

### A.1.3.4 Das Hebelgesetz



- Ein Waagebalken ist im Gleichgewicht (Abk. GG), wenn die Summe aller einwirkenden Drehmomente gleich Null ist:

Hieraus ergibt sich das Hebelgesetz:

### A.1.3.5 Der Nachweis gegen Umkippen

- Im kritischen Zustand gilt:

Kippmoment = Stabilisierendes Moment

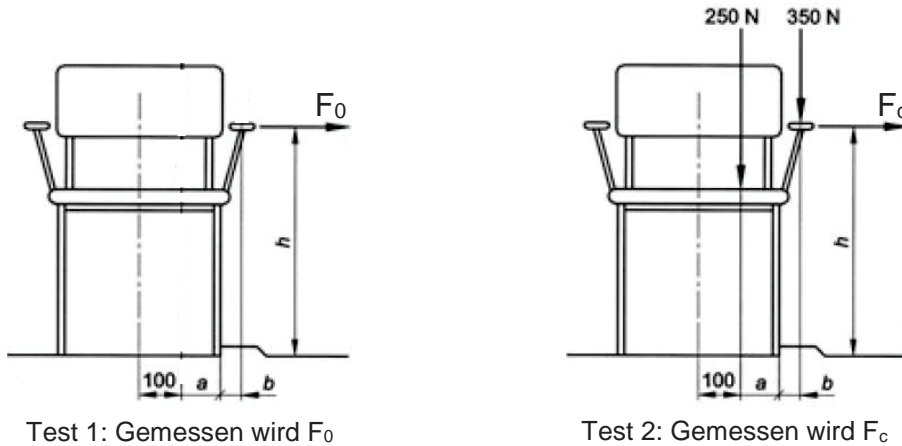
Die Momente sind dabei jeweils Betragswerte und auf den Kippunkt bezogen.

- Nachweis mit Sicherheitsbeiwert  $\gamma$

Der Sicherheitsbeiwert für die Lagesicherheit (Kippen) liegt je nach Anwendungsfall zwischen 1,5 und 2,0.

### Beispiel A.1.3: Kippen (Prüfung Wintersemester 10/11)

In der Möbelprüfung wird das seitliche Umkippen von Stühlen mit Armlehnen durch zwei Tests geprüft (DIN EN 1022):



$F_0$  und  $F_c$  sind jeweils die Horizontalkräfte an der Armlehne, bei denen der Stuhl umkippt.

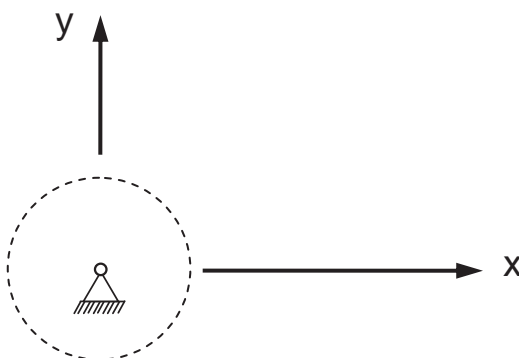
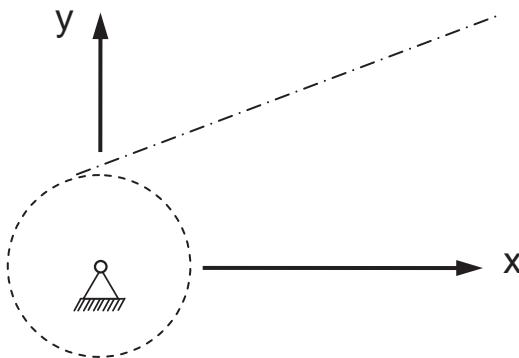
- a) Wie ist der Zusammenhang zwischen  $F_0$  und dem Eigengewicht des Stuhls?
- b) Welches Eigengewicht muss ein Stuhl mit den Parametern  $a = 100$  mm,  $b = 70$  mm und  $h = 600$  mm mindestens aufweisen, damit die Forderung der Norm  $F_c \geq 20$  N in Test 2 erfüllt werden kann?
- c) Zeigen Sie, dass ganz allgemein folgender Zusammenhang zwischen den beiden Testergebnissen gilt, der in der Norm angegeben ist:

$$F_c = F_0 + (250a - 350b)/h$$

### A.1.3.6 Parallelverschiebung der Wirkungslinie

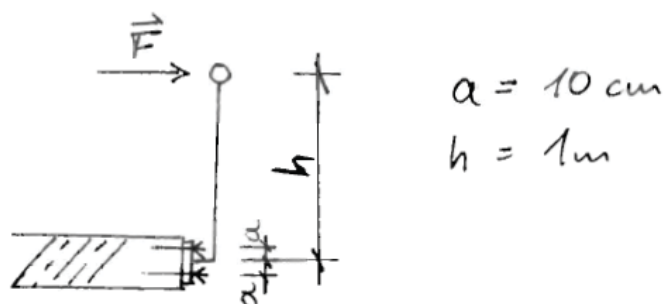
Die Wirkungslinie einer Kraft darf \_\_\_\_\_ verschoben werden,  
wenn zur Korrektur das entsprechende \_\_\_\_\_ eingeführt wird.

