FRANKFURT UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanik und Tragkonstruktion

Tragwerke

Lasten

Inhalt Mechanik und Tragkonstrukion

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. Stabiliät

Tragwerke/Lasten | Inhalt heute

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

Ebene Tragwerke | Übersicht

Räumliche Tragwerke

Taiyuan Botanischer Garten, © Yiju Ding

Royan Marché central, Media-ID: 60790, © Jacques Mossot, May 2006 and https://structurae.net

Ebene Tragwerke

© https://liftingvictoria.com.au/latest-news/erecting-concrete-panels-safely/

© i+R Holzbau GmbH, https://www.dach-holzbau.de

Ebene Tragwerke | Übersicht

Räumliche Tragwerke

Taiyuan Botanischer Garten, © Yiju Ding

Royan Marché central, Media-ID: 60790, © Jacques Mossot, May 2006 and https://structurae.net

Ebene Tragwerke

© https://liftingvictoria.com.au/latest-news/erecting-concrete-panels-safely/

© i+R Holzbau GmbH, https://www.dach-holzbau.de

Ebene Tragwerke | Übersicht

Räumliche Tragwerke

Taiyuan Botanischer Garten, © Yiju Ding

Royan Marché central, Media-ID: 60790, © Jacques Mossot, May 2006 and https://structurae.net

Ebene Tragwerke

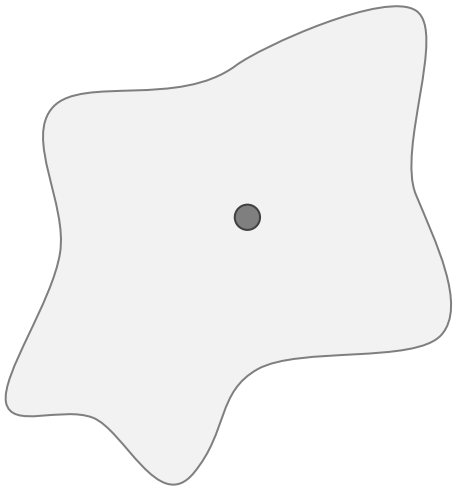
© https://liftingvictoria.com.au/latest-news/erecting-concrete-panels-safely/

© i+R Holzbau GmbH, https://www.dach-holzbau.de

Mechanik und Tragkonstruktion

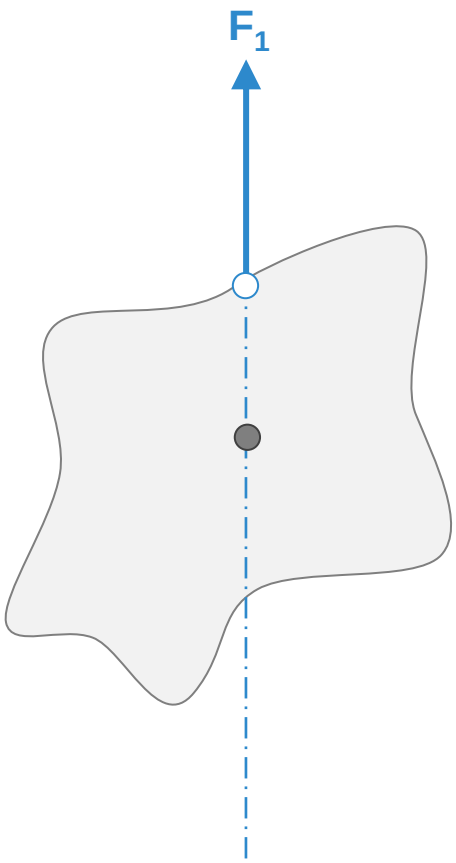
Ebene Tragwerke | Freiheitsgrade

Ebene Tragwerke | Freiheitsgrade



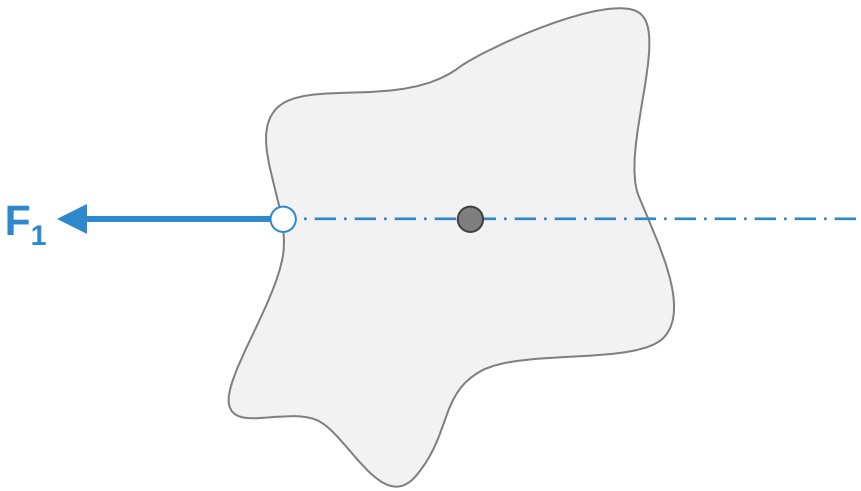
- Ein Körper in der Ebene hat drei Bewegungsmöglichkeiten: Verschiebungen in zwei zueinander senkrechten Richtungen (Translationen) und eine Verdrehung (Rotation)
- Diese Bewegungsmöglichkeiten werden als **Freiheitsgrade** bezeichnet

Ebene Tragwerke | Freiheitsgrade



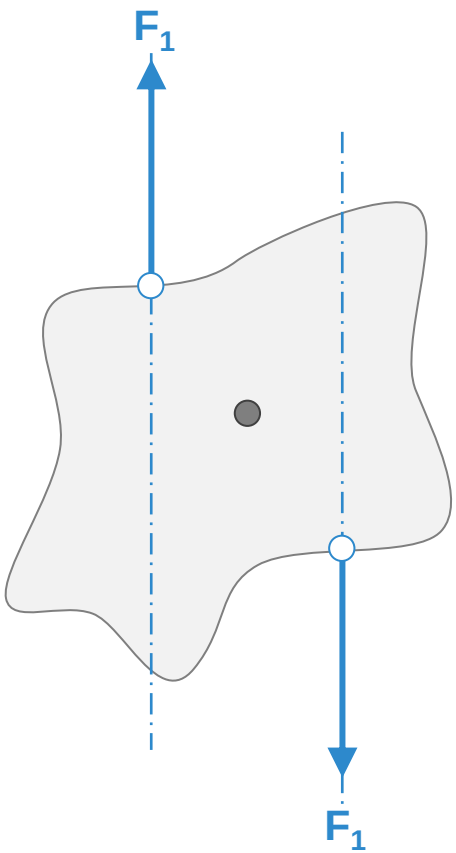
- Ein Körper in der Ebene hat drei Bewegungsmöglichkeiten: Verschiebungen in zwei zueinander senkrechten Richtungen (**Translationen**) und eine Verdrehung (Rotation)
- Diese Bewegungsmöglichkeiten werden als **Freiheitsgrade** bezeichnet

Ebene Tragwerke | Freiheitsgrade



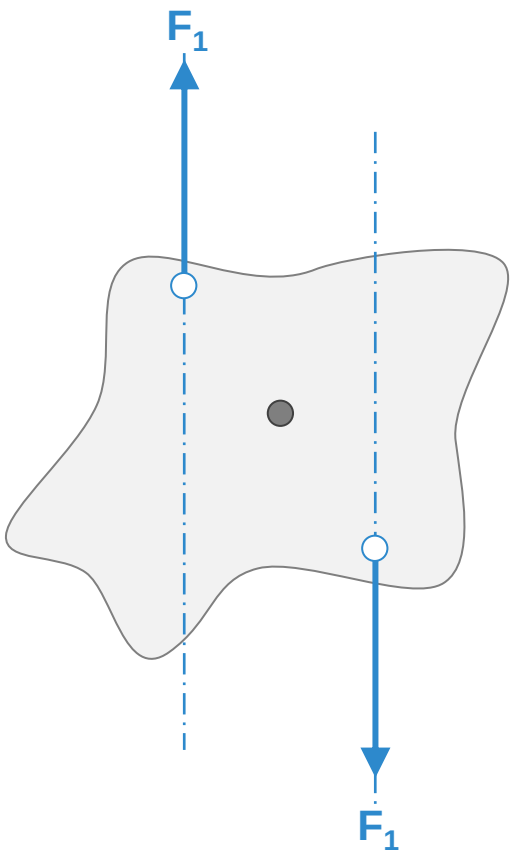
- Ein Körper in der Ebene hat drei Bewegungsmöglichkeiten: Verschiebungen in zwei zueinander senkrechten Richtungen (**Translationen**) und eine Verdrehung (Rotation)
- Diese Bewegungsmöglichkeiten werden als **Freiheitsgrade** bezeichnet

Ebene Tragwerke | Freiheitsgrade



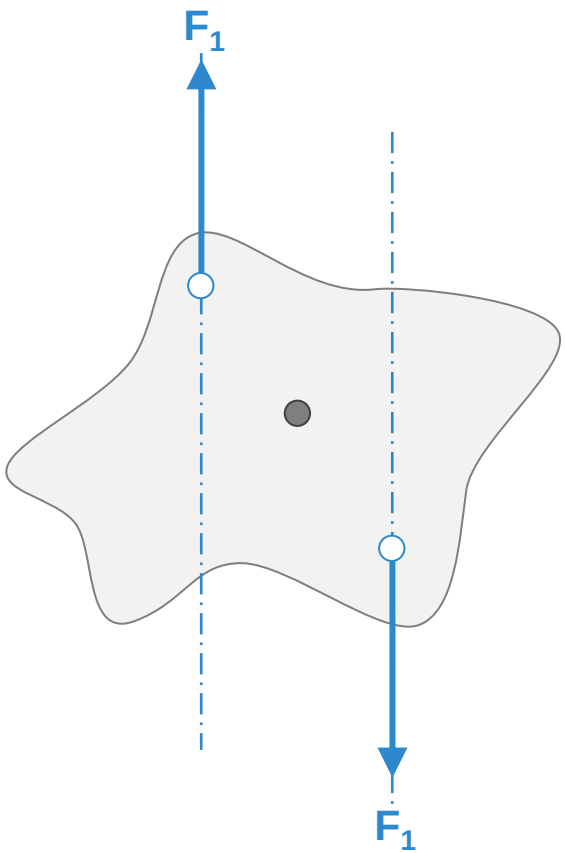
- Ein Körper in der Ebene hat drei Bewegungsmöglichkeiten: Verschiebungen in zwei zueinander senkrechten Richtungen (Translationen) und eine Verdrehung (**Rotation**)
- Diese Bewegungsmöglichkeiten werden als **Freiheitsgrade** bezeichnet

Ebene Tragwerke | Freiheitsgrade



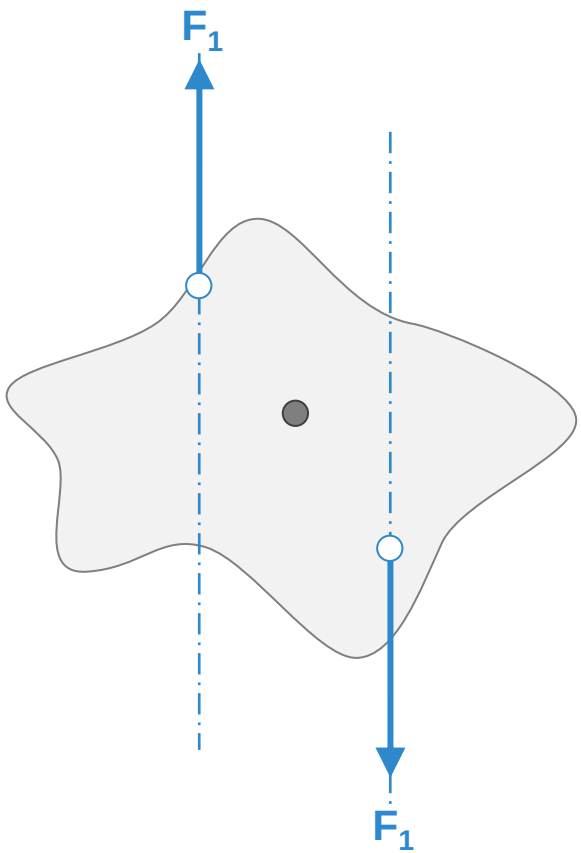
- Ein Körper in der Ebene hat drei Bewegungsmöglichkeiten: Verschiebungen in zwei zueinander senkrechten Richtungen (Translationen) und eine Verdrehung (**Rotation**)
- Diese Bewegungsmöglichkeiten werden als **Freiheitsgrade** bezeichnet

Ebene Tragwerke | Freiheitsgrade



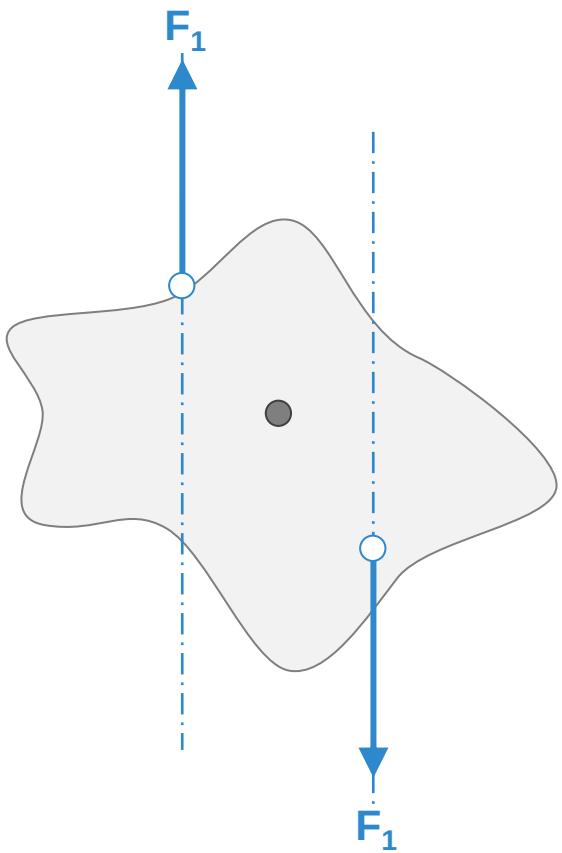
- Ein Körper in der Ebene hat drei Bewegungsmöglichkeiten: Verschiebungen in zwei zueinander senkrechten Richtungen (Translationen) und eine Verdrehung (**Rotation**)
- Diese Bewegungsmöglichkeiten werden als **Freiheitsgrade** bezeichnet

