Diethard Thieme

Skripte
zur Baumechanik

Kraftsysteme

BM 03

3.3 Lasten

3.3.1 Formen der Lasten

Man unterscheidet

- Einzellasten [kN]
- Linienlasten [kN/m]
- Flächenlasten [kN/m^2]
- Volumenlasten [kN/m^3]

$$1\ kg \cdot \frac{m}{s^2} = 1\ N \quad \text{Def !}$$

$$1\ kg \cdot \underbrace{10}_{g} \frac{m}{s^2} = 10\ N$$

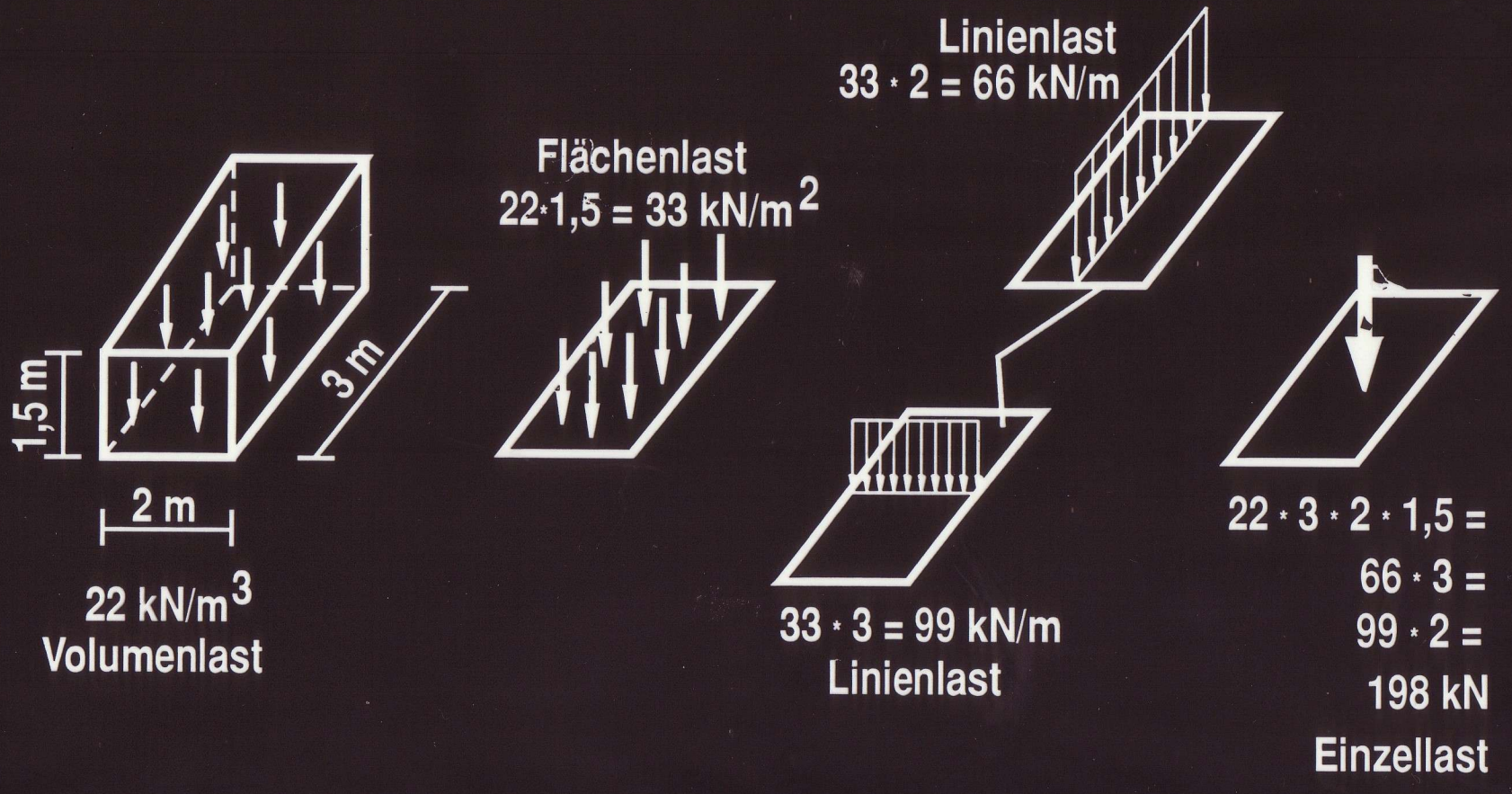
$$100\ kg \cdot g = 1000\ N = 1\ kN$$

"Zwei-Zentner-Mann"

