Diethard Thieme
Skripte
zur Baumechanik

Räumliche Stabtragwerke

BM 21

DIADEM-HETHITER-VERLAG.DE

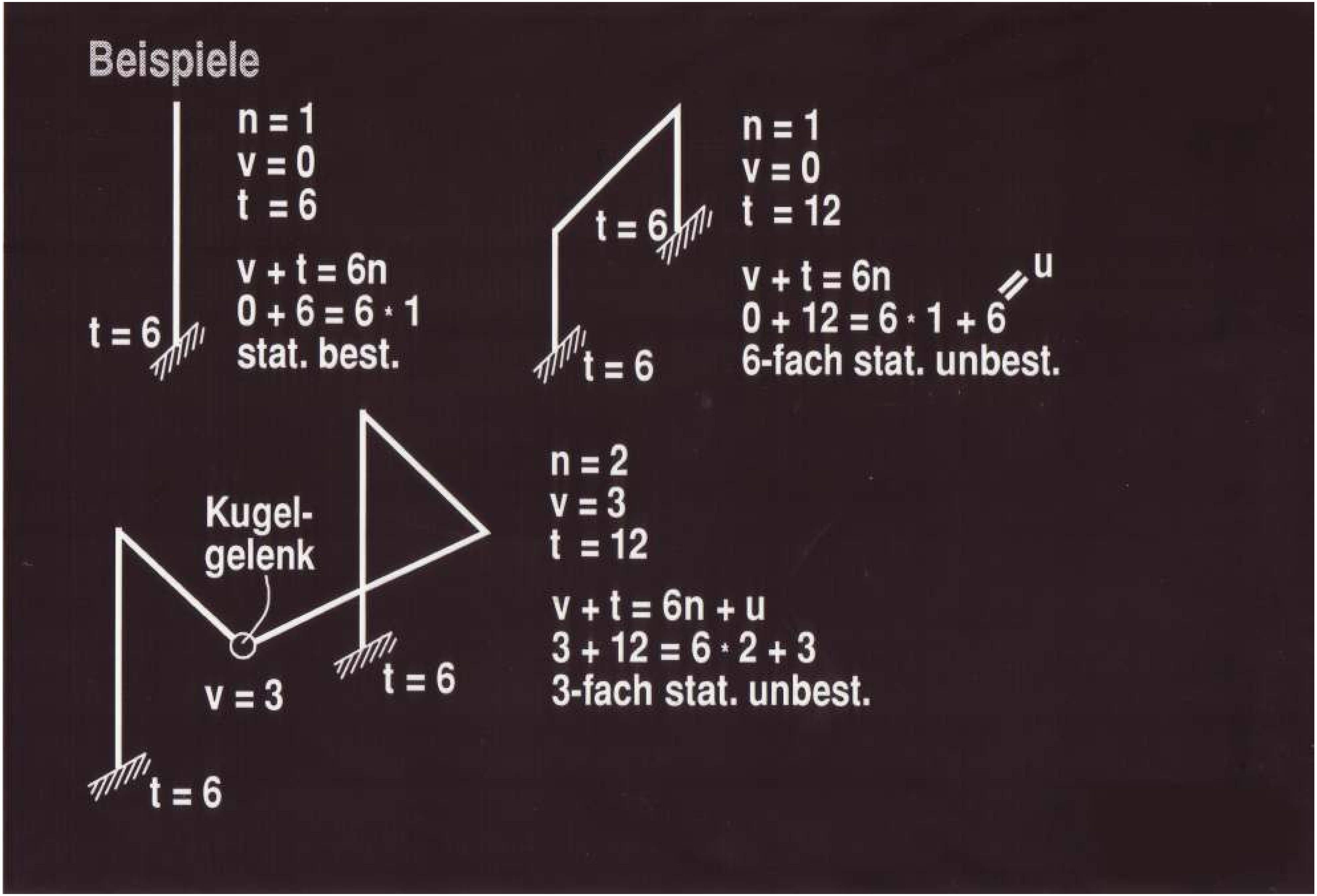
2.4 Grad der statischen Unbestimmtheit

Anzahl der Stäbe im Tragwerk: n
Anzahl der Gleichgewichtsbedingungen je Stab: 6
Anzahl der Gleichgewichtsbedingungen insgesamt: $6n$

