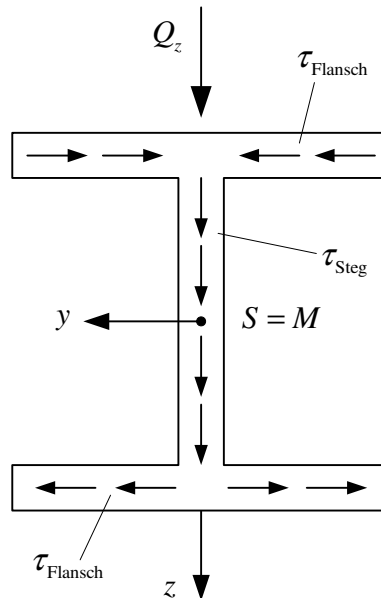
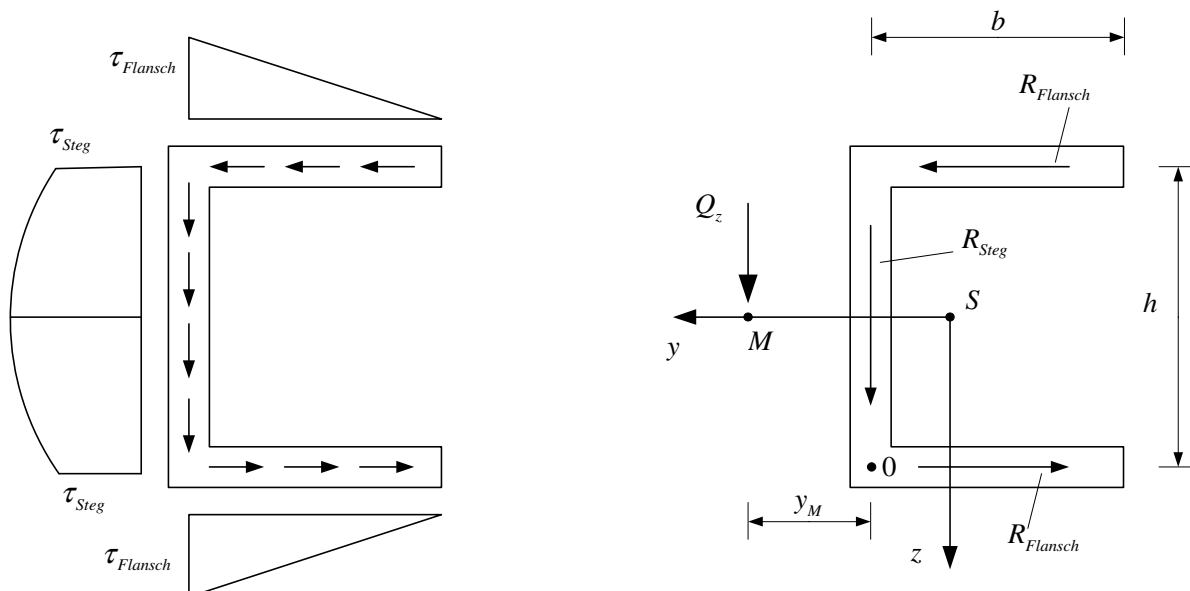


Bestimmung des Schubmittelpunktes

Definition des Schubmittelpunktes: Der Schubmittelpunkt M ist der Punkt eines Querschnitts, durch den die Wirkungslinie der Querkraft verlaufen muss, damit keine Torsionsbeanspruchung auftritt, der Querschnitt sich also nicht verdreht.



In der obigen Abbildung ist der Schubspannungsverlauf eines I-Profiles infolge Querkraft Q_z dargestellt. Aus Symmetriegründen heben sich die horizontalen Schubkräfte in den Flanschen auf. Die über die Stegfläche aufsummierten Schubkräfte sind gleich der Querkraft Q_z . Der Querschnitt ist doppelt-symmetrisch, Schubmittelpunkt M und Schwerpunkt S fallen zusammen.



Anders bei unsymmetrischen oder einfachsymmetrischen Profilen, hier sind Schubmittelpunkt und Schwerpunkt zwei unterschiedliche Punkte.

Am Beispiel des dargestellten Profils erkennt man, dass hier die aufsummierten Schubkräfte infolge Q_z in den Flanschen ein Kräftepaar erzeugen. Da die statische Wirkung der

Schubspannungen der Wirkung der Querkraft äquivalent ist, muss das auf einen beliebigen Punkt bezogenen Moment der Schubspannung gleich dem Moment der Querkraft sein; ebenso entspricht die Querkraft der Resultierenden aller Schubspannungen.

Bildet man das Moment der Querkraft Q_z und das Moment der aufsummierten Schubspannungen τ um den Punkt 0 folgt mit $T_{Flansch} = \tau_{Flansch} \cdot t$ (Schubfluß gleich Schubspannung mal Dicke des Flansches)

$$Q_z \cdot y_M = \underbrace{T_{Flansch} \cdot b \cdot \frac{1}{2}}_{\substack{\text{Resultierende aus} \\ \text{Dreiecksfläche der Schubspannung} \\ \text{(siehe Abbildung oben)}}} \cdot \underbrace{h}_{\text{Hebelarm}} = R_{Flansch} \cdot h \quad \Rightarrow \quad y_M = \frac{R_{Flansch} \cdot h}{Q_z}$$

Aus dieser Bedingung kann der Angriffspunkt der Querkraft Q_z bestimmt werden. Man bezeichnet ihn als Schubmittelpunkt M .

Um die Torsionsbeanspruchung eines Trägers zu vermeiden, müssen die äußeren Lasten im Schubmittelpunkt M angreifen.

Für den Fall das die Schubspannungen keinen linearen Verlauf aufweisen, sondern einen parabolischen, bestimmt man sich die Resultierende mittels Integration.

Allgemein gilt somit:

$$Q_z \cdot y_M = \int_s \underbrace{T(s) \cdot ds}_{\text{Resultierende}} \cdot \underbrace{r}_{\text{Hebelarm}}$$

mit

$$T(s) = \frac{Q_z \cdot S_y(s)}{I_y}$$

Zusammenfassung:

Der **Schubmittelpunkt** eines Profils ist derjenige Punkt, durch den die Wirkungslinie der Querkraft verlaufen muß, damit der Querschnitt torsionsfrei bleibt.

Bei symmetrischen Querschnitten liegt der Schubmittelpunkt auf der Symmetrieachse und fällt bei doppelt-symmetrischen Querschnitten mit dem Schwerpunkt zusammen.