In Lehrbüchern wird dies oft als „Reduktion des ebenen Kraftsystems“ bezeichnet.



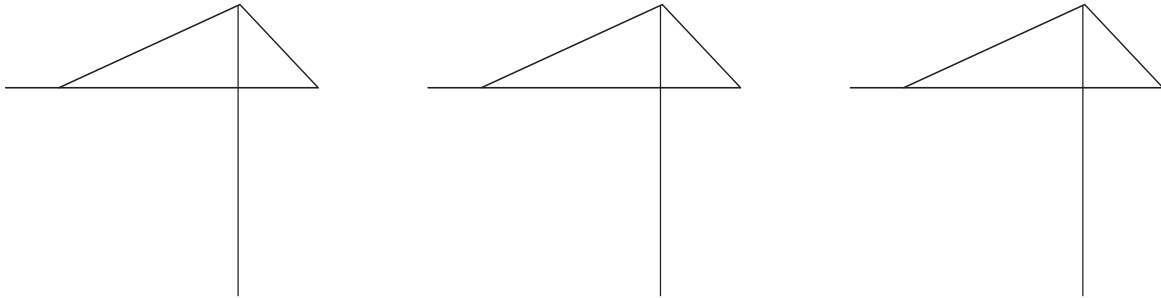
### Beispiel A.1.4: Reduktion von Kräften

Wie groß ist die Kraft in der Verankerung des Geländerpfostens (Pfostenabstand 0,8 m)?



### A.1.3.7 Bildung von Resultierenden

- Durch die Reduktion (Kap. A.1.3.6) können mehrere Kräfte  $F_1, F_2, \dots$  mit unterschiedlichen Wirkungslinien zu einer resultierenden Kraft  $R$  zusammengefasst werden
- Beispiel Kran

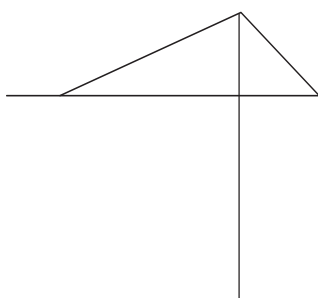


- Der Momentensatz:

Die Drehmomente der Einzelkräfte  $F_i$  ergeben als Summe das Drehmoment  $M_R$ , das gleich dem Drehmoment der Kraftresultierenden  $R$  um denselben Drehpunkt ist.

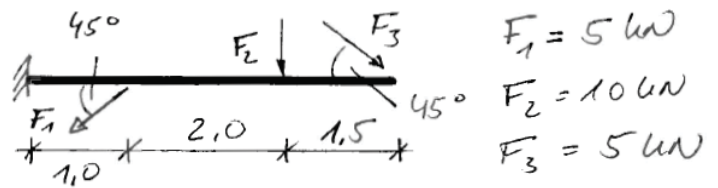
- Aus dem Momentensatz kann die Lage der Wirkungslinie von  $R$  berechnet werden:

- Beispiel Kran

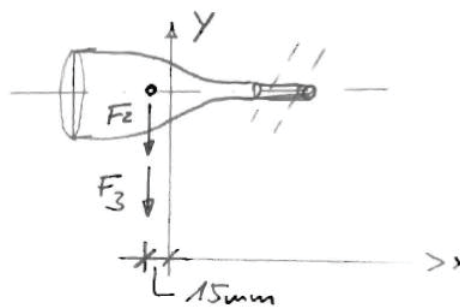
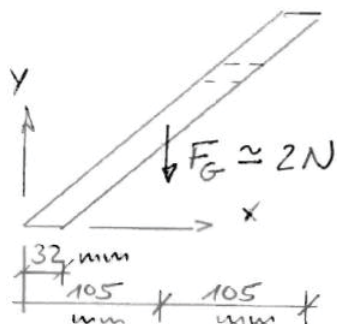


### Beispiel A.1.5: Resultierende von Kräften

- Resultierende Kraft  $R$  nach Betrag und Richtung. Lösung zeichnerisch und rechnerisch
- Lage der Wirkungslinie von  $R$
- Drehmoment bezogen auf die Einspannstelle



### Beispiel A.1.6: Kippen eines Weinständers



Ges: Kippnachweis für die Fälle

- Weinständer mit leerer Flasche ( $F_2 = 6 \text{ N} = \text{Gewicht der leeren Flasche}$ )
- Weinständer mit voller Flasche ( $F_3 = \text{Gewicht Inhalt } 700 \text{ ml}$ )