Ebene Tragwerke | Freiheitsgrade



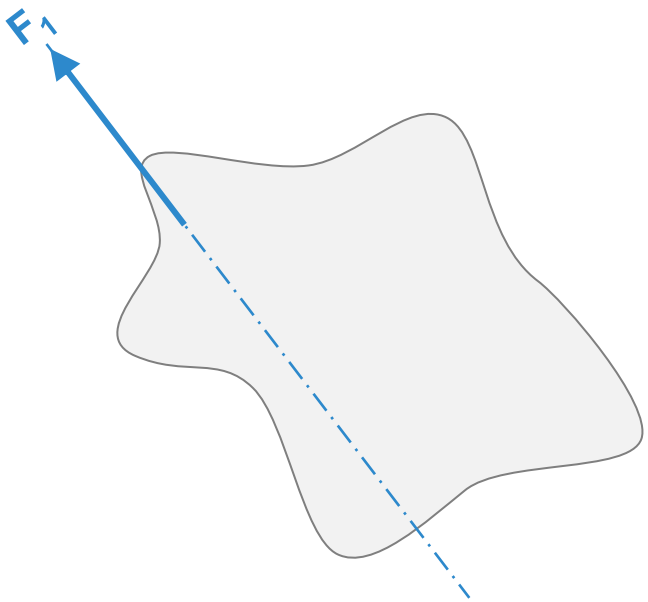
- Ein Körper in der Ebene hat drei Bewegungsmöglichkeiten: Verschiebungen in zwei zueinander senkrechten Richtungen (Translationen) und eine Verdrehung (**Rotation**)
- Diese Bewegungsmöglichkeiten werden als **Freiheitsgrade** bezeichnet

Ebene Tragwerke | Freiheitsgrade



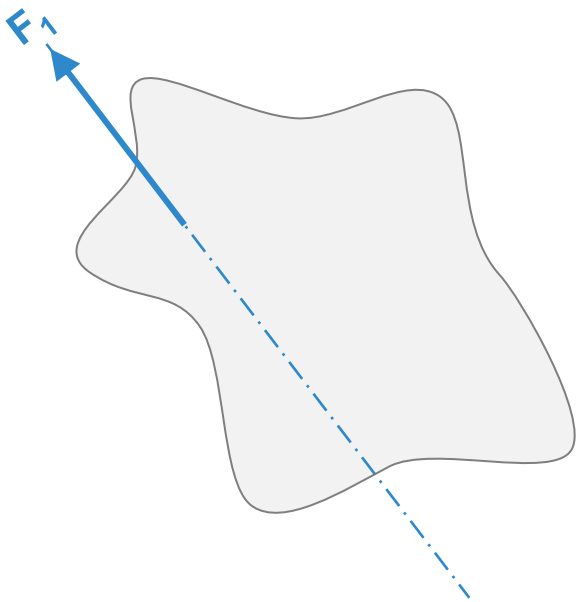
- Ein Körper in der Ebene hat drei Bewegungsmöglichkeiten: Verschiebungen in zwei zueinander senkrechten Richtungen (Translationen) und eine Verdrehung (**Rotation**)
- Diese Bewegungsmöglichkeiten werden als **Freiheitsgrade** bezeichnet

Ebene Tragwerke | Freiheitsgrade



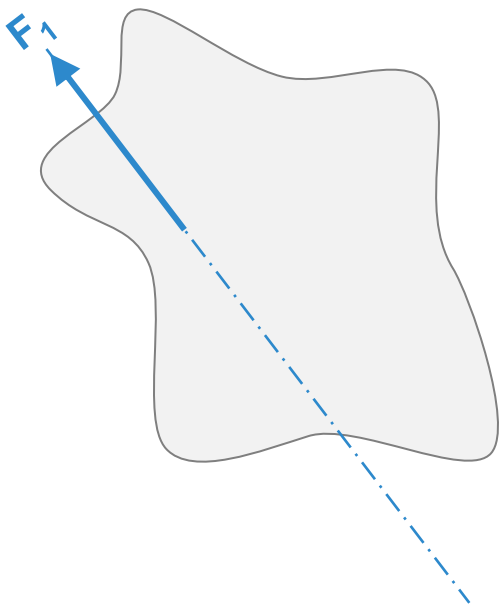
- Ein Körper in der Ebene hat drei Bewegungsmöglichkeiten: Verschiebungen in zwei zueinander senkrechten Richtungen (**Translationen**) und eine Verdrehung (**Rotation**)
- Diese Bewegungsmöglichkeiten werden als **Freiheitsgrade** bezeichnet

Ebene Tragwerke | Freiheitsgrade



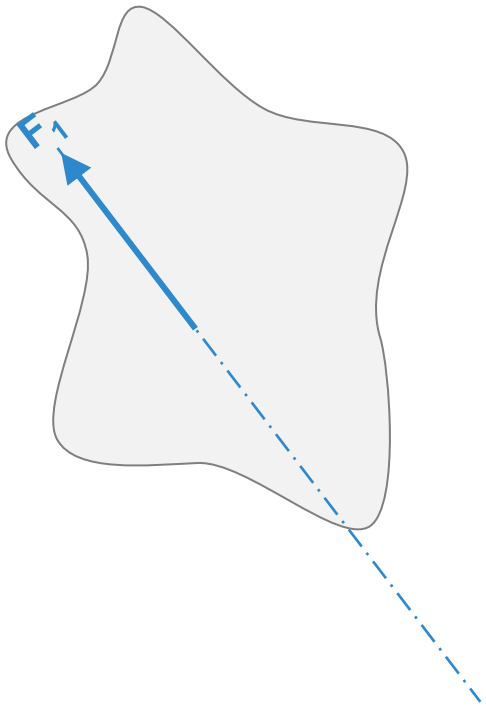
- Ein Körper in der Ebene hat drei Bewegungsmöglichkeiten: Verschiebungen in zwei zueinander senkrechten Richtungen (**Translationen**) und eine Verdrehung (**Rotation**)
- Diese Bewegungsmöglichkeiten werden als **Freiheitsgrade** bezeichnet

Ebene Tragwerke | Freiheitsgrade



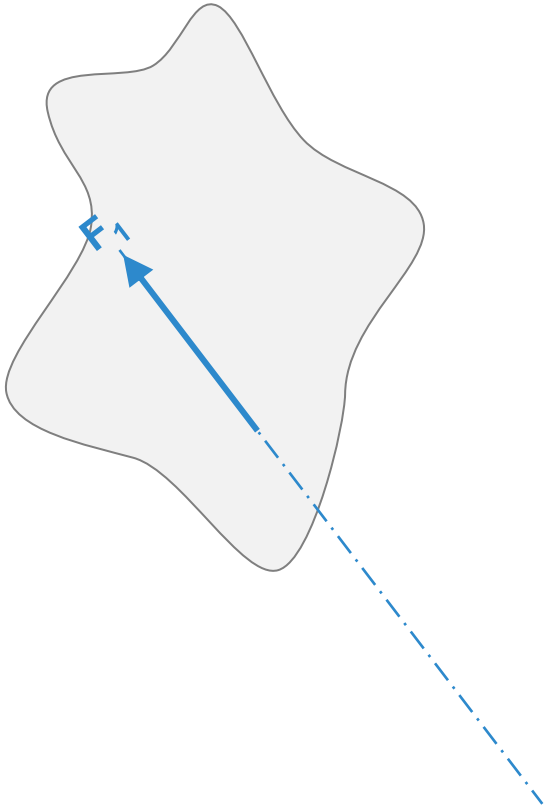
- Ein Körper in der Ebene hat drei Bewegungsmöglichkeiten: Verschiebungen in zwei zueinander senkrechten Richtungen (**Translationen**) und eine Verdrehung (**Rotation**)
- Diese Bewegungsmöglichkeiten werden als **Freiheitsgrade** bezeichnet

Ebene Tragwerke | Freiheitsgrade



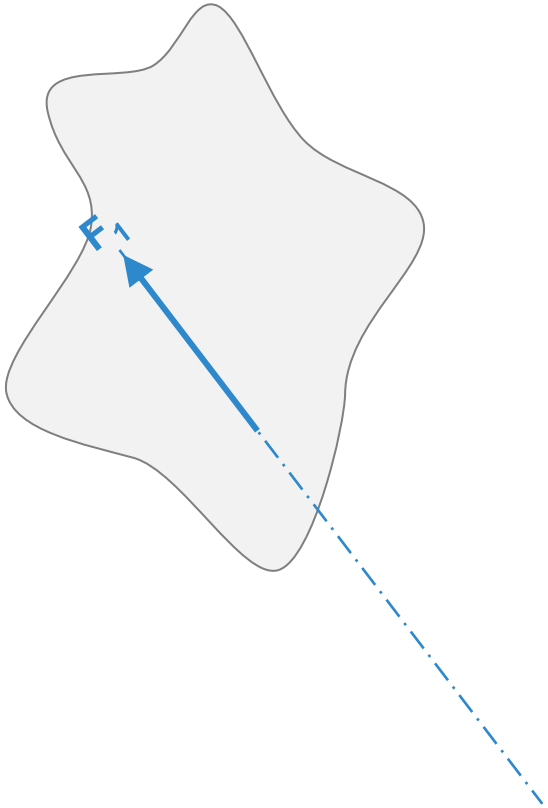
- Ein Körper in der Ebene hat drei Bewegungsmöglichkeiten: Verschiebungen in zwei zueinander senkrechten Richtungen (**Translationen**) und eine Verdrehung (**Rotation**)
- Diese Bewegungsmöglichkeiten werden als **Freiheitsgrade** bezeichnet

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

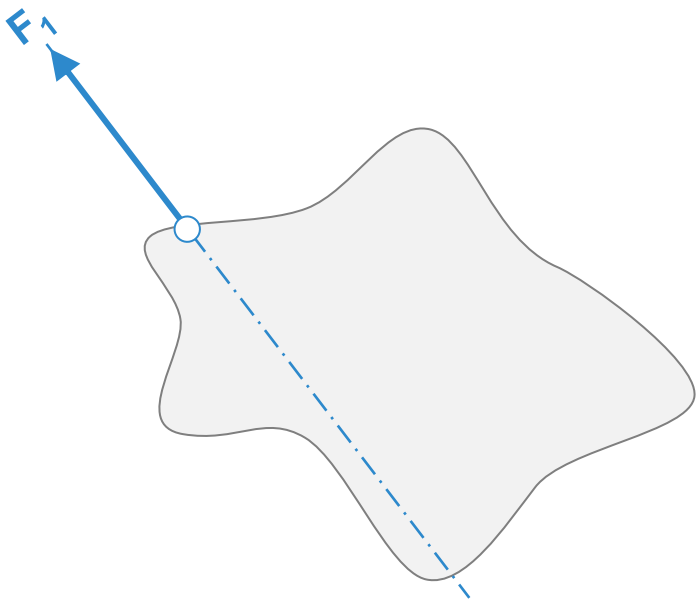
Ebene Tragwerke | Freiheitsgrade



- 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

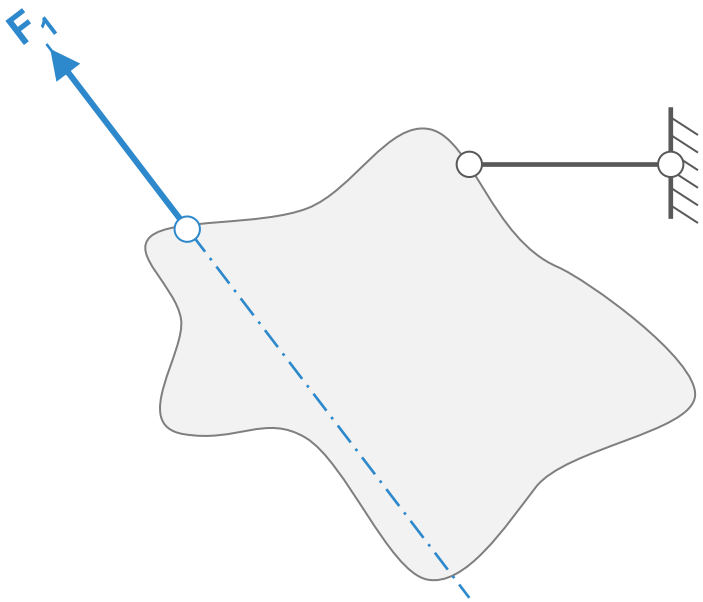
Ebene Tragwerke | Lager

Ebene Tragwerke | Lager



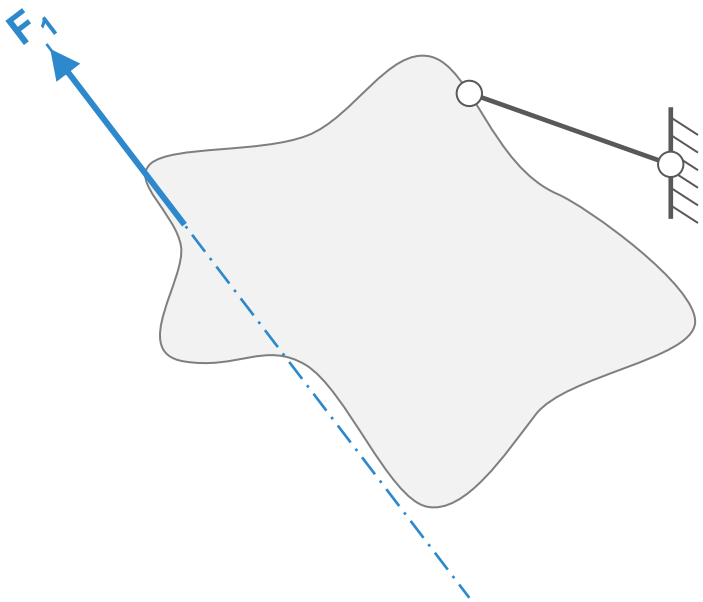
- Damit ein Körper sich unter einwirkenden Kräften im Gleichgewicht befindet, muss er festgehalten werden.
- In den Festhaltungen (**Lagern**) wirken gleichgewichtshaltende Kräfte.
- Die Lager müssen die 3 Freiheitsgrade in der Ebene unterdrücken.

Ebene Tragwerke | Lager



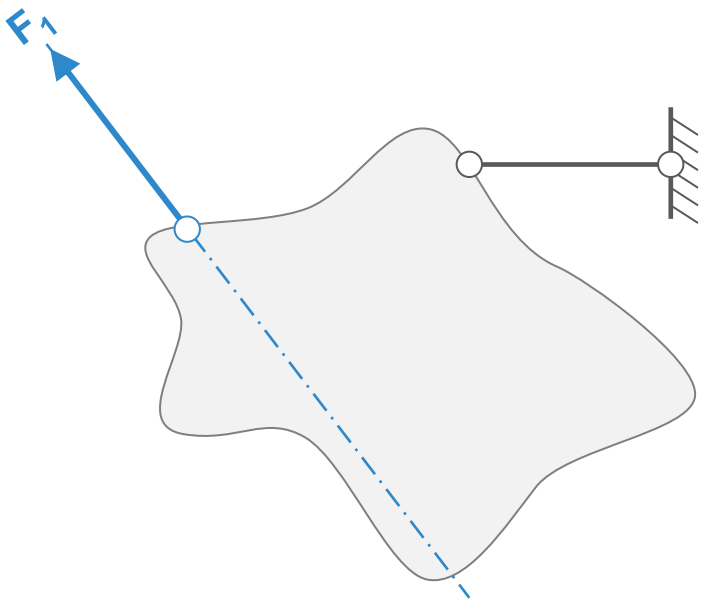
- Damit ein Körper sich unter einwirkenden Kräften im Gleichgewicht befindet, muss er festgehalten werden.
- In den Festhaltungen (**Lagern**) wirken gleichgewichtshaltende Kräfte.
- Die Lager müssen die 3 Freiheitsgrade in der Ebene unterdrücken.

