Körper in der Ebene hat drei Bewegungsmöglichkeiten: Verschiebungen in zwei zueinander senkrechten Richtungen (Translationen) und eine Verdrehung (**Rotation**)
- Diese Bewegungsmöglichkeiten werden als **Freiheitsgrade** bezeichnet



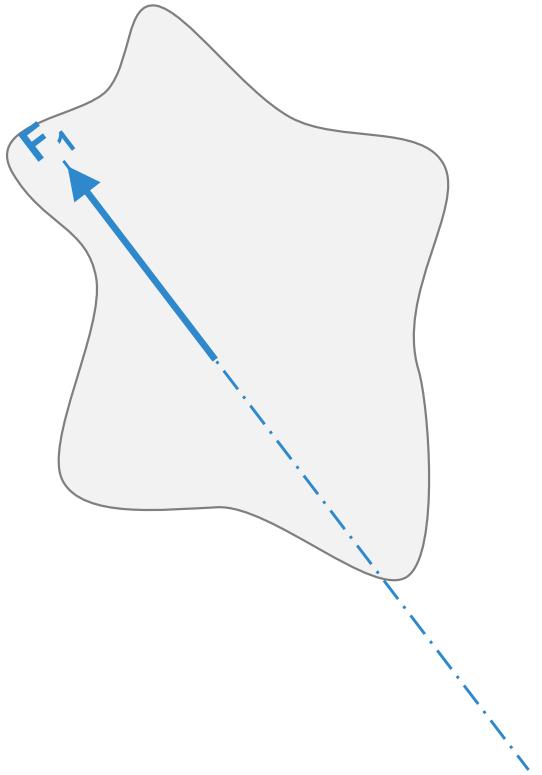
- Ein Körper in der Ebene hat drei Bewegungsmöglichkeiten: Verschiebungen in zwei zueinander senkrechten Richtungen (**Translationen**) und eine Verdrehung (**Rotation**)
- Diese Bewegungsmöglichkeiten werden als **Freiheitsgrade** bezeichnet



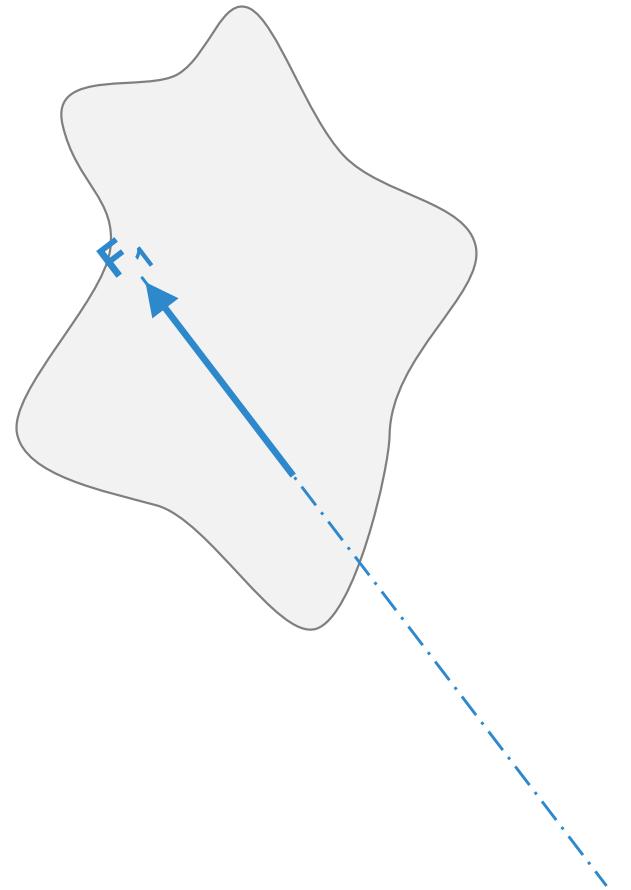
- Ein Körper in der Ebene hat drei Bewegungsmöglichkeiten: Verschiebungen in zwei zueinander senkrechten Richtungen (**Translationen**) und eine Verdrehung (**Rotation**)
- Diese Bewegungsmöglichkeiten werden als **Freiheitsgrade** bezeichnet



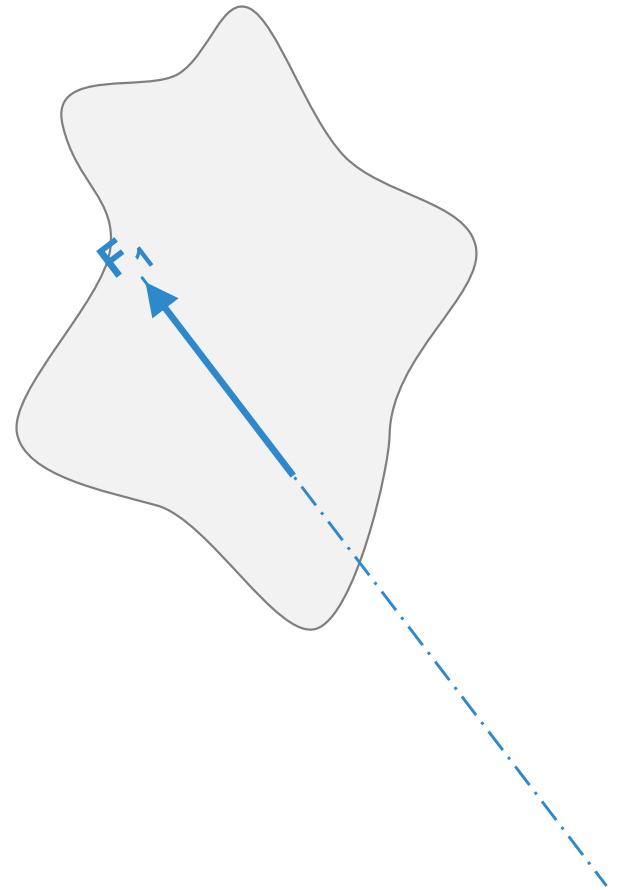
- Ein Körper in der Ebene hat drei Bewegungsmöglichkeiten: Verschiebungen in zwei zueinander senkrechten Richtungen (**Translationen**) und eine Verdrehung (**Rotation**)
- Diese Bewegungsmöglichkeiten werden als **Freiheitsgrade** bezeichnet



- Ein Körper in der Ebene hat drei Bewegungsmöglichkeiten: Verschiebungen in zwei zueinander senkrechten Richtungen (**Translationen**) und eine Verdrehung (**Rotation**)
- Diese Bewegungsmöglichkeiten werden als **Freiheitsgrade** bezeichnet

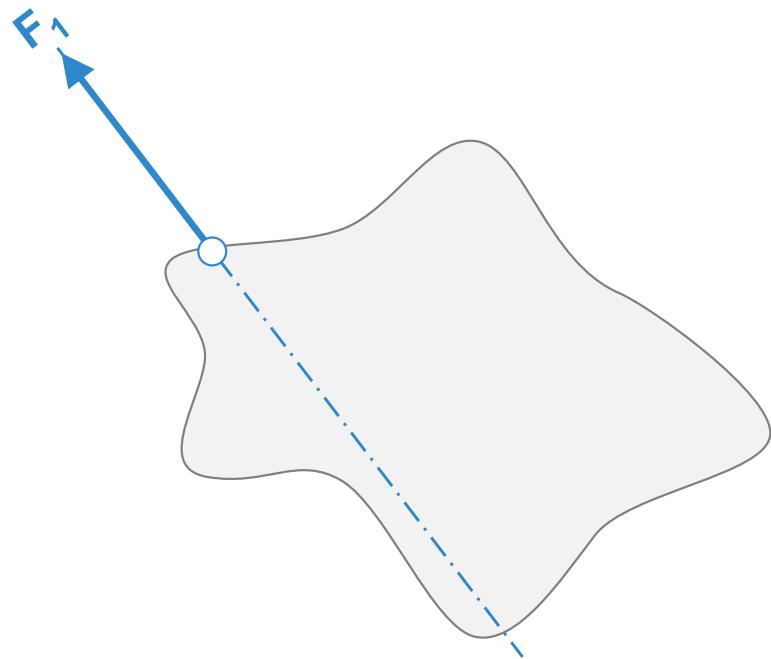


- Ein Körper in der Ebene hat drei Bewegungsmöglichkeiten: Verschiebungen in zwei zueinander senkrechten Richtungen (**Translationen**) und eine Verdrehung (**Rotation**)
- Diese Bewegungsmöglichkeiten werden als **Freiheitsgrade** bezeichnet

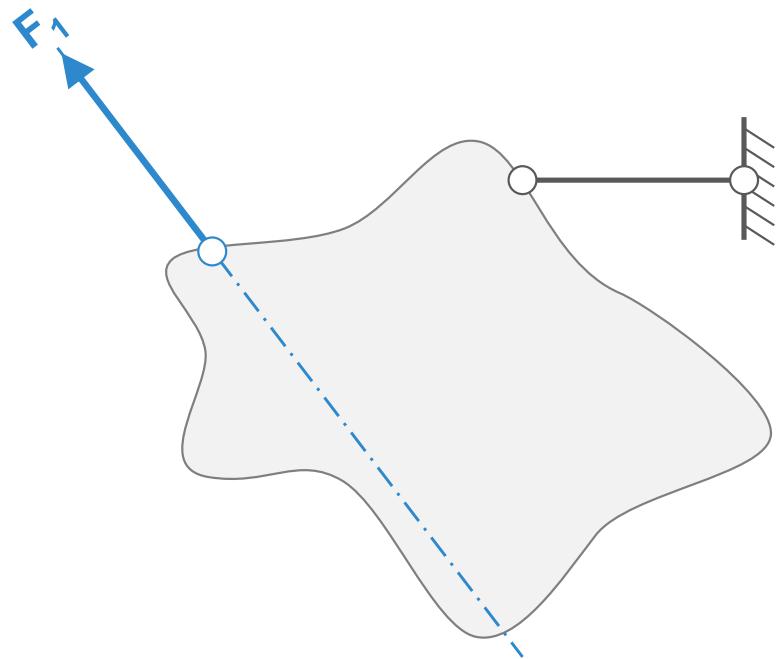


- Ein Körper in der Ebene hat drei Bewegungsmöglichkeiten: Verschiebungen in zwei zueinander senkrechten Richtungen (**Translationen**) und eine Verdrehung (**Rotation**)
- Diese Bewegungsmöglichkeiten werden als **Freiheitsgrade** bezeichnet

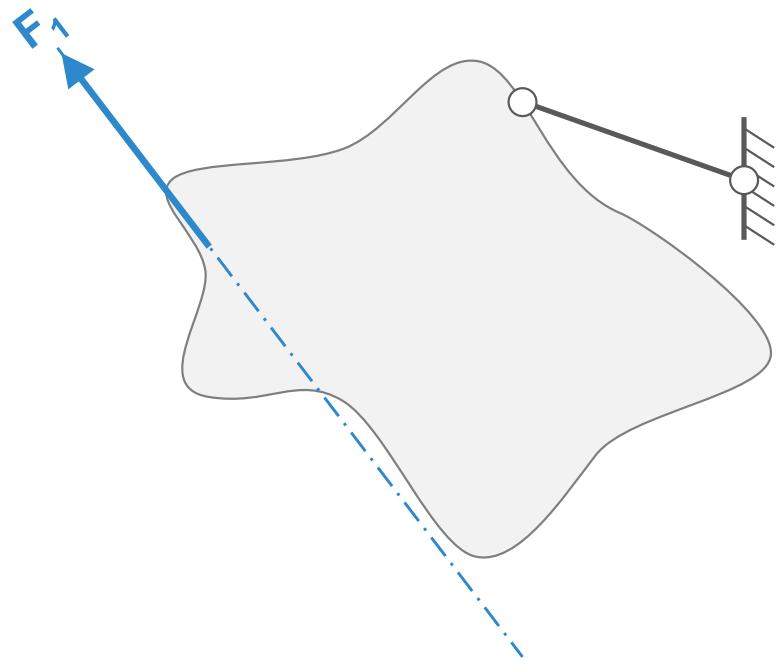
# Ebene Tragwerke | Lager



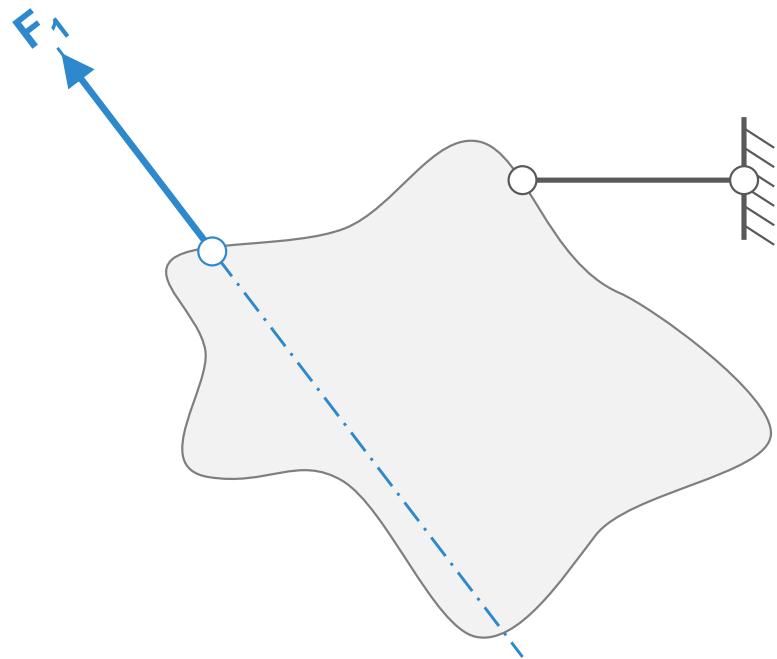
- Damit ein Körper sich unter einwirkenden Kräften im Gleichgewicht befindet, muss er festgehalten werden.
- In den Festhaltungen (**Lagern**) wirken gleichgewichtshaltende Kräfte.
- Die Lager müssen die 3 Freiheitsgrade in der Ebene unterdrücken.