Beispiel

geg.: Betonblock als Volumenlast

ges.: Umrechnung der Volumenlast in Flächen-, Linien- und Einzellasten

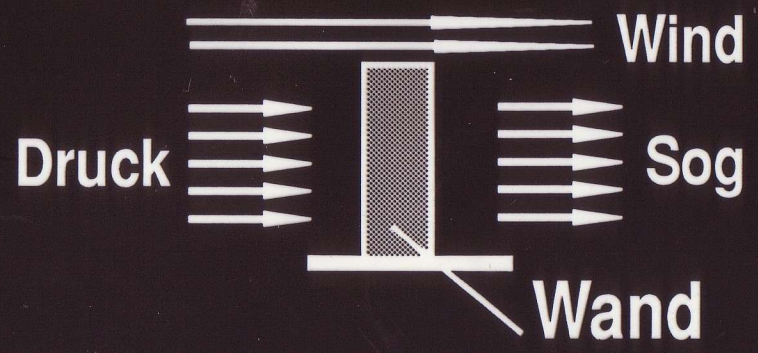


3.3.2 Ursachen von Lasten

Eigenlasten (ruhende Lasten)
Dächer, Decken, Putz, Fußbodenbelag . . .

Verkehrslasten
Raddrücke von Kfz, Menschengedränge, Eisenbahnzüge . . .
Bremskräfte, Seitenkräfte an Geländern . . .

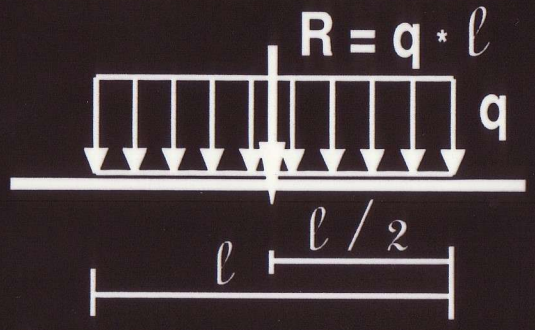
Windlasten
Druck und Sog



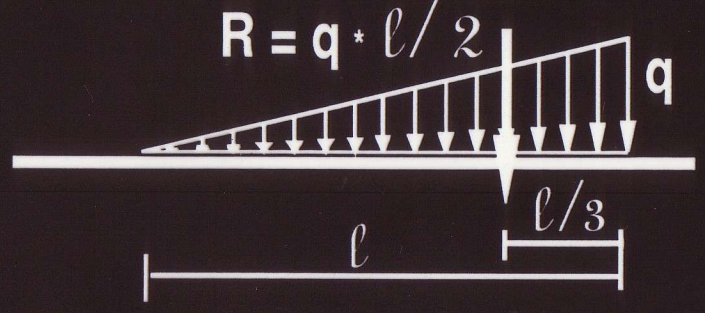
Schneelasten
Erddruck
Wasserdruck

3.3.3 Resultierende von Linienlasten

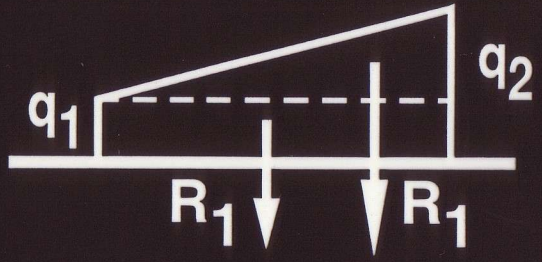
konstante Linienlast



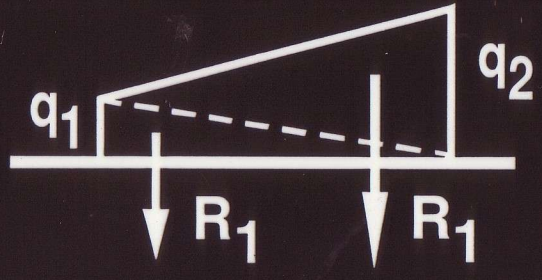
Dreieckslast



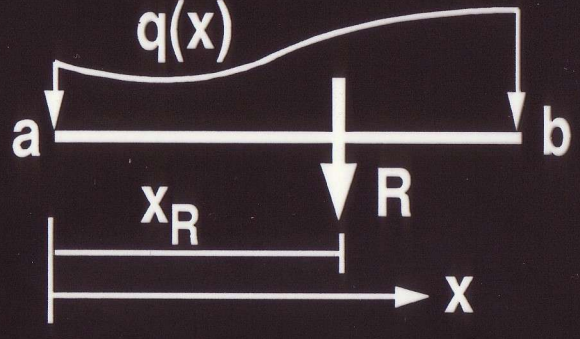
Trapezlasten (günstig: Zerlegen in einfache Formen)