Ebene Tragwerke | Lager



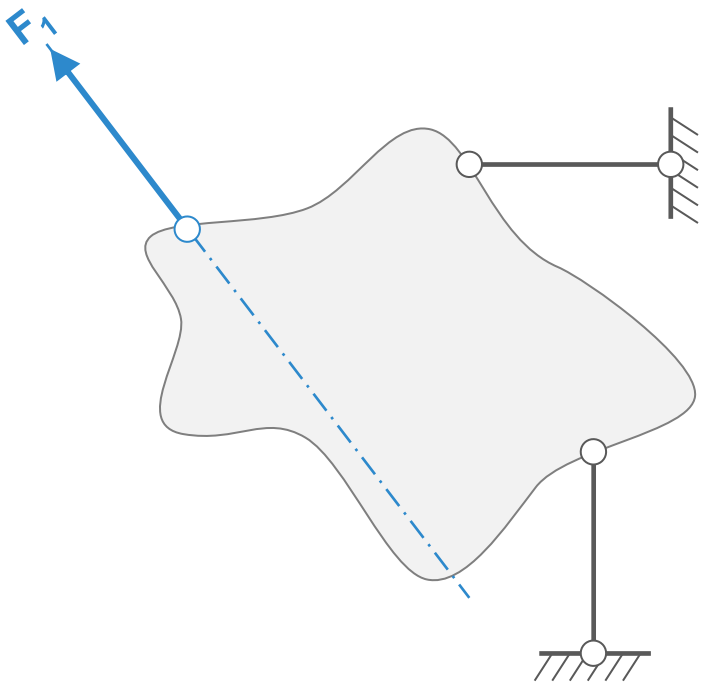
- Damit ein Körper sich unter einwirkenden Kräften im Gleichgewicht befindet, muss er festgehalten werden.
- In den Festhaltungen (**Lagern**) wirken gleichgewichtshaltende Kräfte.
- Die Lager müssen die 3 Freiheitsgrade in der Ebene unterdrücken.

Ebene Tragwerke | Lager



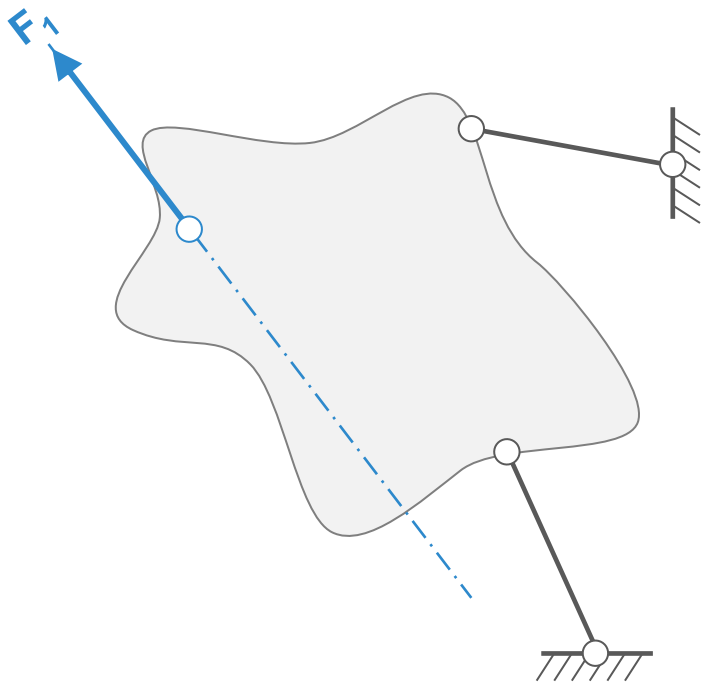
- Damit ein Körper sich unter einwirkenden Kräften im Gleichgewicht befindet, muss er festgehalten werden.
- In den Festhaltungen (**Lagern**) wirken gleichgewichtshaltende Kräfte.
- Die Lager müssen die 3 Freiheitsgrade in der Ebene unterdrücken.

Ebene Tragwerke | Lager



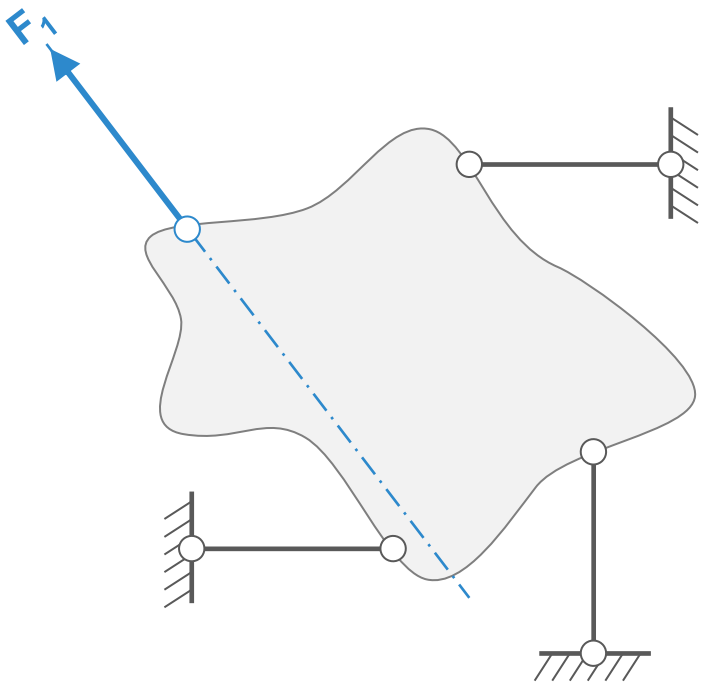
- Damit ein Körper sich unter einwirkenden Kräften im Gleichgewicht befindet, muss er festgehalten werden.
- In den Festhaltungen (**Lagern**) wirken gleichgewichtshaltende Kräfte.
- Die Lager müssen die 3 Freiheitsgrade in der Ebene unterdrücken.

Ebene Tragwerke | Lager



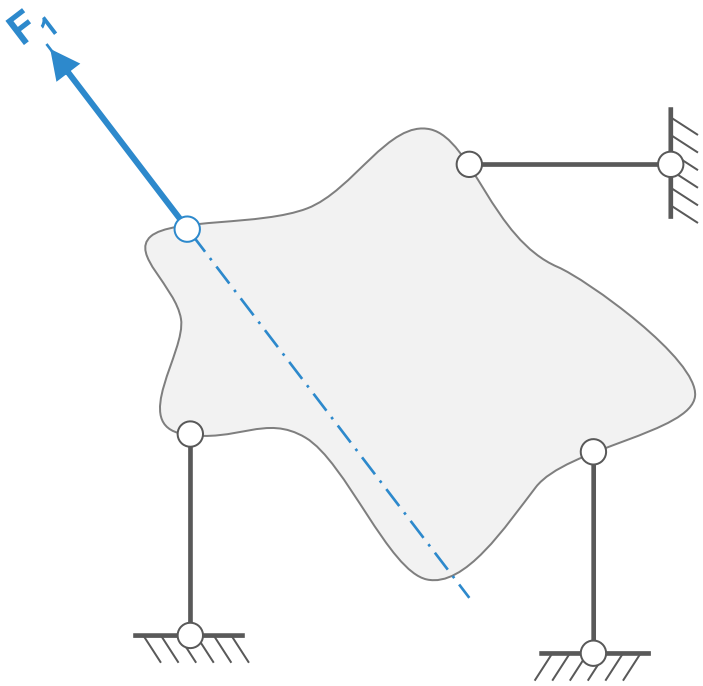
- Damit ein Körper sich unter einwirkenden Kräften im Gleichgewicht befindet, muss er festgehalten werden.
- In den Festhaltungen (**Lagern**) wirken gleichgewichtshaltende Kräfte.
- Die Lager müssen die 3 Freiheitsgrade in der Ebene unterdrücken.

Ebene Tragwerke | Lager



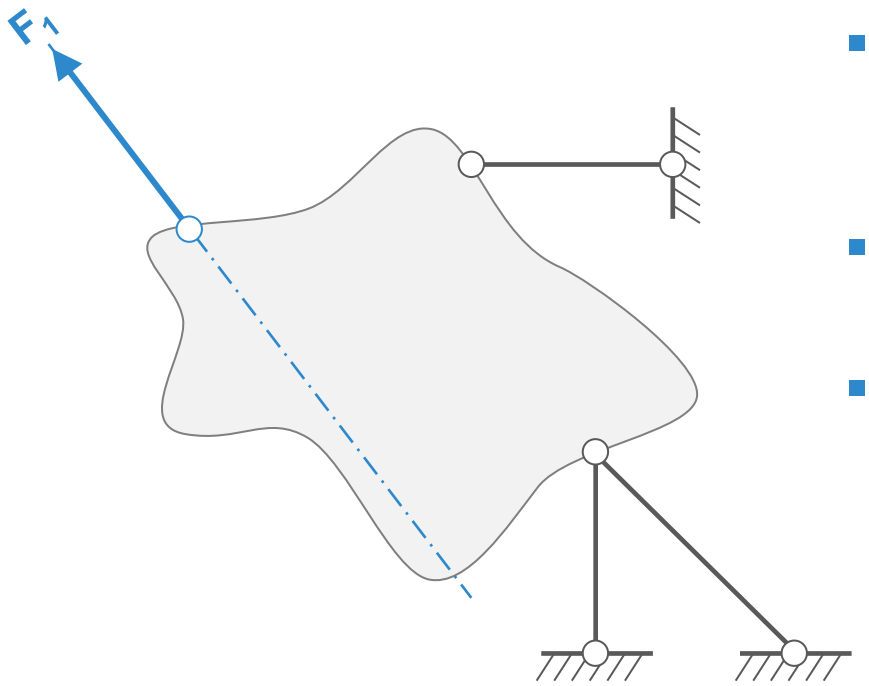
- Damit ein Körper sich unter einwirkenden Kräften im Gleichgewicht befindet, muss er festgehalten werden.
- In den Festhaltungen (**Lagern**) wirken gleichgewichtshaltende Kräfte.
- **Die Lager müssen die 3 Freiheitsgrade in der Ebene unterdrücken.**

Ebene Tragwerke | Lager



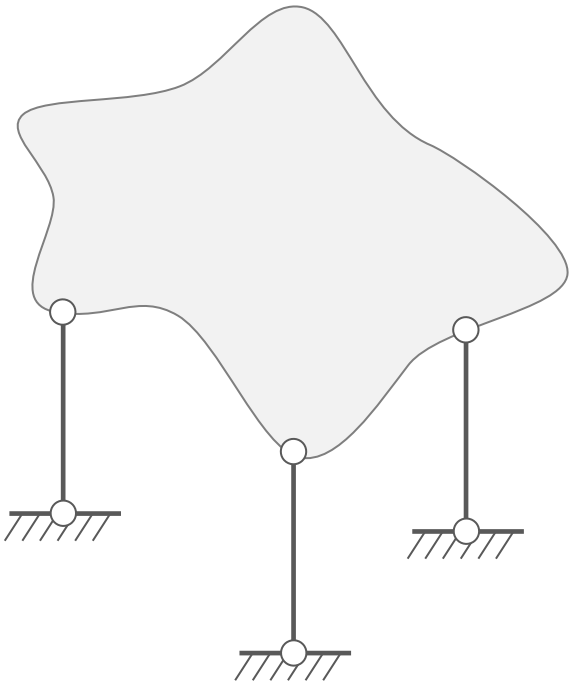
- Damit ein Körper sich unter einwirkenden Kräften im Gleichgewicht befindet, muss er festgehalten werden.
- In den Festhaltungen (**Lagern**) wirken gleichgewichtshaltende Kräfte.
- **Die Lager müssen die 3 Freiheitsgrade in der Ebene unterdrücken.**

Ebene Tragwerke | Lager



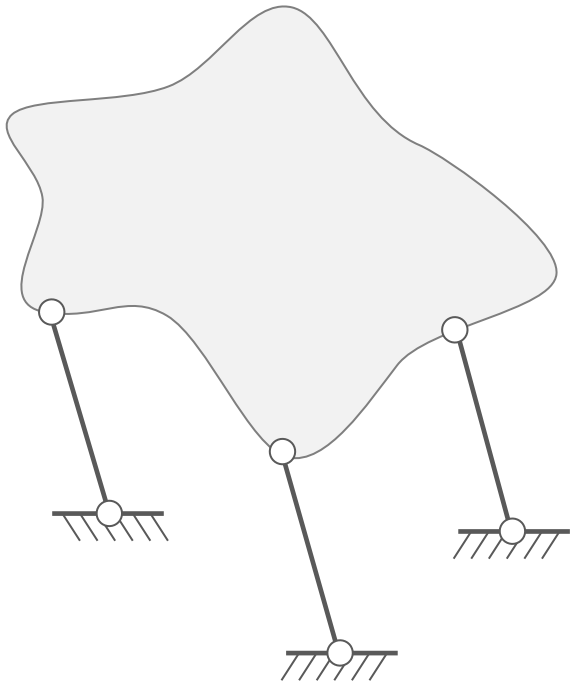
- Damit ein Körper sich unter einwirkenden Kräften im Gleichgewicht befindet, muss er festgehalten werden.
- In den Festhaltungen (**Lagern**) wirken gleichgewichtshaltende Kräfte.
- **Die Lager müssen die 3 Freiheitsgrade in der Ebene unterdrücken.**

Ebene Tragwerke | Lager



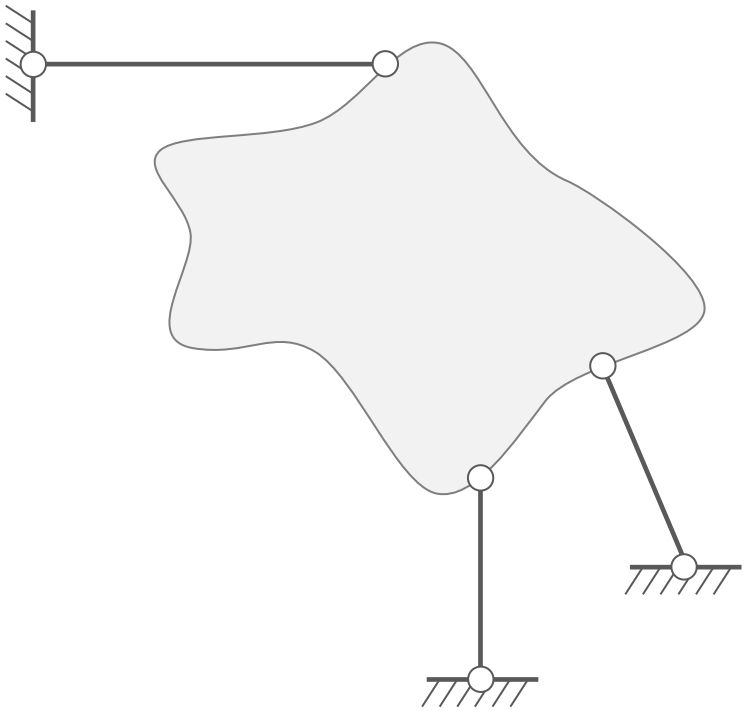
- Damit ein Körper sich unter einwirkenden Kräften im Gleichgewicht befindet, muss er festgehalten werden.
- In den Festhaltungen (**Lagern**) wirken gleichgewichtshaltende Kräfte.
- Die Lager müssen die 3 Freiheitsgrade in der Ebene unterdrücken.
- Ausnahme:
  - Wirkungslinien der 3 Lager nicht parallel

