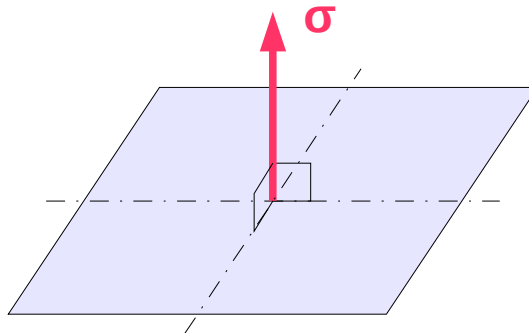


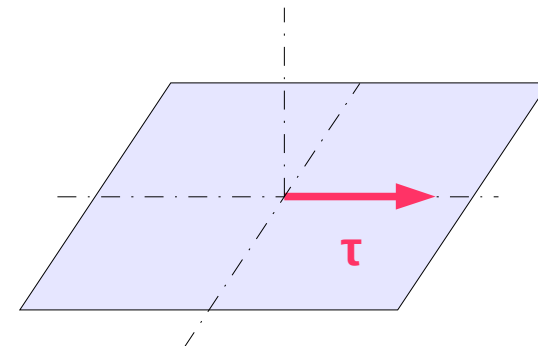
3. Schub

- Schubspannung:
 - Die Normalspannung σ ist eine Flächenkraft, die senkrecht zur Schnittebene wirkt.
 - Eine Flächenkraft, die parallel zur Schnittebene wirkt, wird als *Schubspannung* τ bezeichnet.

Normalspannung:



Schubspannung:

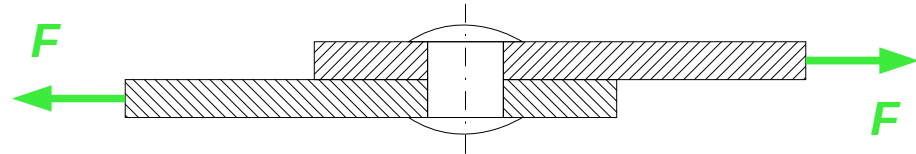


3. Schub

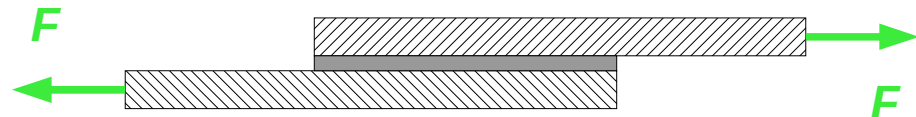
- Beispiele:

- Abscherbeanspruchung in Nieten, Bolzen, Klebe- und Schweißverbindungen

Nietverbindung:



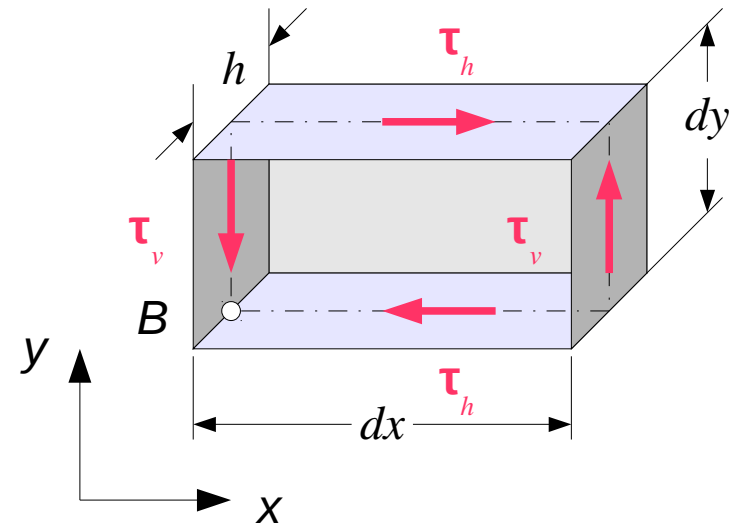
Klebeverbindung:



- Querkraftschub: Schubbeanspruchung durch Querkräfte in Balken

3. Schub

- In der Regel treten in einer Schnittfläche sowohl Normalspannungen als auch Schubspannungen auf.
- Zugeordnete Schubspannungen:
 - Betrachtet wird ein infinitesimaler Quader, an dessen Oberseite die Schubspannung τ_h wirkt.
 - Das Kräftegleichgewicht in x -Richtung erfordert eine gleich große entgegengesetzt gerichtete Schubspannung an der Unterseite.