oder



Beliebige Belastungsfunktion q(x)



$$R = \int_a^b q(x)\,dx$$

$$x_R = \frac{1}{R} \int_a^b x\,q(x)\,dx$$

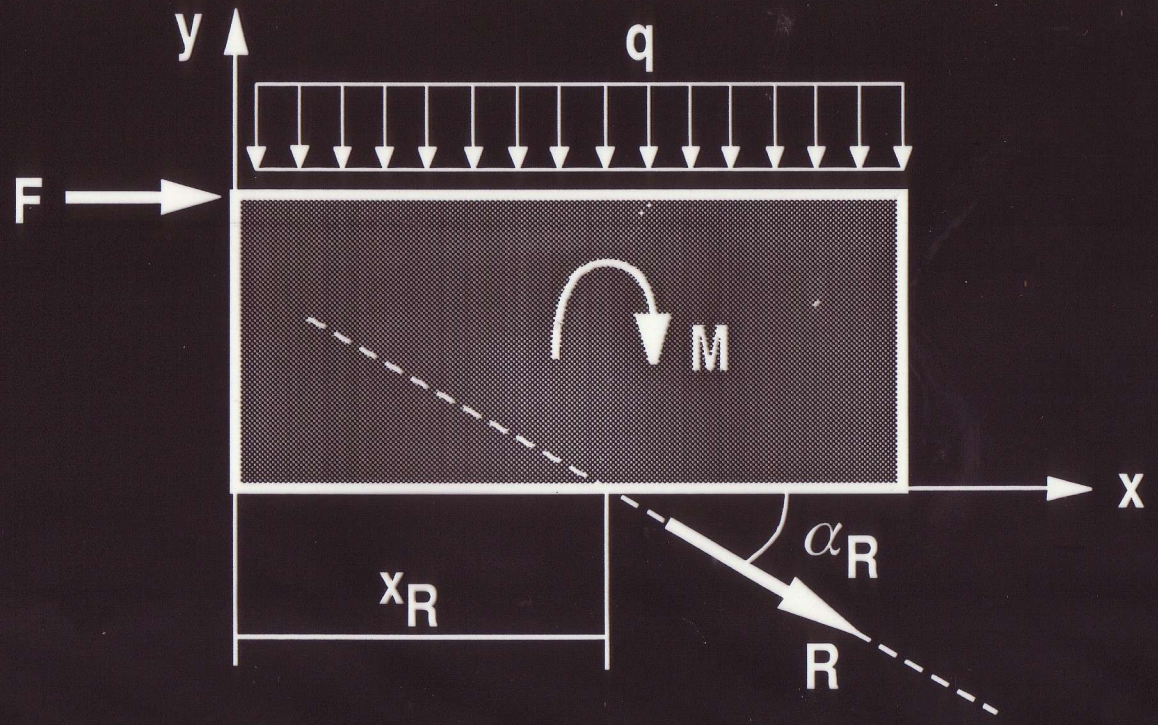
3.4 Herstellen der Äquivalenz

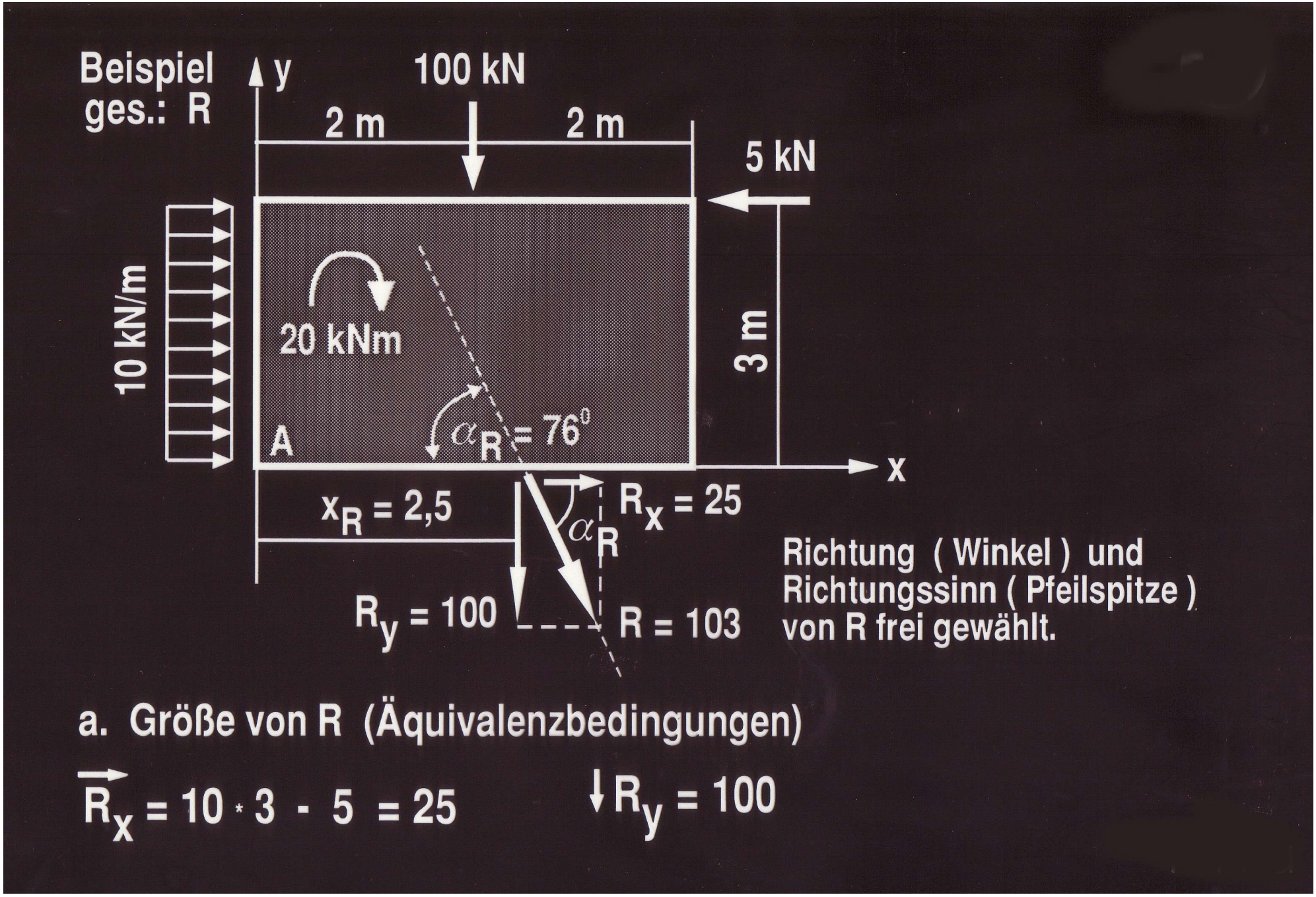
3.4.1 Zusammensetzen zu einer Resultierenden

geg.: Einzelkräfte, Einzelmomente und Streckenlasten an der starren Scheibe im Lageplan (Bauzeichnung)

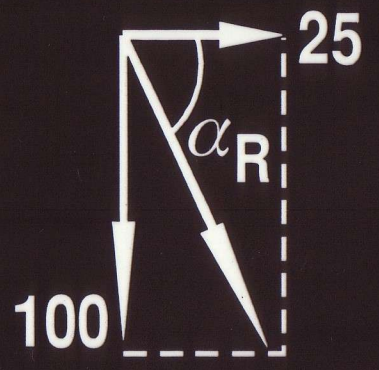
ges.: Größe , Richtung (α_R) , Richtungssinn und Lage (x_R) der Resultierenden R

Lösung: Äquivalenzbedingungen für die Kräfte und Momente




Beispiel
ges.: R
y
100 kN
2 m
2 m
5 kN
10 kN/m
20 kNm
3 m
A
$\alpha_R = 76^0$
x
$x_R = 2{,}5$
$R_x = 25$
α_R
$R_y = 100$
R = 103
Richtung (Winkel) und
Richtungssinn (Pfeilspitze)
von R frei gewählt.
a. Größe von R (Äquivalenzbedingungen)
$\vec{R}_x = 10 * 3 - 5 = 25$
$\downarrow R_y = 100$

Tatsächliche Richtungen von R_x und R_y aufzeichnen



$$\tan \alpha_R = \frac{100}{25} = 4\,, \quad \alpha_R = 76^0$$

$$R = \sqrt{25^2 + 100^2} = 103$$

b. Lage von R (x_R)

