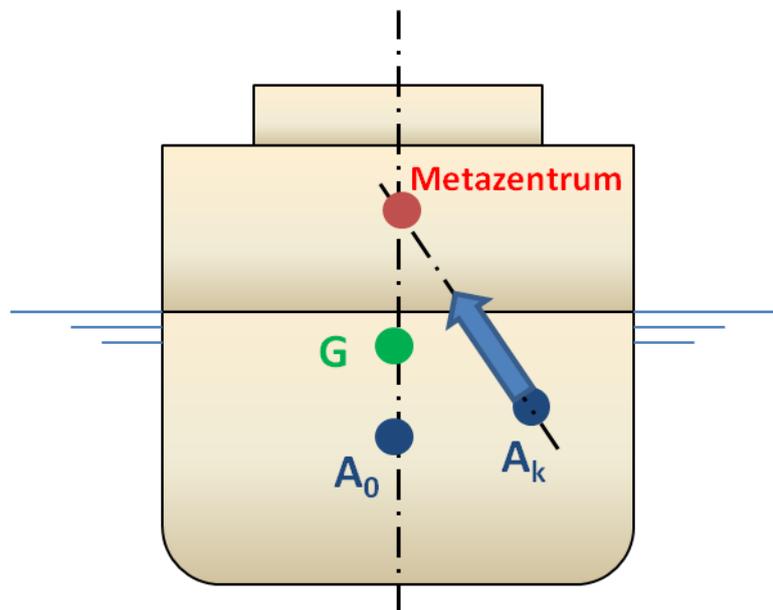


Schwimmfähigkeit

Warum ein eisernes Schiff aufrecht schwimmt

(von Knut-Michael Buchalle)

Die Grundlage, warum ein Körper im Wasser schwimmt, hat Archimedes bereits ca. 250 v. Chr. Herausgefunden. Es gilt unverändert die Erkenntnis, dass ein Körper so viel Wassermasse verdrängt, wie sein Gewicht ausmacht. Das allein reicht aber noch nicht. Eisen hat eine hohe Dichte, und wirft man einen Klotz ins Wasser, verdrängt er zwar sein Gewicht, aber er schwimmt nicht. Erst wenn das Volumen des Eisens größer wird und damit das verdrängte Wasservolumen mindestens dem Materialgewicht des Eisens entspricht, - am liebsten aber etwas mehr -, dann schwimmt auch Eisen. In der Praxis sieht es dann so aus, dass das Eisen zu Blechen geformt wird, mit denen dann ein mit Luft gefüllter Raum umbaut wird. Doch Vorsicht, auch dabei gilt es einige Regeln zu beachten damit das eiserne Schiff am Ende ordentlich schwimmt.



G: Gewichtsschwerpunkt
 A_0 : Auftriebsschwerpunkt
 A_k : Auftriebsschwerpunkt bei Krängung

Fredrik Henrik Chapman war 1764 der erste, der die Grundlagen für ein sicher, aufrecht schwimmendes Schiff in seinem Buch *Architectura Navalis Mercatoria* zusammenfasste. Der schwimmende Körper, ob nun aus Eisen oder einem anderen Baumaterial, muss einige physikalische Grundlagen erfüllen, sonst hält er sich nicht aufrecht. Die Breite des Körpers, der Tiefgang, die Freibordhöhe, die Gewichtsverteilung und in einem geringeren Maß auch die Länge des Körpers sind für den sicheren Zustand des schwimmenden Schiffes ausschlaggebend.

Die physikalischen Größen wirken dabei jeweils in festen Richtungen. Es sind also Vektorkräfte. Da der eiserne Rumpf aus verschiedenen anderen Gründen keine einfache, rechteckige Form hat, wird das eingetauchte Volumen, das aufgrund der Gleichgewichtsbedingung ja dem Gewicht beziehungsweise dem Auftrieb entsprechen muss, mit einer Integralrechnung ermittelt.

Zu dem aus der Rumpfgeometrie ermittelten Auftrieb gehört ein Schwerpunkt der bezogen auf die Achsen des Schiffes eine feste Lage hat. Die Schwerpunkts Lage ist ebenfalls ein Ergebnis der Integralrechnung, bei der in Form einer Momenten Rechnung das Ergebnis für den Gesamtschwerpunkt ermittelt wird. Die Auftriebswerte für den Volumenkörper sind somit bestimmt.

Die Werte für das Gewicht des Schiffes können im Vorfeld ebenfalls über Berechnungsverfahren bestimmt werden. Das Schiffsgewicht wird damit auch auf einen Punkt bezogen (G und A). Bezüglich der Gleichgewichtsbedingungen muss das Gewicht (G) in Größe und Lage dem Auftrieb (A) entsprechen, - jedoch mit einer Ausnahme. Es ist die Höhenlage dieser Schwerpunkte, die nicht gleich sein muss, ja sogar nicht gleich sein sollte. In der Differenz der Höhenlage von Auftrieb (A) und Gewicht (G) liegt ein wesentliches Kriterium für die Sicherheit des Schiffes.

Beim Schiffsentwurf werden die Bedingungen zur gleichen Position des Auftriebs- und Gewichtsschwerpunktes durchaus in mehreren Iterationsschleifen für verschiedene Zustände des fahrenden Schiffes ermittelt.

Im Schiffsbetrieb stellt sich der Gleichgewichtszustand zwischen Gewicht und Auftrieb automatisch ein. Der nicht mathematisch begeisterte Leser wird jetzt aufatmen. Gott sei Dank – ich brauche nicht zu rechnen. Leider ist der sich selbst einstellende Zustand nicht immer sicher und es kommt zu einer plötzlichen Kenterung. Also sollte der vorhandene Zustand im Schiffsbetrieb mit den Rechenergebnissen verglichen werden.

Wenn ein Schiff krängt, wandert der Auftriebsschwerpunkt seitlich aus, während der Gewichtsschwerpunkt an seiner Position fest bleibt. Der Schnittpunkt der Wirklinie der Auftriebskraft mit der Symmetrieachse des Spant Querschnittes ist das Metazentrum. Sozusagen der Drehpunkt des Pendels. Solange der Gewichtsschwerpunkt unterhalb des Metazentrums liegt, ist der Zustand stabil und damit sicher. Das Metazentrum ist dabei leider kein fest liegender Punkt, sondern ändert seine Lage mit den Krängungswinkeln, weil sich die Wirkrichtung der Auftriebskraft verändert.

Insgesamt lassen sich zum Thema Schwimmfähigkeit und Stabilität noch viele Aspekte schildern, aber im Kern war es das erstmal.