3.6.2 Schwimmstabilität und Kriterien

Schwimmfähigkeit allein ist für den Transport nicht ausreichend. Zusätzlich muss der Baukörper für den Transport stabil schwimmen und darf dabei nicht kentern.

Hinsichtlich der Schwimmlage sind grundsätzlich 3 Fälle zu unterscheiden, die in

Abb. 3.17 dargestellt und erläutert sind.

Für die Ableitung der Kriterien der Schwimmstabilität wird der Schwimmkörper in Abb. 3.18 betrachtet, der leicht um den Winkel α aus seiner stabilen Lage ausgelenkt wird.

Die wichtigsten Parameter für die Beschreibung der Kriterien für die Schwimmstabilität sind (vgl. Abb. 3.18):

- h_m: Abstand zwischen dem Schwerpunkt S_K des Schwimmkörpers und dem *Metazentrum M*. Das Metazentrum ist der Schnittpunkt zwischen der ausgelenkten Schwimmachse und der Wirkungslinie der versetzten Auftriebskraft F_A
- h_k: Abstand zwischen dem Schwerpunkt S_K des Körpers und dem Verdrängungsschwerpunkt S_{v1} bei Ruhelage vor der Auslenkung
- V_v: durch den Körper verdrängtes Wasservolumen
- ΔV_v: durch den Körper verdrängtes Wasservolumen infolge Auslenkung
- I_0: Trägheitsmoment der Schwimmfläche A in Bezug auf die Achse 0 y:

$$I_0 = \int_A x^2 \, dA$$

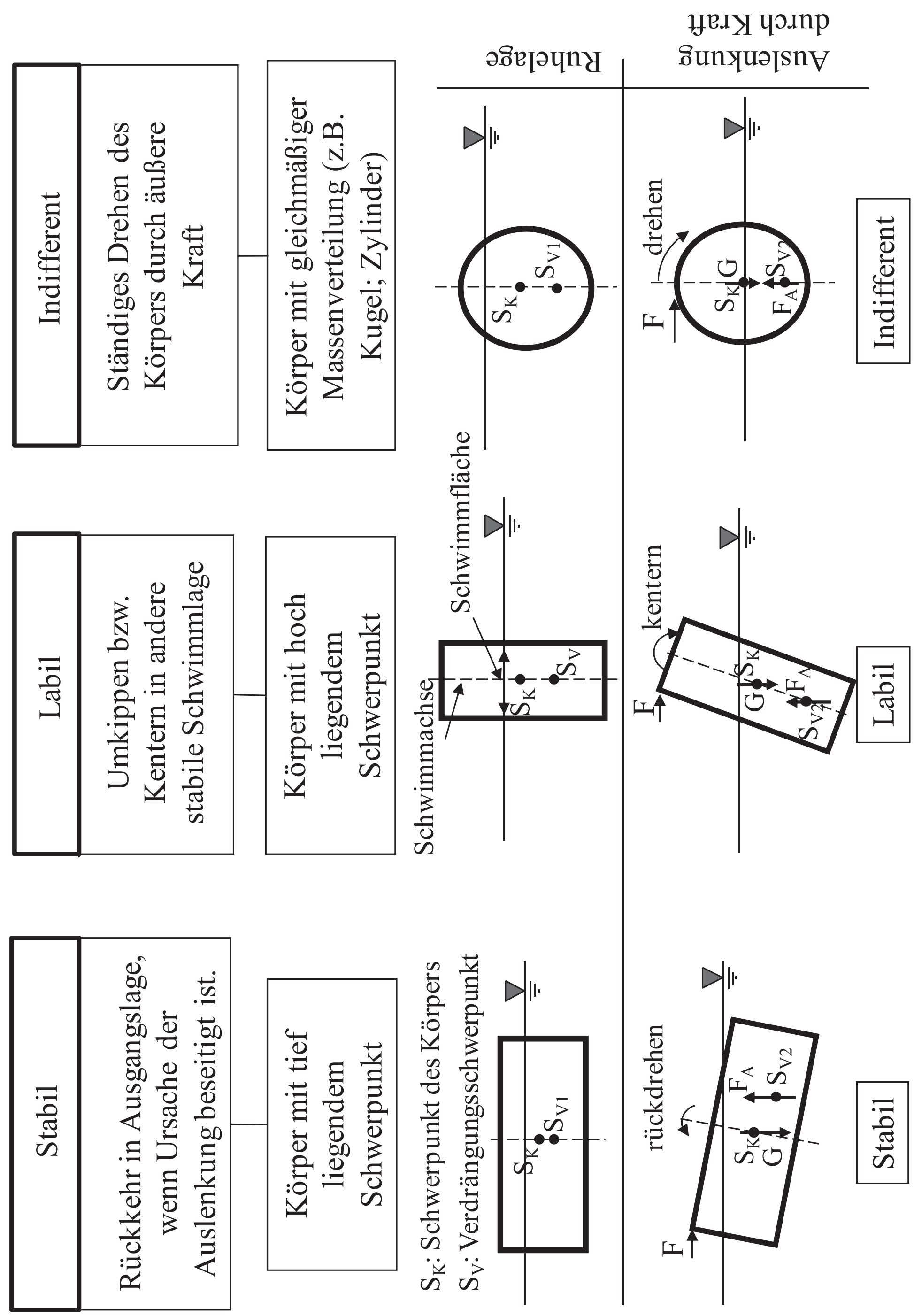
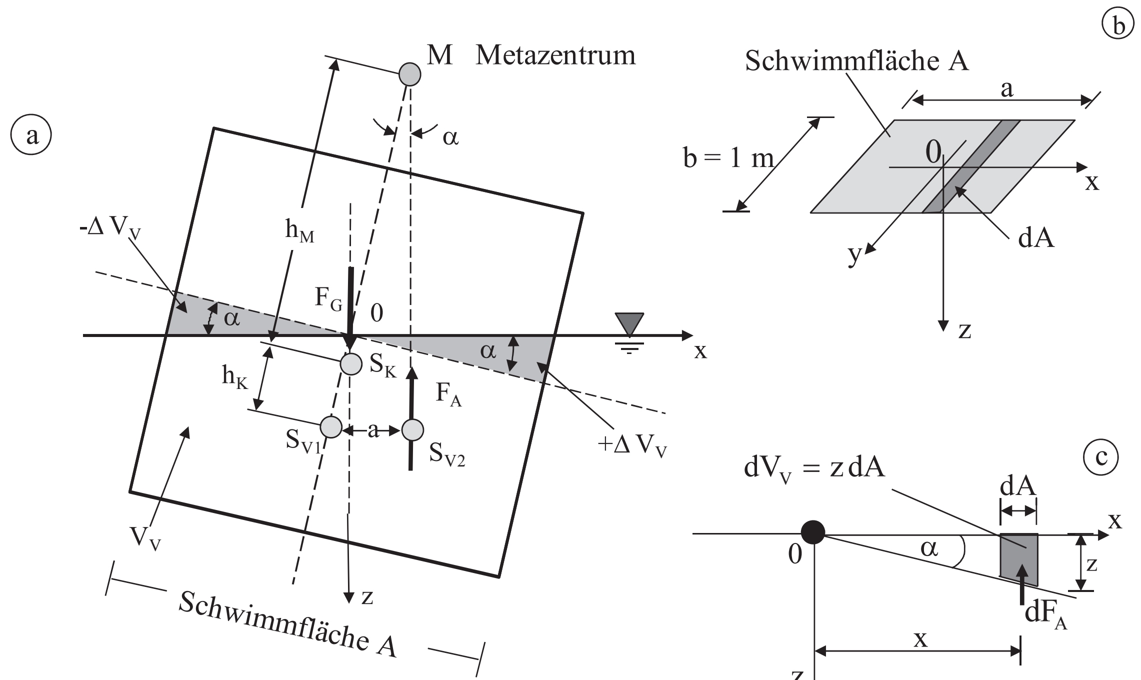


Abb. 3.17: Stabile, labile und indifferente Schwimmlage



F_G = Gewichtskraft des Körpers
S_K = Schwerpunkt des Körpers
S_{v1} = Verdrängungsschwerpunkt vor der Auslenkung (Ruhelage)

Abb. 3.18: Ausgelenkte Schwimmkörper (Definitionsskizze)

Durch die Auslenkung wird der Auftrieb auf der aufgetauchten Seite um den Wert $\Delta F_A = -\rho_w\, g\, \Delta V_V$ verringert (Abb. 3.18a). Auf der eingetauchten Seite nimmt die Auftriebskomponente um den Wert $\Delta F_A = +\rho_w\, g\, \Delta V_V$ zu. Zerlegt man das eingetauchte bzw. aufgetauchte Volumen in viele kleine Scheiben $dV_V = z\, dA$ (Abb. 3.18), so lässt sich das entstehende Drehmoment M aus der Integration der Auftriebskräfte für die Scheiben über den Abstand x zur Schwimmachse berechnen. Da bei sehr kleiner Auslenkung $z/x = \tan\alpha = \alpha$ ist, folgt:

$$dF_A = \rho_w\, g\, dV_V = \rho_w\, g\, dA\; z = \rho_w\, g\; dA\; x\, \alpha \tag{0.20}$$

Das infinitesimale Drehmoment dM ist:

$$dM = x\; dF_A = \rho_w\, g\; x^2\; \alpha\; dA \tag{0.21}$$

Daraus folgt das gesamte Drehmoment M:

$$M = \int_A dM = \int_A \rho_w\, g\; \alpha\; x^2\; dA$$

$$M = \rho_w\, g\; \alpha \int_A x^2\; dA = \rho_w\; g\; \alpha\; I_0 \tag{0.22}$$

Durch die Auslenkung entsteht ein Moment der Auftriebskraft $F_A \cdot a$ um den alten Verdrängungsschwerpunkt S_{V1}, das mit dem Moment infolge Veränderung der Eintauchtiefe der beiden Seiten im Gleichgewicht stehen muss:

$$F_A = \rho_w g \ \alpha \ I_0 \tag{0.23}$$

Der Hebelarm a (Abb. 3.18) folgt aus

$$a = \frac{\rho_w \ g \ \alpha \ I_0}{F_A} = \frac{\rho_w \ g \ \alpha \ I_0}{\rho_w \ g \ V_V} = \alpha \ \frac{I_0}{V_V} \tag{0.24}$$

Da die Auslenkung α als sehr klein angenommen wird, kann der Hebelarm a durch die Parameter h_M, h_K und α wie folgt beschrieben werden:

$$a = (h_M + h_K) \sin\alpha = (h_M + h_K)\ \alpha \tag{0.25}$$

Wird Gl. (0.25) in Gl. (0.24) eingesetzt, so folgt für die Lage des Metazentrums:

$$h_M = \frac{I_0}{V_V} - h_K \tag{0.26}$$

Das Flächenträgheitsmoment I_0 ist für die Schwimmfläche A (Abb. 3.18a) zu ermitteln.

Für die oben erwähnten Schwimmlagen (s.

Abb. 3.17) gelten folgende Kriterien:

$h_M > 0$	:	stabile Schwimmlage
$h_M < 0$	:	labile Schwimmlage
$h_M = 0$	:	indifferente Schwimmlage

Liegt der Verdrängungsschwerpunkt S_V oberhalb des Körperschwerpunktes S_K, so ist die Schwimmlage stets stabil.

3.7 Einfluss zusätzlicher Beschleunigungen auf den hydrostatischen Druck

3.7.1 Problemstellung

Im Abschnitt 2 wurde gezeigt, dass Wasser leicht verformbar und nahezu inkompressibel ist, aber auch, dass sich seine Oberfläche stets normal zur Resultierenden F_R aller auf sie wirkenden Kräfte einstellt.

Wirkt also nur die Schwerkraft, so stellt sich zwangsläufig eine horizontale Wasseroberfläche ein. Dies ist der Fall, wenn das Wasser im Behälter nicht bewegt wird bzw. eine gleichförmige