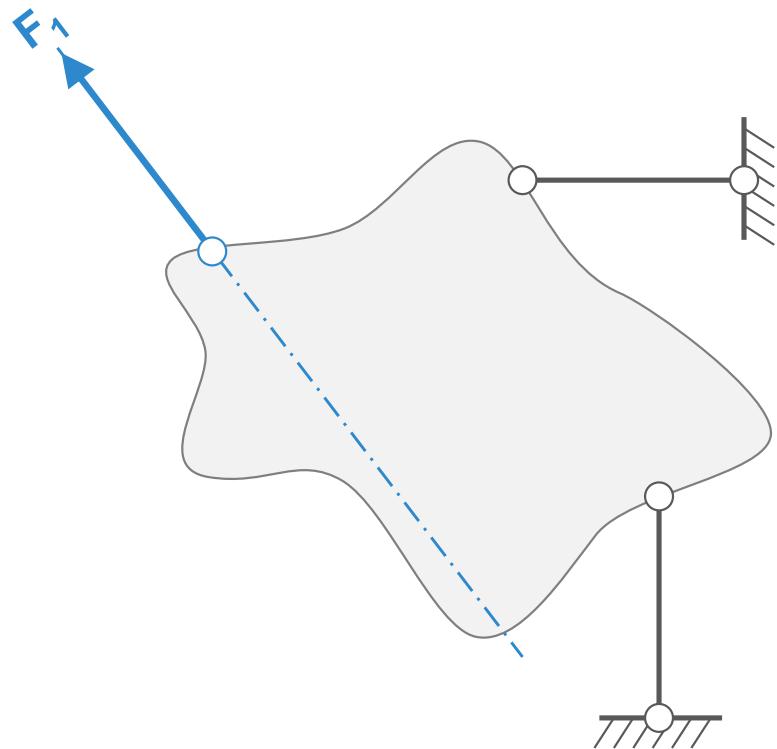
- Damit ein Körper sich unter einwirkenden Kräften im Gleichgewicht befindet, muss er festgehalten werden.
- In den Festhaltungen (**Lagern**) wirken gleichgewichtshaltende Kräfte.
- Die Lager müssen die 3 Freiheitsgrade in der Ebene unterdrücken.



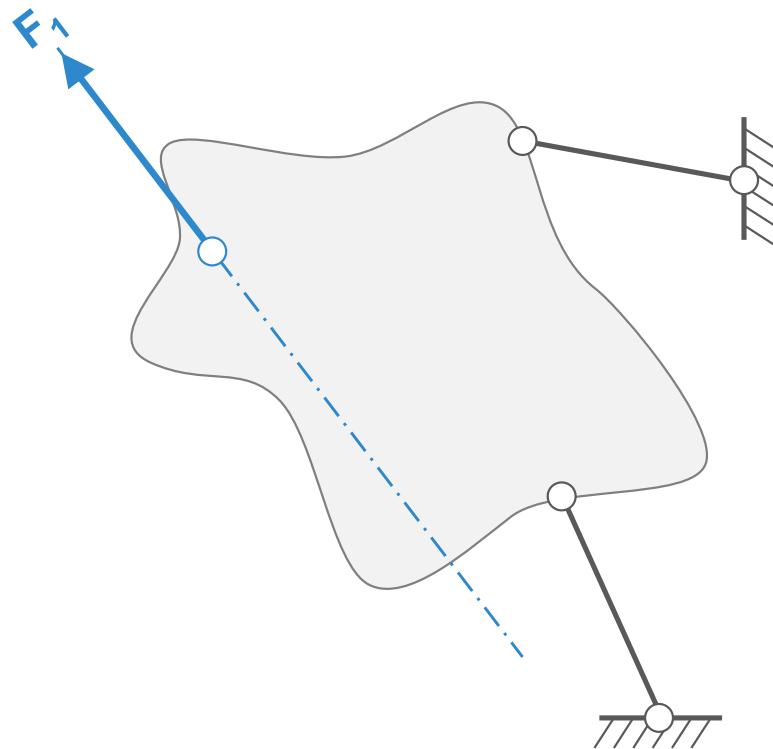
- Damit ein Körper sich unter einwirkenden Kräften im Gleichgewicht befindet, muss er festgehalten werden.
- In den Festhaltungen (**Lagern**) wirken gleichgewichtshaltende Kräfte.
- Die Lager müssen die 3 Freiheitsgrade in der Ebene unterdrücken.



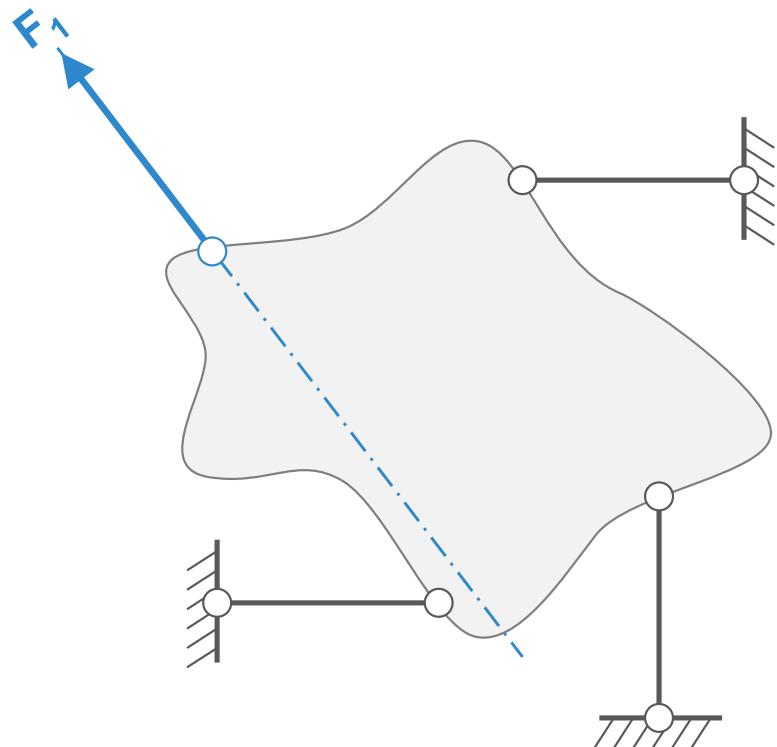
- Damit ein Körper sich unter einwirkenden Kräften im Gleichgewicht befindet, muss er festgehalten werden.
- In den Festhaltungen (**Lagern**) wirken gleichgewichtshaltende Kräfte.
- Die Lager müssen die 3 Freiheitsgrade in der Ebene unterdrücken.



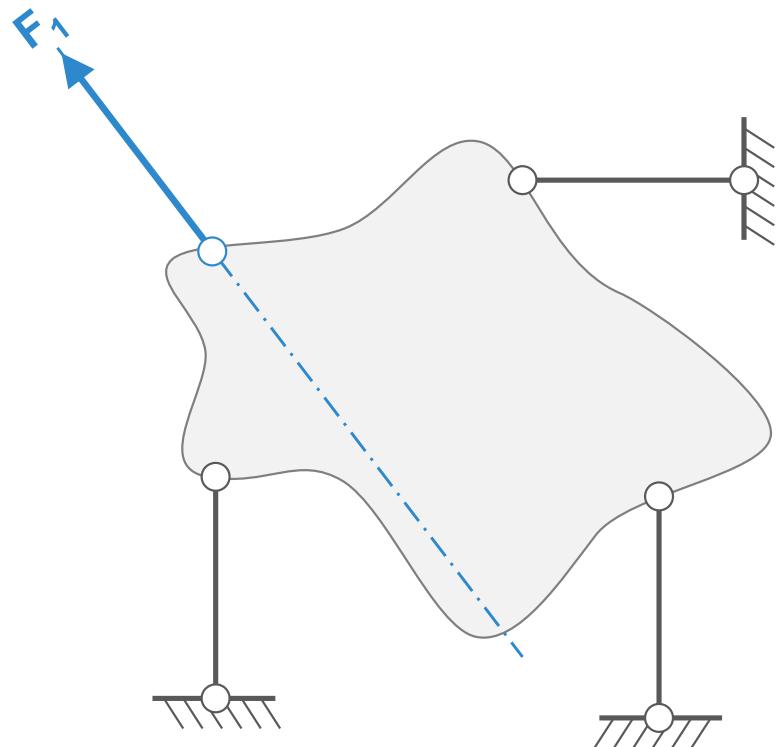
- Damit ein Körper sich unter einwirkenden Kräften im Gleichgewicht befindet, muss er festgehalten werden.
- In den Festhaltungen (**Lagern**) wirken gleichgewichtshaltende Kräfte.
- Die Lager müssen die 3 Freiheitsgrade in der Ebene unterdrücken.



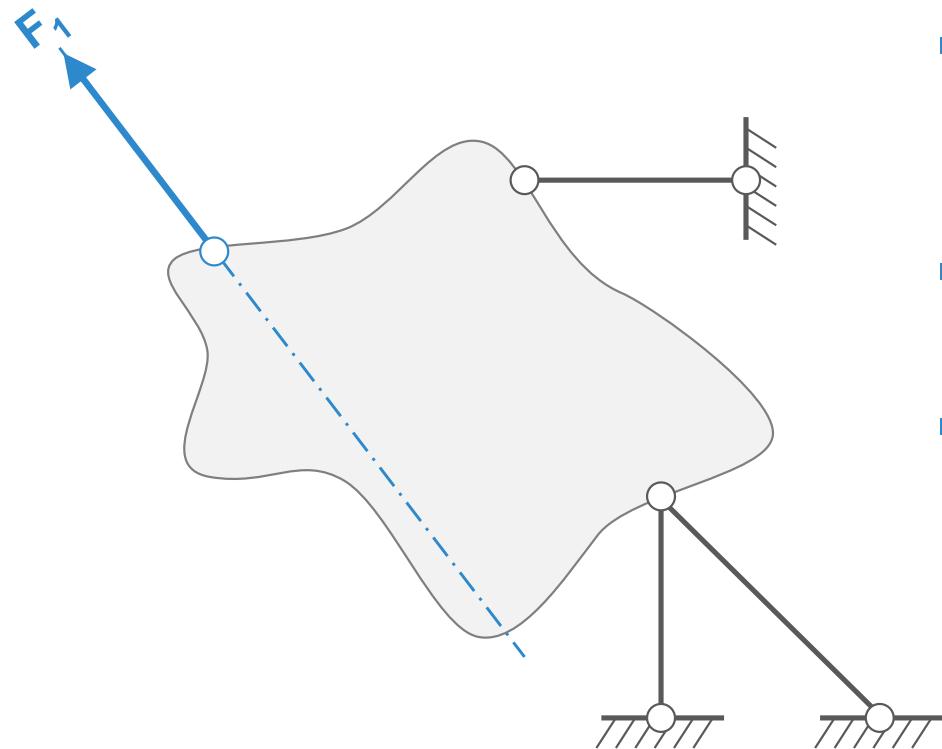
- Damit ein Körper sich unter einwirkenden Kräften im Gleichgewicht befindet, muss er festgehalten werden.
- In den Festhaltungen (**Lagern**) wirken gleichgewichtshaltende Kräfte.
- Die Lager müssen die 3 Freiheitsgrade in der Ebene unterdrücken.



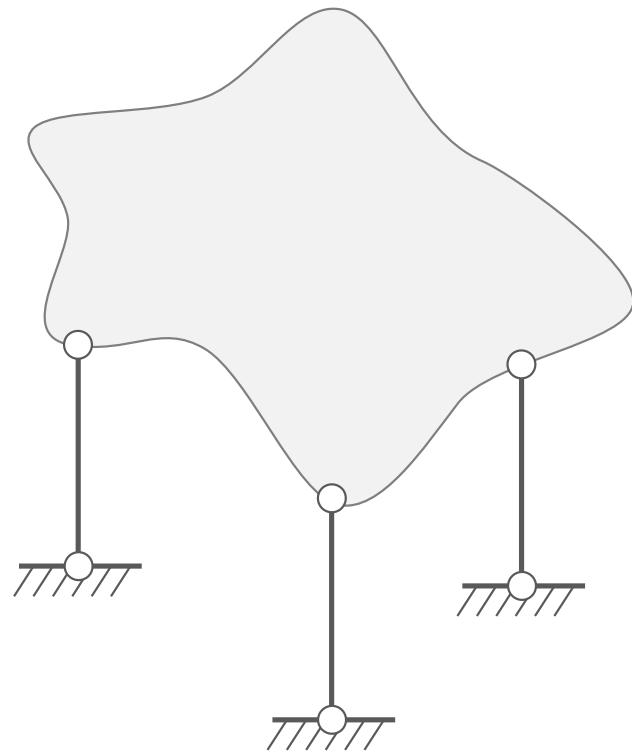
- Damit ein Körper sich unter einwirkenden Kräften im Gleichgewicht befindet, muss er festgehalten werden.
- In den Festhaltungen (**Lagern**) wirken gleichgewichtshaltende Kräfte.
- **Die Lager müssen die 3 Freiheitsgrade in der Ebene unterdrücken.**



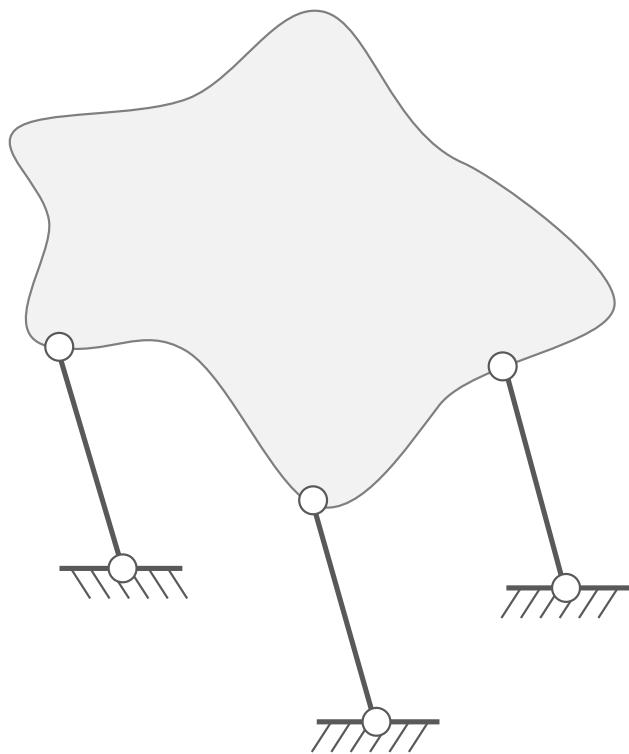
- Damit ein Körper sich unter einwirkenden Kräften im Gleichgewicht befindet, muss er festgehalten werden.
- In den Festhaltungen (**Lagern**) wirken gleichgewichtshaltende Kräfte.
- **Die Lager müssen die 3 Freiheitsgrade in der Ebene unterdrücken.**



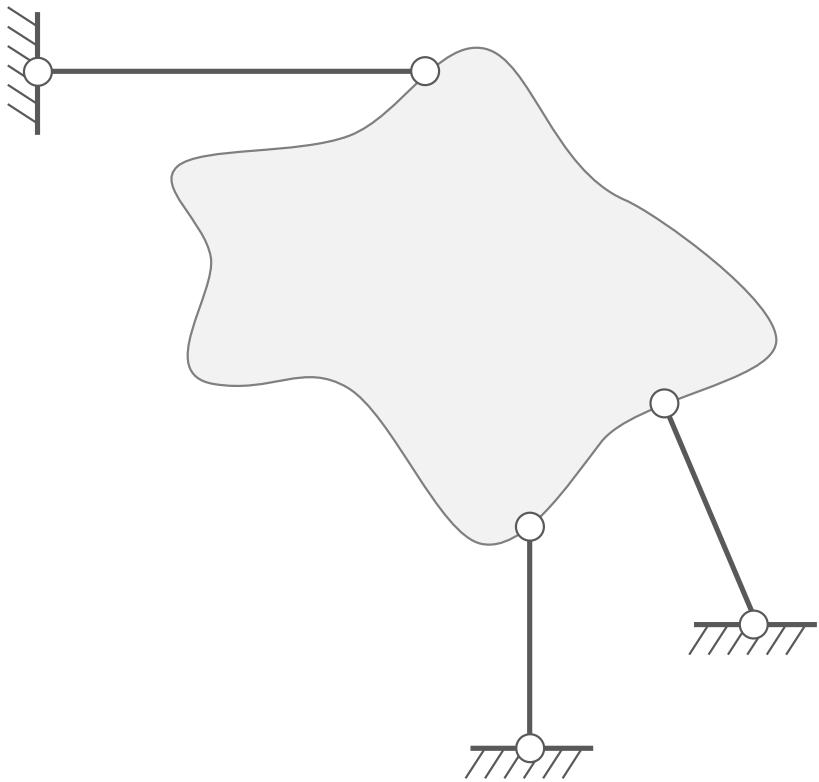
- Damit ein Körper sich unter einwirkenden Kräften im Gleichgewicht befindet, muss er festgehalten werden.
- In den Festhaltungen (**Lagern**) wirken gleichgewichtshaltende Kräfte.
- **Die Lager müssen die 3 Freiheitsgrade in der Ebene unterdrücken.**