Ebene Tragwerke | Lager



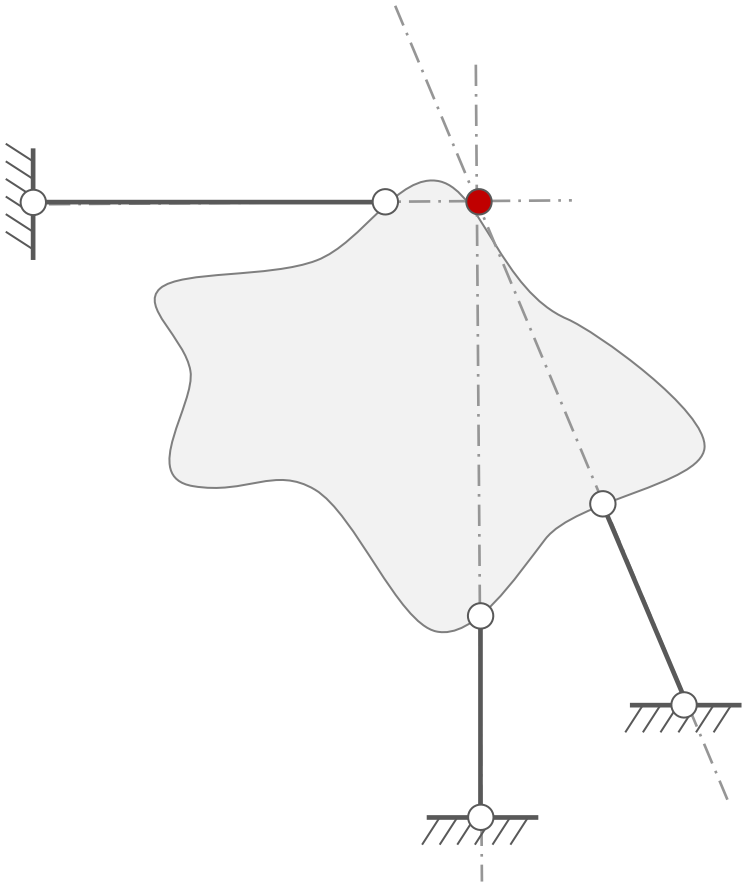
- Damit ein Körper sich unter einwirkenden Kräften im Gleichgewicht befindet, muss er festgehalten werden.
- In den Festhaltungen (**Lagern**) wirken gleichgewichtshaltende Kräfte.
- Die Lager müssen die 3 Freiheitsgrade in der Ebene unterdrücken.
- Ausnahme:
  - Wirkungslinien der 3 Lager nicht parallel

Ebene Tragwerke | Lager



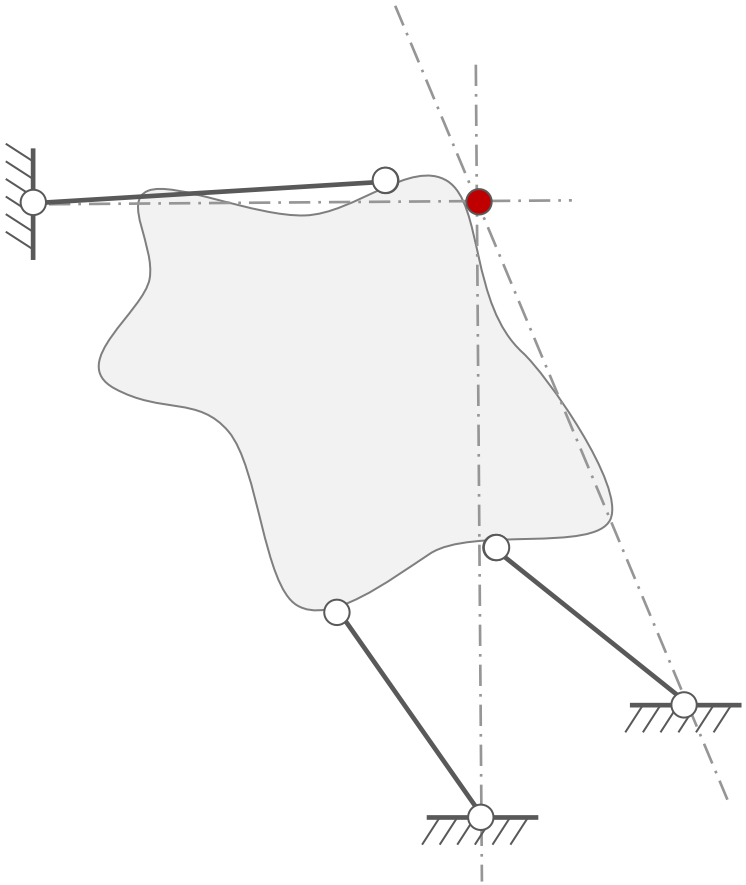
- Damit ein Körper sich unter einwirkenden Kräften im Gleichgewicht befindet, muss er festgehalten werden.
- In den Festhaltungen (**Lagern**) wirken gleichgewichtshaltende Kräfte.
- Die Lager müssen die 3 Freiheitsgrade in der Ebene unterdrücken.
- Ausnahme:
  - Wirkungslinien der 3 Lager nicht parallel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

Ebene Tragwerke | Lager



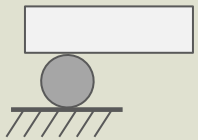
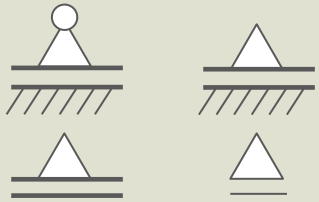
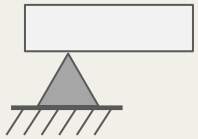
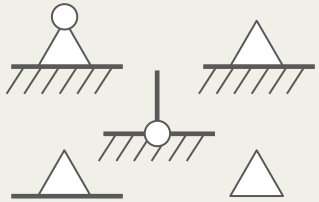
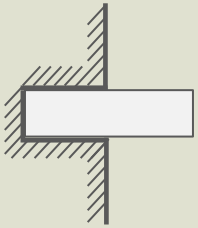
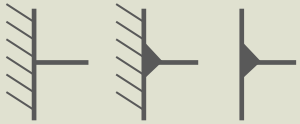
- Damit ein Körper sich unter einwirkenden Kräften im Gleichgewicht befindet, muss er festgehalten werden.
- In den Festhaltungen (**Lagern**) wirken gleichgewichtshaltende Kräfte.
- Die Lager müssen die 3 Freiheitsgrade in der Ebene unterdrücken.
- Ausnahme:
  - Wirkungslinien der 3 Lager nicht parallel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

Ebene Tragwerke | Lager

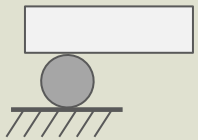
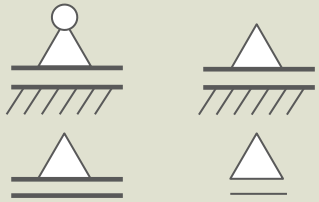


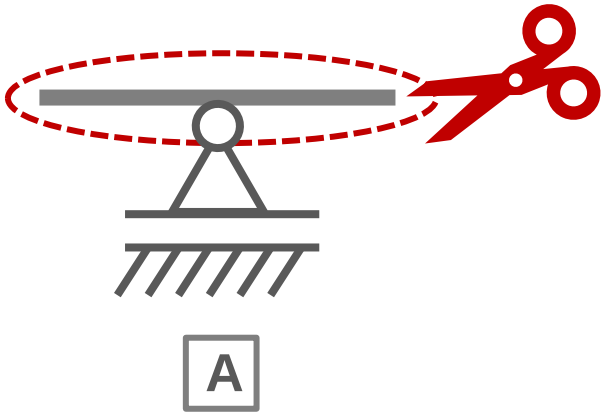
- Damit ein Körper sich unter einwirkenden Kräften im Gleichgewicht befindet, muss er festgehalten werden.
- In den Festhaltungen (**Lagern**) wirken gleichgewichtshaltende Kräfte.
- Die Lager müssen die 3 Freiheitsgrade in der Ebene unterdrücken.
- Ausnahme:
  - Wirkungslinien der 3 Lager nicht parallel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

Ebene Tragwerke | Lager

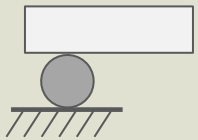
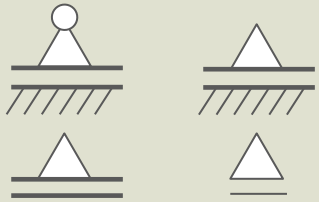
Prinzip	Bezeichnung	Symbole	Bewegungs-möglichkeit	Freiheits-grade	Anzahl Reaktionen
	Loslager, Gleitlager		Verschiebung in 1 Achse und 1 Verdrehung	2	1 („1-wertiges Lager“)
	Festlager		1 Verdrehung	1	2 („2-wertiges Lager“)
	Einspannung		keine	0	3 („3-wertiges Lager“)

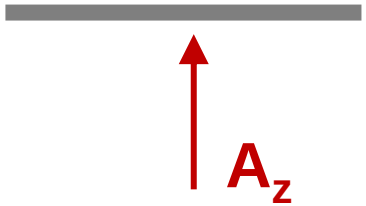
Ebene Tragwerke | Loslager

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

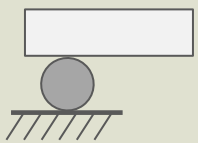
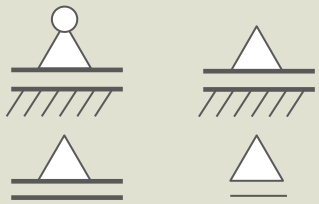


Ebene Tragwerke | Lager

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

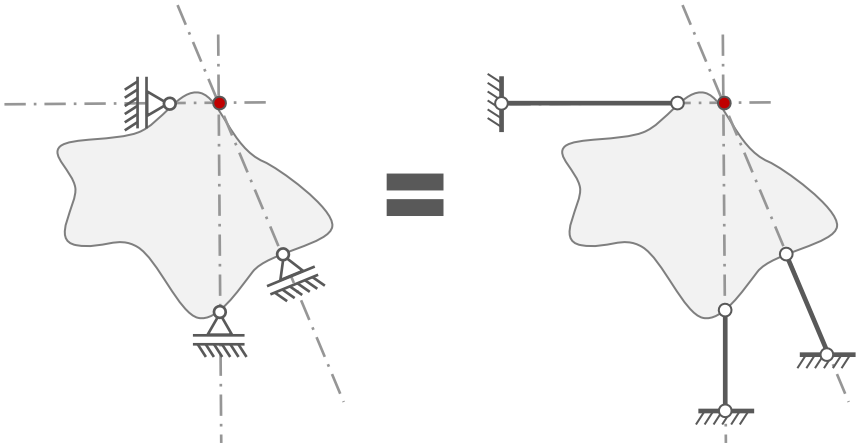


Ebene Tragwerke | Loslager

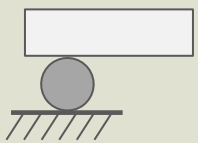
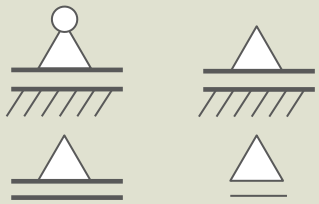
Prinzip	Bezeichnung	Symbole	Bewegungs-möglichkeit	Freiheits-grade	Anzahl Reaktionen
	Loslager, Gleitlager		Verschiebung in 1 Achse und 1 Verdrehung	2	1 („1-wertiges Lager“)

Hinweis

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

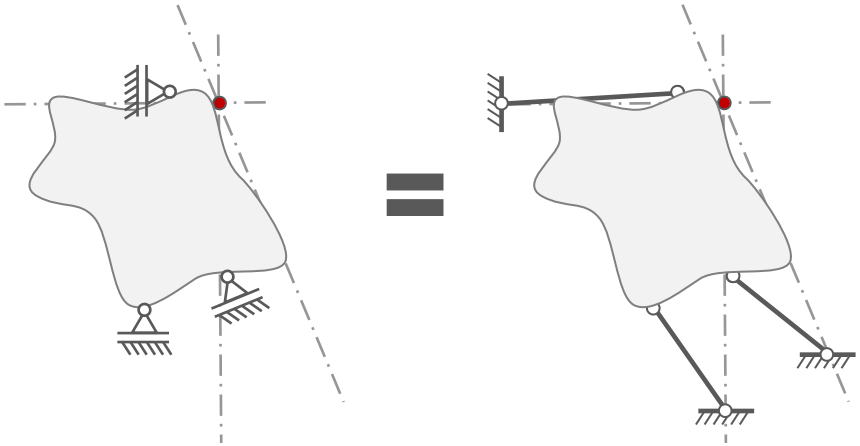


Ebene Tragwerke | Loslager

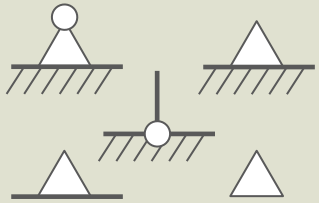
Prinzip	Bezeichnung	Symbole	Bewegungs-möglichkeit	Freiheits-grade	Anzahl Reaktionen
	Loslager, Gleitlager		Verschiebung in 1 Achse und 1 Verdrehung	2	1 („1-wertiges Lager“)

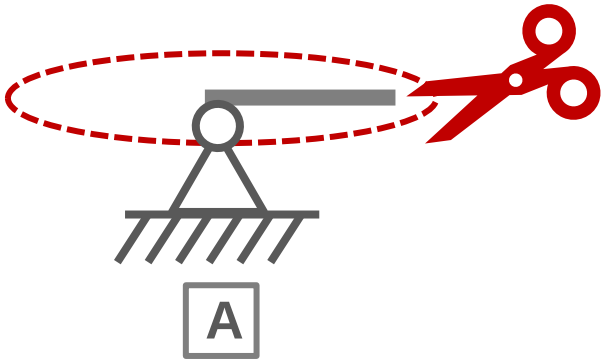
Hinweis

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

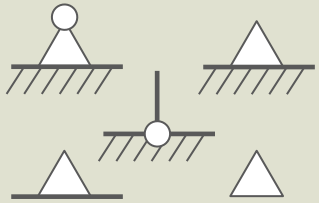


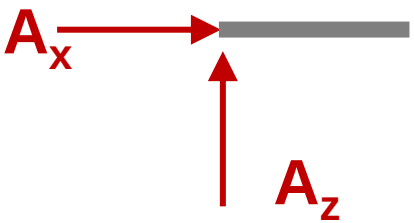
Ebene Tragwerke | Festlager

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

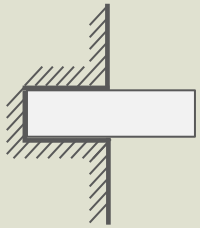
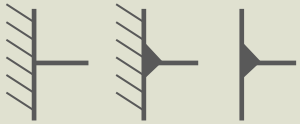


