



Diethard Thieme
Skripte
zur Baumechanik

Stabtragwerke

BM 14



Beide Tragwerke sind statisch bestimmt - aber eines der beiden Tragwerke darf auf keinen Fall gebaut werden !

Welches darf nicht gebaut werden ?

10 Kinematische Beweglichkeit statischer Systeme

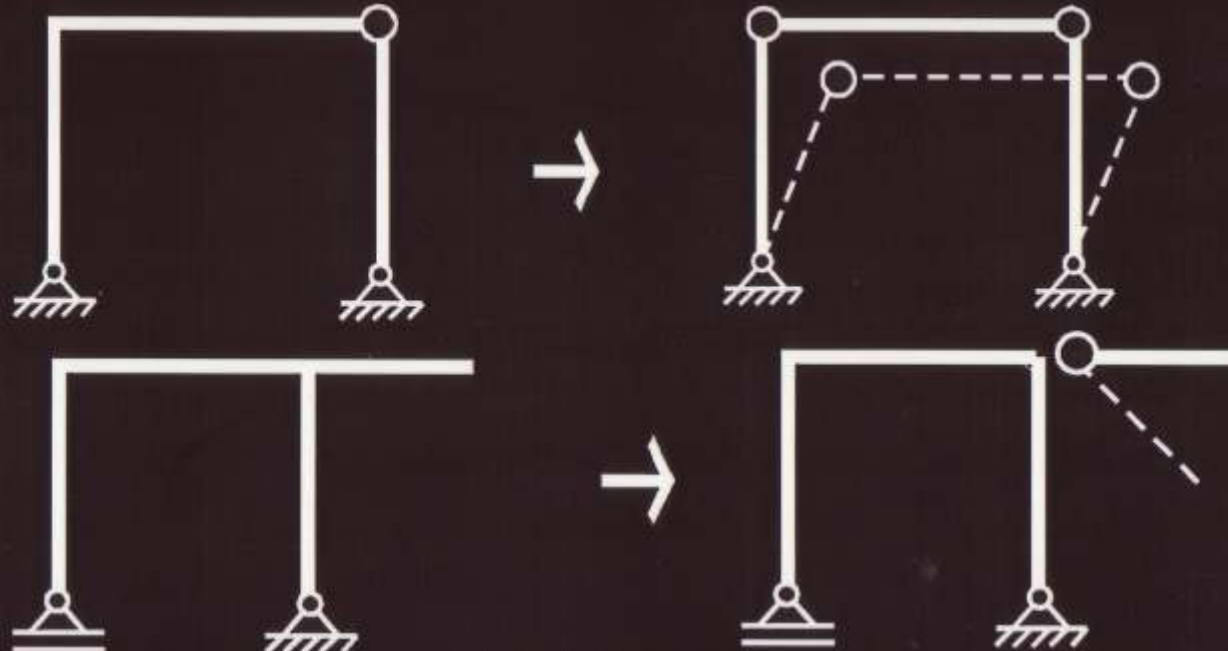
10.1 Polfigur an der kinematischen Kette

Das statisch bestimmte System ist i. a. unbeweglich, d. h. kinematisch starr.

Wenn am statisch bestimmten System eine Bindung entfernt wird, dann wird es beweglich → kinematische Kette.

Beispiele





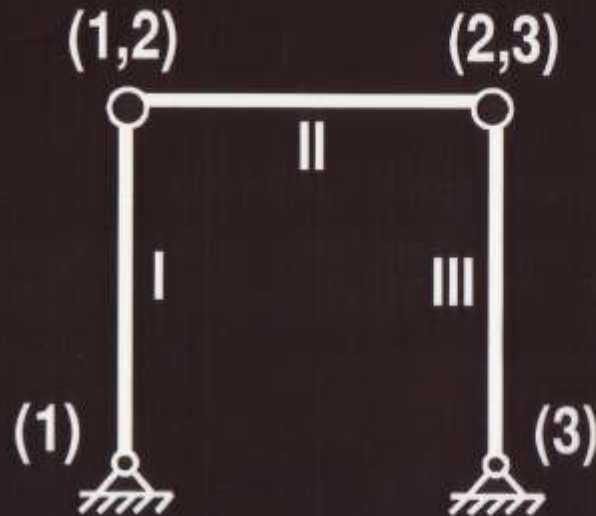
Es können auch nur einzelne Teile
eines Tragwerkes beweglich sein.