3. Schub

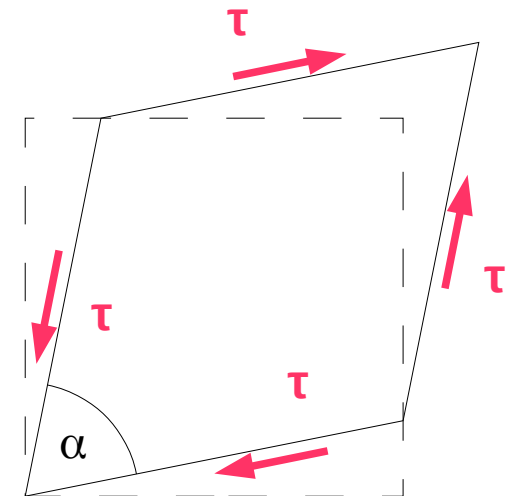
- Für das Momentengleichgewicht muss zusätzlich an den beiden vertikalen Flächen eine Schubspannung τ_v angreifen.
- Momentengleichgewicht:

$$\sum M^B = 0 \quad : \quad \tau_v h \, dy \, dx - \tau_h h \, dx \, dy = 0 \quad \rightarrow \quad \tau_v = \tau_h$$

- Die Schubspannung τ_v wird als *zugeordnete* Schubspannung bezeichnet.

3. Schub

- Scherung:
 - Eine Schubspannung führt zu einer Winkeländerung.
 - Die Scherung γ gibt den Winkel an, um den ein ursprünglich rechter Winkel kleiner wird:
- $$\gamma = \frac{\pi}{2} - \alpha$$
- Die Scherung wird im Bogenmaß angegeben.

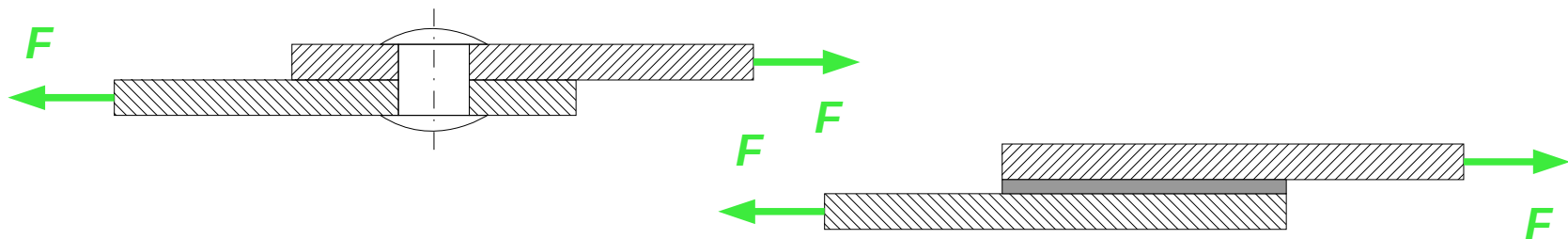


3. Schub

- Materialgesetz:
 - Im linear-elastischen Bereich ist die Schubspannung proportional zur Scherung:

$$\tau = G \gamma$$

- Die Proportionalitätskonstante G heißt *Schubmodul*.
- Abscherbeanspruchung:



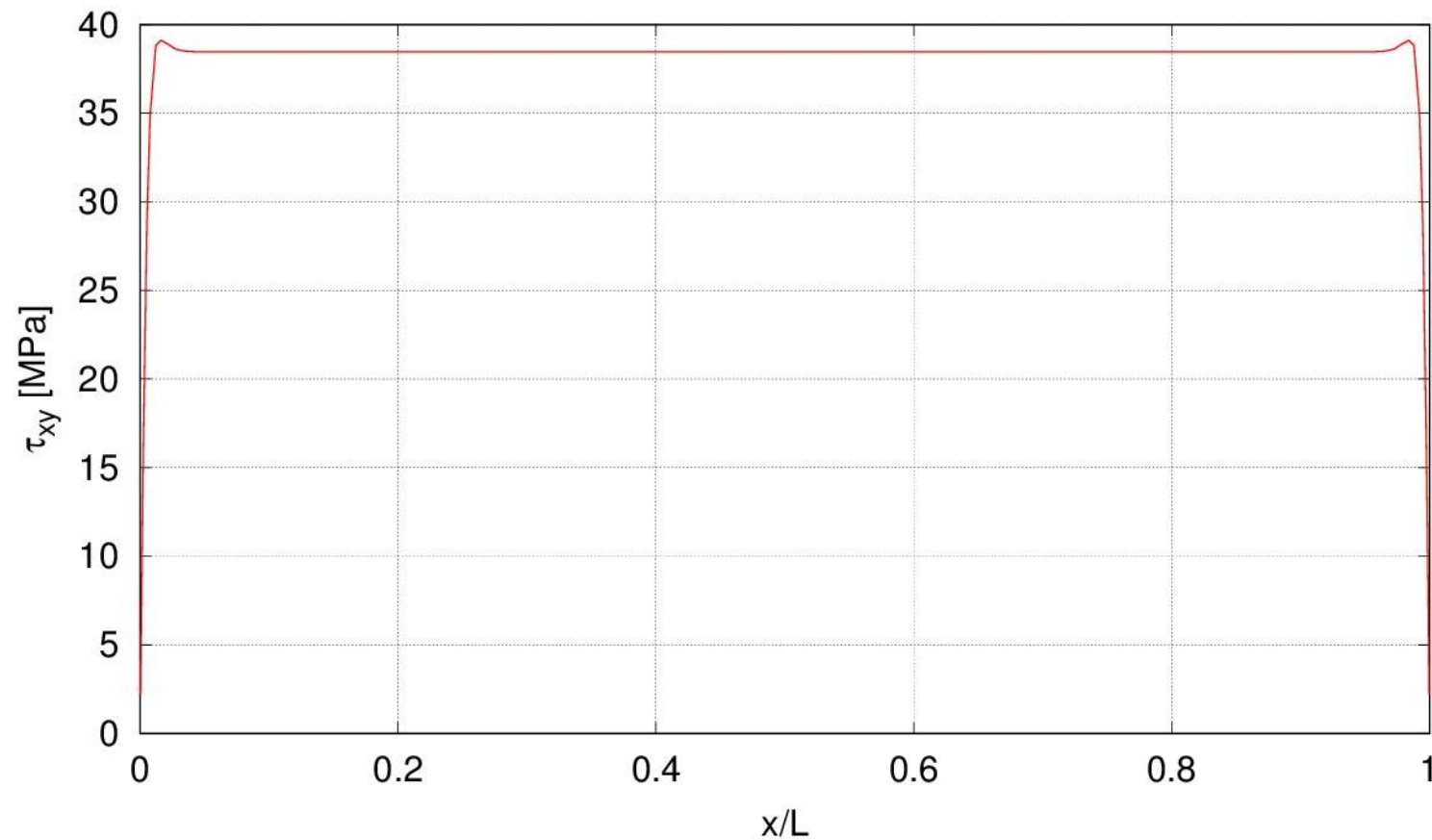
3. Schub

- Bei Nieten, Bolzen oder Klebeverbindungen ist der Abstand der Wirkungslinien der angreifenden Kräfte meist klein.
- Sie werden daher überwiegend auf Schub beansprucht.
- Die Schubspannung in der Verbindungsfläche ist nicht konstant, da sie am Rande wegen des Gesetzes der zugeordneten Schubspannungen null sein muss.
- Die Beanspruchung wird durch eine *mittlere Abscherspannung* beschrieben:

$$\tau_a = \frac{F}{A}$$

3. Schub

- Beispiel: Schubspannungsverlauf in einer Klebefläche



3. Schub

- Im Scherversuch wird eine *Scherfestigkeit* τ_{aB} ermittelt, die aus der gemessenen Bruchkraft F_m und der Querschnittsfläche A_0 der unbelasteten Probe berechnet wird:

$$\tau_{aB} = \frac{F_m}{A_0}$$

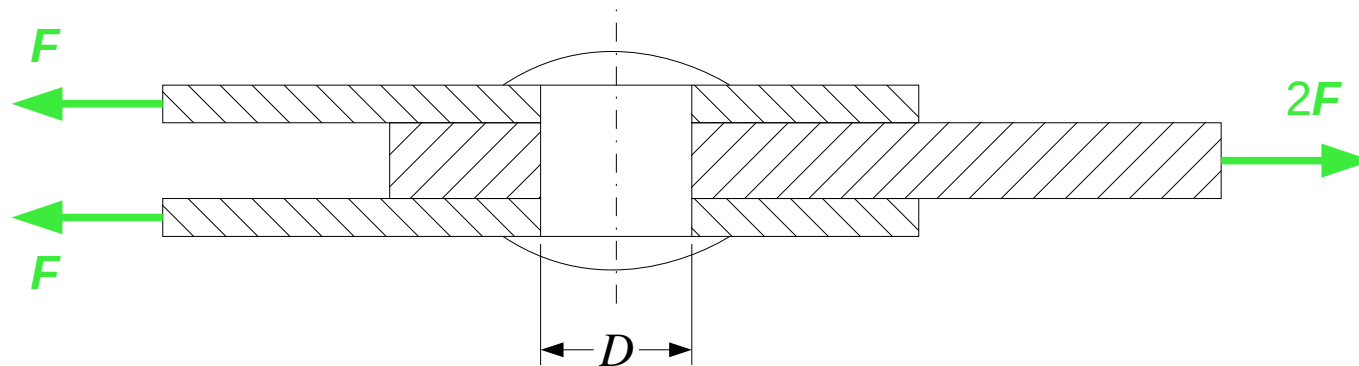
- Für die Sicherheit und die zulässige Spannung gilt:

$$S_B = \frac{\tau_{aB}}{\tau_a}, \quad \tau_{zul} = \frac{\tau_{aB}}{S_B}$$

- Anhaltswerte für die Sicherheit liegen zwischen 2,0 und 4,0.

3. Schub

- Beispiel: Nietverbindung



- Gegeben:

- $F = 15 \text{ kN}$, $D = 30 \text{ mm}$

- Gesucht:

- mittlere Abscherspannung im Niet

3. Schub

- Die resultierende Kraft in jeder der beiden Scherflächen ist F .
- Die mittlere Abscherspannung berechnet sich zu

$$\tau_a = \frac{F}{A} = \frac{4 F}{\pi D^2}$$

- Zahlenwert: $\tau_a = \frac{4 \cdot 15 \cdot 10^3 \text{ N}}{\pi \cdot 30^2 \text{ mm}^2} = \underline{21,22 \text{ MPa}}$

3. Schub

- Vergleich:

