

## Habt ihr schon gewusst 280d ... Fremde Formel - dyn. Auftrieb

In der Literatur findet man verschiedene Auftriebsformeln bei Flugzeugtragflächen. Dies könnte der Anlass sein, eine Teamarbeit zu formulieren, in der

- Lesekompetenz
- Umgang mit fremden Formeln
- Teamfähigkeit
- Methodenkompetenz ... in Richtung Recherche
- Präsentationstechnik

trainiert werden können.

### Arbeitsauftrag ... eng

- [01] Diskutieren Sie mit Ihrem Team die Frage: Von welchen physikalischen Größen, Randbedingungen usw. hängt der Auftrieb an einer Flugzeugtragfläche ab?
- [02] Warum ist die Aussage: Der Auftrieb an einer Flugzeugtragfläche ist von der Masse des Flugzeuges abhängig?
- [03] Sie finden in der Literatur folgenden verbalen Text:

(a) Der Auftrieb an einer typischen Flugzeugtragfläche wächst mit der Geschwindigkeit im Quadrat, mit der Flugzeugtragfläche, mit der Dichte der umströmten Luft. Der Proportionalitätsfaktor wird  $C_A$  genannt.

(b) In einer anderen Literatur finden Sie die so genannte Kutta-Jukowsky-Gleichung, die den Auftrieb an einer Flugzeugtragfläche folgendermaßen beschreibt:

$$F_A = l \cdot \rho \cdot v \cdot \Gamma$$

Diese Formel gilt für alle Körper, die sich in einem Medium bewegen – oder die von einem Medium umströmt werden. Der Faktor  $\Gamma$  wird „Zirkulation“ genannt<sup>1</sup>

(c) An anderen Stellen im Internet findet man noch eine dritte Formel für den Auftrieb einer Tragfläche:

$$F_A = \pi \cdot \rho \cdot A \cdot v^2 \cdot \sin \alpha$$

Hierbei ist  $\alpha$  der Anstellwinkel der Tragfläche im Luftstrom ... und diese Formel soll nur für spezielle Tragflächen gelten.

Stellen Sie diese drei Formeln einander gegenüber ... bestimmen Sie hierbei speziell, wie sie „zusammenpassen“ ... also welche Größe in der einen Formeln jeweils welcher Größe in der anderen Formel entspricht ... an den Stellen, an denen die Formeln voneinander abweichen.

Welche physikalischen Größen stecken in der so genannten „Zirkulation“? Zeigen Sie deduktiv, dass man für die Tragfläche im Fall (c) für  $\Gamma$  den Wert  $\pi \cdot b \cdot v \cdot \sin \alpha$  erhält. Welche Zirkulation können Sie für den A380 in 10 000m Höhe aus den Flugzeugdaten ableiten?

- [04] Warum benötigen U-Boote im Vergleich zu einem Flugzeug so extrem kleine „Tragflächen“? Wie „bewegt“ sich ein U-Boot im Wasser, wenn es möglichst geräuschlos „fahren“ will ... mit welchen Maßnahmen erfolgt das „Notauftauchen“? Ändert sich der Auftrieb eines U-Bootes mit der Wassertiefe?
- [05] Planen und organisieren Sie eine passende Präsentation Ihrer Ergebnisse!

### Arbeitsauftrag ... offen ... Stufe I

Recherchieren Sie in der Stadt-Bibliothek und im Internet, welche Formeln für den dynamischen Auftrieb an Flugzeugtragflächen in der Literatur publiziert werden.

Stellen Sie diese Formeln einander gegenüber ... Diskutieren Sie hierbei den Begriff der „Zirkulation“, auf den Sie sicher treffen werden. Bestimmen Sie die Zirkulation bei den Tragflächen des A380 beim Flug in 10 000m Höhe aus den Daten, die Sie über das Flugzeug im Internet finden.

Diskutieren Sie die Fahrweise eines U-Bootes im Vergleich zu einem Flugzeug ... Analogien ... Unterschiede.

Planen und organisieren Sie eine passende Präsentation Ihrer Ergebnisse!

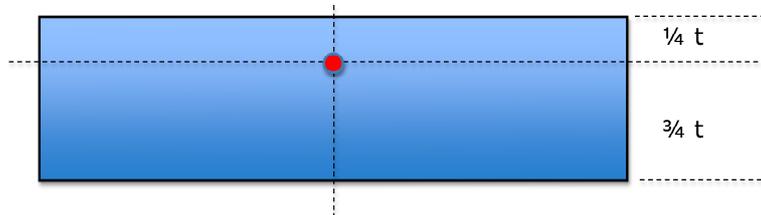
---

<sup>1</sup> ...  $\Gamma = \oint \vec{v} \circ d\vec{s}$

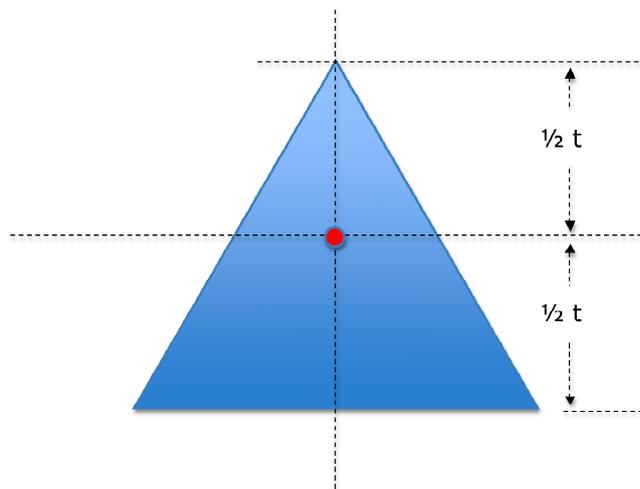
## Differenzierung - Stufe II

Recherchieren Sie im Internet den Begriff des „Neutralpunktes“ einer Tragfläche.

Der Neutralpunkt liegt bei einer rechteckigen Tragfläche  $\frac{1}{4}$  der Flügelbreite von der Vorderkante entfernt in der Mitte des Flügels.



Bei einer Dreieckstragfläche liegt er  $\frac{1}{2}$  Flügelbreite von der Vorderkante entfernt in der Mitte des Flügels.



Zeigen Sie im Experiment, dass ein Flügel, der im Neutralpunkt drehbar befestigt ist, in jeder Stellung im Luftstrom stabil steht. Wenn man ihn vor dem Neutralpunkt befestigt, verhält er sich wie eine Windfahne ... befestigt man ihn hinter dem Neutralpunkt, steht er quer-stabile im Luftstrom.

Recherchieren Sie den physikalischen Hintergrund.