Unbekannte: Stützreaktionen t
Verbindungskräfte v

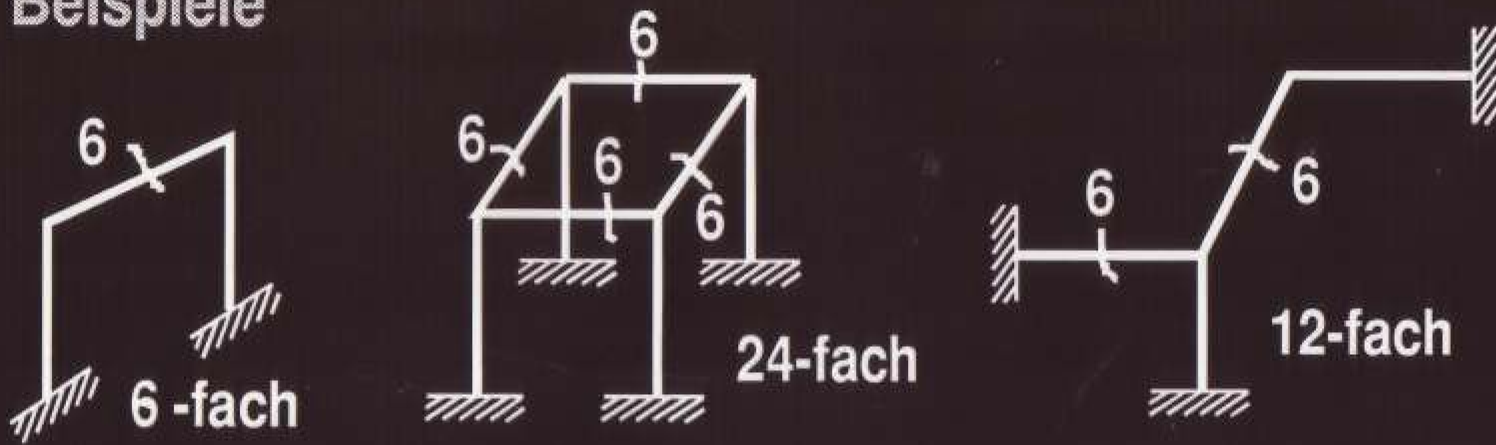
Abzählformel

$v + t = 6n$	stat. best. Tragwerk
$v + t < 6n$	beweglich, kein Tragwerk, kin. System
$v + t = 6n + u$	u-fach statisch unbestimmtes System

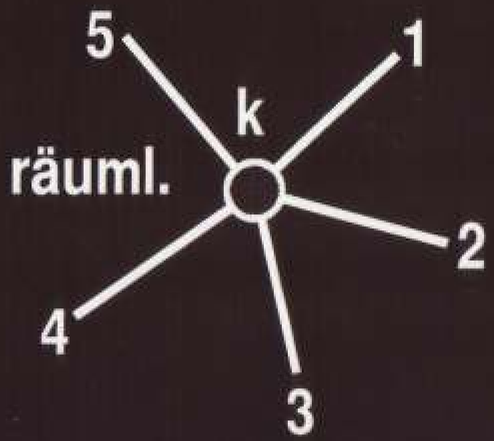

Beispiele
n = 1
v = 0
t = 6
v + t = 6n
0 + 6 = 6 * 1
stat. best.
t = 6
n = 1
v = 0
t = 12
t = 6
t = 6
v + t = 6n
0 + 12 = 6 * 1 + 6 = u
6-fach stat. unbest.
Kugel-
gelenk
v = 3
t = 6
t = 6
n = 2
v = 3
t = 12
v + t = 6n + u
3 + 12 = 6 * 2 + 3
3-fach stat. unbest.

Oft ist es einfacher, den Grad der statischen Unbestimmtheit durch Entfernen von Bindungen bis zu einem statisch bestimmten System zu bestimmen (günstig bei Einspannungen und biegesteifen Ecken).

Beispiele



2.5 Anzahl der unbekannten Verbindungskräfte beim Anschluß mehrerer Stäbe am Kugelgelenk



k = Kugelgelenk
n = Anzahl der Stäbe
v = Anzahl der unbekannten Verbindungskräfte insgesamt

$$v = 3n - 3 = 3(n - 1)$$

Anzahl der unbekannten Verbindungskräfte beim Anschluß eines Stabes am Knoten

Anzahl der Gleichgewichtsbedingungen am Knoten: $\Sigma K_x = 0,\ \Sigma K_y = 0,\ \Sigma K_z = 0$

Beispiel (Stäbe räumlich angeordnet)

$v = 3(3 - 1) = 6$ unbekannte Verbindungskräfte

2.6 Kinematische Beweglichkeit

Bei räumlichen Stabtragwerken besteht leicht die Gefahr, eine kinematische Beweglichkeit zu übersehen.
Aber auch kinematisch bewegliche Systeme können für bestimmte Belastungen verwendet werden.