Äquivalenzbedingung für das Moment M_A

(R zerlegen im Punkt $x = x_R$ und $y = 0$)

$$\overbrace{\Gamma_{100}\, R_y \cdot x_R}^{\text{Moment aus der Resultierenden R}} = \underbrace{100 \cdot 2 - 5 \cdot 3 + 10 \cdot 3 \cdot 1{,}5 + 20}_{\text{Moment aus der gegebenen Belastung}} \quad \text{--->} \quad x_R = 2{,}5\ \text{m}$$

3.4.2 Herstellen der Äquivalenz durch 3 Kräfte

Bedingung:

Vorgabe der Richtungen der 3 Kräfte erforderlich, da sonst unendlich viele Lösungen möglich sind.

Die Richtungen der 3 Kräfte dürfen sich nicht in einem Punkt oder im Unendlichen schneiden (d. h. sie dürfen nicht parallel laufen).

Für die Größen der 3 Kräfte stehen 3 Äquivalenzbedingungen zur Verfügung: für die Kräfte in horizontaler und vertikaler Richtung und die Momente bezogen auf einen beliebigen Drehpunkt.

I. a. ergibt sich dann ein Gleichungssystem mit 3 Unbekannten. Dieses System kann gelegentlich auch zerfallen:

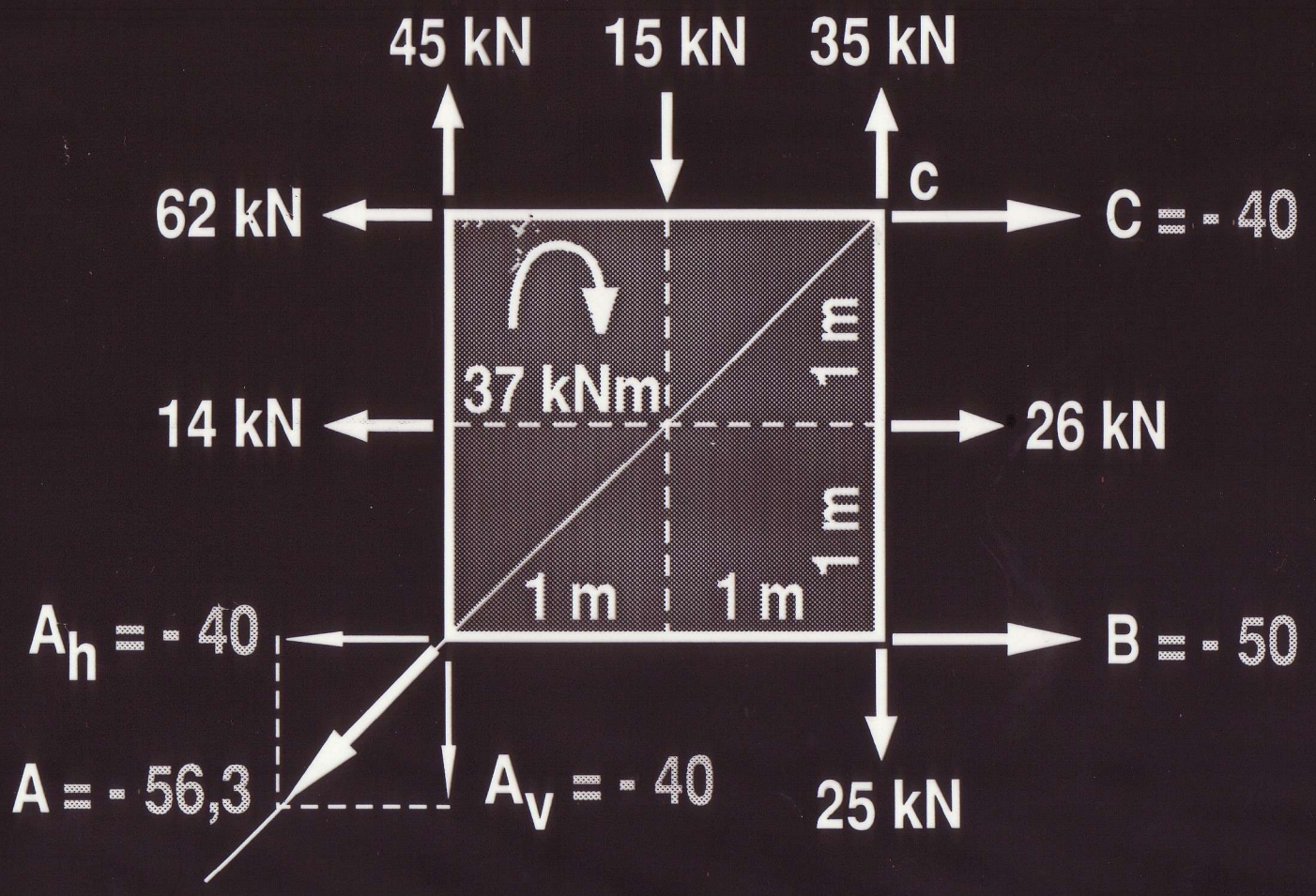
Es ist günstig zu versuchen, die Äquivalenzbedingungen so anzuschreiben, dass immer nur 1 Gleichung mit 1 Unbekannten entsteht (das Gleichungssystem also zerfällt).