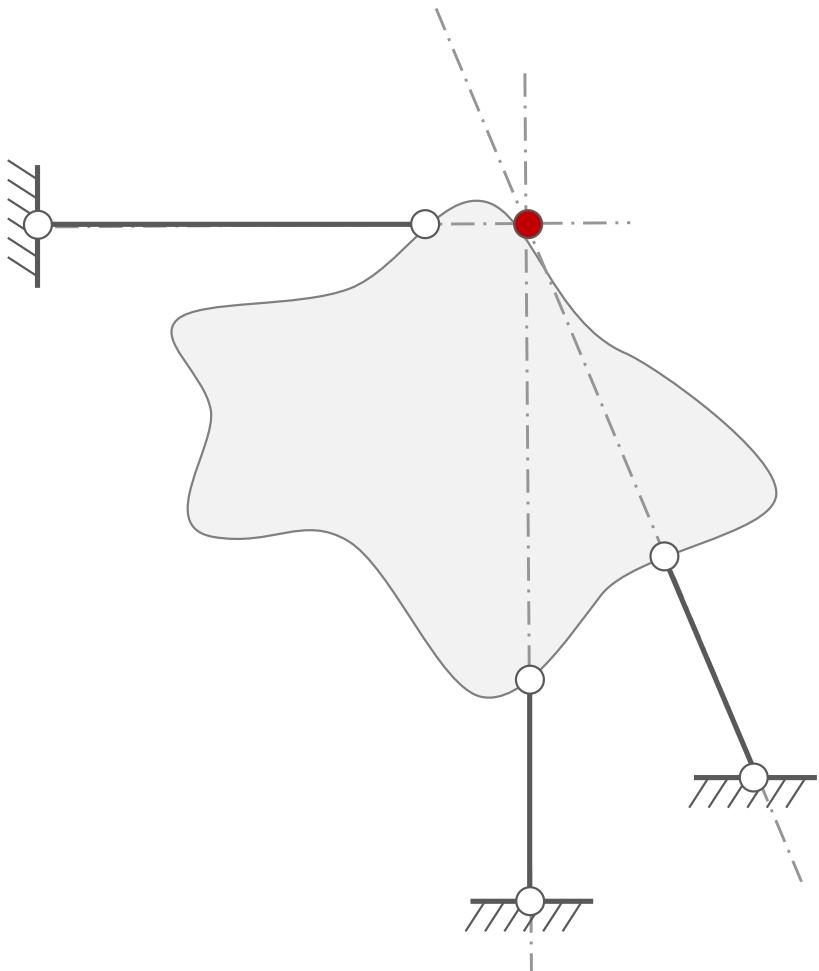
- Damit ein Körper sich unter einwirkenden Kräften im Gleichgewicht befindet, muss er festgehalten werden.
- In den Festhaltungen (**Lagern**) wirken gleichgewichtshaltende Kräfte.
- Die Lager müssen die 3 Freiheitsgrade in der Ebene unterdrücken.
- Ausnahme:
  - **Wirkungslinien der 3 Lager nicht parallel**



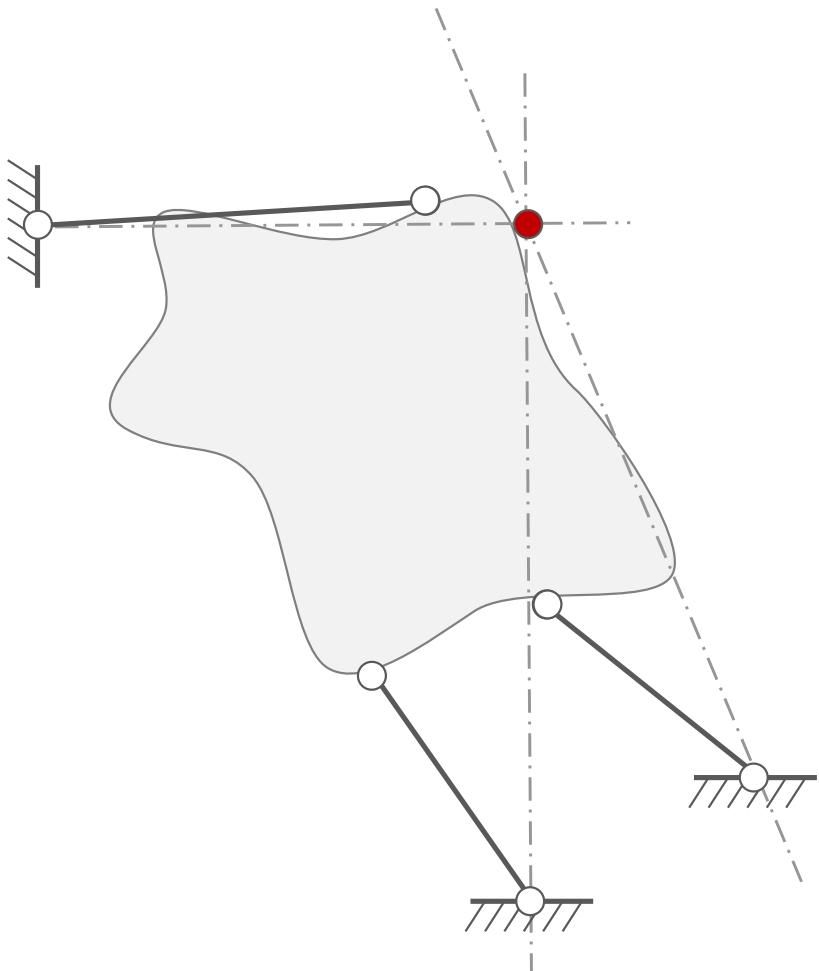
- Damit ein Körper sich unter einwirkenden Kräften im Gleichgewicht befindet, muss er festgehalten werden.
- In den Festhaltungen (**Lagern**) wirken gleichgewichtshaltende Kräfte.
- Die Lager müssen die 3 Freiheitsgrade in der Ebene unterdrücken.
- Ausnahme:
  - **Wirkungslinien der 3 Lager nicht parallel**



- Damit ein Körper sich unter einwirkenden Kräften im Gleichgewicht befindet, muss er festgehalten werden.
- In den Festhaltungen (**Lagern**) wirken gleichgewichtshaltende Kräfte.
- Die Lager müssen die 3 Freiheitsgrade in der Ebene unterdrücken.
- Ausnahme:
  - Wirkungslinien der 3 Lager nicht parallel
  - **Wirkungslinien der 3 Lager schneiden sich nicht in einem Punkt**

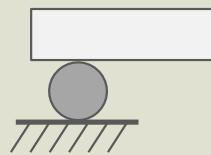
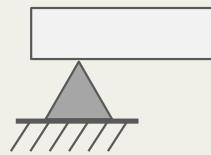
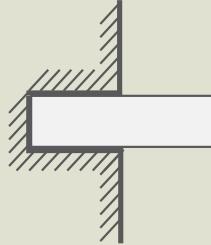


- Damit ein Körper sich unter einwirkenden Kräften im Gleichgewicht befindet, muss er festgehalten werden.
- In den Festhaltungen (**Lagern**) wirken gleichgewichtshaltende Kräfte.
- Die Lager müssen die 3 Freiheitsgrade in der Ebene unterdrücken.
- Ausnahme:
  - Wirkungslinien der 3 Lager nicht parallel
  - **Wirkungslinien der 3 Lager schneiden sich nicht in einem Punkt**

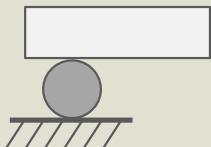


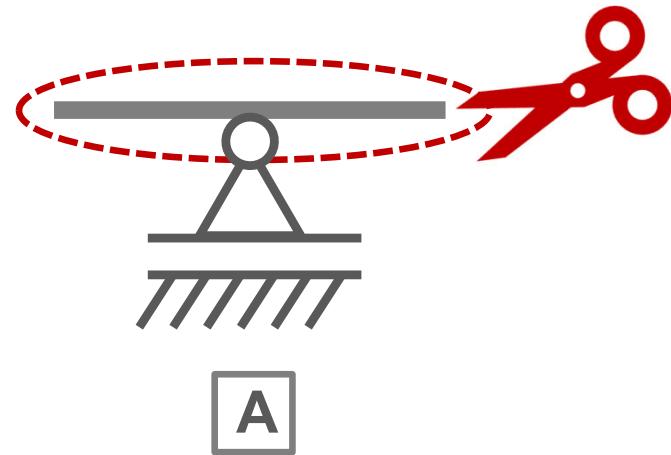
- Damit ein Körper sich unter einwirkenden Kräften im Gleichgewicht befindet, muss er festgehalten werden.
- In den Festhaltungen (**Lagern**) wirken gleichgewichtshaltende Kräfte.
- Die Lager müssen die 3 Freiheitsgrade in der Ebene unterdrücken.
- Ausnahme:
  - Wirkungslinien der 3 Lager nicht parallel
  - **Wirkungslinien der 3 Lager schneiden sich nicht in einem Punkt**

# Ebene Tragwerke | Lager

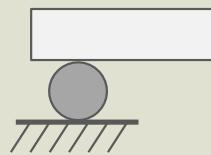
Prinzip	Bezeichnung	Symbole	Bewegungs-möglichkeit	Freiheits-grade	Anzahl Reaktionen
	Loslager, Gleitlager	 	Verschiebung in 1 Achse und 1 Verdrehung	2	1 („1-wertiges Lager“)
	Festlager	 	1 Verdrehung	1	2 („2-wertiges Lager“)
	Einspannung	 	keine	0	3 („3-wertiges Lager“)

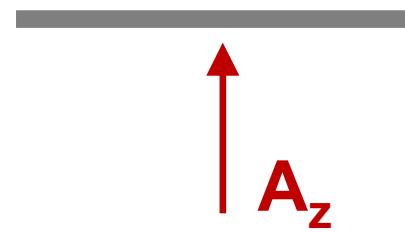
# Ebene Tragwerke | Loslager

Prinzip	Bezeichnung	Symbole	Bewegungs- möglichkeit	Freiheits- grade	Anzahl Reaktionen
	Loslager, Gleitlager	 	Verschiebung in 1 Achse und 1 Verdrehung	2	1 („1-wertiges Lager“)

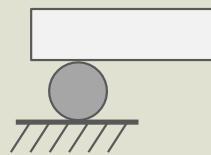
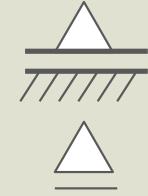


# Ebene Tragwerke | Lager

Prinzip	Bezeichnung	Symbole	Bewegungsmöglichkeit	Freiheitsgrade	Anzahl Reaktionen
	Loslager, Gleitlager	   	Verschiebung in 1 Achse und 1 Verdrehung	2	1 („1-wertiges Lager“)

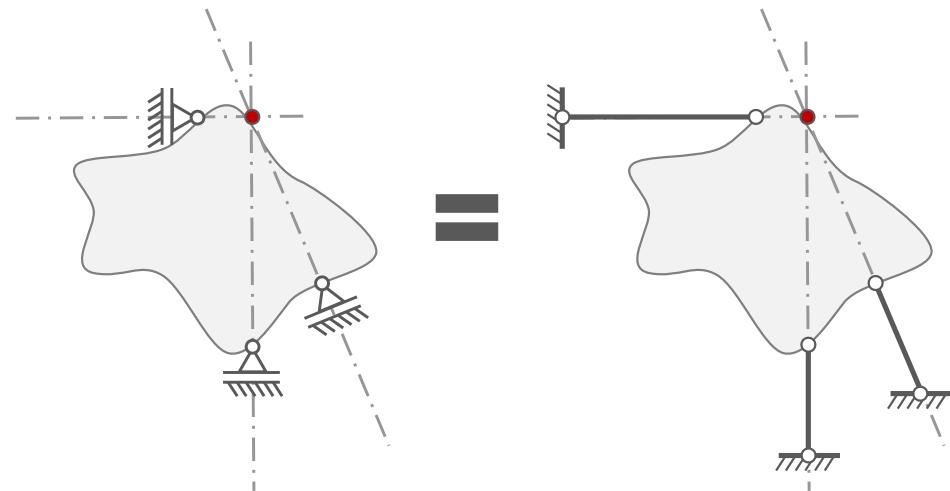


# Ebene Tragwerke | Loslager

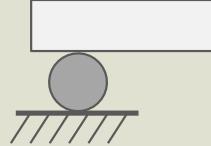
Prinzip	Bezeichnung	Symbole	Bewegungs-möglichkeit	Freiheits-grade	Anzahl Reaktionen
	Loslager, Gleitlager	 	Verschiebung in 1 Achse und 1 Verdrehung	2	1 („1-wertiges Lager“)

## Hinweis

1-wertige Auflager und Pendelstäbe mit der gleichen Wirkungslinie haben die gleiche Wirkung und Auflagerreaktion!

