



Turin – Militärmuseum © franzinger

Arbeitsauftrag

- [01] Worin besteht der Unterschied zwischen Flugobjekten, die mit einem statischen Auftrieb arbeiten und solche, die über einen „dynamischen Auftrieb“ in der Luft bleiben. Nennen Sie Beispiele für beide Luftfahrzeugtypen.
- [02] Diskutiere die Funktionsweise eines Zeppelin ...
- [03] Welche der oben angesprochenen Auftriebstypen wird bei einem U-Boot in welcher Phase der Fahrt eingesetzt?
- [04] Warum sind die „Tragflächen“ bei einem U-Boot erstaunlich klein im Vergleich zu den Dimensionen bei einem Flugzeug?
- [05] Warum hat ein Schiff nur dann eine hinreichende „Ruderwirkung“, wenn es genügend Fahrt hat? Was versteht man unter Bugstrahlruder? Wie manövrieren große Schiffe im Hafen?
- [06] Welche Gründe sprechen dafür, dass ein U-Boote eher als „Flugzeug im Wasser“ betrachtet wird ... und wohl nicht als „Fesselballon“?
- [07] Ein Torpedo hat am Heck – am hinteren Ende - Antriebsschrauben. Warum besitzt der Torpedo (siehe obiges Bild) zwei Schrauben? Beschreibe die Drehrichtung der im obigen Bild links sitzenden Schraube. In welche Richtung dreht die Schraube, die im obigen Bild rechts sitzt?
- [08] Welche Funktion haben die „dünnen Platten“, die wie kleine Ruder aussehen und radial zur Längsachse angeordnet sind.