Die kinematische Kette führt nach dem Anstoßen eine
zwangsläufige Bewegung aus. Dabei drehen sich die
einzelnen Scheiben um bestimmte Punkte: Hauptpole (HP).
Um die Hauptpole findet eine Absolutdrehung statt.

Außerdem gibt es Punkte, um die eine Relativedrehung
stattfindet: Nebenpole (NP).

Haupt- und Nebenpole bilden die Polfigur.

Beispiel (für eine Polfigur)



Das Suchen der
Polfigur ist eine
wichtige Aufgabe
(dafür gibt es Regeln) !

(1) = HP der Scheibe I
(2) = HP der Scheibe II
(nicht angegeben)
(3) = HP der Scheibe III

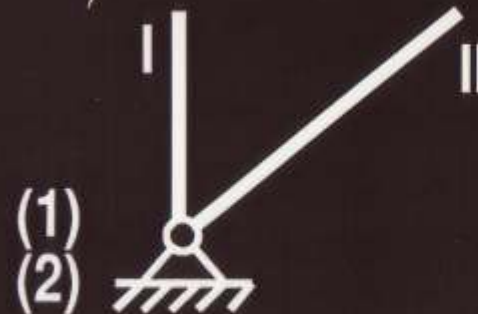
(1,2) = NP der Scheiben I und II
(2,3) = NP der Scheiben II und III
(1,3) = NP der Scheiben I und III
(nicht angegeben)

(1,2) = (2,1) , (2,3) = (3,2)

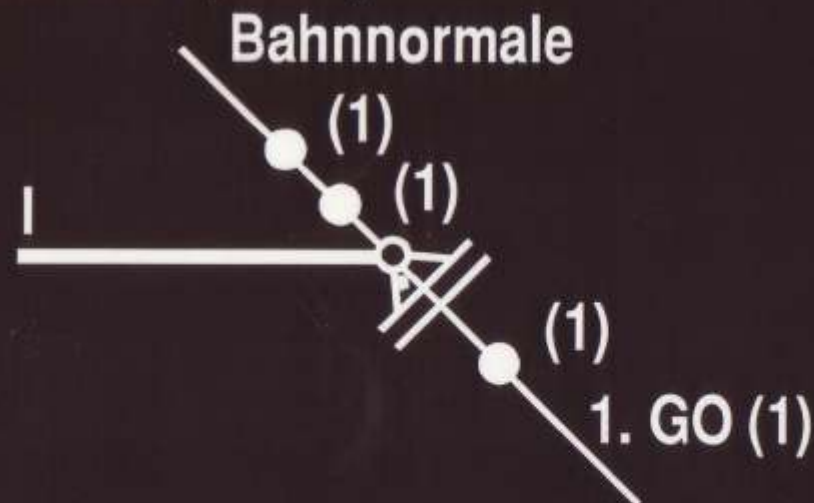
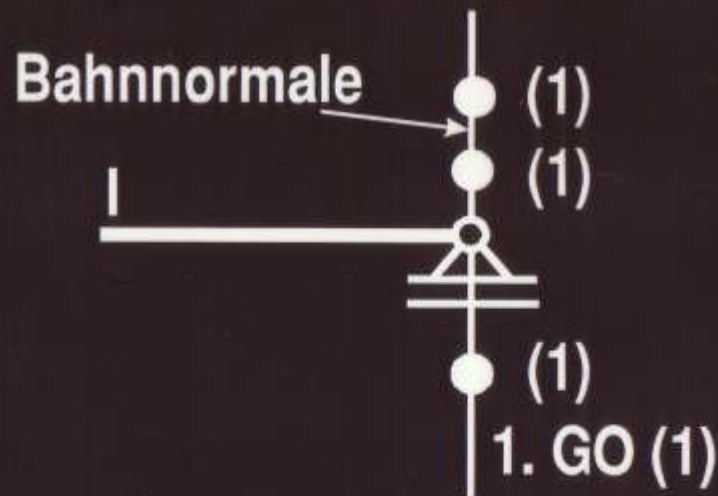
allg.: $(i,k) = (k,i)$ mit $i, k = 1, 2, \dots$
und $i \neq k$