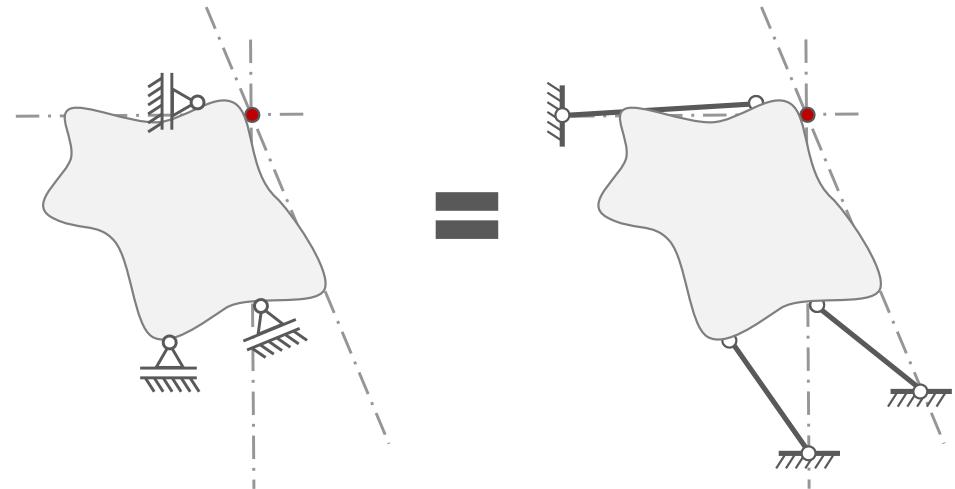


# Ebene Tragwerke | Loslager

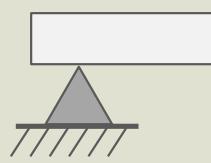
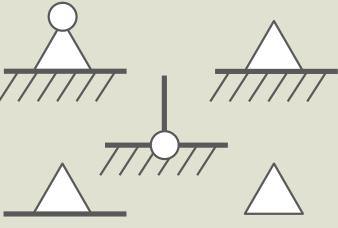
Prinzip	Bezeichnung	Symbole	Bewegungs-möglichkeit	Freiheits-grade	Anzahl Reaktionen
	Loslager, Gleitlager	 	Verschiebung in 1 Achse und 1 Verdrehung	2	1 („1-wertiges Lager“)

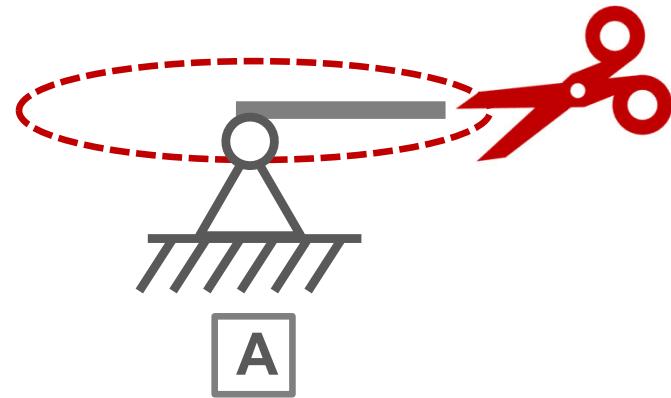
## Hinweis

1-wertige Auflager und Pendelstäbe mit der gleichen Wirkungslinie haben die gleiche Wirkung und Auflagerreaktion!

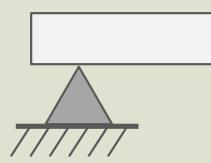
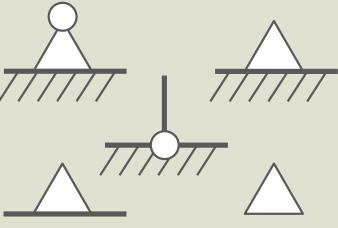


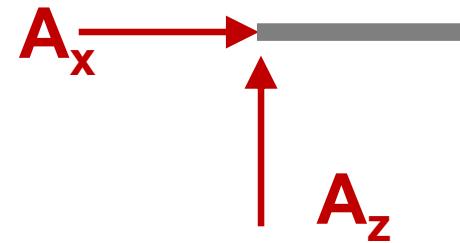
# Ebene Tragwerke | Festlager

Prinzip	Bezeichnung	Symbole	Bewegungs- möglichkeit	Freiheits- grade	Anzahl Reaktionen
	Festlager		1 Verdrehung	1	2 („2-wertiges Lager“)

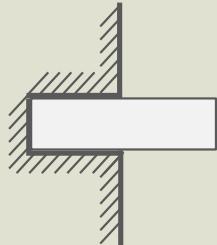
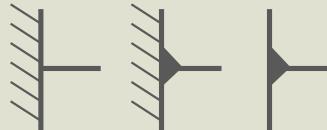


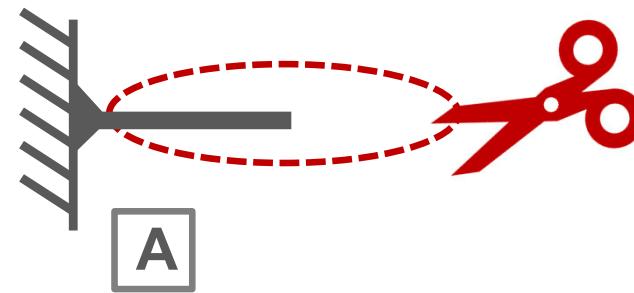
# Ebene Tragwerke | Festlager

Prinzip	Bezeichnung	Symbole	Bewegungs- möglichkeit	Freiheits- grade	Anzahl Reaktionen
	Festlager		1 Verdrehung	1	2 („2-wertiges Lager“)

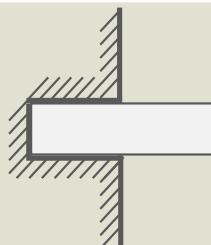
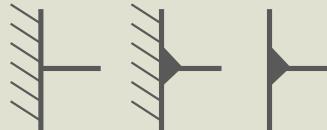


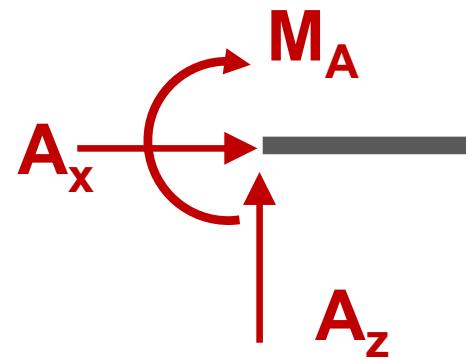
# Ebene Tragwerke | Einspannung

Prinzip	Bezeichnung	Symbole	Bewegungs- möglichkeit	Freiheits- grade	Anzahl Reaktionen
	Einspannung		keine	0	3 („3-wertiges Lager“)

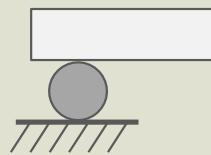
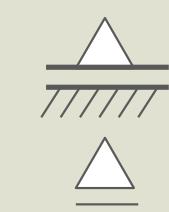
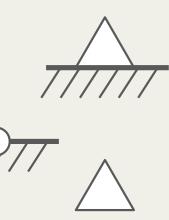
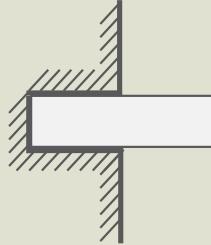
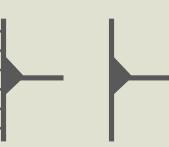
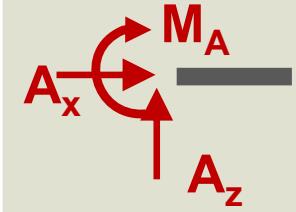


# Ebene Tragwerke | Einspannung

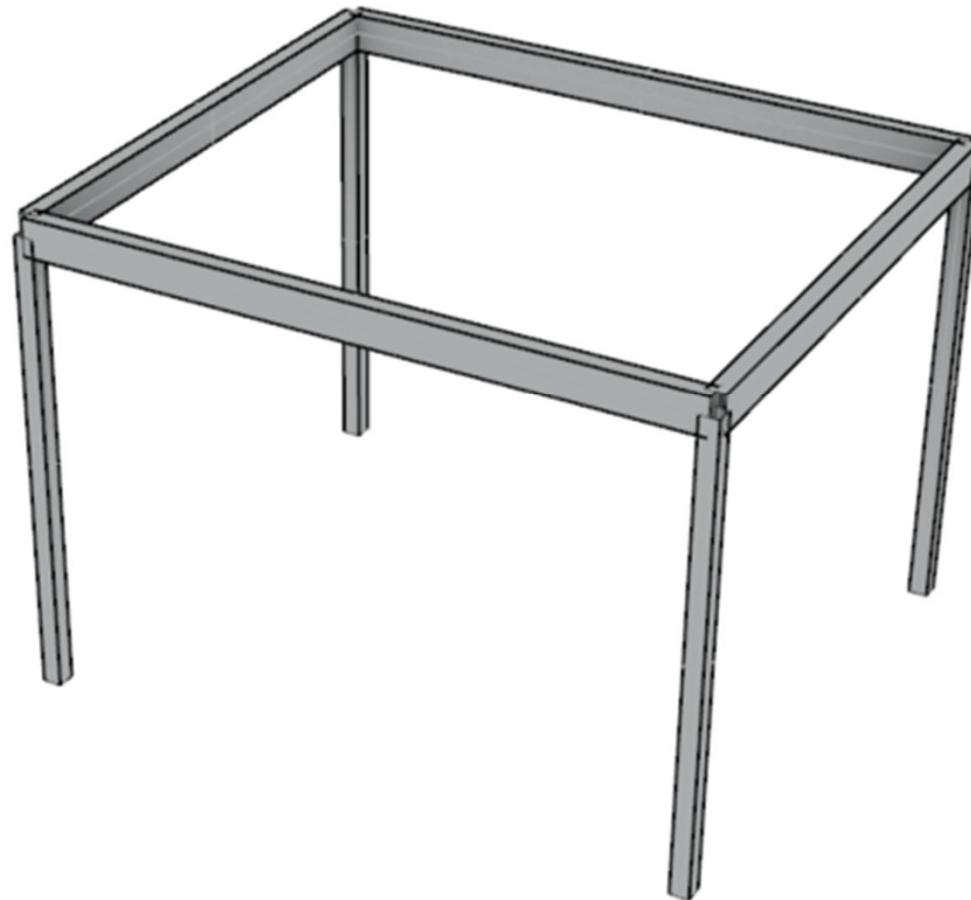
Prinzip	Bezeichnung	Symbole	Bewegungsmöglichkeit	Freiheitsgrade	Anzahl Reaktionen
	Einspannung		keine	0	3 („3-wertiges Lager“)



# Ebene Tragwerke | Lager

Prinzip	Bezeichnung	Symbole	Bewegungs-möglichkeit	Auflagerkraft-Freischnitt	Anzahl Reaktionen
	Loslager, Gleitlager	 	Verschiebung in 1 Achse und 1 Verdrehung		1 („1-wertiges Lager“)
	Festlager	 	1 Verdrehung		2 („2-wertiges Lager“)
	Einspannung	 	keine		3 („3-wertiges Lager“)

# Räumliche Tragwerke | Herleitung Aussteifung



## Ausbildung einer Scheibe

z.b. durch

- monolithische Bauweise (Betondecke)
- Auskreuzung (Windrispen im Holzbau)



## Ausbildung einer Scheibe

z.b. durch

- monolithische Bauweise (Betondecke)
- Auskreuzung (Windrispen im Holzbau)



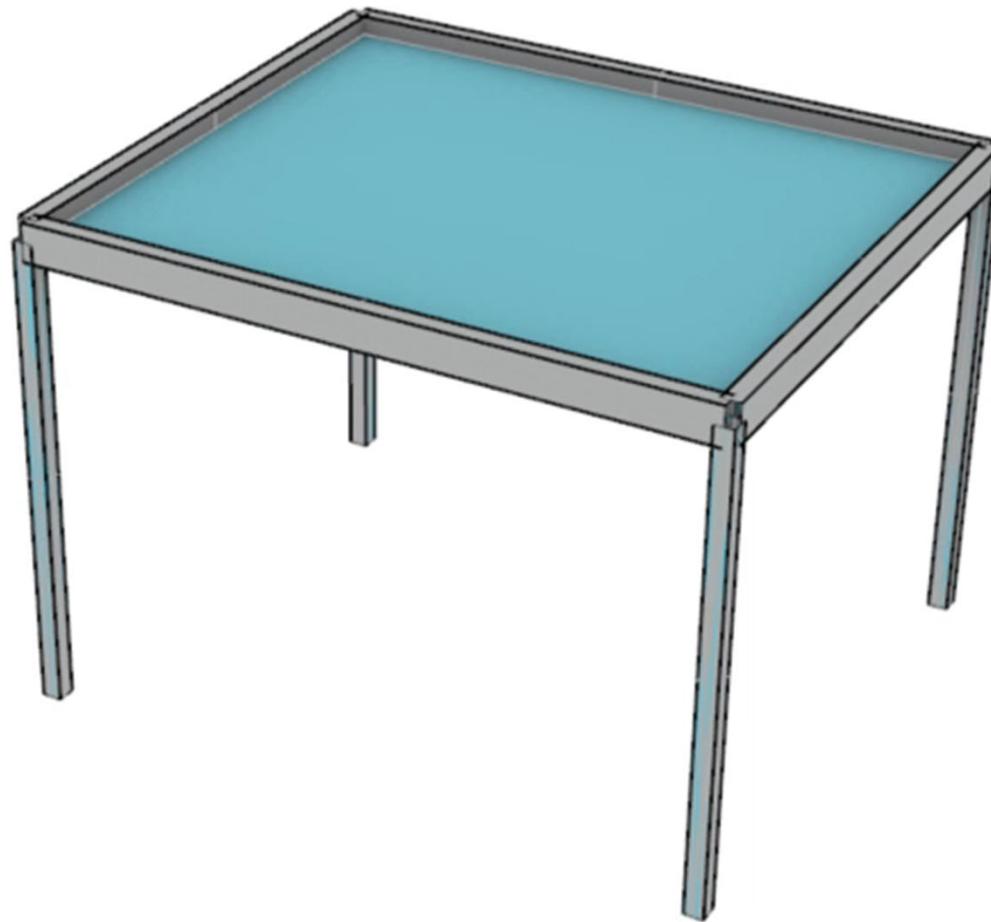
# Räumliche Tragwerke | Herleitung Aussteifung



# Räumliche Tragwerke | Herleitung Aussteifung



# Räumliche Tragwerke | Herleitung Aussteifung



# Räumliche Tragwerke | Herleitung Aussteifung



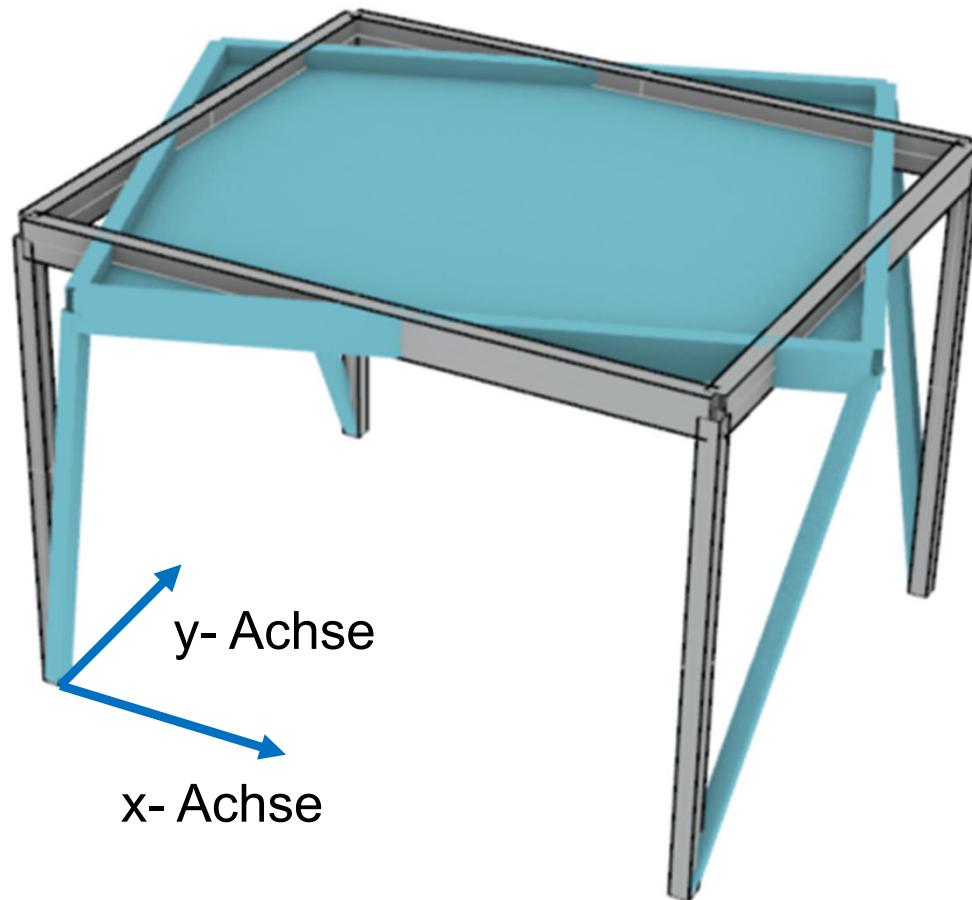
# Räumliche Tragwerke | Herleitung Aussteifung