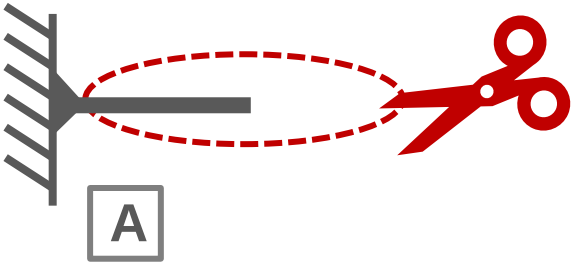
Ebene Tragwerke | Festlager

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

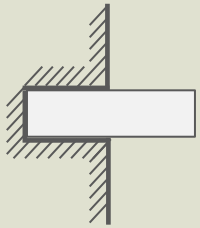
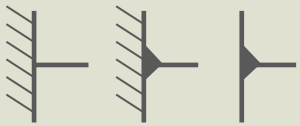


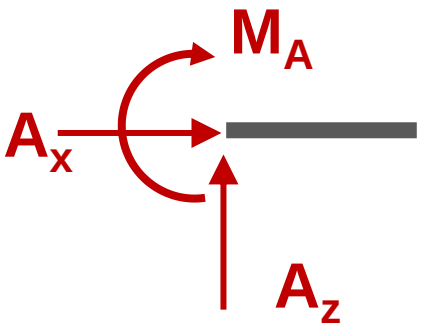
Ebene Tragwerke | Einspannung

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

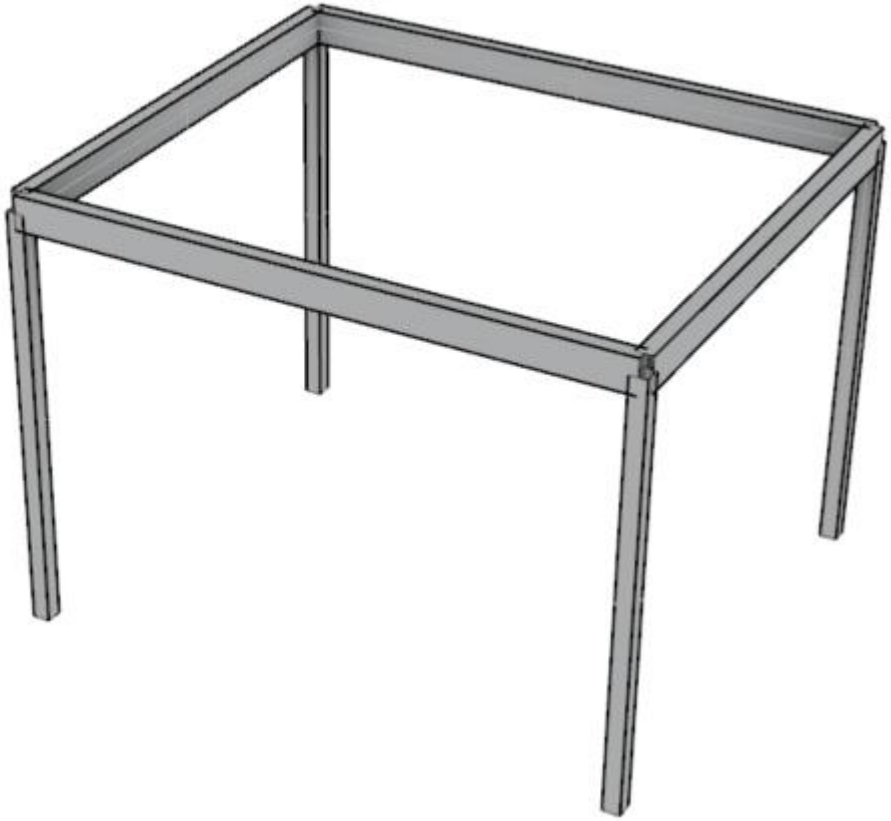


Ebene Tragwerke | Einspannung

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



Räumliche Tragwerke | Herleitung Aussteifung



Räumliche Tragwerke | Herleitung Aussteifung

Ausbildung einer Scheibe

z.b. durch

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

Räumliche Tragwerke | Herleitung Aussteifung

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

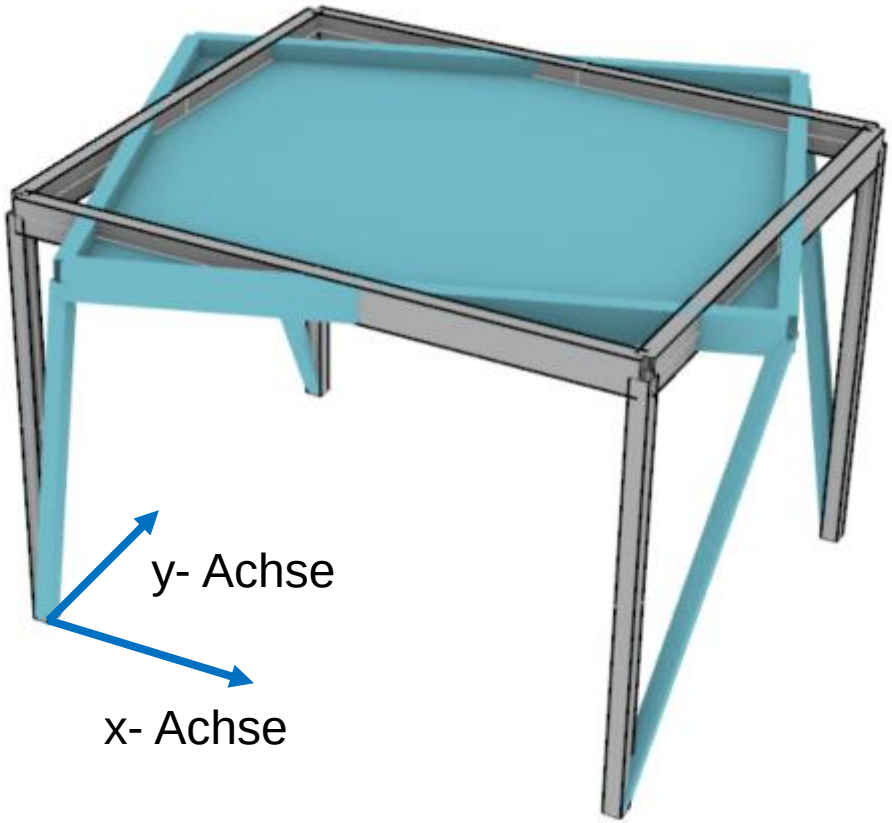
Räumliche Tragwerke | Herleitung Aussteifung

Räumliche Tragwerke | Herleitung Aussteifung

Räumliche Tragwerke | Herleitung Aussteifung

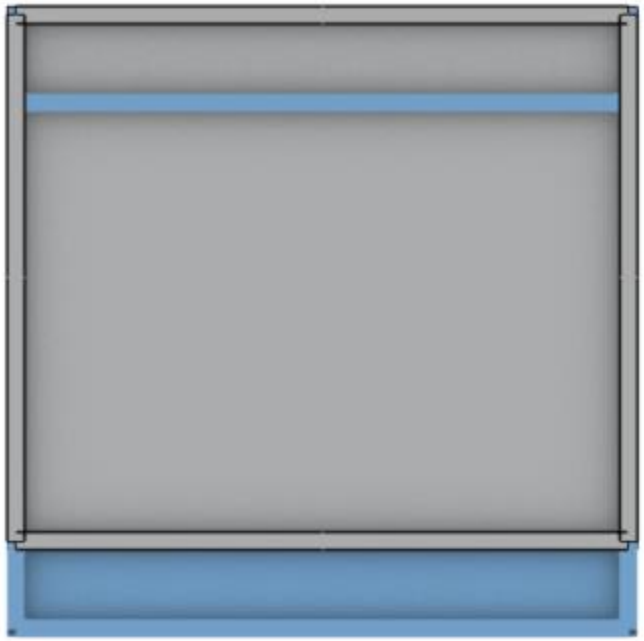
Räumliche Tragwerke | Herleitung Aussteifung

Betrachtung der „Geschosse“ in x-y-Ebene

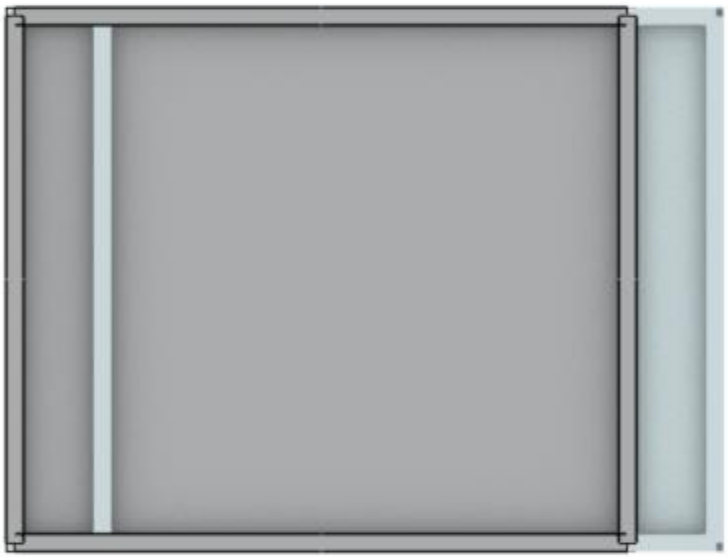


Betrachtung der Ebenen in x-y-Ebene

Betrachtung der Ebenen in x-y-Ebene



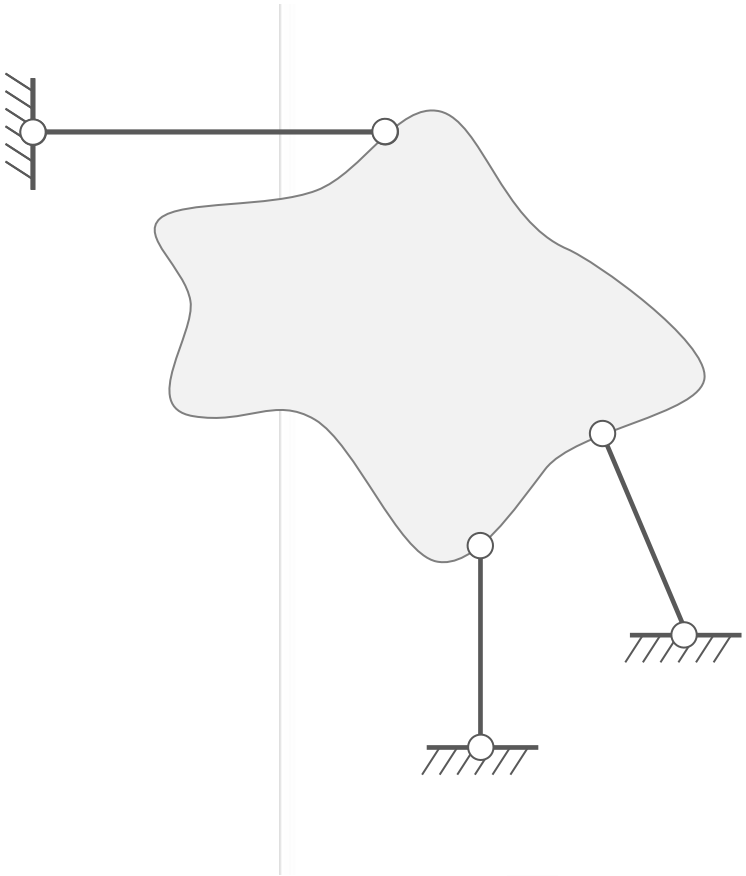
Betrachtung der Ebenen in x-y-Ebene

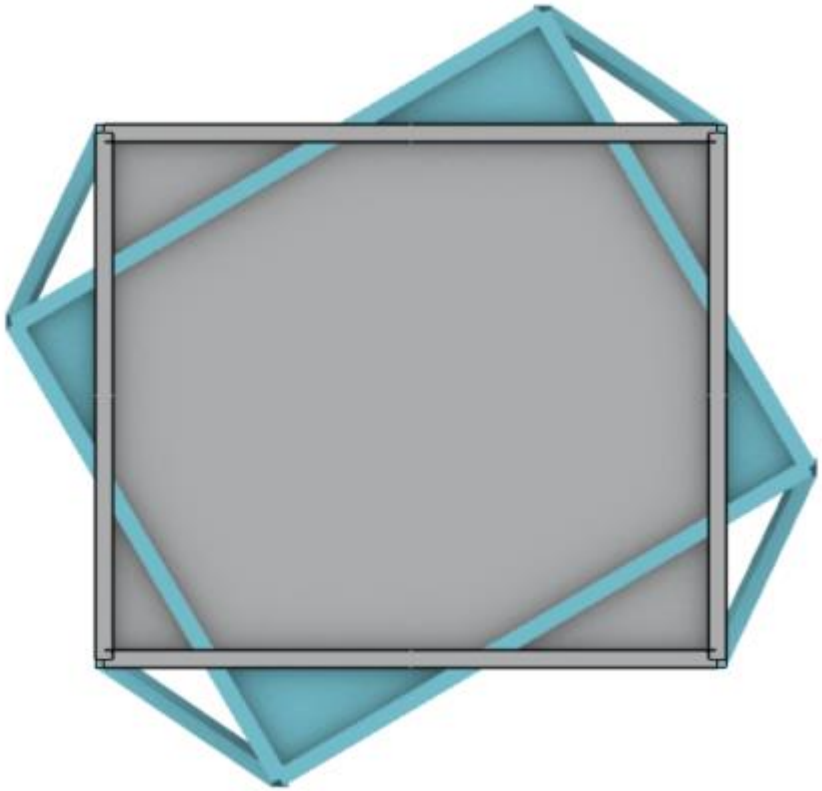


Räumliche Tragwerke | Herleitung Aussteifung

Betrachtung der Ebenen in x-y-Ebene

= Betrachtung am ebenen System





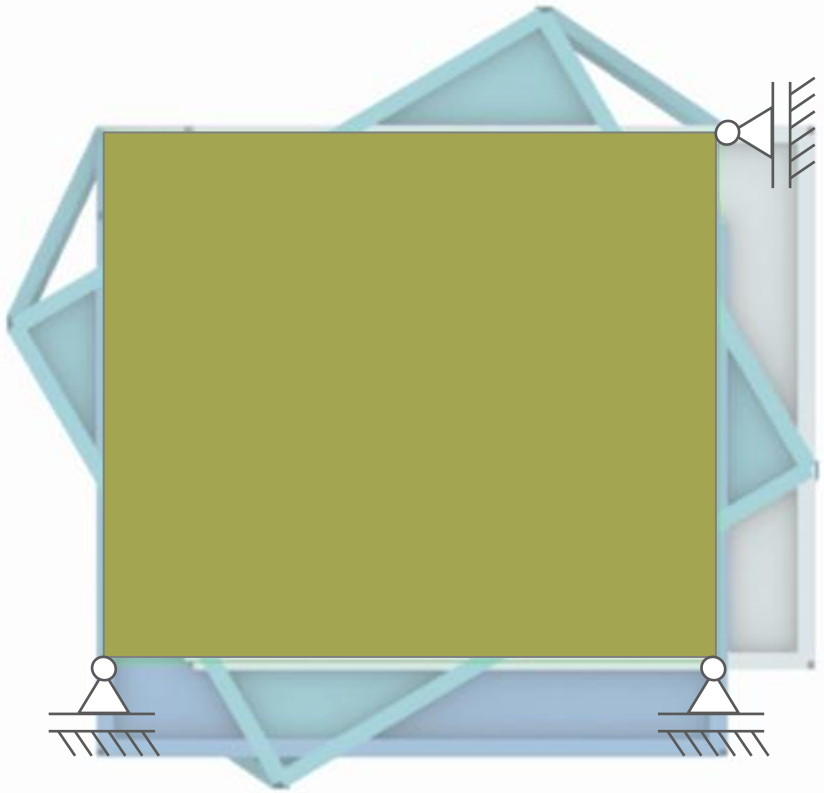
Räumliche Tragwerke | Herleitung Aussteifung