10.2 Regeln zur Ermittlung der HP und NP

Satz 1: Feste Gelenklager sind HP der angeschlossenen Scheiben.

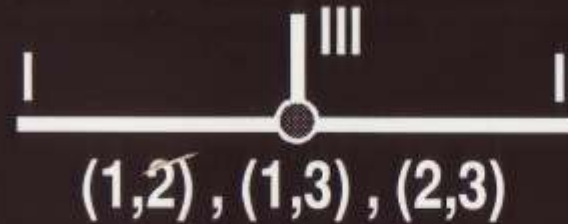


Satz 2: Am Gleitlager liegt der HP (irgendwo) auf der Bahnnormalen (Beweis später).



Die Bahnnormale ist ein geometrischer Ort (GO) für den HP (1).

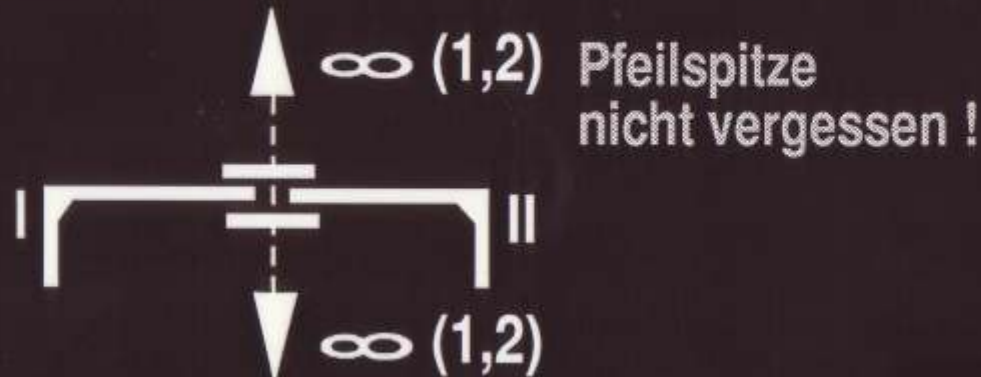
Satz 3: Verbindungsgelenke sind NP der angeschlossenen Scheiben.



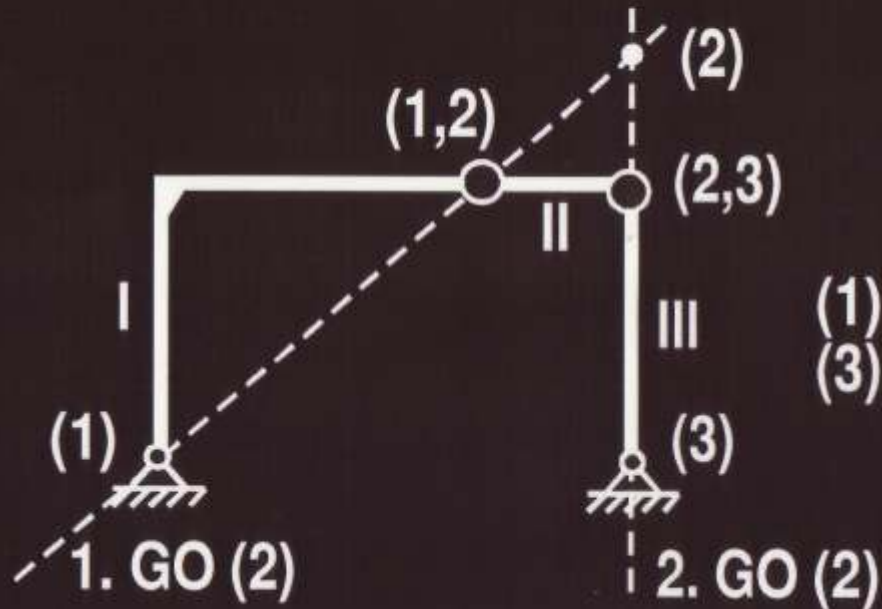
Satz 4: Am Querkraftnullfeld liegt der NP der angeschlossenen Scheiben im Unendlichen in Richtung der Stabachse (Beweis später).