# Räumliche Tragwerke | Herleitung Aussteifung



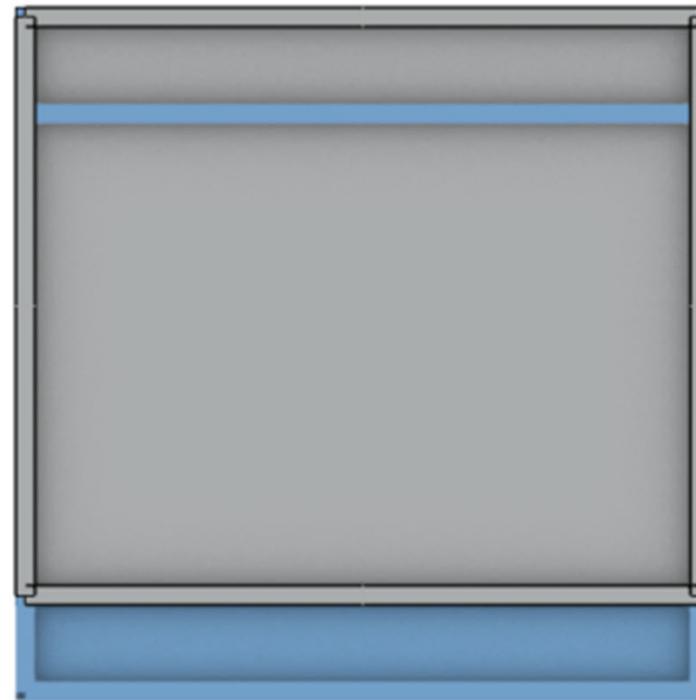
## Betrachtung der „Geschosse“ in x-y- Ebene



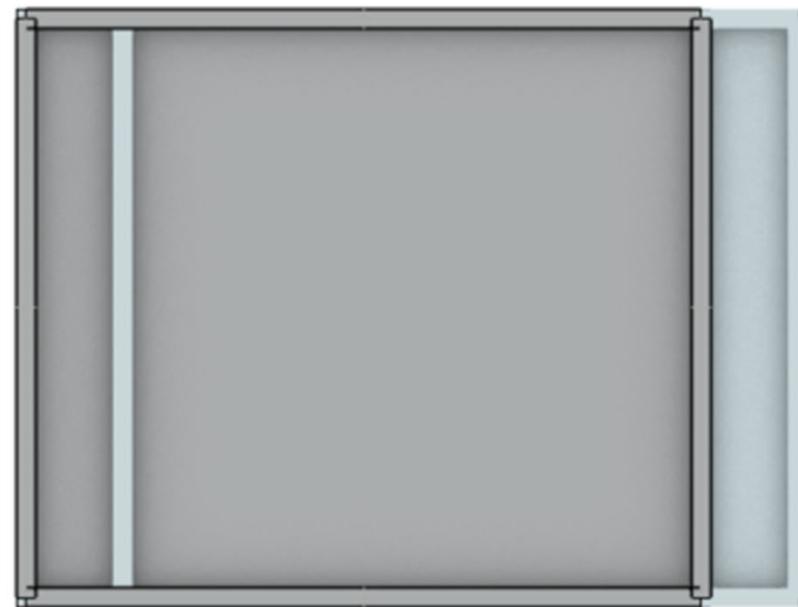
## Betrachtung der Ebenen in x-y-Ebene



## Betrachtung der Ebenen in x-y-Ebene

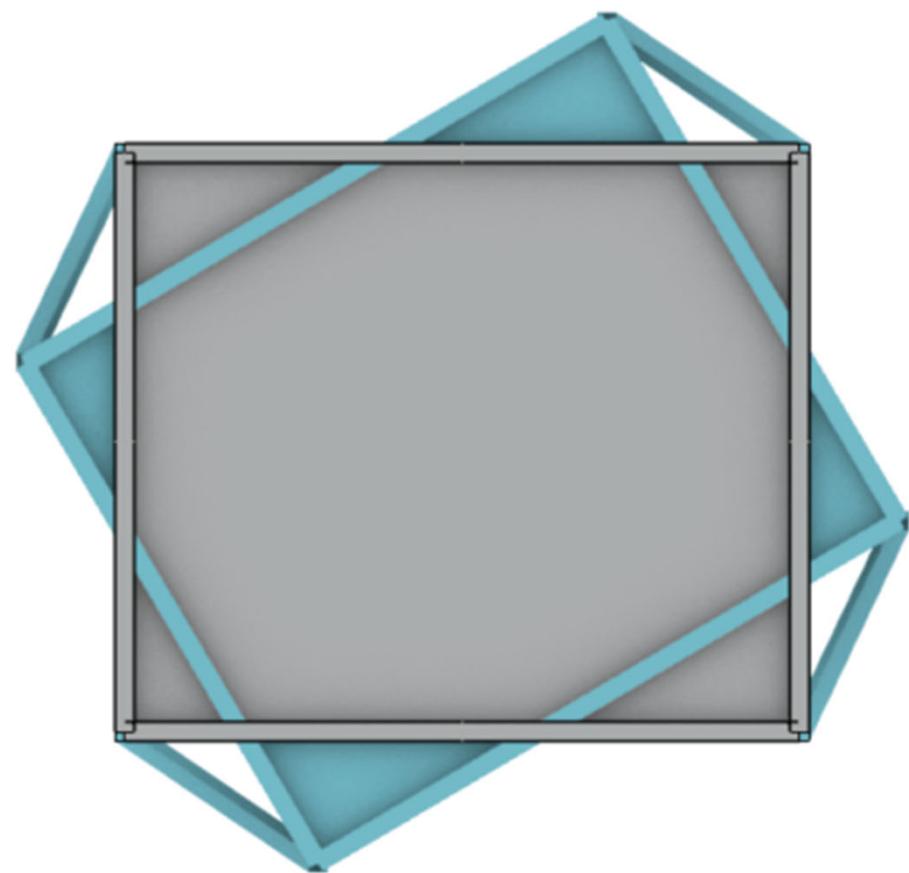
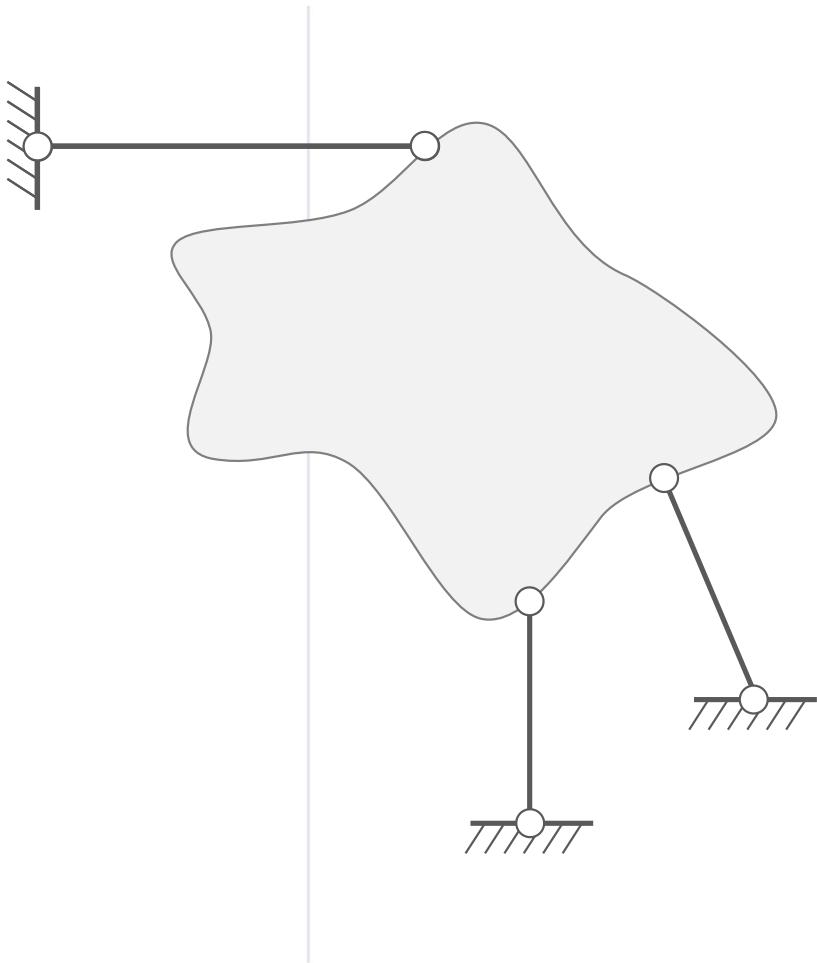


## Betrachtung der Ebenen in x-y-Ebene



**Betrachtung der Ebenen in x-y-Ebene**

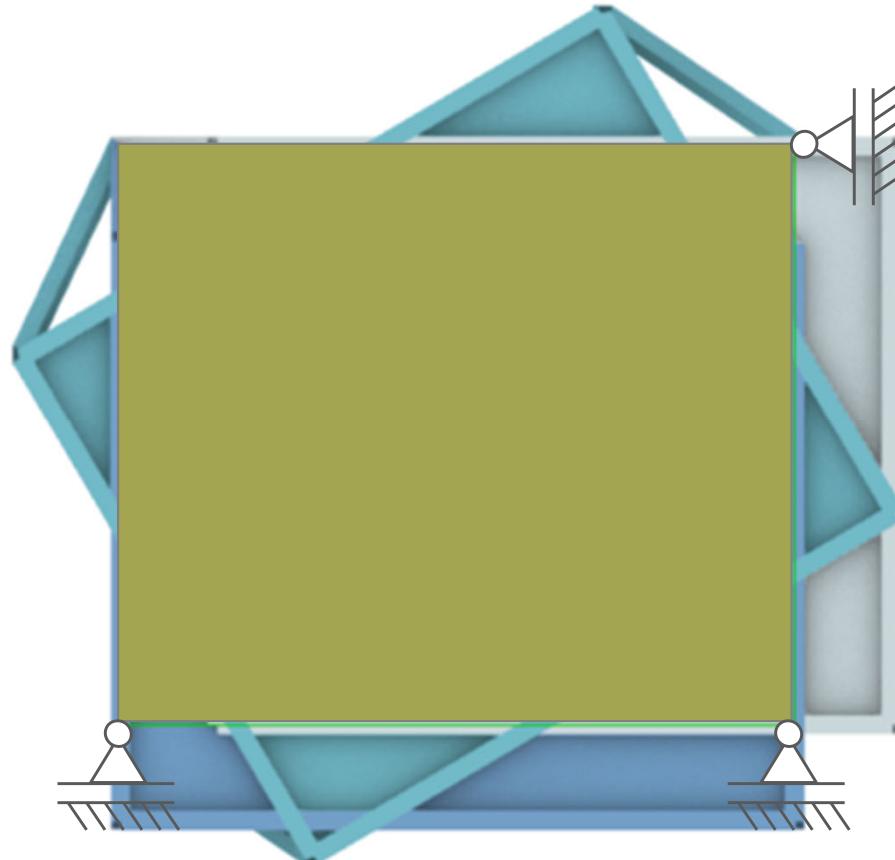
= **Betrachtung am ebenen System**



## Betrachtung der Ebenen in x-y-Ebene

= Betrachtung am ebenen  
System

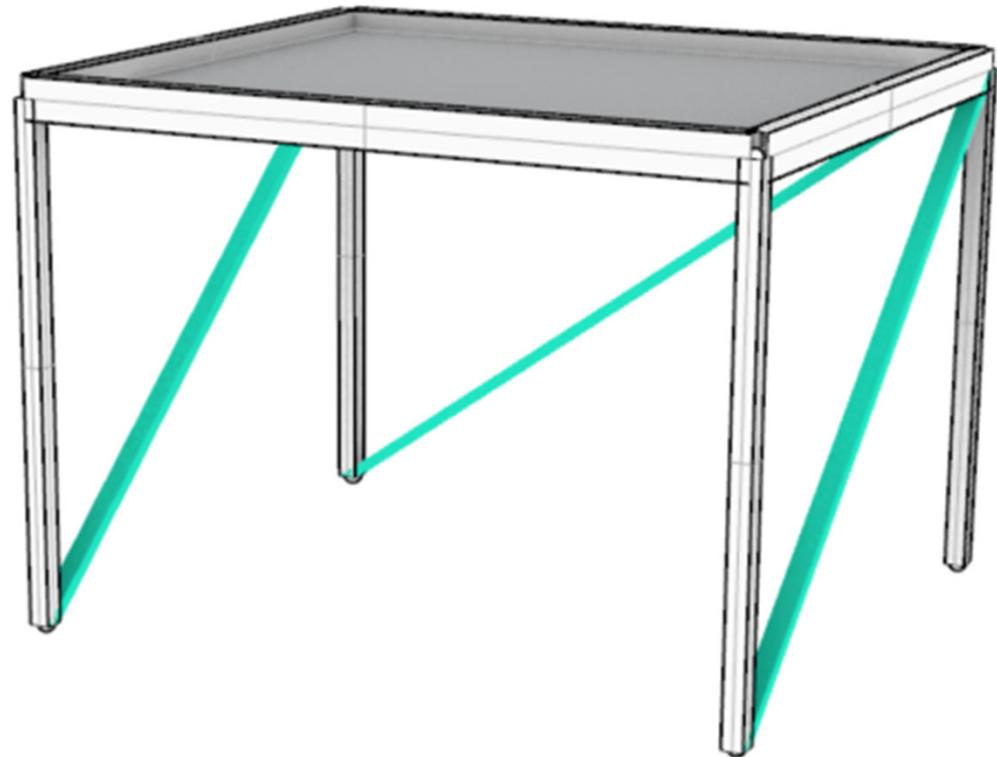
- Die Lager müssen die 3 Freiheitsgrade in der Ebene unterdrücken.
- Ausnahme:
  - Wirkungslinien der 3 Lager nicht parallel
  - Wirkungslinien der 3 Lager schneiden sich nicht in einem Punkt