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



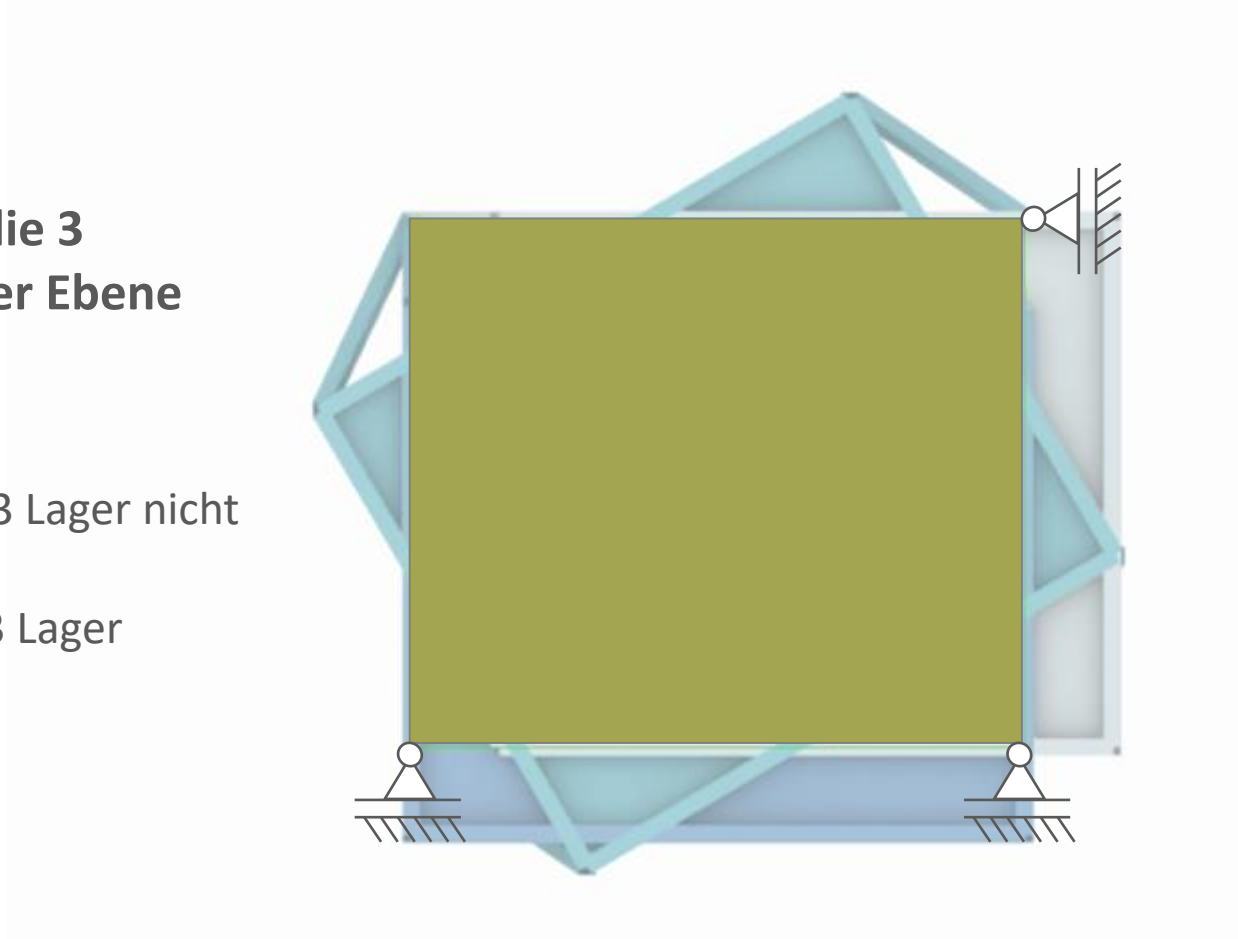
Räumliche Tragwerke | Herleitung Aussteifung

Betrachtung der Ebenen in x-y-Ebene

= Betrachtung am ebenen System

- **Die Lager müssen die 3 Freiheitsgrade in der Ebene unterdrücken.**
- **Ausnahme:**

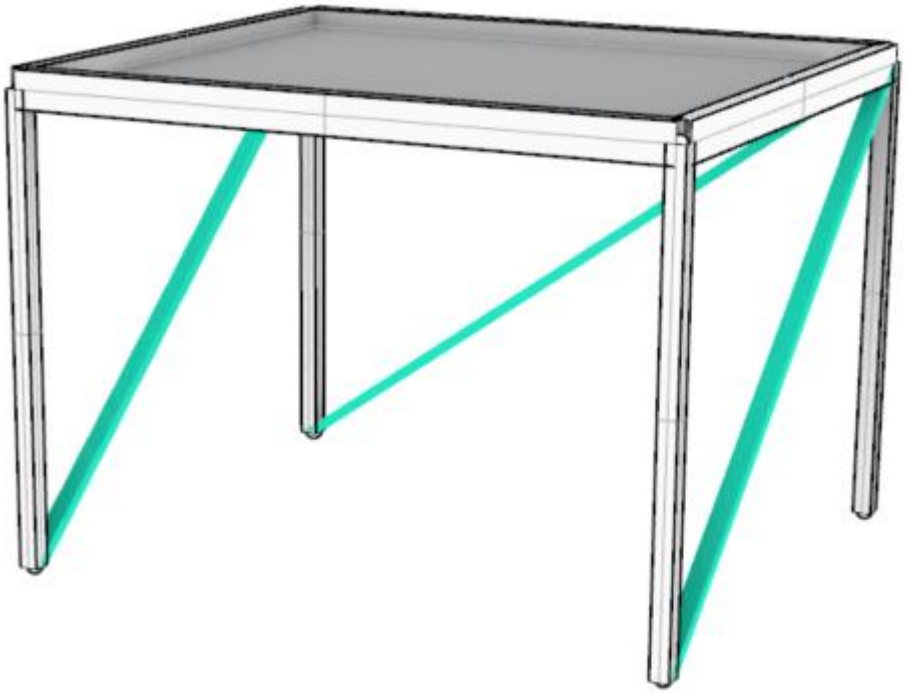
  - Wirkungslinien der 3 Lager nicht parallel
  - Wirkungslinien der 3 Lager schneiden sich nicht in einem Punkt



Betrachtung der Ebenen in x-y-Ebene

Die Lager einer „Geschossebene“ entsprechen im räumlichen System

- **Wänden**
- **Aussteifungsverbänden**



Beispiel 4.1 – Gelenkige Lager / Gleichstreckenlast

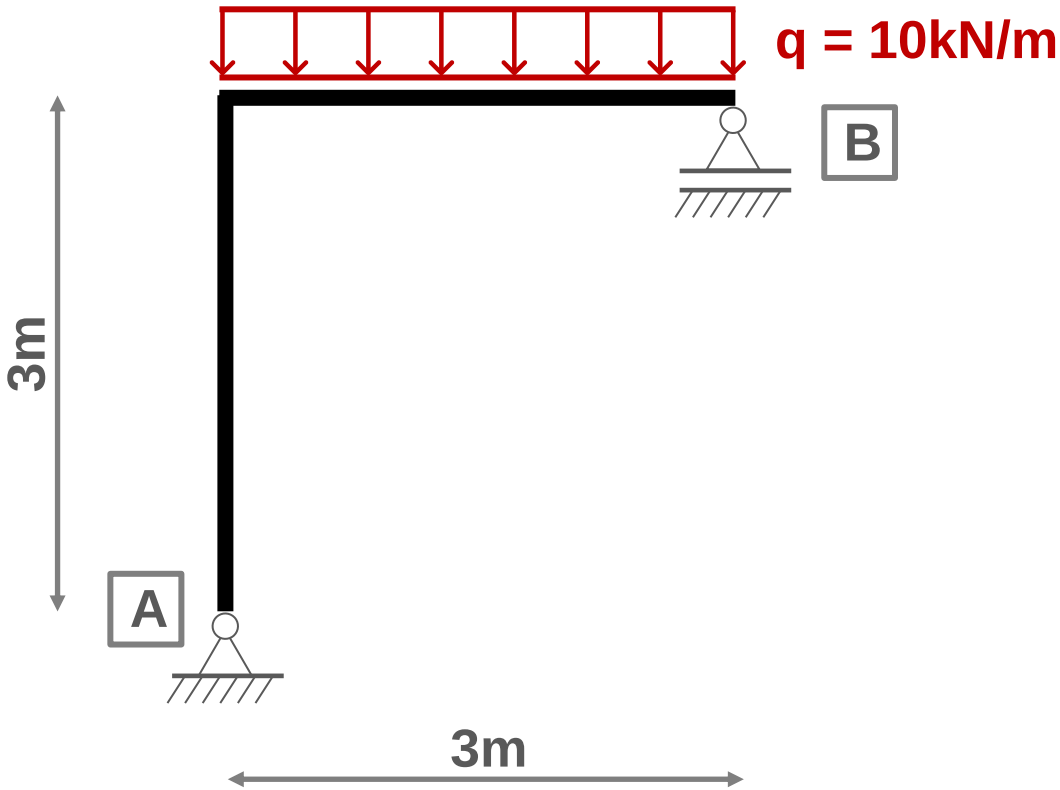
© https://www.gygertreppen.ch/de/metallbau/vordaecher/Vordach-mit-Stuetzen-07

Ebene Tragwerke | Lager / Lasten

Beispiel 4.1 – Gelenkige Lager / Gleichstreckenlast

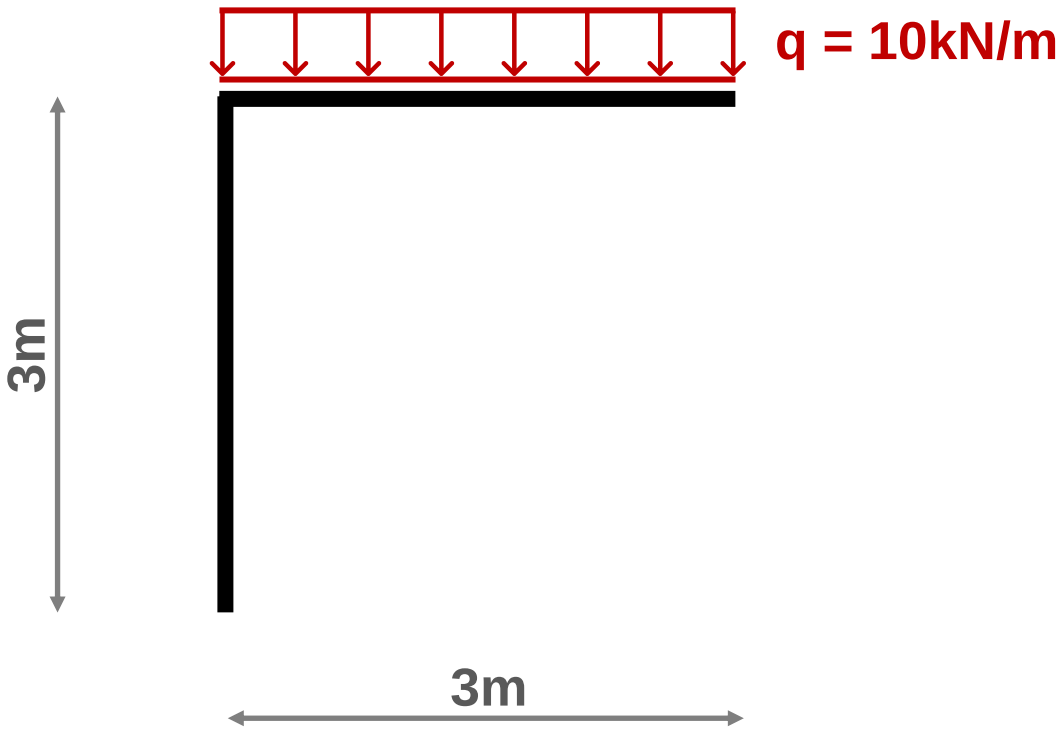
Ebene Tragwerke | Lager / Lasten

Beispiel 4.1 – Gelenkige Lager / Gleichstreckenlast

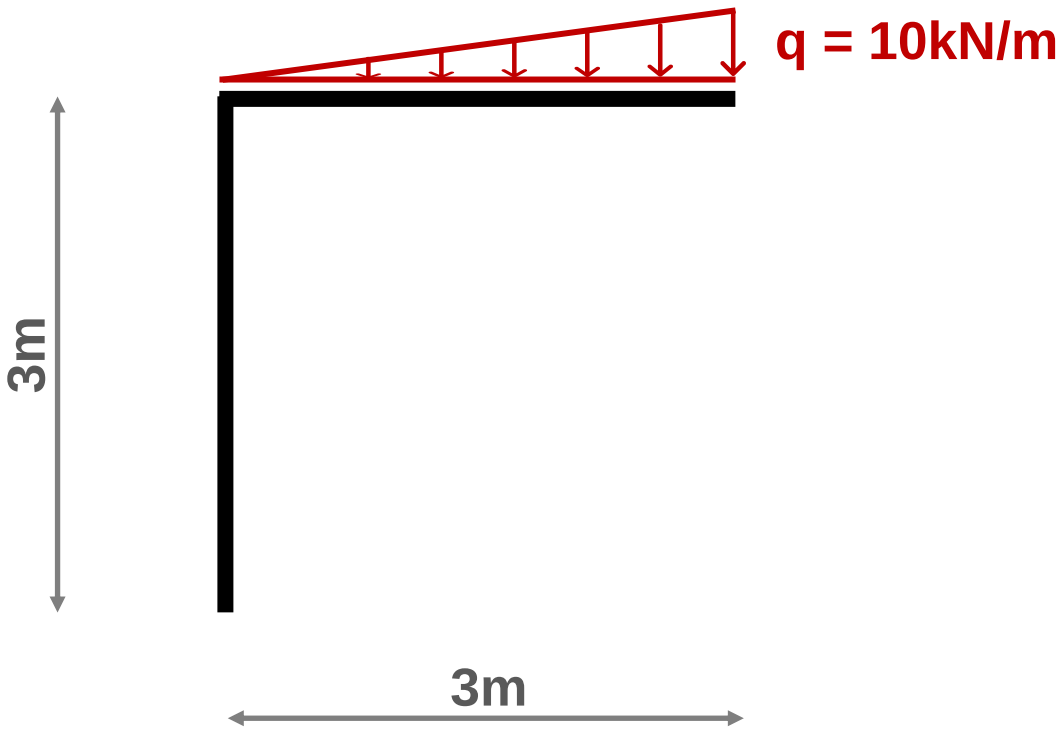


Ebene Tragwerke | Lager / Lasten

Beispiel 4.1 – Gelenkige Lager / Gleichstreckenlast



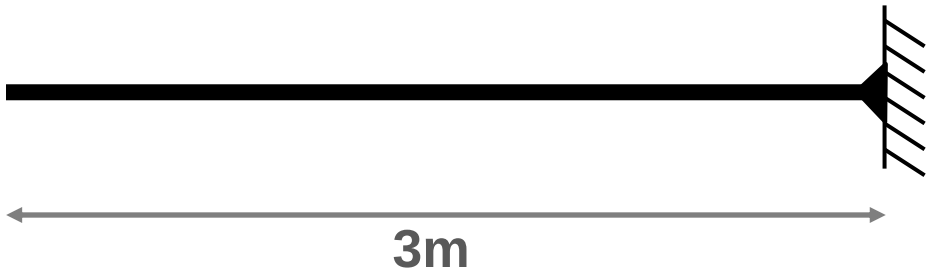
Beispiel 4.2 – Gelenkige Lager / Dreieckslast