Satz 5: Am Längskraftnullfeld liegt der NP der angeschlossenen Scheiben im Unendlichen senkrecht zur Stabachse (Beweis später).

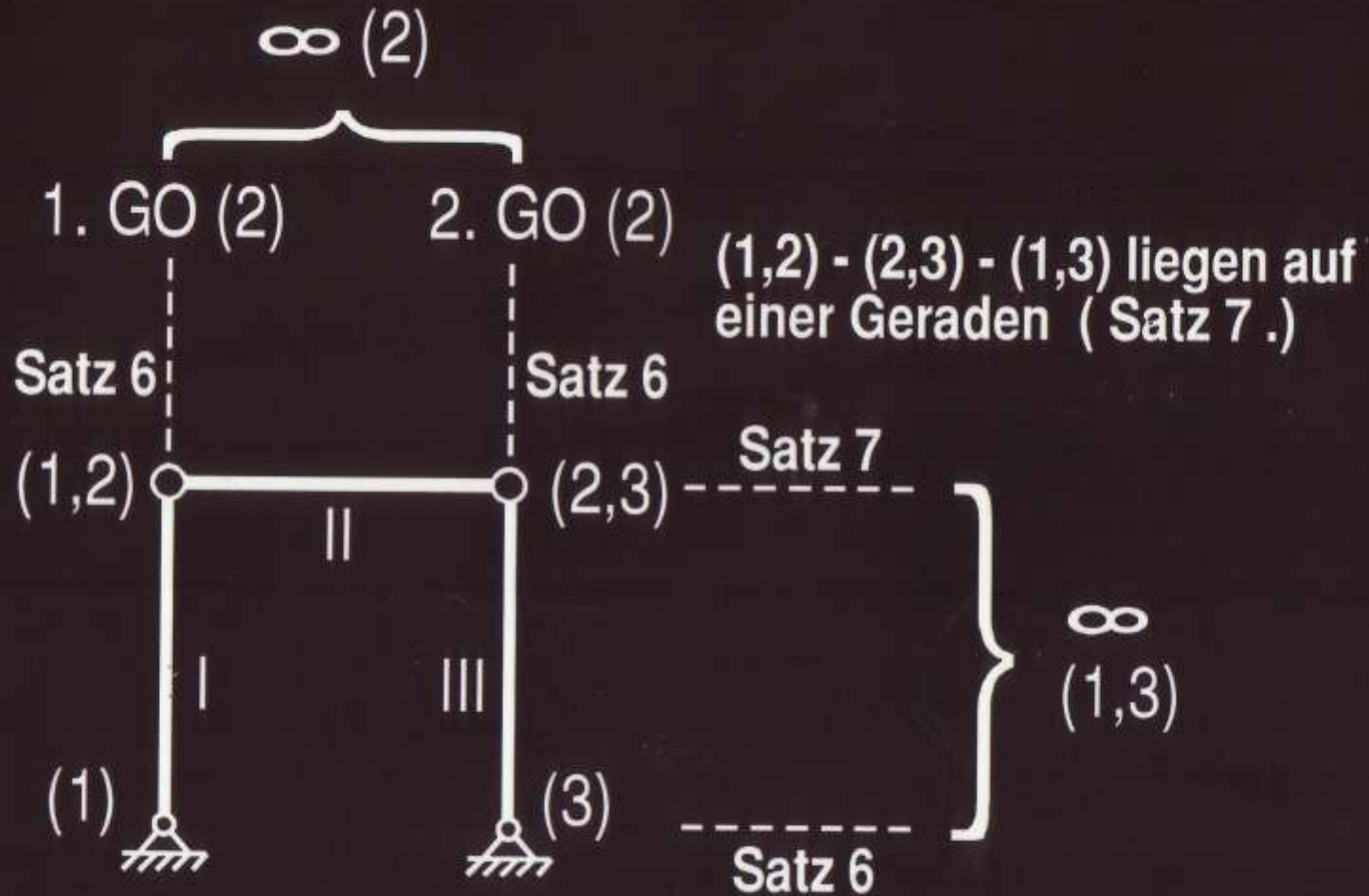


Satz 6: Die HP zweier Scheiben und der zugehörige NP liegen auf einer Geraden (Beweis später).



(1) - (1,2) - (2) auf einer Geraden
 (3) - (2,3) - (2) auf einer Geraden

Satz 7: Die Nebenpole dreier direkt oder indirekt gekoppelter Scheiben liegen auf einer Geraden (Beweis später).



10.3 Kinematische Beweglichkeit statisch bestimmter Systeme

In (unglücklichen) Ausnahmefällen können auch statisch bestimmte Systeme (stat. best. nach Abzählformel) kinematisch beweglich sein, die dann unbrauchbar sind.