## Betrachtung der Ebenen in x-y-Ebene

Die Lager einer „Geschossebene“  
entsprechen im räumlichen  
System

- Wänden
- Aussteifungsverbänden



## Beispiel 4.1 – Gelenkige Lager / Gleichstreckenlast

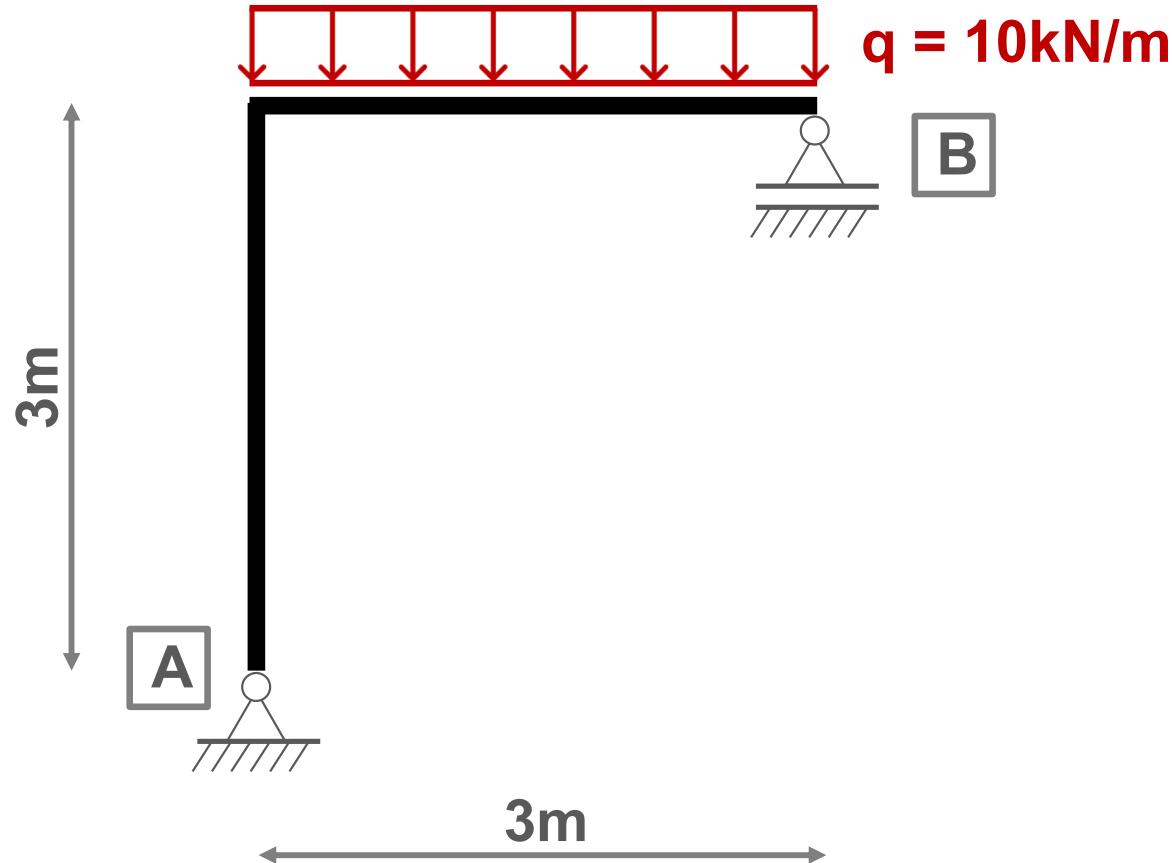


© <https://www.gygertreppen.ch/de/metallbau/vordaecher/Vordach-mit-Stuetzen-07>

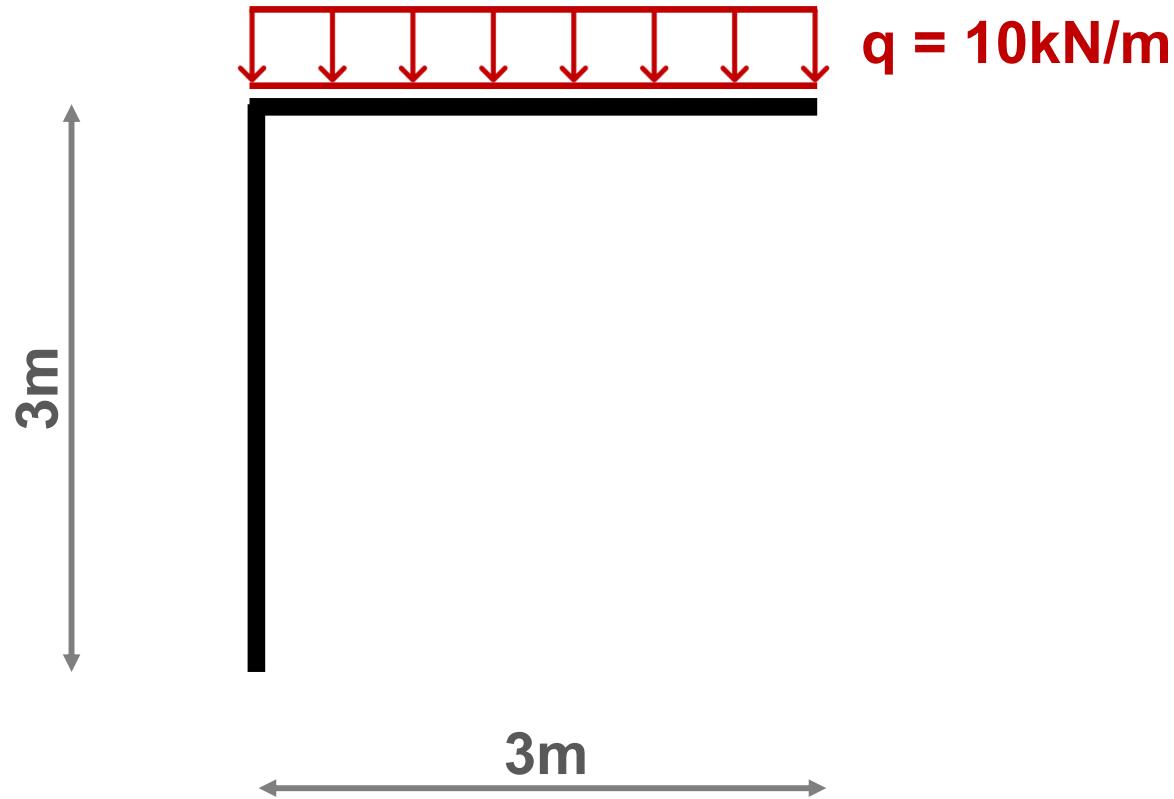
## Beispiel 4.1 – Gelenkige Lager / Gleichstreckenlast



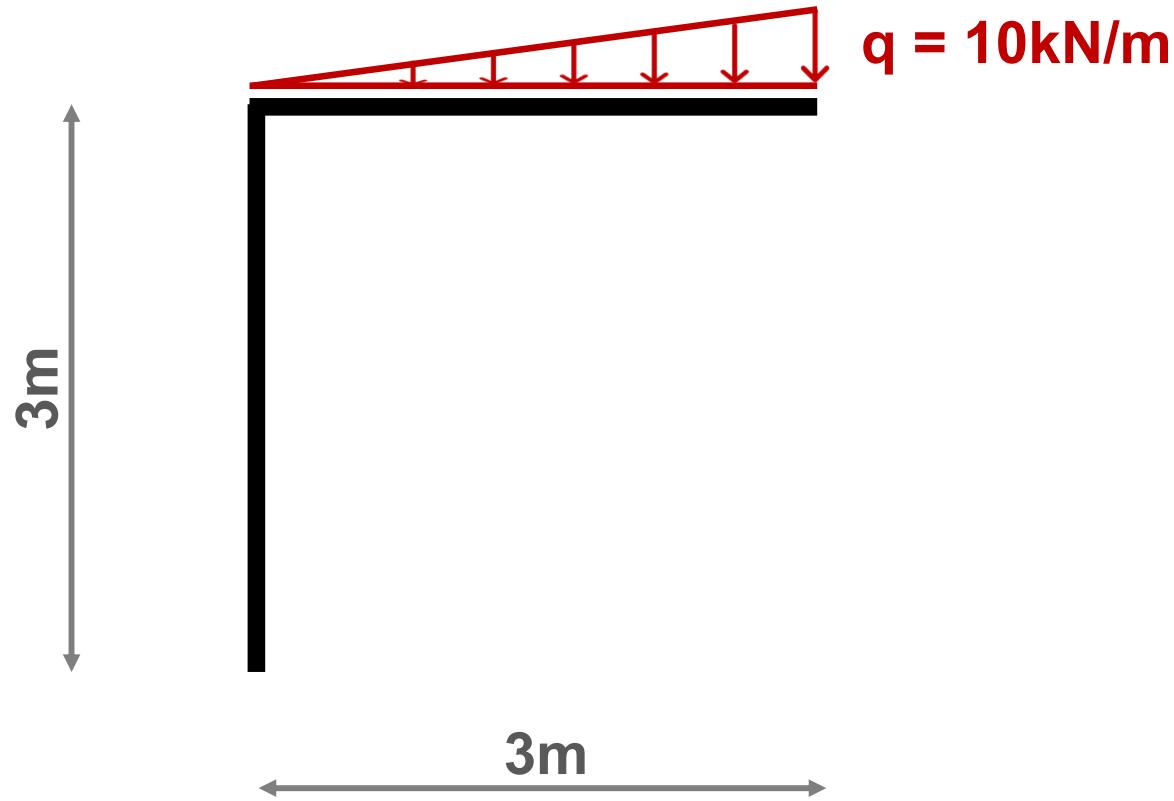
## Beispiel 4.1 – Gelenkige Lager / Gleichstreckenlast



## Beispiel 4.1 – Gelenkige Lager / Gleichstreckenlast



## Beispiel 4.2 – Gelenkige Lager / Dreieckslast



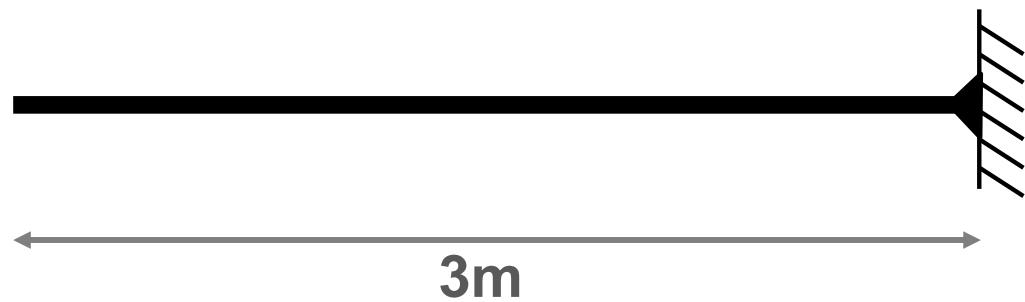
## Beispiel 4.3 – Einspannung / Dreickslast



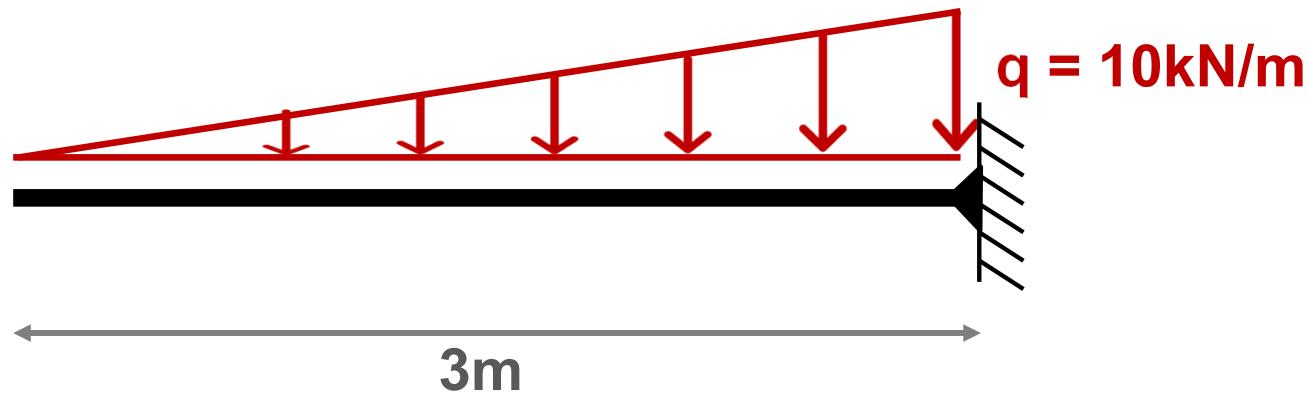
## Beispiel 4.3 – Einspannung / Dreickslast



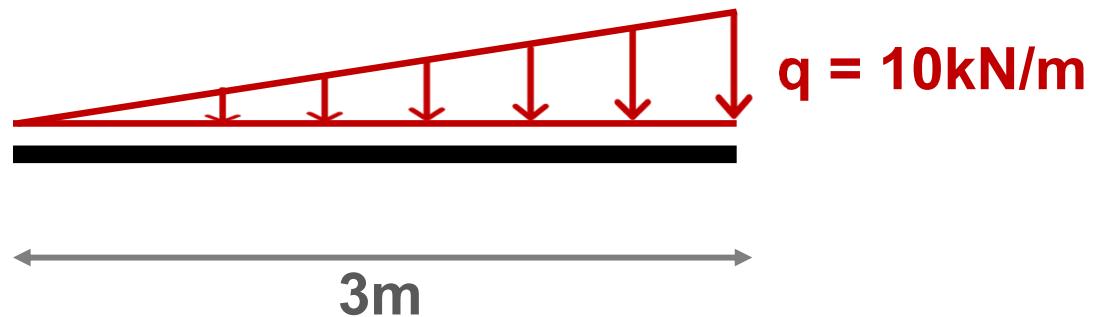
## Beispiel 4.3 – Einspannung / Dreickslast