Beispiel 1

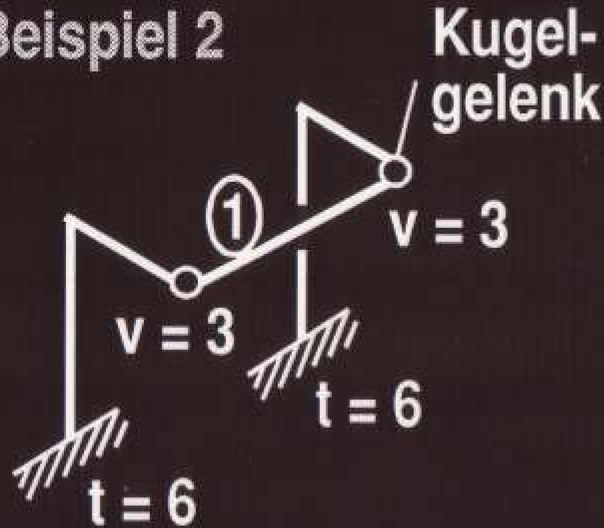
Abzählformel

$$\left.\begin{array}{l} n = 1 \\ v = 0 \\ t = 6 \end{array}\right\} \quad \begin{array}{l} v + t = 6n \\ 0 + 6 = 6 \cdot 1 \\ \text{stat. best.} \end{array}$$

Aus der Anschauung:
Kinematisch beweglich, da Drehung um die x-Achse möglich (unendlich große Bewegungsmöglichkeit).

Für Torsionsbeanspruchung ist das Tragwerk unbrauchbar.

Beispiel 2

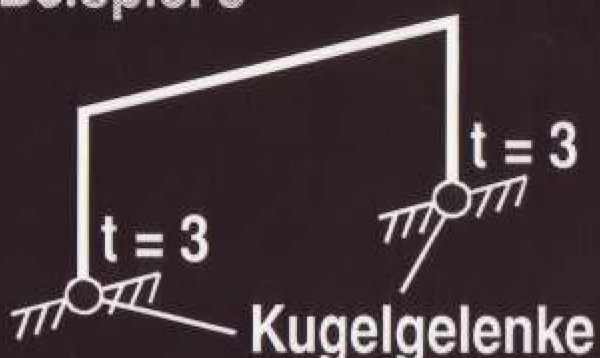


Abzählformel

$$\left.\begin{aligned} n &= 3 \\ v &= 6 \\ t &= 12 \end{aligned}\right\} \begin{aligned} &v + t = 6n \\ &6 + 12 = 6 \cdot 3 \\ &\text{stat. best.} \end{aligned}$$

Stab 1 ist kin. beweglich.
Kann keine Torsionsmomente aufnehmen (vgl. Bsp. 1)

Beispiel 3



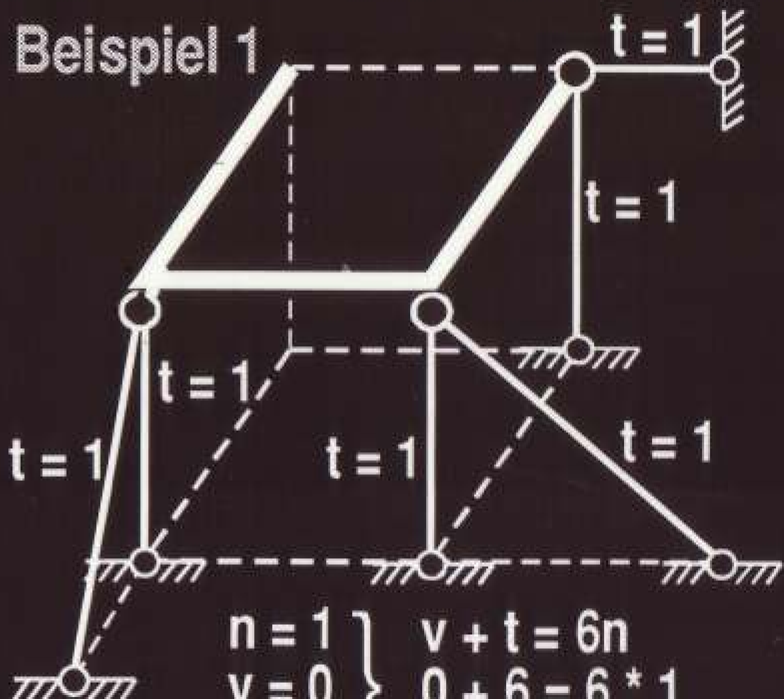
$$\left.\begin{aligned} n &= 1 \\ v &= 0 \\ t &= 6 \end{aligned}\right\} \begin{aligned} &v + t = 6n \\ &0 + 6 = 6 \cdot 1 \\ &\text{stat. best.} \end{aligned}$$

System kin. beweglich; kippt aus der Rahmenebene heraus.