a. Balken



Widerspruch in der Polfigur:
HP (1) liegt nicht eindeutig fest
("Polfigur klemmt")

---> System kinematisch starr,
d. h. System brauchbar



Polfigur geht auf:
System kinematisch beweglich,
HP (1) liegt eindeutig fest.

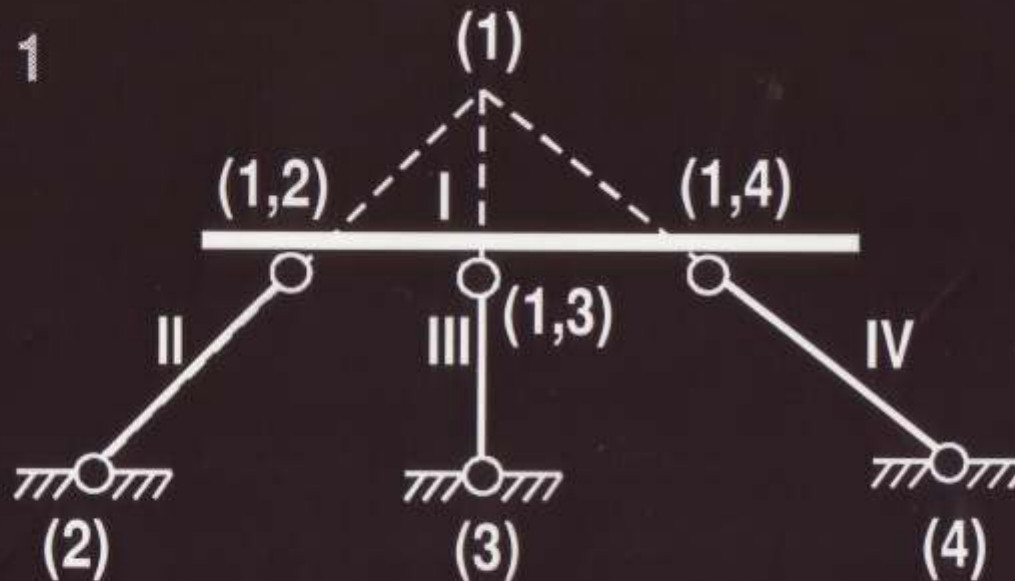
---> System unbrauchbar
(unendlich kleine Beweglichkeit)

Stat. best. Systeme sind kin. beweglich (unbrauchbar),
wenn man die Haupt- und Nebenpole eindeutig findet.

Sie sind kin. starr (brauchbar), wenn es Widersprüche
in der Polfigur gibt (wenn die HP und NP nicht eindeutig
festliegen).