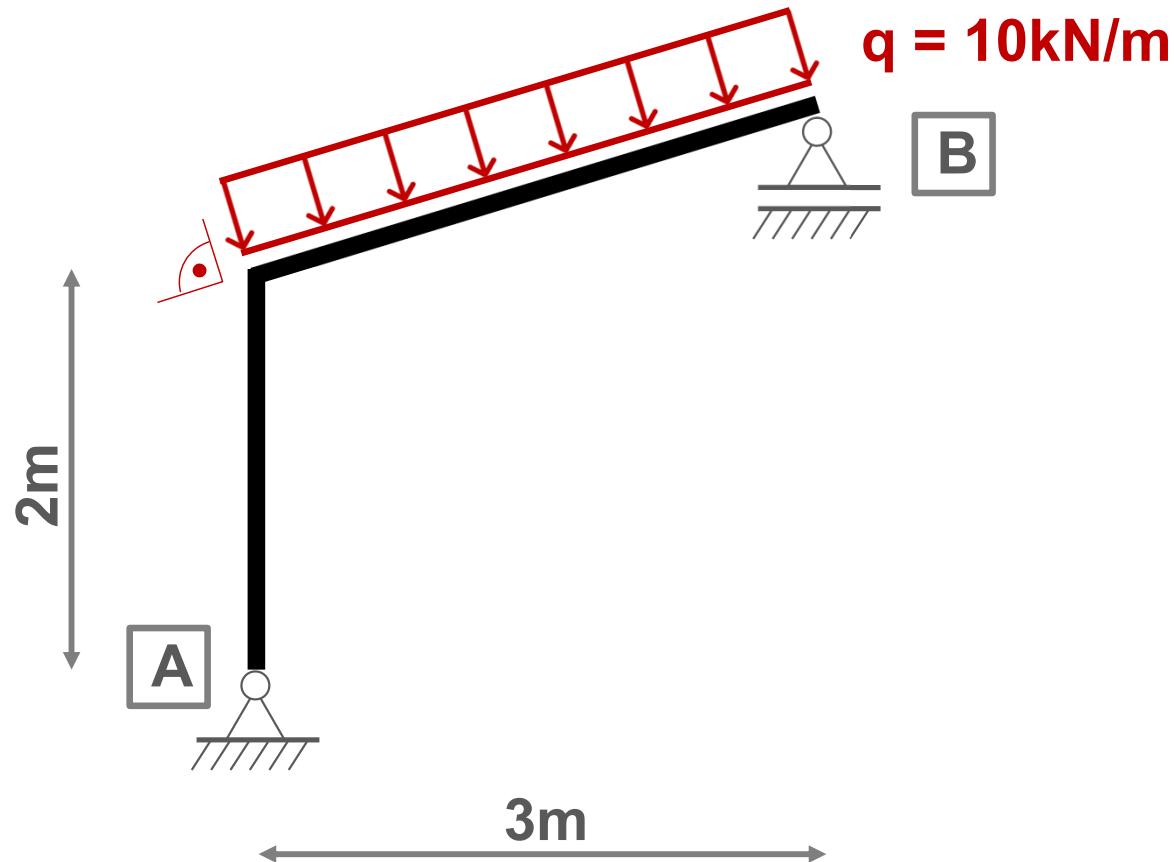
## Beispiel 4.3 – Einspannung / Dreieckslast



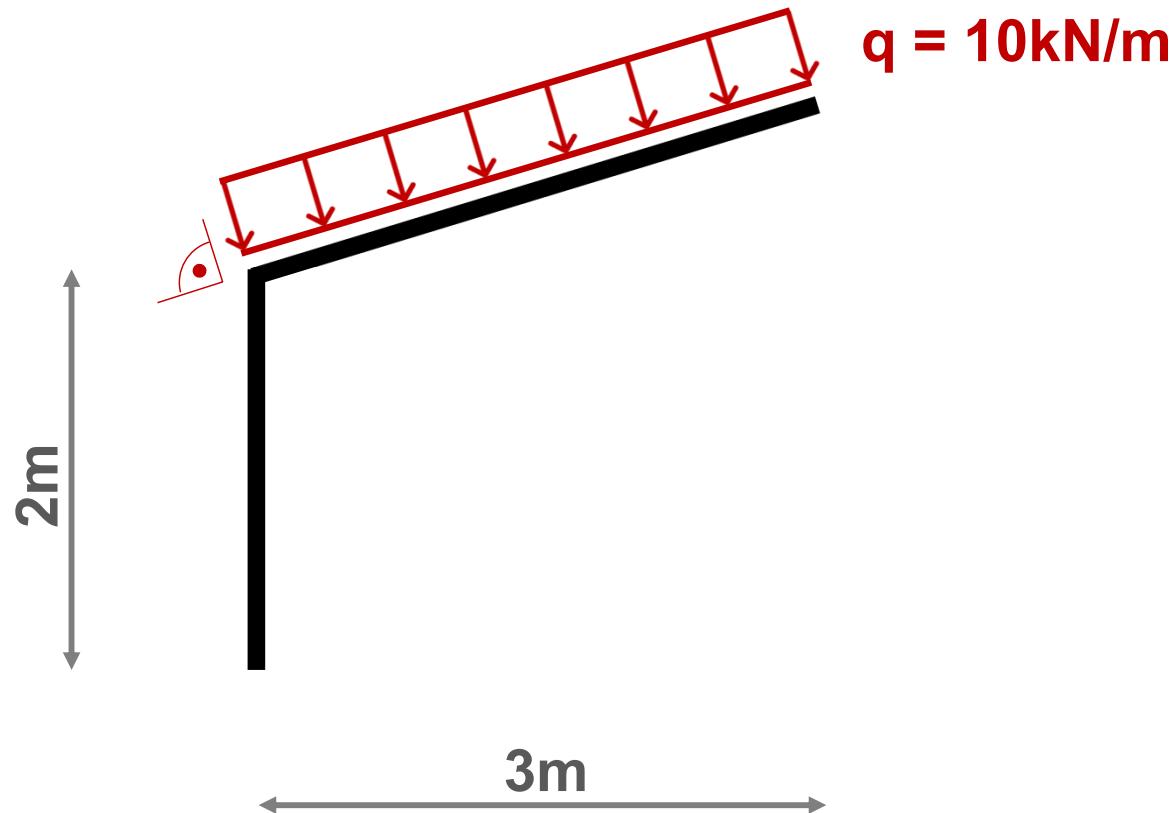
## Beispiel 4.3 – Einspannung / Dreieckslast



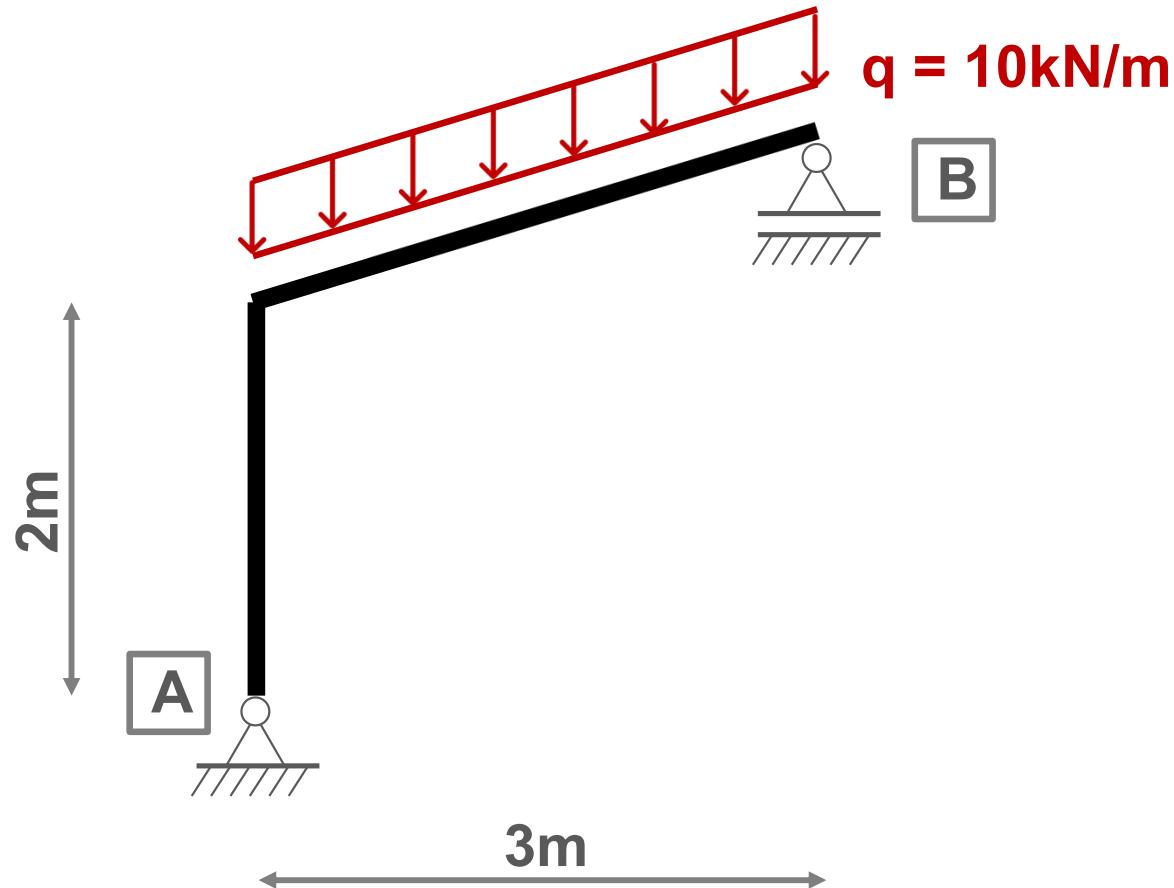
## Beispiel 4.4 – Streckenlasten auf schrägen Stäben



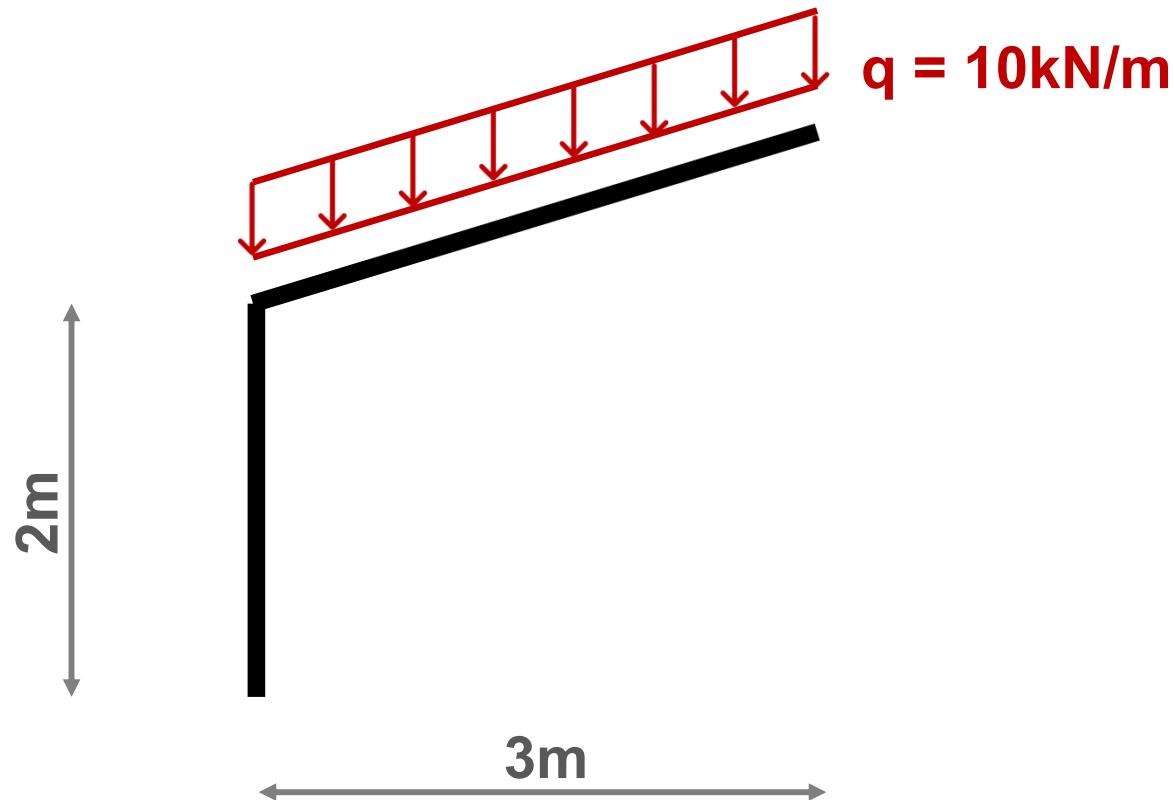
## Beispiel 4.4 – Streckenlasten auf schrägen Stäben



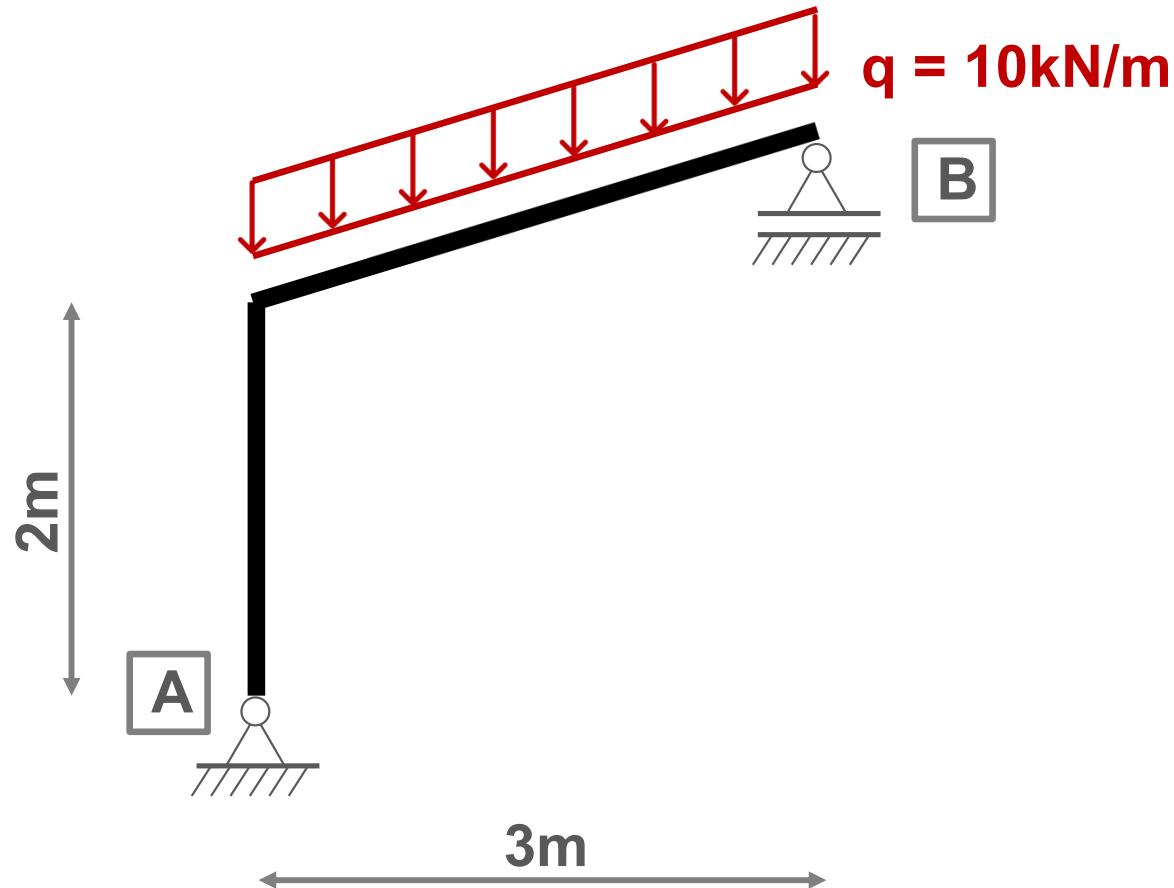
## Beispiel 4.5 – Streckenlasten auf schrägen Stäben