Beispiel

geg.: 3 Richtungen (Wirkungslinien) für die Kräfte A , B , C

ges.: Größe der Äquivalenzkräfte A , B , C

Pos. Richtungssinn für A , B , C frei gewählt



Äquivalenz für $\downarrow K_v$

$$A_v = -45 + 15 - 35 + 25 = -40$$

$$A = A_v / \cos 45^0 = -40 / 0{,}707 = -56{,}3$$

$$A_h = A \cdot \sin 45^0 = -56{,}3 \cdot 0{,}707 = -40$$

Äquivalenz für $\circlearrowleft M_c$

$$B \cdot 2 = -14 \cdot 1 - 45 \cdot 2 + 15 \cdot 1 + 26 \cdot 1 - 37 = -100 \text{ ---> } B = -50$$

Äquivalenz für $\overrightarrow{K_h}$

$$C + B - A_h = -14 - 62 + 26$$

$$C - 50 + 40 = -14 - 62 + 26 \text{ ----> } C = -40$$

3.5 Analytisches Herstellen des Gleichgewichtes

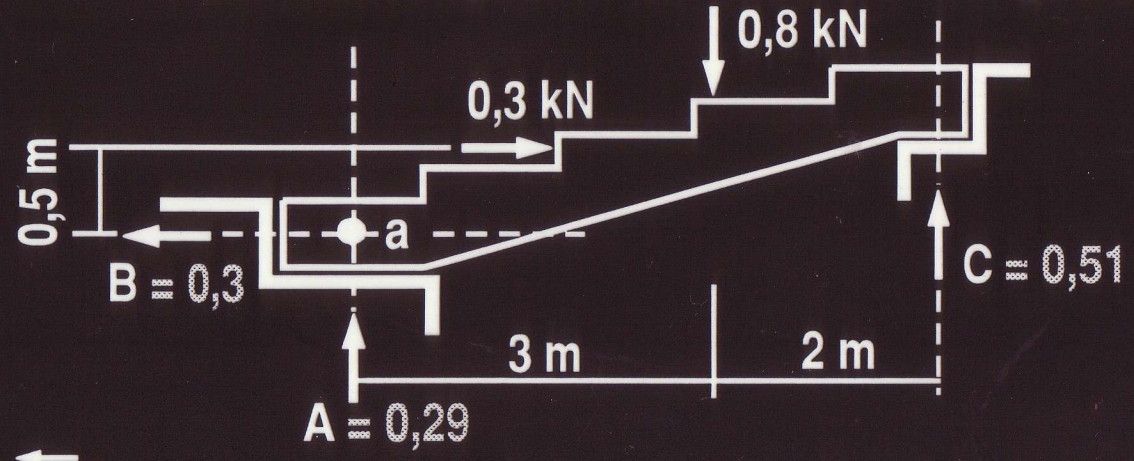
Zur Verfügung: $\Sigma K_v = 0, \quad \Sigma K_h = 0, \quad \Sigma M = 0$

Beispiel

geg.: Treppe mit Belastung und 3 Richtungen für die Gleichgewichtskräfte A , B , C

ges.: Gleichgewichtskräfte A , B , C

Pos. Richtungssinn für A , B , C frei gewählt



$\overleftarrow{\Sigma} K_h = 0$ ---> $B - 0{,}3 = 0$ ---> $B = 0{,}3$

$\circlearrowleft \Sigma M_a = 0$ ---> $C \cdot 5 - 0{,}3 \cdot 0{,}5 - 0{,}8 \cdot 3 = 0$ ---> $C = 0{,}51$

$\uparrow \Sigma K_v = 0$ ---> $A + \underbrace{C}_{0{,}51} - 0{,}8 = 0$ ---> $A = 0{,}29$