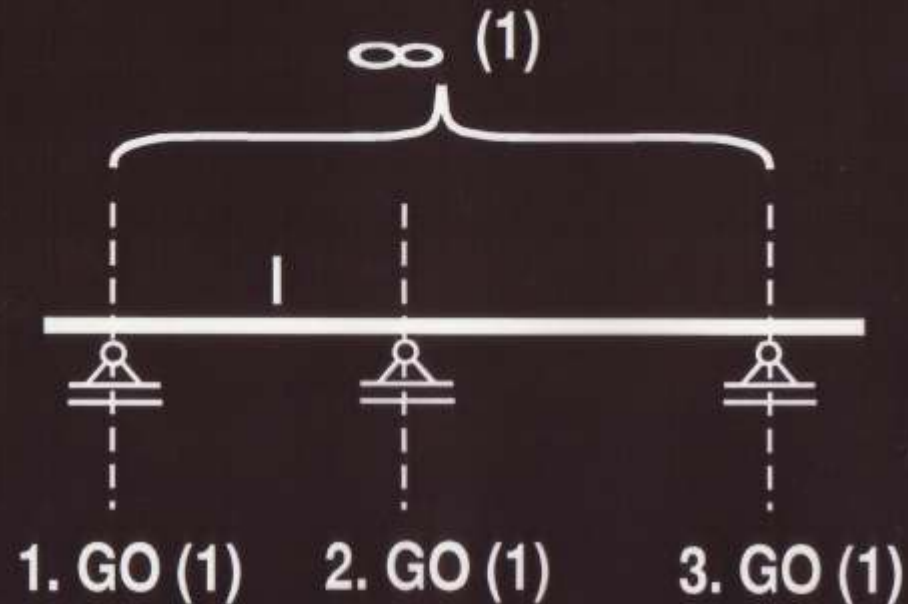
b. Balken auf Gleitlagern oder Pendelstäben

Beispiel 1



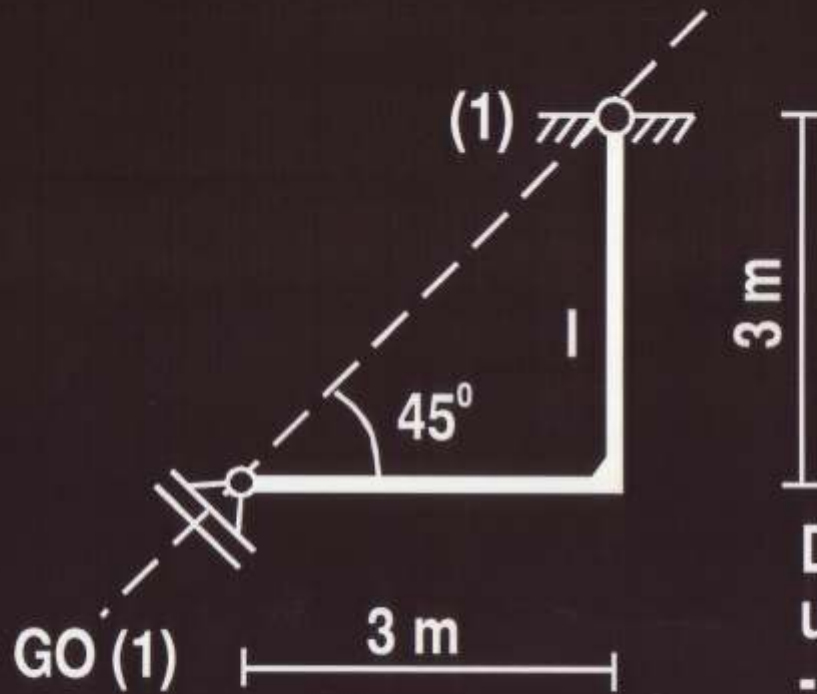
Scheibe I dreht sich um HP (1) ---> System unbrauchbar

