

Theoretische Grundlagen

Zusammenfassung des physikalischen Hintergrundwissens zum Thema: Schwimmen

Auftrieb im Wasser

Der Auftrieb ist eine Kraft, die auf einen Körper im Wasser wirkt. Er lässt sich in statischen und dynamischen Auftrieb einteilen.

Statischer Auftrieb

Der hydrostatische Auftrieb wirkt der Schwerkraft des Körpers entgegen. Das Verhältnis zwischen Schwerkraft und Auftriebskraft entscheidet über Schwimm-, Schweb-, oder Sinkzustand des Körpers im Wasser. Die Auftriebskraft wirkt senkrecht zur Wasseroberfläche und setzt am Volumenschwerpunkt des Körpers an. Die auftriebende Kraft ist von der Dichte des Mediums (ρ), der Erdbeschleunigung (g) und dem Körpervolumen (V) abhängig. Eine Änderung des Auftriebes kann durch eine Volumenänderung oder eine Änderung der Dichte des Mediums (z.B. Salzwasser) beeinflusst werden. Für den statischen Auftrieb F_A gilt:

$$F_A = -V \cdot \rho \cdot g$$

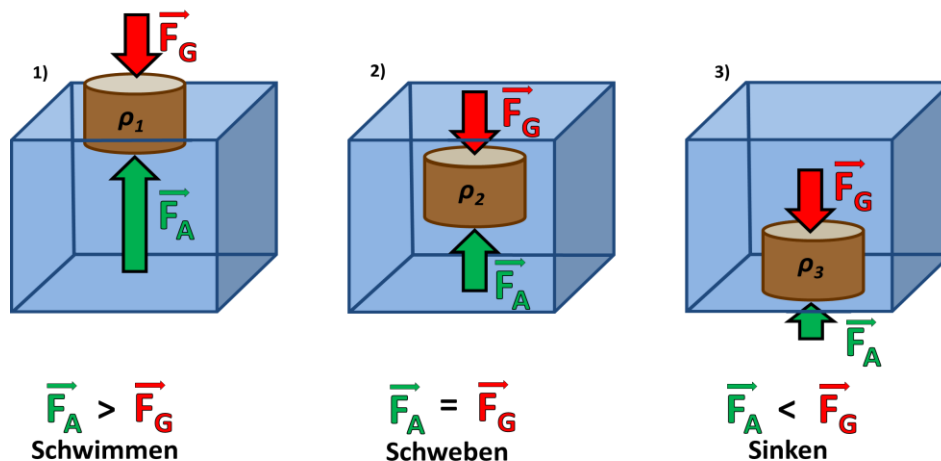


Abb. 1: Statischer Auftrieb

Strömungswiderstand

Bewegt sich ein Körper durch das Wasser, so wirkt ihm eine Kraft entgegen. Diese Gegenkraft wird als Wasserwiderstand bezeichnet. Der Gesamtwiderstand beim Schwimmen setzt sich aus mehreren Teilwiderständen zusammen. Er besteht aus Formwiderstand, Oberflächenwiderstand und Wellenwiderstand.

Die Widerstände wirken auf den Schwimmer bremsend, ermöglichen ihm jedoch auch aufgrund der Massenträgheit des Wassers den vorwärtsbringenden Antrieb (Zugphase des Armes).

Beeinflusst wird der Wasserwiderstand durch die Körperquerschnittsfläche (A), die Dichte des Mediums (ρ), die Anströmgeschwindigkeit (v) und durch den Widerstandsbeiwert (c_W). Der Widerstandsbeiwert ist von der Form des Körpers und der Oberflächenbeschaffenheit abhängig. Für die Wasserwiderstandskraft F_W gilt:

$$F_W = \frac{1}{2} \cdot A \cdot v^2 \cdot c_W \cdot \rho$$

Durch eine strömungsgünstige Körperform kann der Wasserwiderstand verringert werden. Ein Körper wird als strömungsgünstig bezeichnet, wenn er beim Gleiten durch das Medium nur geringe Verwirbelungen im Nachlauf verursacht.

Dynamischer Auftrieb im Wasser

Der hydrodynamische Auftrieb wirkt auf einen Körper, der sich im Wasser bewegt. Er ist mit dem aerodynamischen Auftrieb vergleichbar (vgl. Abb.2).

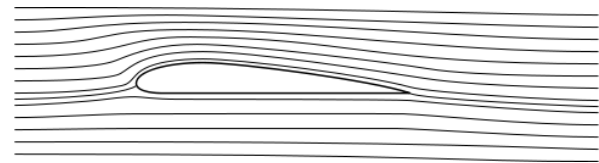


Abb. 2: Dynamischer Auftrieb eines Flügels

Der dynamische Auftrieb wird durch die Auftriebsfläche (A), die Anströmgeschwindigkeit (v), die Dichte des Mediums (ρ) und den Auftriebsbeiwert (c_A) beschrieben. Der Auftriebsbeiwert ist von der Form, der Oberfläche und dem Anstellwinkel des Körpers abhängig. Der Schwimmer kann den dynamischen Auftrieb am stärksten über eine Geschwindigkeitsänderung beeinflussen, da die Geschwindigkeit quadratisch in die Gleichung eingeht. Bei höherer Geschwindigkeit erfährt der Körper einen größeren hydrodynamischen Auftrieb, als bei niedriger Geschwindigkeit. Für die hydrodynamische Auftriebskraft F_D gilt:

$$F_D = \frac{1}{2} \cdot A \cdot v^2 \cdot c_A \cdot \rho$$

Die Formel unterscheidet sich von der des Wasserwiderstandes nur um den Auftriebsbeiwert c_A . Dies ist kein Zufall. Der dynamische Auftrieb ist lediglich die zur Strömungsrichtung vertikale Komponente der Wasserwiderstandskraft unter Berücksichtigung der entsprechenden Form, Oberfläche und des Anstellwinkels des Körpers.

Weitere Inhalte

Druck

Druck ist eine physikalische Zustandsgröße. An der Erdoberfläche herrscht ein Luftdruck von ca. $\overline{P_{(h=0)}} = P_{(h=0)} = 1 \text{ bar}$. Bei Bewegung im Medium Wasser wirkt auf den Körper zusätzlich der Wasserdruck. Er entsteht durch das Eigengewicht des Wassers. Der Wasserdruck hängt von der Erdbeschleunigung (g), der Wassertiefe (h) und der Wasserdichte (ρ) ab. Der Wasserdruck erhöht sich um ca. 1bar pro 10m Wassertiefe. Mit der nachfolgenden Formel lässt sich der Gesamtdruck P in Abhängigkeit der Wassertiefe h berechnen:

$$P(h) = \rho \cdot g \cdot h + P_{(h=0)}$$

Die Konstanten haben folgende Werte: $\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ und $g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.