Diethard Thieme

Skripte
zur Baumechanik

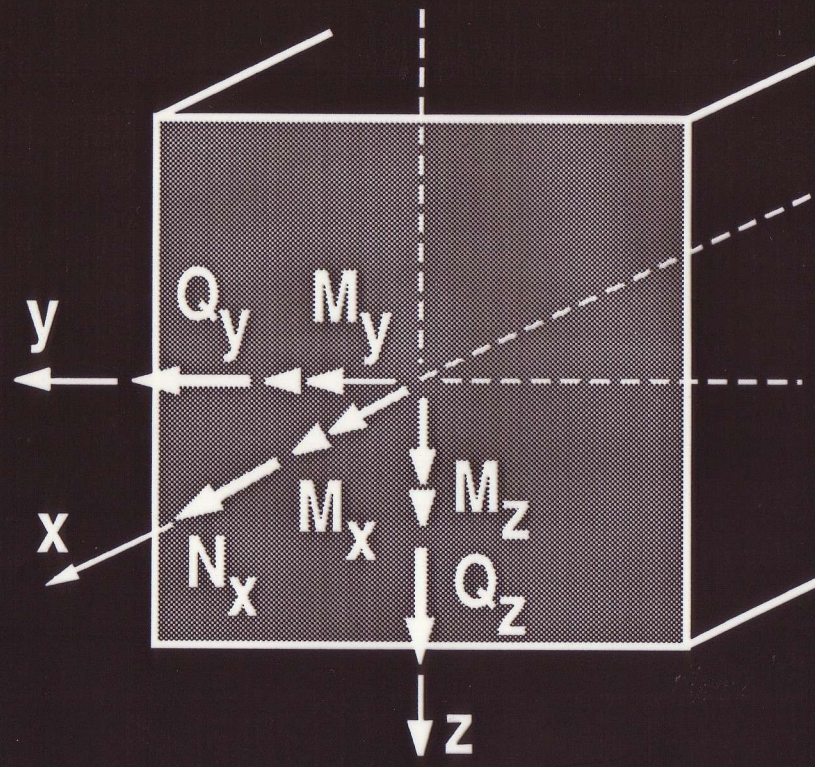
Räumliche Stabtragwerke

BM 20

2 Grundlagen für die Berechnung räumlicher Systeme

2.1 Schnittkräfte und Gleichgewichtsbedingungen

a. Schnittkräfte