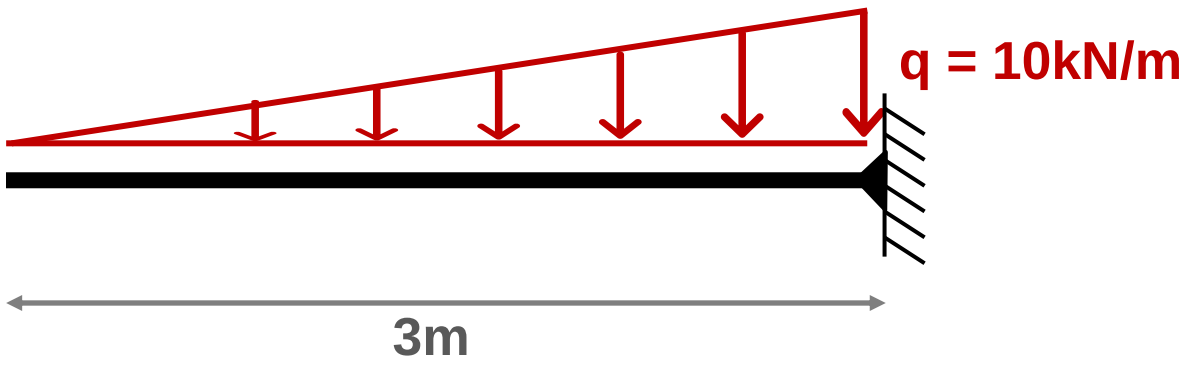
Beispiel 4.3 – Einspannung / Dreickslast

Beispiel 4.3 – Einspannung / Dreickslast

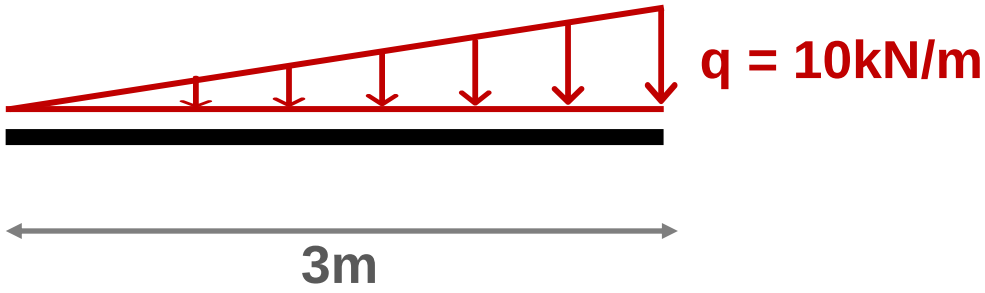
Beispiel 4.3 – Einspannung / Dreickslast



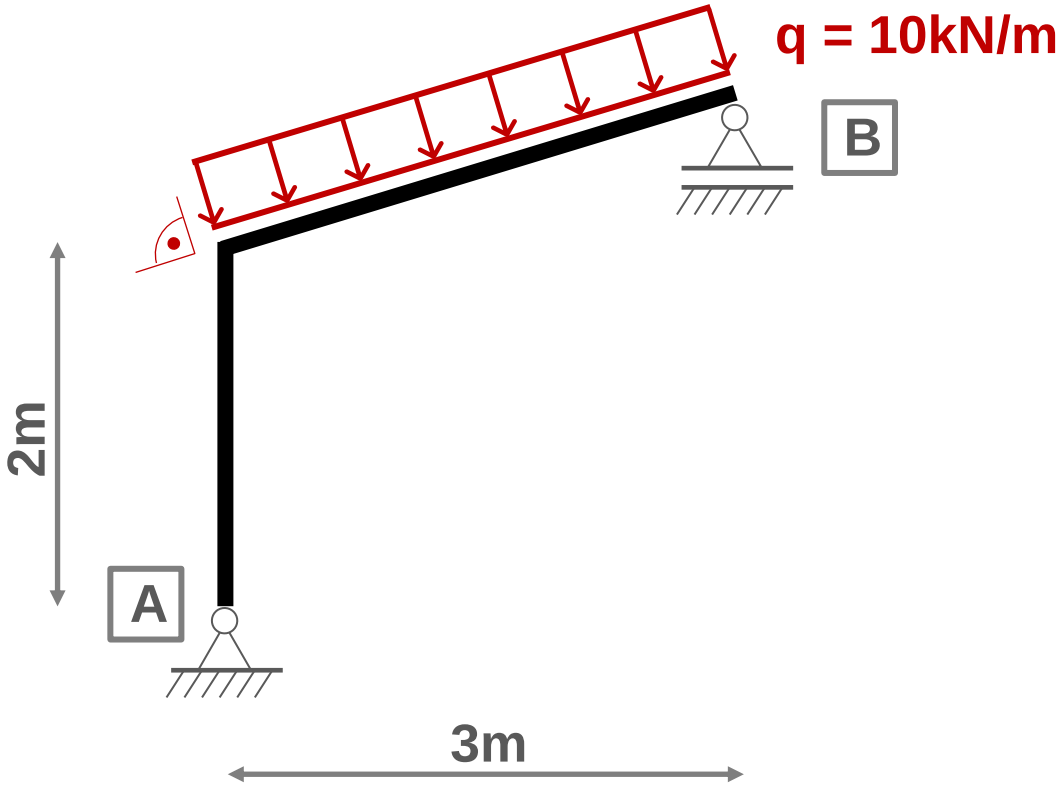
Beispiel 4.3 – Einspannung / Dreickslast



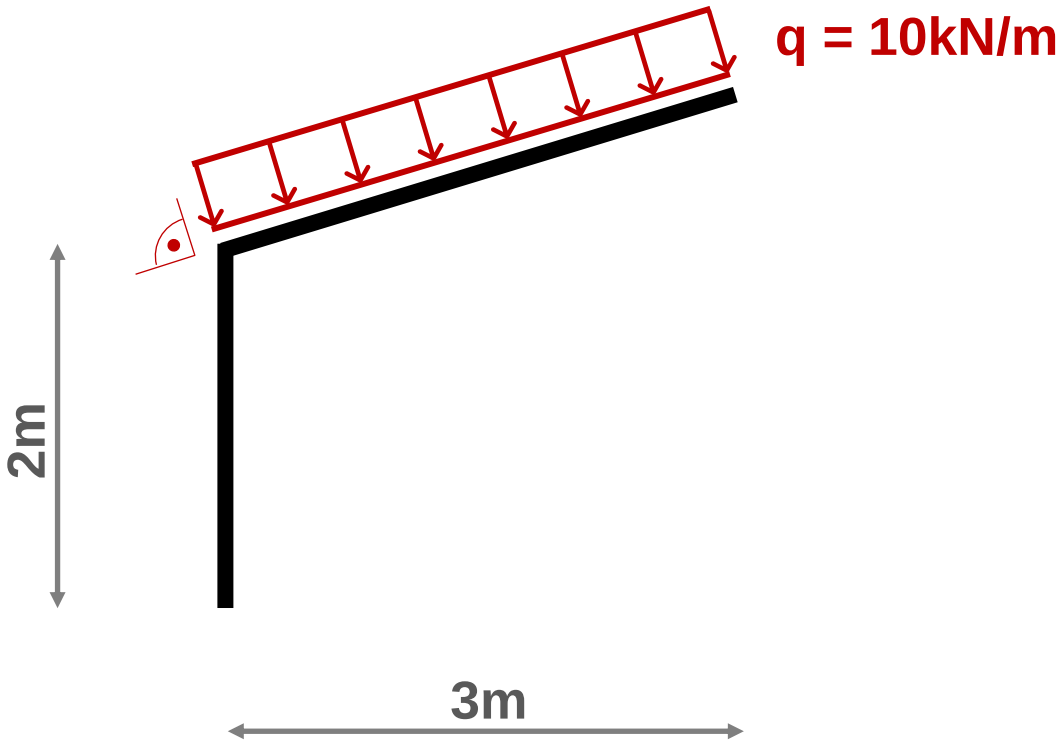
Beispiel 4.3 – Einspannung / Dreickslast



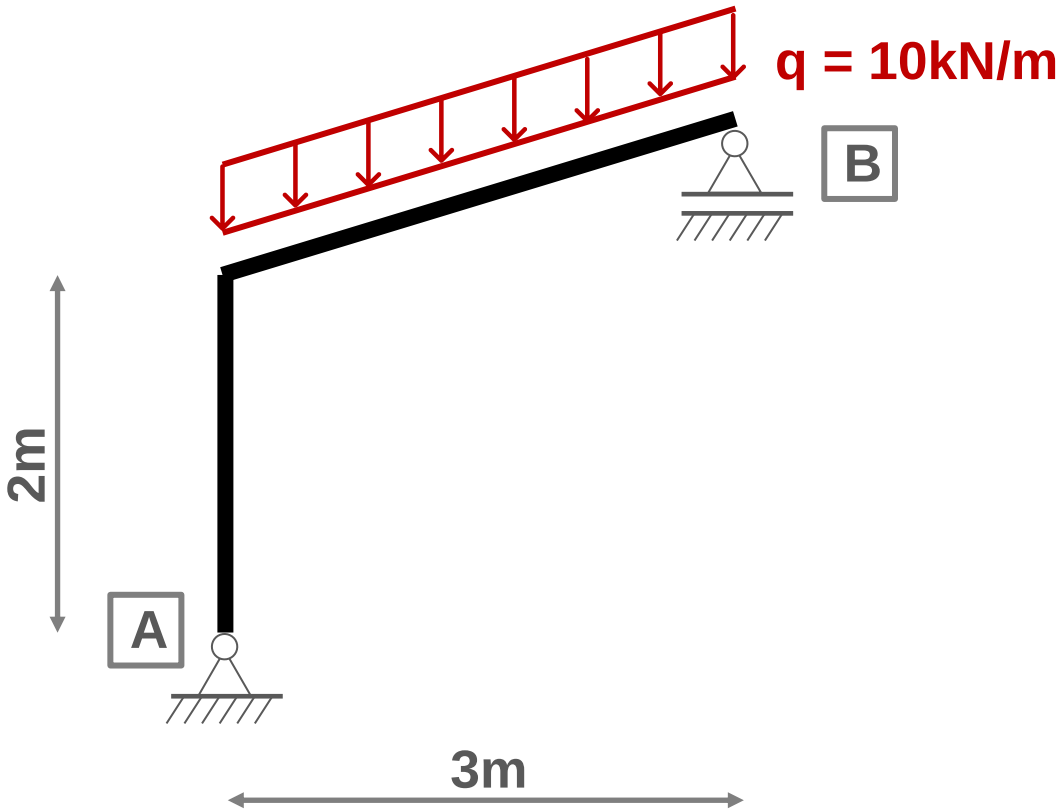
Beispiel 4.4 – Streckenlasten auf schrägen Stäben



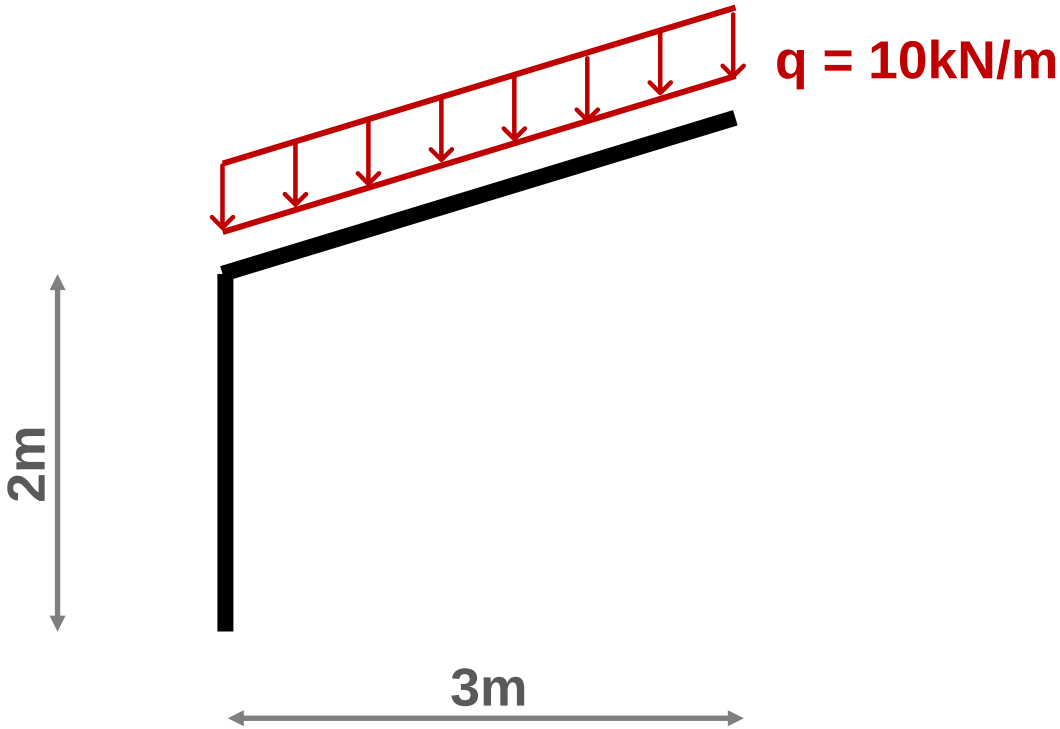
Beispiel 4.4 – Streckenlasten auf schrägen Stäben