Beispiel 2



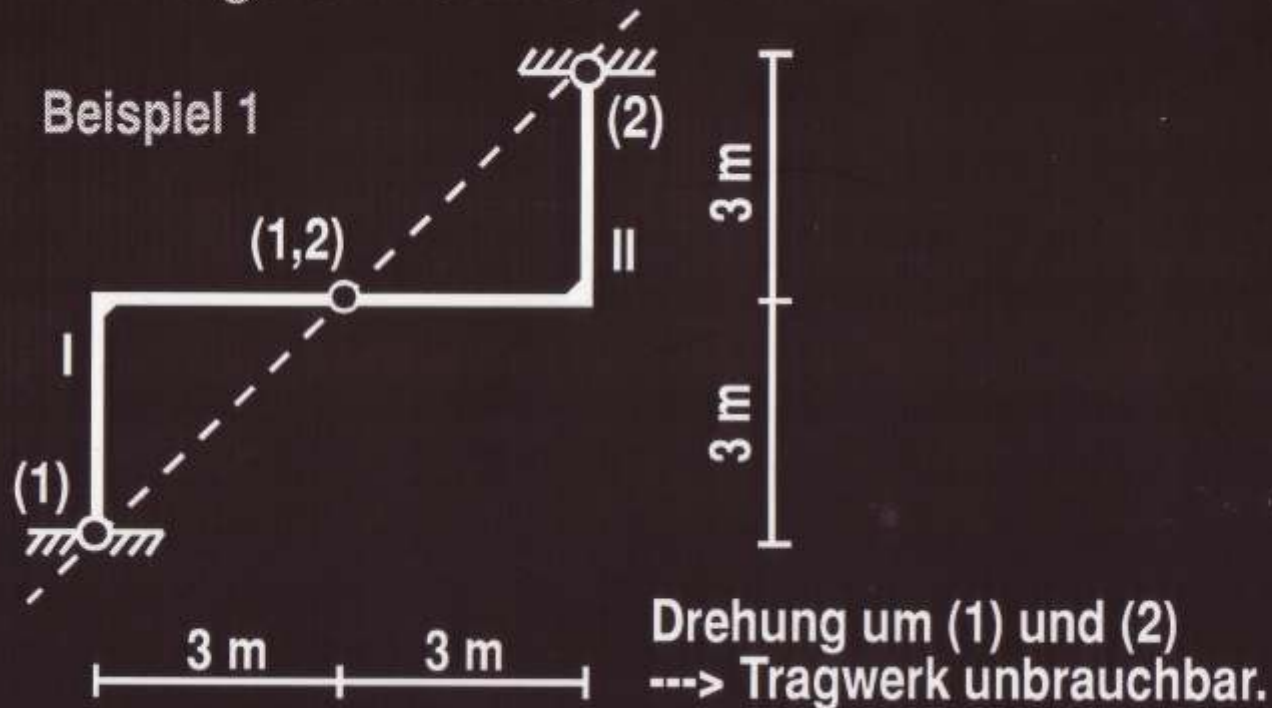
Das System dreht sich mit $r = \infty$ um HP (1).
System horizontal verschieblich
(unendlich große Verschieblichkeit)
---> System unbrauchbar.

c. Geknickter Balken



Die Scheibe dreht sich
um HP (1)
---> System unbrauchbar.