2.7 Pendelstützen

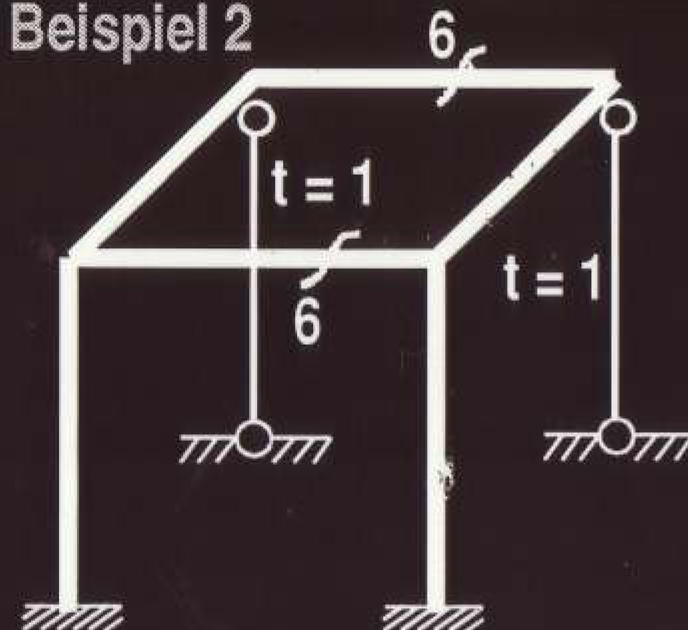
Die Pendelstütze zählt als 1-wertiges Auflager (Stabkraft S).
Ein einzelner, räumlich belasteter Biegestab braucht daher 6 Pendelstäbe als statisch bestimmte Stützung.

Beispiel 1



$$\left.\begin{array}{l} n = 1 \\ v = 0 \\ t = 6 \end{array}\right\} \begin{array}{l} v + t = 6n \\ 0 + 6 = 6 * 1 \\ \text{stat. best.} \end{array}$$

Beispiel 2



14-fach statisch unbestimmt

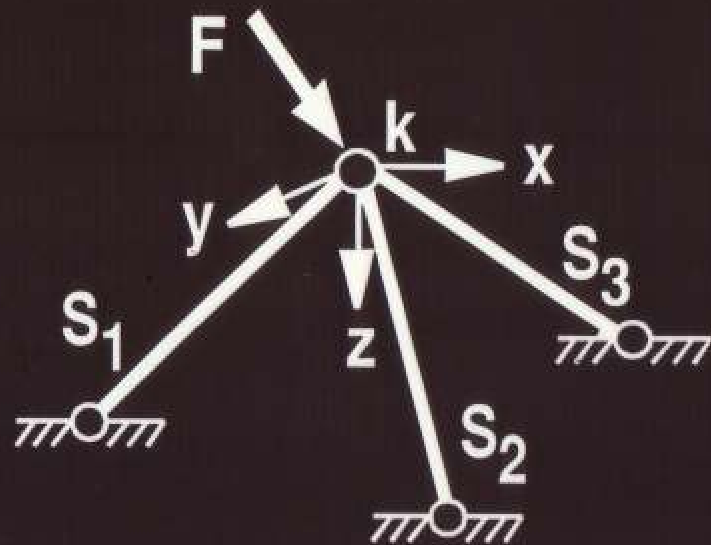
Die Pendelstütze nicht als Stab, sondern als 1-wertiges Auflagersymbol ansehen.

Wenn ein einzelner Biegestab nur durch 6 Pendelstäbe gestützt ist, dann dürfen

1. nicht mehr als 3 Richtungen parallel laufen
2. sich nicht mehr als 3 Richtungen in einem Punkt schneiden
3. nicht mehr als 3 Richtungen in einer Ebene liegen

sonst ist das Tragwerk kinematisch beweglich.

Beispiel 3
(stat. best. Dreibock aus 3 Pendelstäben)



Die Last F greift im Knoten an.

Rundschnitt am Knoten "k"

Unbekannte: S_1 , S_2 , S_3

$$\Sigma K_x = 0$$

$$\Sigma K_y = 0$$

$$\Sigma K_z = 0$$

x, y, z - zweckmäßig gewähltes Koordinatensystem in "k"