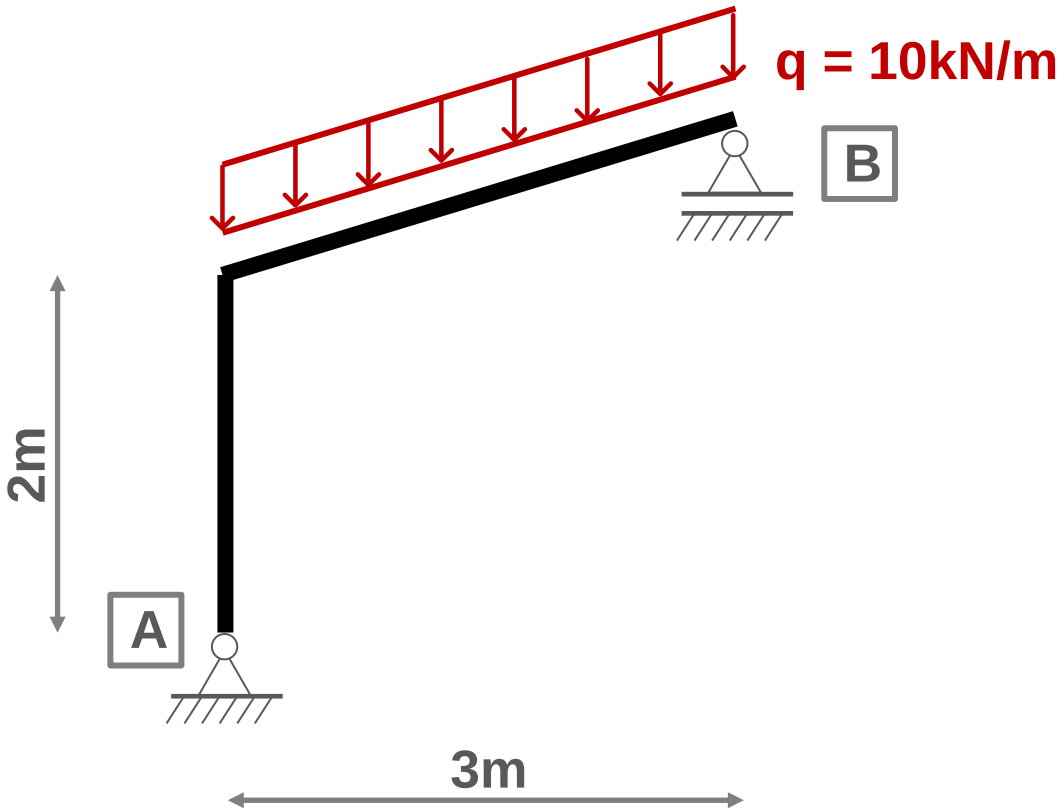
Beispiel 4.5 – Streckenlasten auf schrägen Stäben



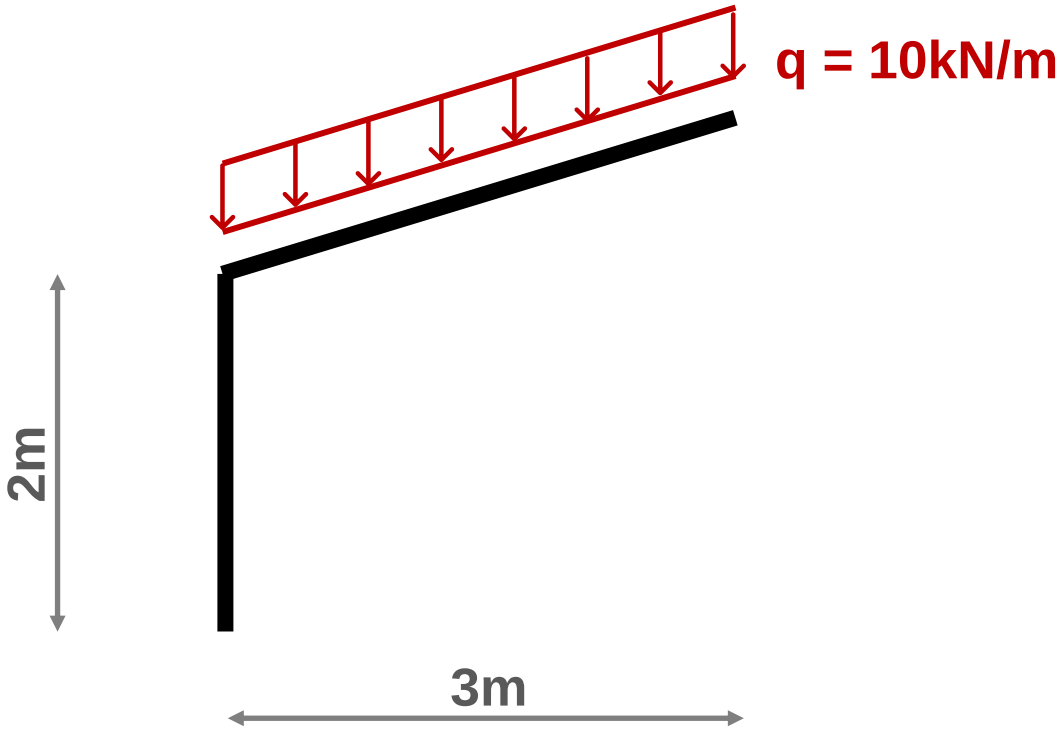
Beispiel 4.5 – Streckenlasten auf schrägen Stäben



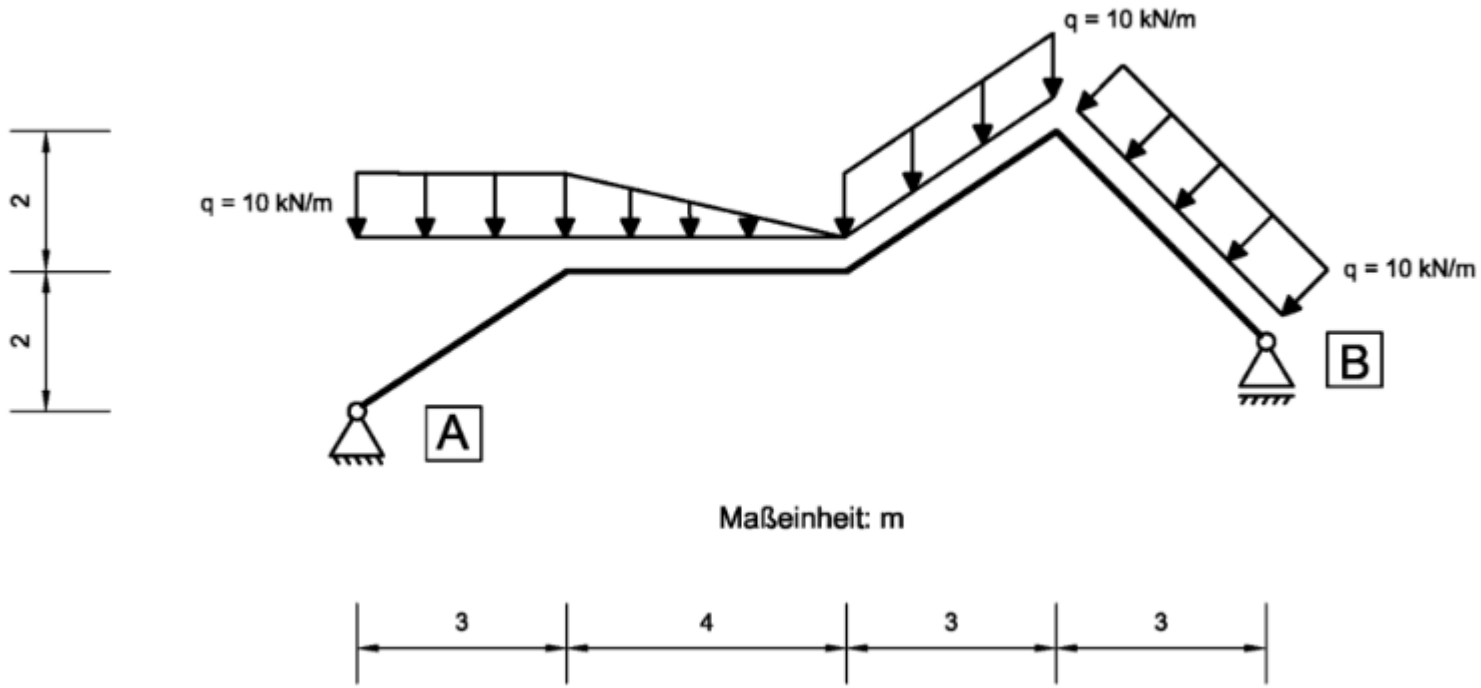
Beispiel 4.5 – Streckenlasten auf schrägen Stäben



Beispiel 4.5 – Streckenlasten auf schrägen Stäben

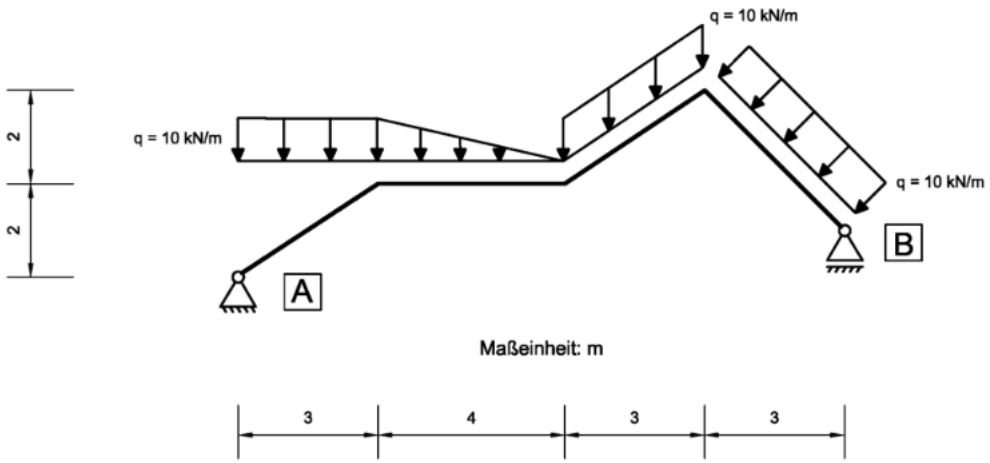


Beispiel 4.6 – Verschiedene Lasten in einem System



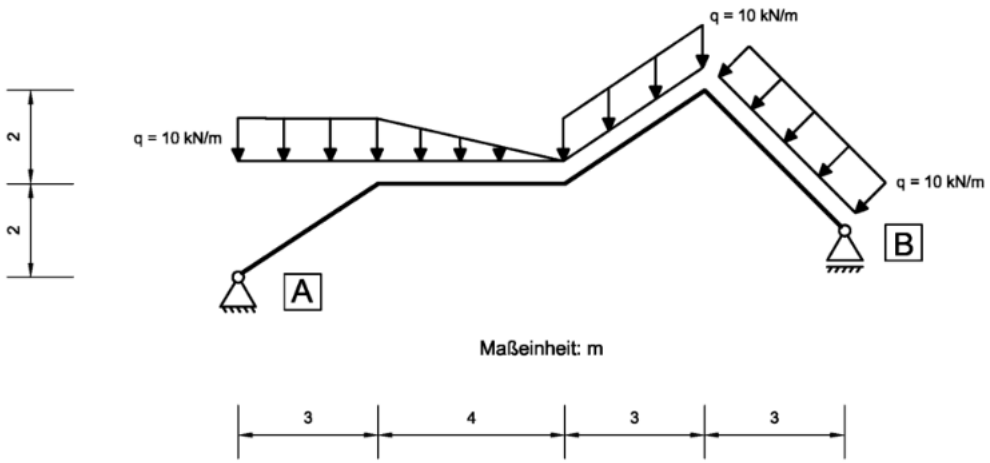
Ebene Tragwerke | Lager / Lasten

Beispiel 4.6 – Verschiedene Lasten in einem System

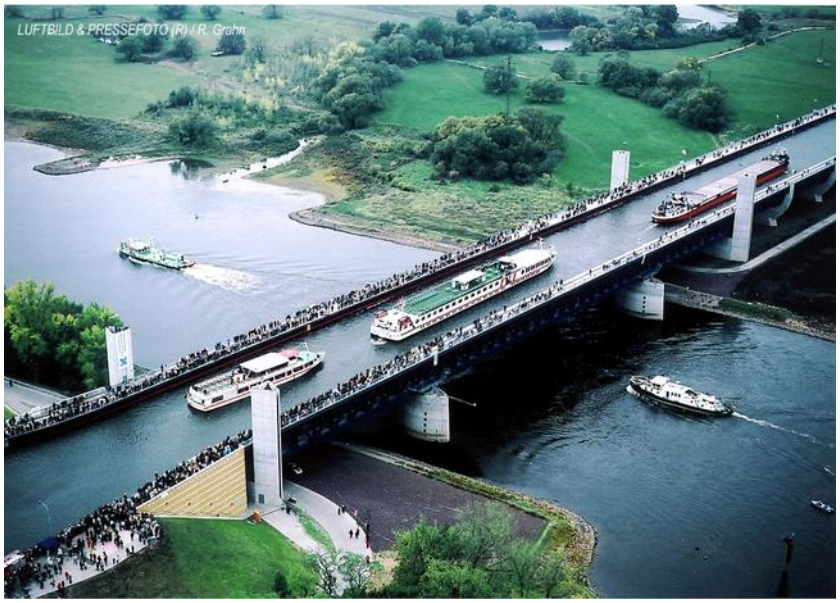
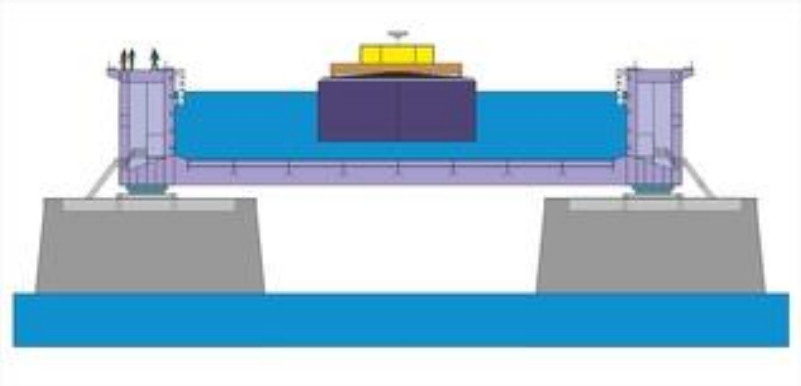


Ebene Tragwerke | Lager / Lasten

Beispiel 4.6 – Verschiedene Lasten in einem System



Lastermittlung Beispiel | Wasserdruck

Beispiel 4.7 – Kanalbrücke – Beispiel aus Vorlesung 1

Breite Kanalbrücke	25 m
Wasserhöhe	4,0 m
Spannweite zwischen Hauptpfeilern	40 m
Gewicht Stahlbau	300 kg/m²