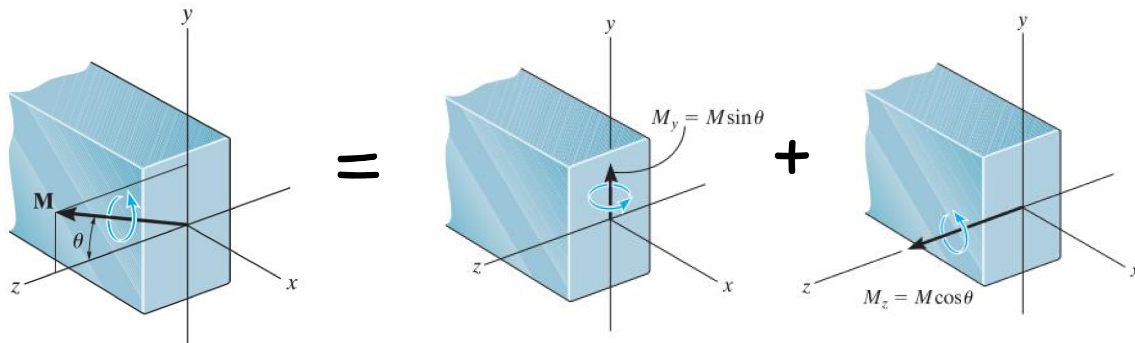


# THEORIE 08

kendallj@ethz.ch

## 1 Schiefe Biegung

Biegemomente, die nicht entlang der Hauptachsen des Bauteils angreifen, teilen wir in ihre Komponenten entlang der Hauptachsen auf:



Für die daraus resultierende Spannung gilt:

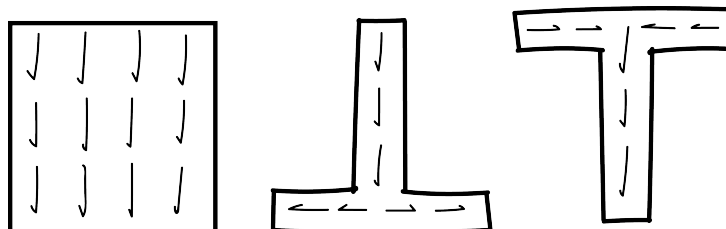
$$\sigma_b = -\frac{M_z y}{I_z} + \frac{M_y z}{I_y} \quad (1)$$

## 2 Schubspannungsfluss

Schubfluss bezeichnet den Verlauf der Schubspannung durch den Querschnitt des Bauteils. Er hat die Einheit Kraft pro Länge.

### 2.1 Graphische Darstellung

1. Der Schubfluss beginnt ganz oben am Querschnitt und fließt abwärts, wie Wasser, das wir von oben hineinschütten.
2. Der Schubfluss verläuft über den gesamten Querschnitt.
3. Die Summe des Schubflusses aus Querkraft in symmetrischen Trägern ergibt die Querkraft.



## 2.2 Formel

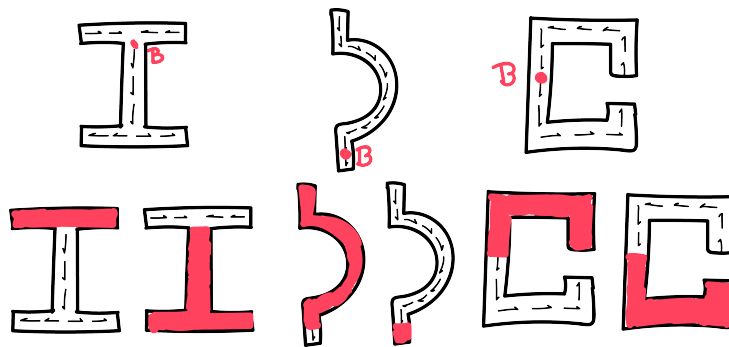
Wir berechnen den Schubfluss  $T$  entlang einer geraden Linie, die wir selbst im Querschnitt wählen. Er entspricht der Summe der Schubspannungen entlang dieser Linie.

$$T = \frac{QH}{I_z} \quad (2)$$

$T$  = Schubfluss,  $Q$  = Querkraft,  $H$  = statisches Moment,  $I_z$  = Flächenträgheitsmoment um  $z$

## 2.3 Statisches Moment $H$

Das statische Moment  $H$  berechnen wir entweder für die Fläche, von welcher der Schubfluss durch unseren Punkt  $B$  fließt, oder für die übrige Fläche. Beides gibt dasselbe Resultat:



Allgemein gilt:

$$H = \int y dA \quad (3)$$

Für Rechtecke vereinfacht sich der Term zu:

$$H = \eta \cdot \Delta A \quad (4)$$

wobei  $\eta$  der vertikaler Abstand vom Schwerpunkt der Einzelfläche zum Schwerpunkt der ganzen Fläche und  $\Delta A$  die Einzelfläche ist.

## 3 Schubspannungsformel

Schubspannung aus Querkraft:

$$\tau = \frac{Q}{A} \quad (5)$$

Das ist jedoch ein Durchschnittswert. Wenn wir unser Bauteil auliegen bzw. überprüfen wollen, nutzen wir eine Formel, mit der wir die Schubspannung an jedem Punkt unseres Bauteils berechnen können:

$$\tau = \frac{QH}{I_z b} \quad (6)$$

wobei  $\tau$  Schubspannung,  $Q$  Querkraft,  $H$  statisches Moment,  $I_z$  Flächenträgheitsmoment um  $z$  und  $b$  Bauteilbreite ist.