Lösungshinweise

- [01] Worin besteht der Unterschied zwischen Flugobjekten, die mit einem statischen Auftrieb arbeiten und solche, die über einen „dynamischen Auftrieb“ in der Luft bleiben. Nennen Sie Beispiele für beide Luftfahrzeugtypen.
- Fesselballone oder Heißluftballone arbeiten ausschließlich über den sogenannten statischen Auftrieb. Die Dichte des „Gesamtfesselballons“ entspricht in etwa der Luftdichte, in der sich der Ballon im Schwebeflug befindet. Will man einen Fesselballon aufsteigen lassen, muss man Ballast abwerfen ... will man in zum Absinken bringen, muss man Gas ablassen. Bei einem Heißluftballon muss man die Brenner starten, damit erhöht sich die Temperatur der Luft im Heißluftballon, die Luftdichte im Ballon sinkt und der damit verbundene größere Auftrieb lässt den Heißluftballon steigen. Will man mit dem Heißluftballon sinken, kann man bei einigen Ballonen über ein Seil ein Klappe am oberen Ende dosiert öffnen und kann auf diese Weise die Luftdichte geeignet regulieren.
 - Ein Flugzeug fliegt nur mit der Wirkung des sogenannten dynamischen Auftriebs. Das heißt, wenn das Flugzeug Fahrt aufnimmt (startet), dann entsteht an den Tragflächen der dynamische Auftrieb (Erklärungsmuster: Bernoulli ... oder Impulserhaltung).
- [02] Diskutiere die Funktionsweise eines Zeppelin ...
- Ein Zeppelin verwendet beide Prinzipien ... die Gesamtdichte (durchschnittliche Dichte des ganzen Systems) liegt etwas im Bereich der Dichte der umgebenden Luft. Die Manöver beim Flug werden aber über Leitwerke ähnlich wie bei den Flugzeugen ausgeführt. Eventuell sind die Motoren, die für den Vortrieb beim Zeppelin sorgen, an beweglichen Gondeln montiert, so dass man durch die Richtungsänderung der Gondeln das „Luftfahrzeug“ in die gewünschte Richtung lenken kann.
- [03] Welche der oben angesprochenen Auftriebstypen wird bei einem U-Boot in welcher Phase der Fahrt eingesetzt?
- Ein U-Boot ist im Prinzip ein „Wasserzeppelin“ ... d.h. über Tanks, die man mit Wasser füllen kann – oder mit Pressluft wieder ausblasen kann – wird die Gesamtdichte (durchschnittliche Dichte des Systems) auf die Dichte des umgebenden Wassers eingestellt. Die Manöver unter Wasser werden über „Tragflächen“ und „Leitwerke“ – bzw. Ruder – ausgeführt.
 - Beim Notfällen können die Wassertanks des U-Bootes „ausgeblasen“ werden ... geschieht das Ausblasen der Tanks sehr schnell und bei voller Fahrt des U-Bootes, dann schießt das Boot unter einem steilen Winkel weit aus dem Wasser – siehe spektakuläre Szenen z.B. aus dem Film „Jagd auf Roter Oktober“.
- [04] Warum sind die „Tragflächen“ bei einem U-Boot erstaunlich klein im Vergleich zu den Dimensionen bei einem Flugzeug?
- Im Gegensatz zu einem Flugzeug muss die U-Boot-„Tragfläche“ am vorderen Ende des U-Bootes nicht das Gewicht des U-Bootes ausgleichen, denn die Dichte des U-Bootes liegt in etwa bei der Dichte des umgebenden Wassers. Die Trag – besser Lenkflächen – des U-Bootes müssen nur die „Manöverkräfte“ aufbringen ... also die Kräfte zum Drehen des U-Bootes um seine Achsen.
 - Nach der Auftriebsformel $F_A = \frac{1}{2} c_A \cdot \rho \cdot A \cdot v^2$ haben wir beim Wasser eine etwa 1000 mal so große Dichte wie bei der Luft ... also kann die Fläche A und die Geschwindigkeit für die gleiche wirksame Kraft wesentlich kleiner sein.
- [05] Warum hat ein Schiff nur dann eine hinreichende „Ruderwirkung“, wenn es genügend Fahrt hat? Was versteht man unter Bugstrahlruder? Wie manövrieren große Schiffe im Hafen?
- Das Ruder der Schiffe liefert nur dann eine dynamische „Lennkraft“, wenn eine Wasserströmung am Ruder anliegt ... d.h. wenn das Schiff fährt. Nur dann wird Wasser durch das Ruder seitlich abgelenkt und die „Reaktio“ wirkt am Ruder und damit auf das Schiff. Wenn das Schiff seine Fahrt verliert, dann hört die Strömung auf und damit auch die Ruderwirkung.
 - Bestimmte Schiffe haben am Bug und Heck sogenannte „Bugstrahlruder“, das sind kleinere Schiffsschrauben, die quer zu Fahrtrichtung angeordnet sind und das Schiff auch im Stand in jede Richtung manövrieren können. Bei einigen Schiffen sind die Antriebsschrauben in drehbaren Gondeln montiert, diese Schiffe können auch im Stand manövrieren. Andere Schiffe sind im Hafen bei „kleiner Fahrt“ auf Schlepper angewiesen.
- [06] Welche Gründe sprechen dafür, dass ein U-Boote eher als „Flugzeug im Wasser“ betrachtet wird ... und wohl nicht als „Fesselballon“?
- Würde ein U-Boot seine Fahrt in vertikaler Richtung nur durch „Dichteänderung“ steuern (wie z.B. ein Heißluftballon oder ein Fesselballon), dann wäre das mit großer Geräuschentwicklung verbunden ... Luftbla-

sen die beim Ausblasen der Tanks an die Wasseroberfläche steigen, machen einen weithin hörbares Geräusch.

[07] Ein Torpedo hat am Heck – am hinteren Ende - Antriebsschrauben. Warum besitzt der Torpedo (siehe obiges Bild) zwei Schrauben? Beschreibe die Drehrichtung der im obigen Bild links sitzenden Schraube. In welche Richtung dreht die Schraube, die im obigen Bild rechts sitzt?

→ Ein Torpedo hat eine relativ kleine Masse und ist „achsensymmetrisch“ gebaut. Wenn er nur eine Schiffschraube hätte, würde sich auf Grund des Drehimpulserhaltungssatzes der Torpedo entgegen der Drehrichtung der Antriebsschraube um die Längsachse drehen. Mit zwei Schrauben wird dies verhindert.

→ Im obigen Bild dreht sich die linke Antriebsschraube von hinten gesehen gegen den Uhrzeigersinn ... die andere Schraube dreht sich in der entgegengesetzten Richtung.

[08] Welche Funktion haben die Platten, die wie Ruder aussehen und radial angeordnet sind?

→ Bei einem „passiven Torpedo“ (ein Torpedo, der nach dem Abschuss in gerader Linien im Wasser laufen soll) wirken diese Flossen zur Stabilisierung der „Geradeausfahrt“.

