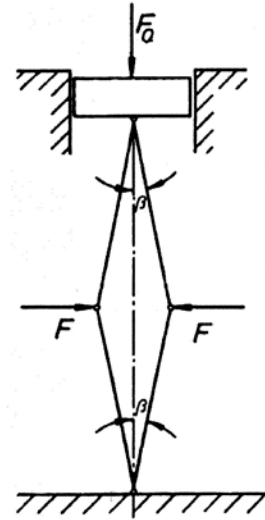


1. Bereits Gutenberg nutzte das Prinzip der sog. *Kniehebelpresse* für den Buchdruck.

In der nebenstehenden Abbildung ist eine symmetrische Form skizziert, bei der zwei symmetrische Kräfte (also gleich groß, aber mit entgegengesetzter Richtung) horizontal einwirken, um in vertikaler Richtung die Druckkraft  $F_Q$  aufzubringen.

Alle Stäbe sind mit Gelenken verbunden, sodass sie keine Momente, sondern nur Druck und Zugkräfte aufnehmen können. Aufgrund der Symmetrie ist das Momentengleichgewicht gegeben, und es muss nur noch das Kräftegleichgewicht untersucht werden.

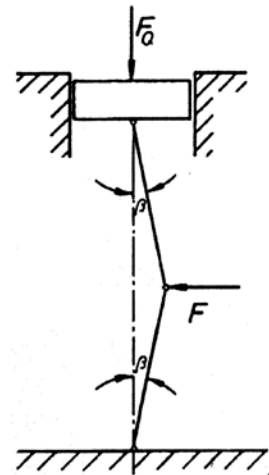
- Wie groß muss der Winkel  $\beta$  gewählt werden, damit das Kräfteverhältnis  $F_Q : F = 10$  beträgt?
- Wie groß sind die Kräfte in den Stäben?
- Wie groß sind die Reaktionskräfte im unteren Lager?



2. Eine noch einfachere Version dieser Presse ist hier zu sehen.

Jetzt ist das System nicht mehr symmetrisch. Braucht man das Momentengleichgewicht, um es zu lösen? (Man beachte, dass der Stempel geführt ist und somit horizontale Kräfte auf ihn einwirken können.)

- Wie groß sind die Reaktionskräfte am unteren Lager und am Stempel?
- Wie hängt hier das Kräfteverhältnis  $F_Q : F$  vom Winkel  $\beta$  ab?
- Was ergibt sich für den Fall  $\beta = 45^\circ$ ?
- Wie kann die Rechnung vereinfacht werden, wenn nur die Lagerkräfte gesucht sind ( $F$  und  $F_Q$  seien gegeben)?



3. Eine etwas komplexere Version der Kniehebelpresse:

- Wie groß ist hier das Kräfteverhältnis, wenn die Winkel  $\alpha = \beta = 8^\circ$  betragen? (Die Lager- und Stabkräfte sind nicht zu berechnen.)

Anleitung:

Die Symmetrie ist wie in Aufgabe 1, d.h. es reicht, nur das Kräftegleichgewicht zu betrachten.

Es wird nicht nach Stabkräften gefragt, es muss also nicht jeder Knoten freigeschnitten werden.

Schneiden Sie der Reihe nach die Knoten A, B, C und E frei und eliminieren Sie mit Hilfe der Kräftegleichgewichte in  $x$ - und  $y$ -Richtung die Stabkräfte. Sie erhalten dann eine Formel für das Verhältnis  $F_Q : F$  in Abhängigkeit von den Winkeln.