N_x = Längskraft

Q_y, Q_z = Querkräfte

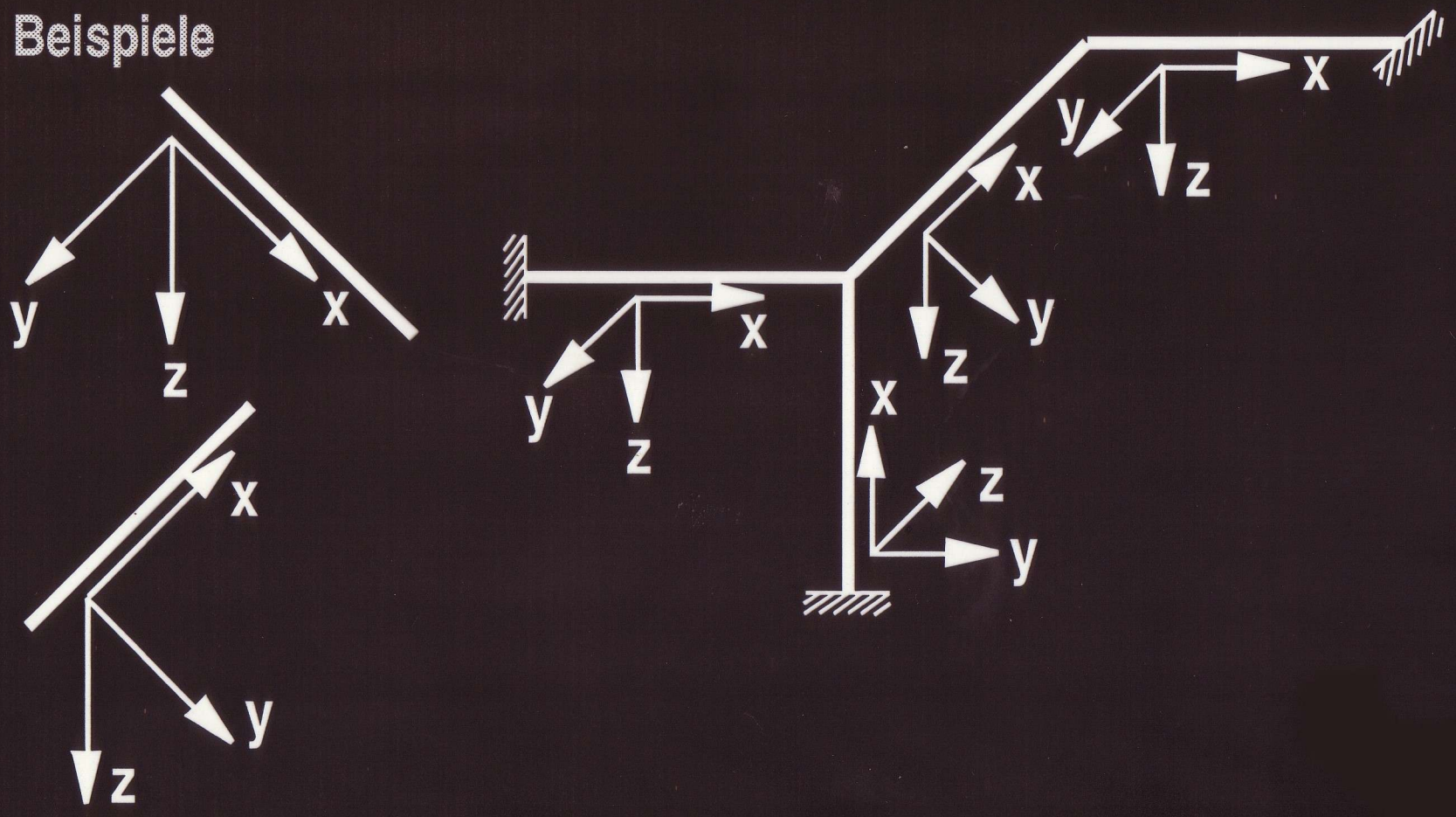
M_x = Drillmoment, Torsionsmoment

M_y, M_z = Biegemomente

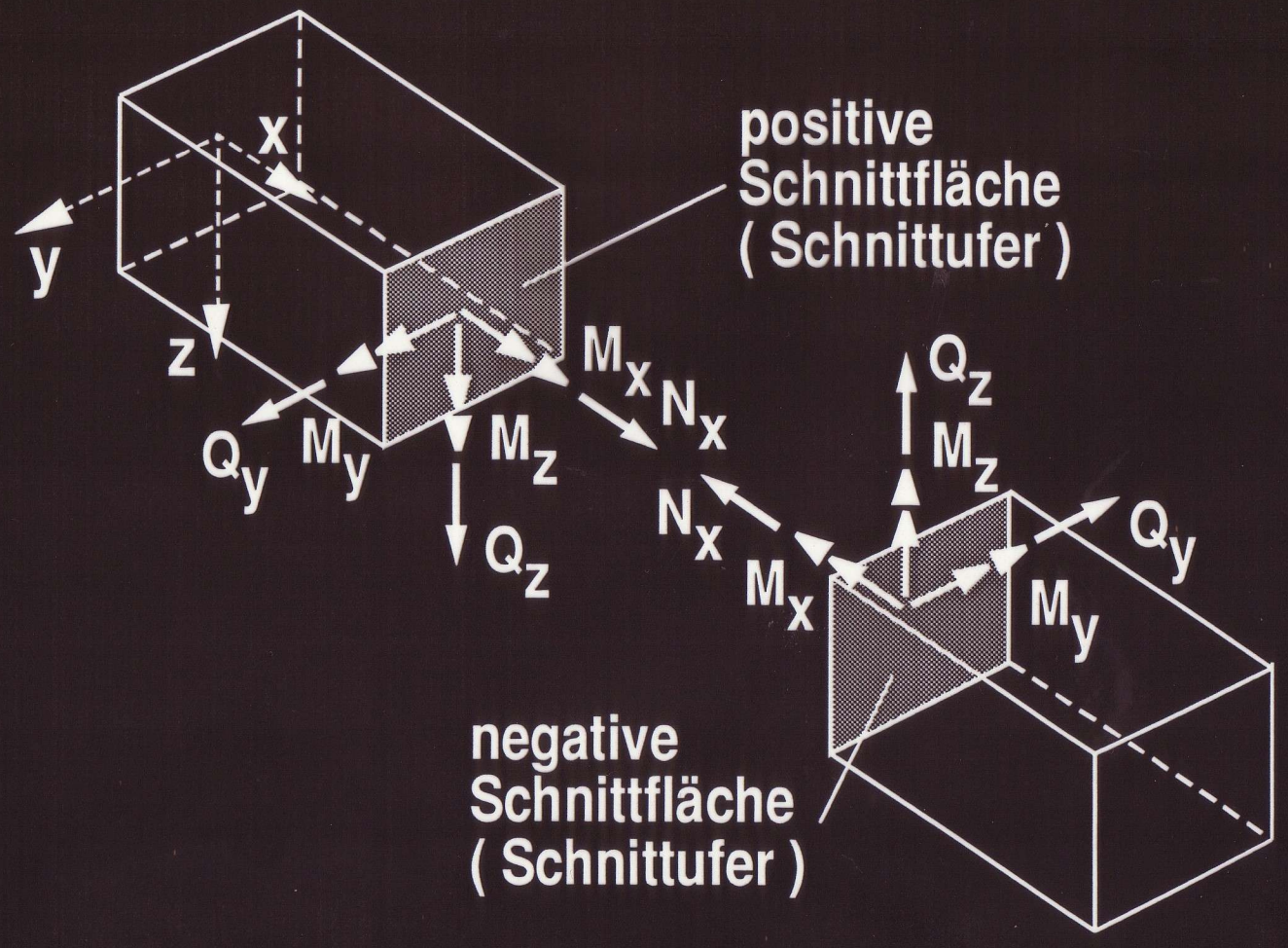
b. Positive Definitionen der Schnittkräfte

Für jeden Stab wird ein stabeigenes (lokales) Koordinatensystem gewählt (Rechtssystem). Die x - Achse zeigt in Richtung Stabachse.

Beispiele

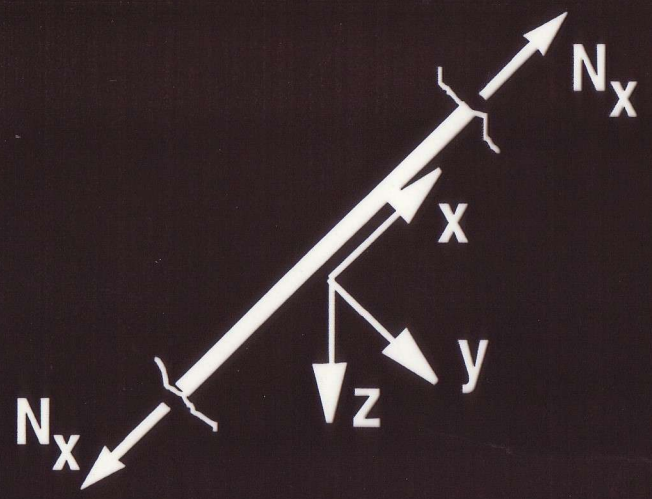


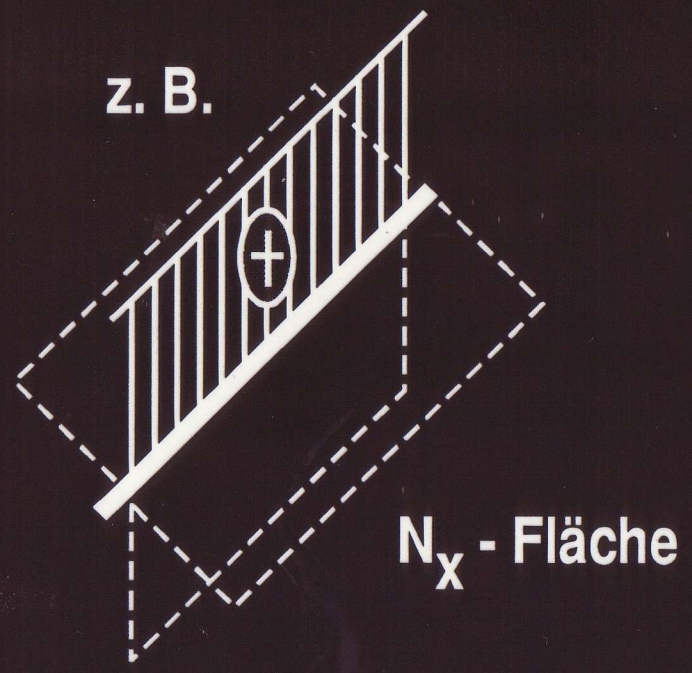
Die Schnittgrößen (Torsionsmoment, Biegemomente, Querkräfte, Längskraft) sind positiv, wenn sie an einem positiven Schnittufer in Richtung der positiven Koordinaten zeigen (Momente als Doppelpfeile).



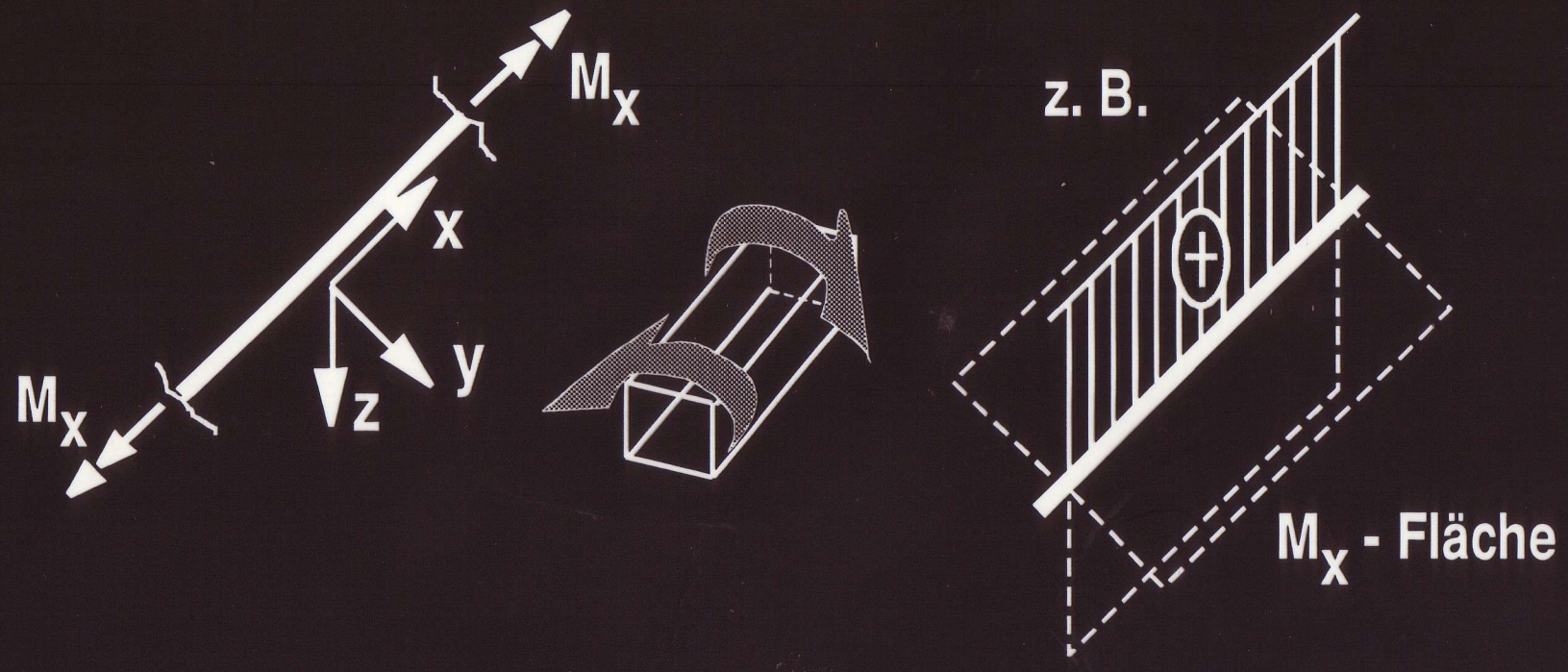
c. Auftragen der Schnittkraftflächen

Längskräfte können auf einer beliebigen Seite aufgetragen werden.
Wichtig ist das Vorzeichen in der Fläche.

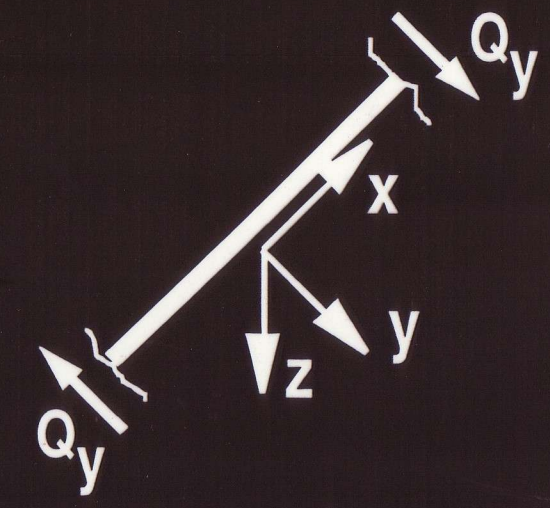


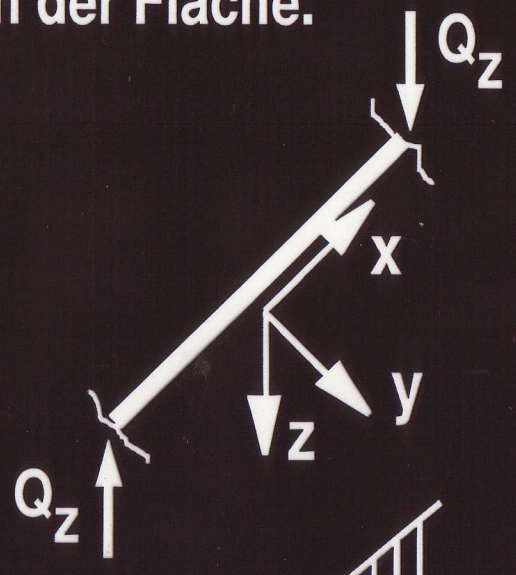


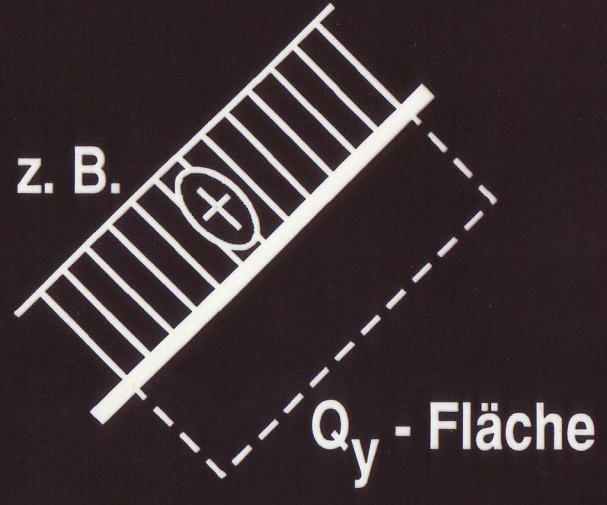
Die Drillmomente (Torsionsmomente) können auf einer beliebigen Seite aufgetragen werden.
Wichtig ist das Vorzeichen in der Fläche.

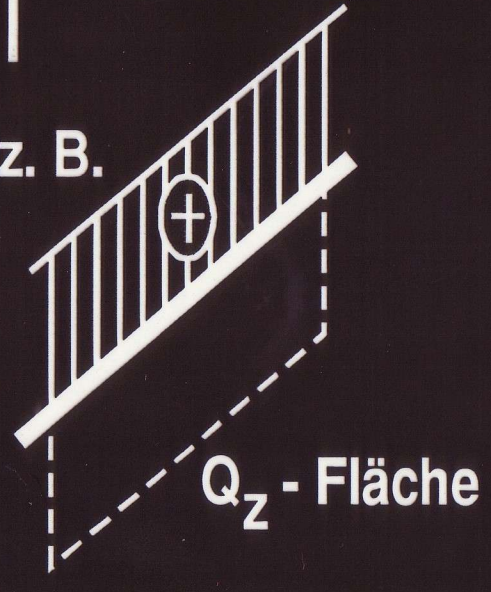


Die Querkräfte können auf einer beliebigen Seite der Fläche, in der sie wirken, aufgetragen werden.
Wichtig ist das Vorzeichen in der Fläche.



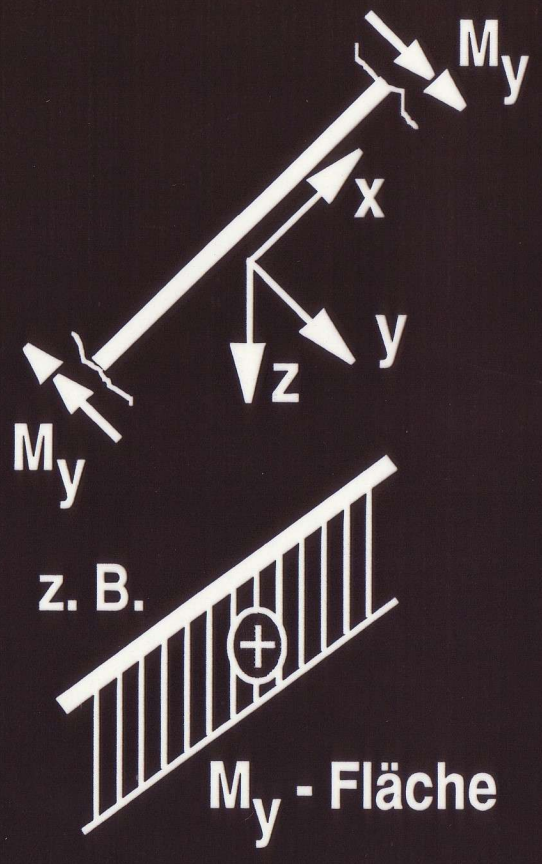


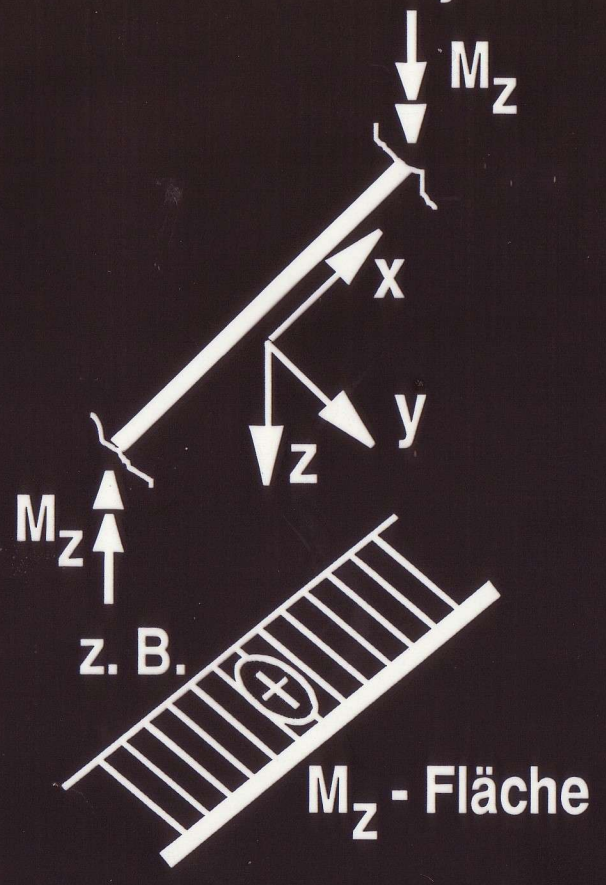




Die Biegemomente werden auf der Seite aufgetragen, die tatsächlich gezogen wird.

Auf das Vorzeichen kann verzichtet werden, wenn die tatsächlich gezogene Randfaser aus dem Diagramm eindeutig zu erkennen ist (selten bei räuml. Systemen).





d. Gleichgewichtsbedingungen

Jeder starre Stab hat im Raum 6 Freiheitsgrade:

3 Verschiebungen
3 Verdrehungen

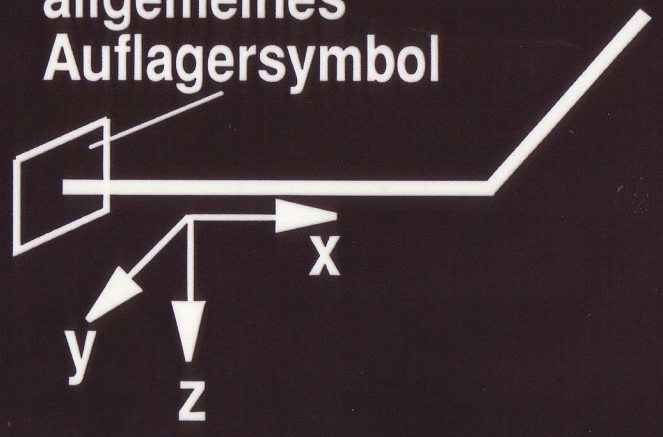
$$\left.\begin{array}{ll} \Sigma K_x = 0\,, & \Sigma M_x = 0 \\ \Sigma K_y = 0\,, & \Sigma M_y = 0 \\ \Sigma K_z = 0\,, & \Sigma M_z = 0 \end{array}\right\}$$

6 Gleichgewichts-bedingungen für einen starren Stab (starre Scheibe)

2.2 Auflager

Die Darstellung der Kombinationen der räumlichen sechs Bewegungsbehinderungen eines Auflagers mit je einem Auflagersymbol ergäbe eine sehr große Anzahl von Auflagersymbolen.

Eine eindeutige Darstellung ist durch die Angabe der Bewegungsbehinderungen in den drei Ebenen xy, yz und zx möglich.



yz-Ebene: (Torsions-ebene)

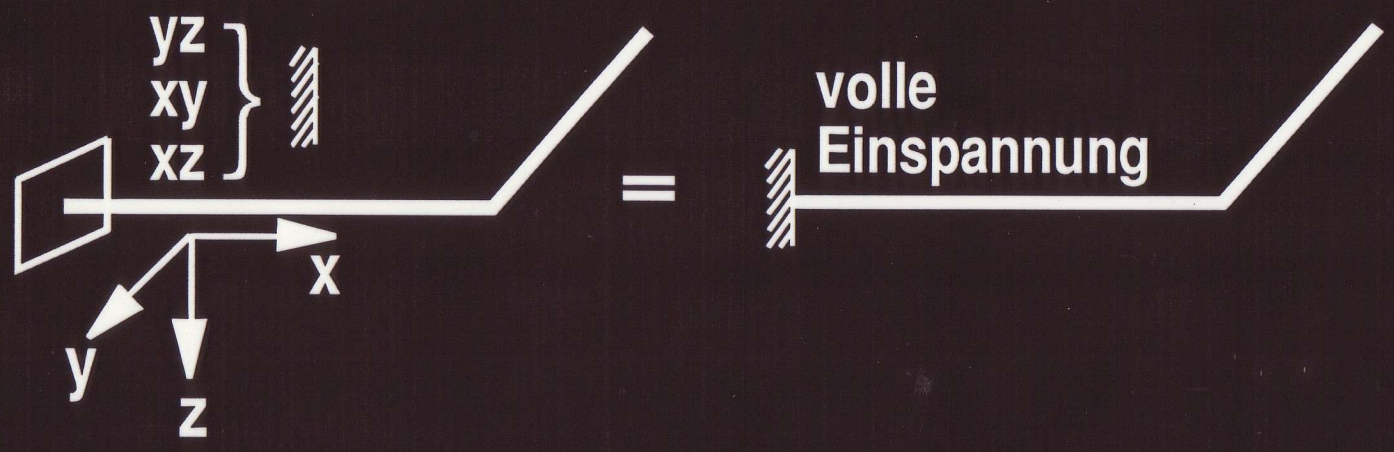
drillsteif

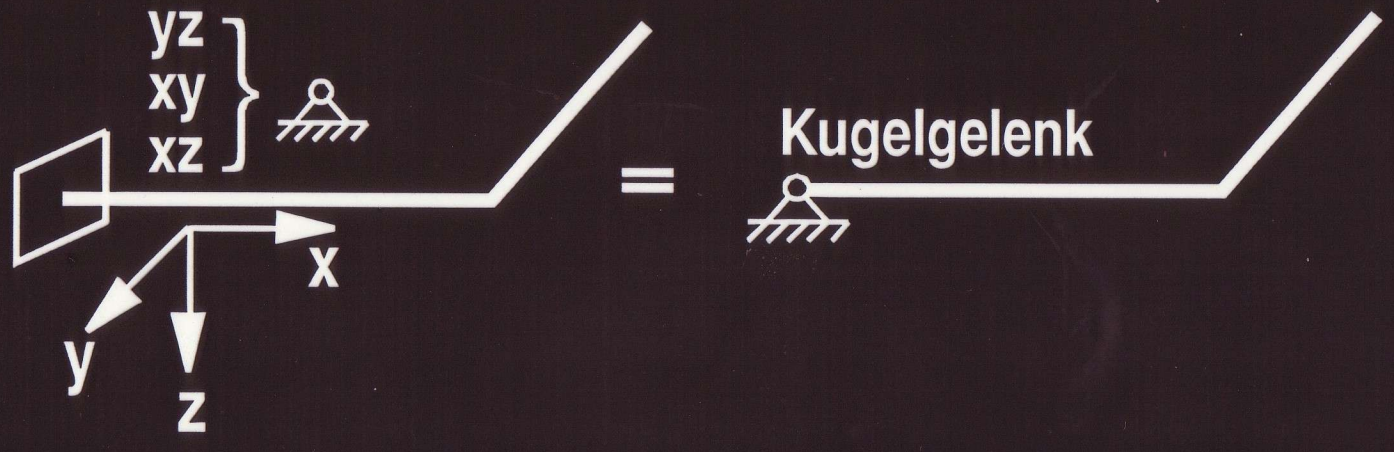
drillfrei

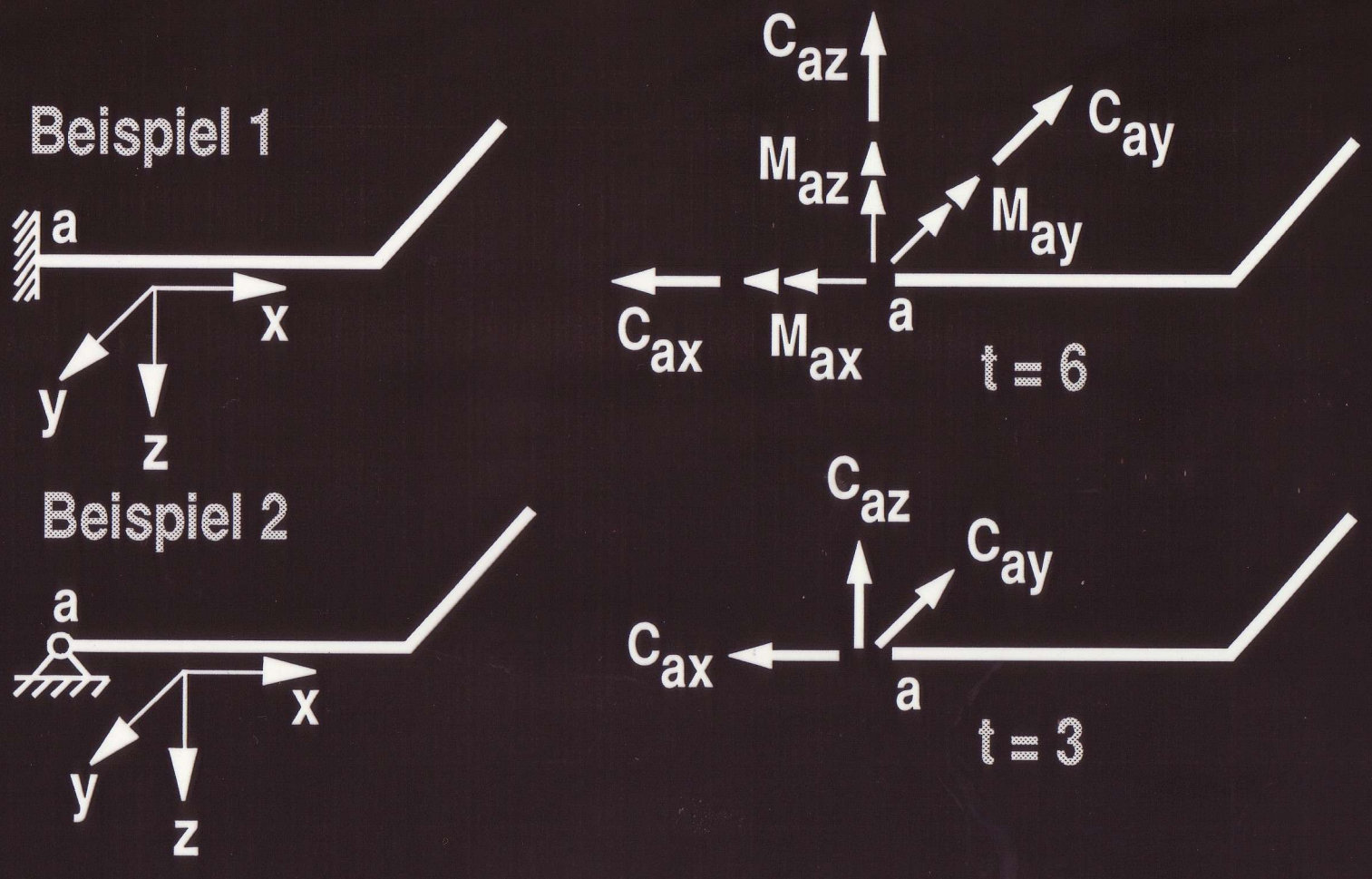
xy-Ebene
xz-Ebene

(wie ebene Tragwerke)

Häufig kommt die volle Einspannung (in allen Ebenen) und das Kugelgelenk vor.







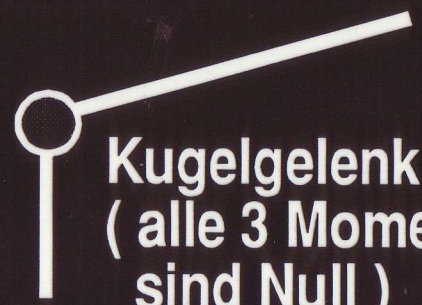
Die Stützreaktionen können beliebig angesetzt werden, zum Beispiel wie die positiven Schnittkräfte bei " a".

2.3 Stabverbindungen

Die Bewegungsmöglichkeiten der Stäbe gegeneinander können wie die Auflager durch Angaben in den Ebenen angegeben werden.

Häufig kommt die biegesteife Ecke und das Kugelgelenk vor:

biegesteife Ecke



Kugelgelenk
(alle 3 Momente
sind Null)