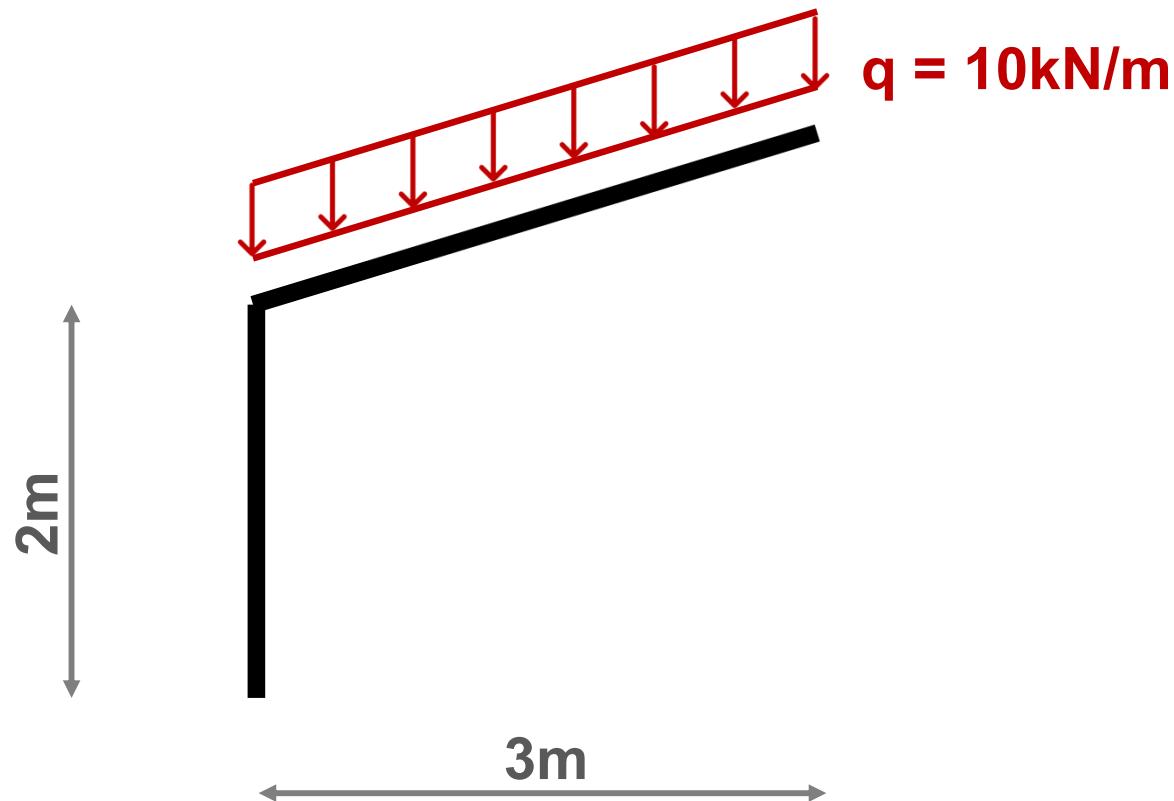
## Beispiel 4.5 – Streckenlasten auf schrägen Stäben



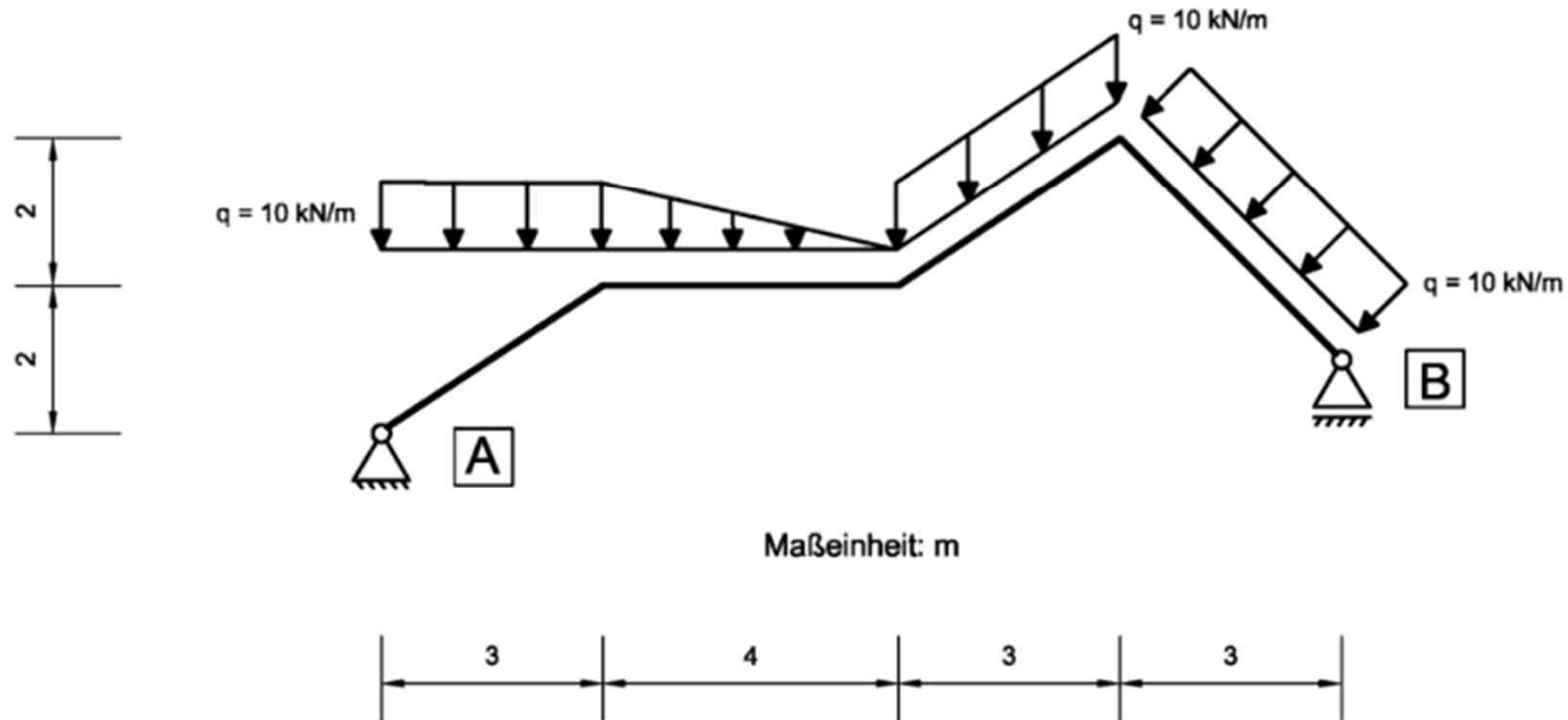
## Beispiel 4.5 – Streckenlasten auf schrägen Stäben



## Beispiel 4.5 – Streckenlasten auf schrägen Stäben

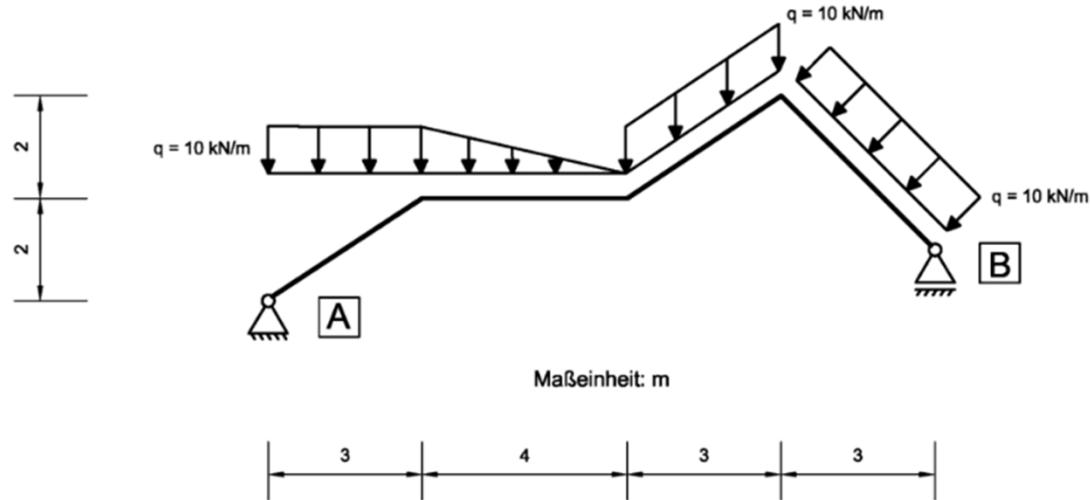


## Beispiel 4.6 – Verschiedene Lasten in einem System



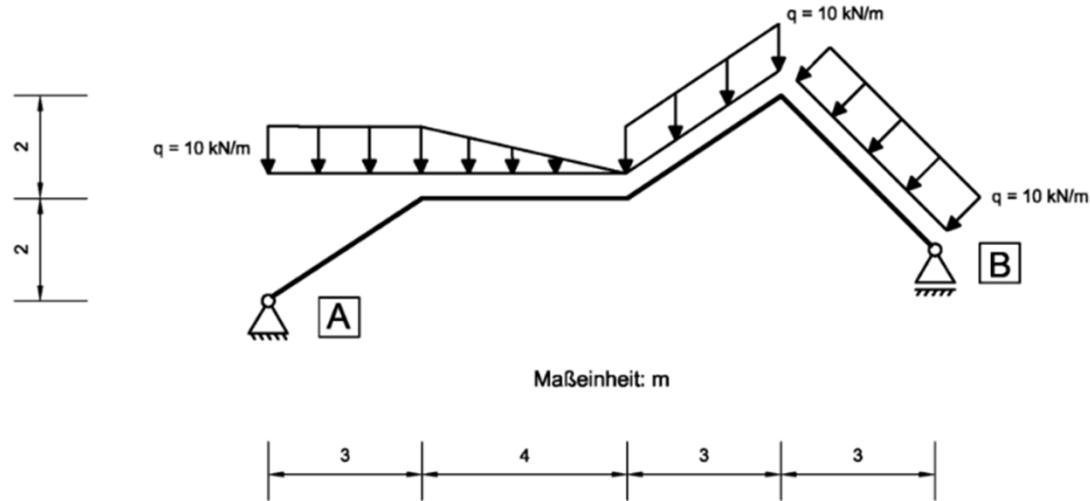
# Ebene Tragwerke | Lager / Lasten

## Beispiel 4.6 – Verschiedene Lasten in einem System



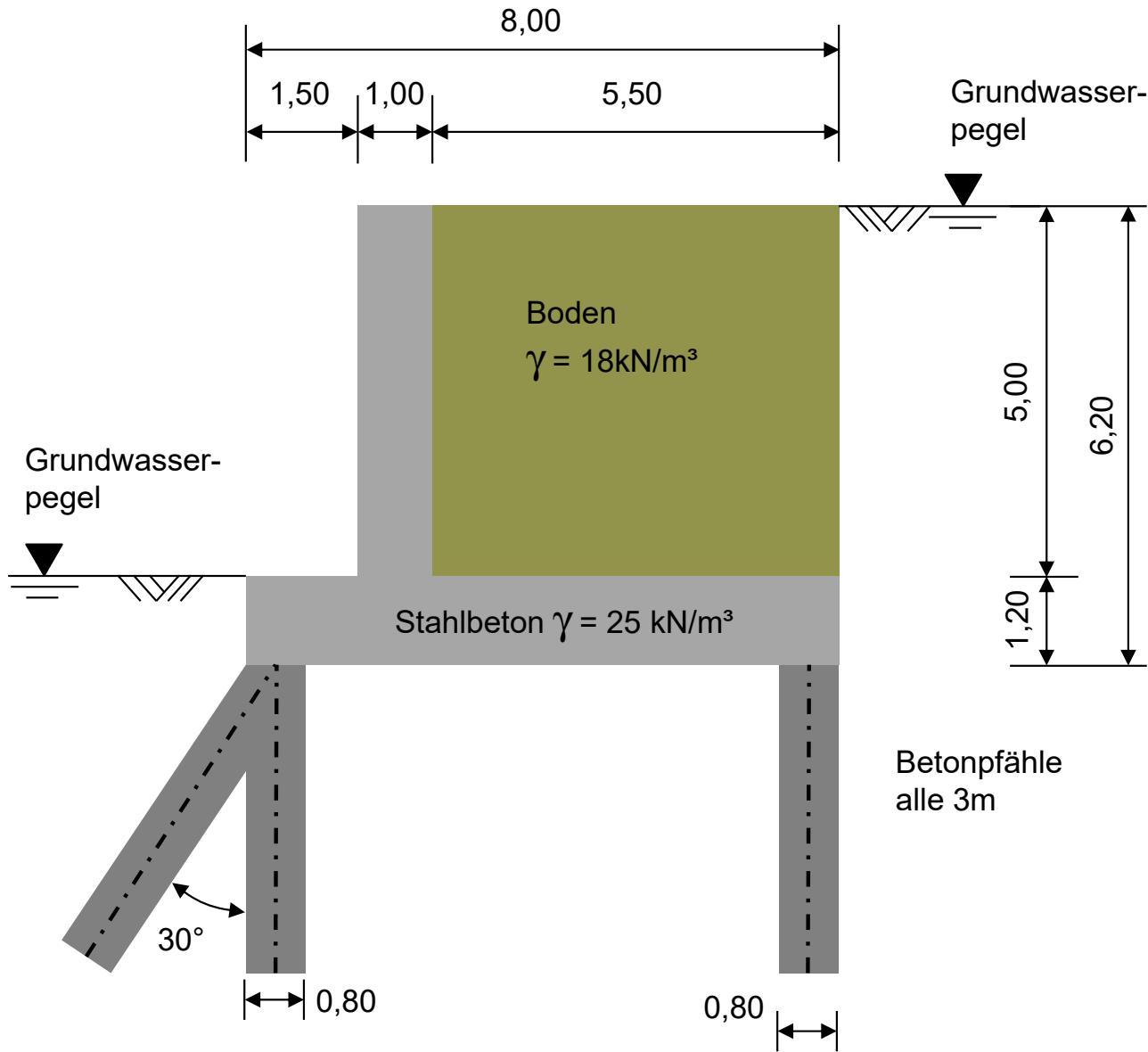
# Ebene Tragwerke | Lager / Lasten

## Beispiel 4.6 – Verschiedene Lasten in einem System



# Ebene Tragwerke | Lager / Lasten

## Beispiel 4.7 – Verschiedene Lasten in einem System



# Ebene Tragwerke | Lager / Lasten

## Beispiel 4.7 – Verschiedene Lasten in einem System