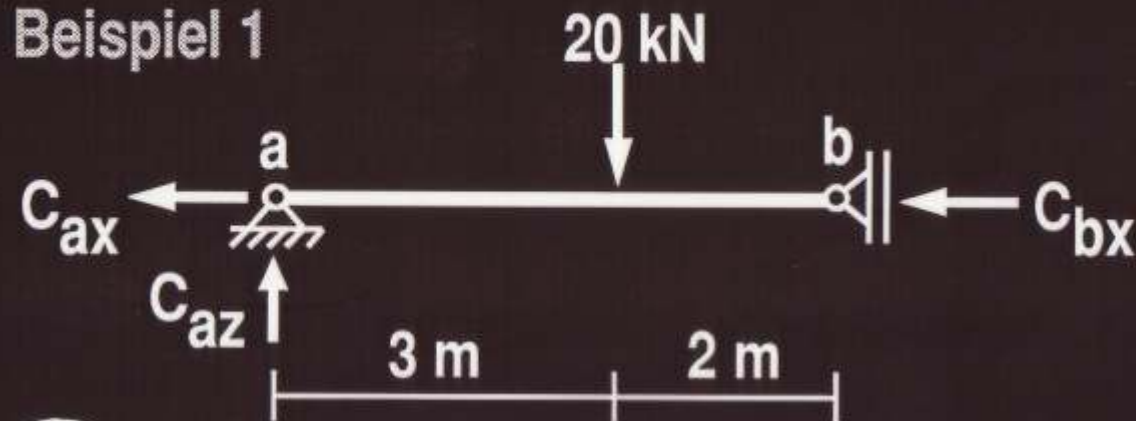
d. Dreigelenkrahmen



Wenn alle 3 Gelenke auf einer Geraden liegen,
dann ist der Dreigelenkrahmen unbrauchbar.

10.4 Widersprüche bei der Berechnung stat. best. kin. beweglicher Systeme

Beispiel 1



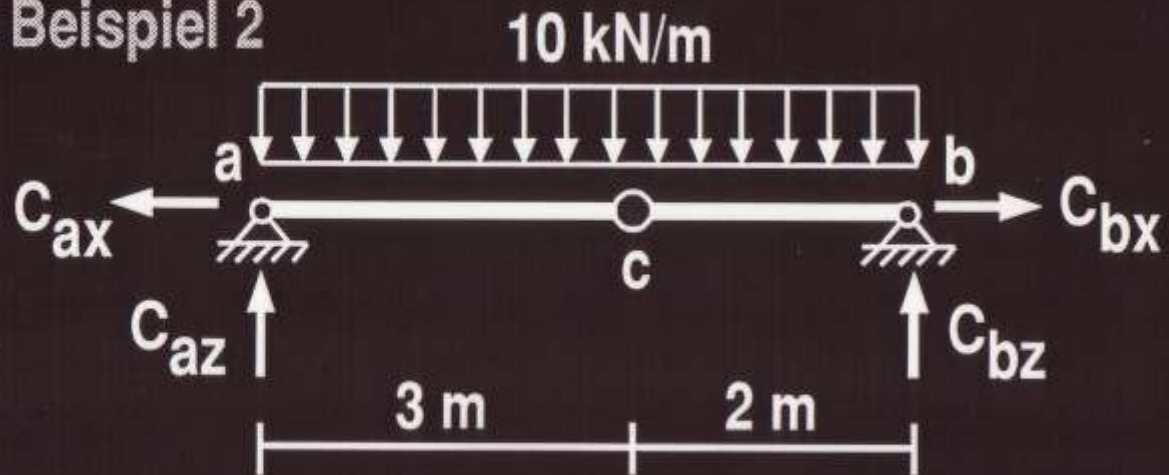
$$\sum M_b = 0 \rightarrow C_{az} \cdot 5 - 20 \cdot 2 = 0 \rightarrow C_{az} = 8$$

$$\uparrow \sum K_z = 0 \rightarrow C_{az} = 20 \quad \text{Lösung für } C_{az} \text{ nicht eindeutig !}$$

$$\sum M_a = 0 \rightarrow 20 \cdot 3 \neq 0 \quad \text{Das Moment bezogen auf "a" wird nicht Null !}$$

Wenn das stat. best. System kin. beweglich ist, dann treten
Widersprüche bei der Berechnung der Stütz- und Schnittkräfte auf !

Beispiel 2



$$\Sigma M_b = 0 \rightarrow C_{az} = 10 \cdot 5 \cdot 2,5 / 5 = 25$$

$$\Sigma M_{c,l} = 0 \rightarrow C_{az} = 10 \cdot 3 \cdot 1,5 / 3 = 15$$

C_{az} ist nicht eindeutig !

Die Übungen zu diesem Kapitel
"10. Kinematische Beweglichkeit
statischer Systeme"
befinden sich in der "Baustatik"
in den Dateien BS01 und BS02