

Schwerpunkt und Trimmblei

Die passende Lage des Schwerpunkts müssen wir i. A. durch Flugversuche ermitteln. Oft ist es aber nützlich zu wissen, wieviel Blei etwa benötigt wird oder welchen Einfluss das Verschieben von Komponenten im Flugzeug auf seine Schwerpunktlage hat. Das zugrunde liegende Hebelgesetz ist so einfach, dass hier wohl einmal studieren über probieren geht ...

Die Bedingung für Gleichgewicht bezüglich des neuen Schwerpunkts lautet vereinfacht

$$M b = m (a-b)$$

Eigentlich müsste beidseits des Gleichheitszeichens ein Drehmomentvektor stehen. Auf die Vektordarstellung dürfen wir hier verzichten und die Erdbeschleunigung, welche Massen in Gewichtskräfte umrechnet, kürzen wir auch gleich heraus.

Beispiele

Nachfolgend sind einige Situationen durchgerechnet, die wir im Modellflug-Alltag oft antreffen. Die Gleichung wurde jeweils für die entsprechende Situation umgestellt und die Rechnung mit handlichen Einheiten durchgeführt (Gramm und Zentimeter). Natürlich muss man die in den Beispielen gewählten Zahlen für seine eigene Situation entsprechend anpassen.

Der Schwerpunkt wandert natürlich immer in Richtung des neu angebrachten Trimmgewichts, in Abb. 1 und Beispiel 1 somit nach links. Gibt man Blei in die Flugzeugnase (Bsp. 2) oder verschiebt die Batterie nach vorne (Bsp. 3), dann zeigt a nach rechts, und folglich verschiebt sich auch der Schwerpunkt um b nach rechts bzw. nach vorne.

Beispiel 1:

Wieviel Trimmblei muss ich im Abstand a anbringen?

Ich möchte den Schwerpunkt um die Strecke $b = 0,5$ cm nach hinten verschieben, z.B. um die Vorgaben im Bauplan zu erfüllen.

- gewünschte Verschiebung von S $b = 0,5$ cm
- Lage des Trimmgewichts $a = 80$ cm
- Flugzeugmasse ohne Trimmblei $M = 900$ g

Lösung:

$$m = M b / (a-b) = 900 \text{ g} \times 0,5 \text{ cm} / 79,5 \text{ cm} = 5,7 \text{ g}$$

Beispiel 2:

Wieviel Blei muss in die Nase?

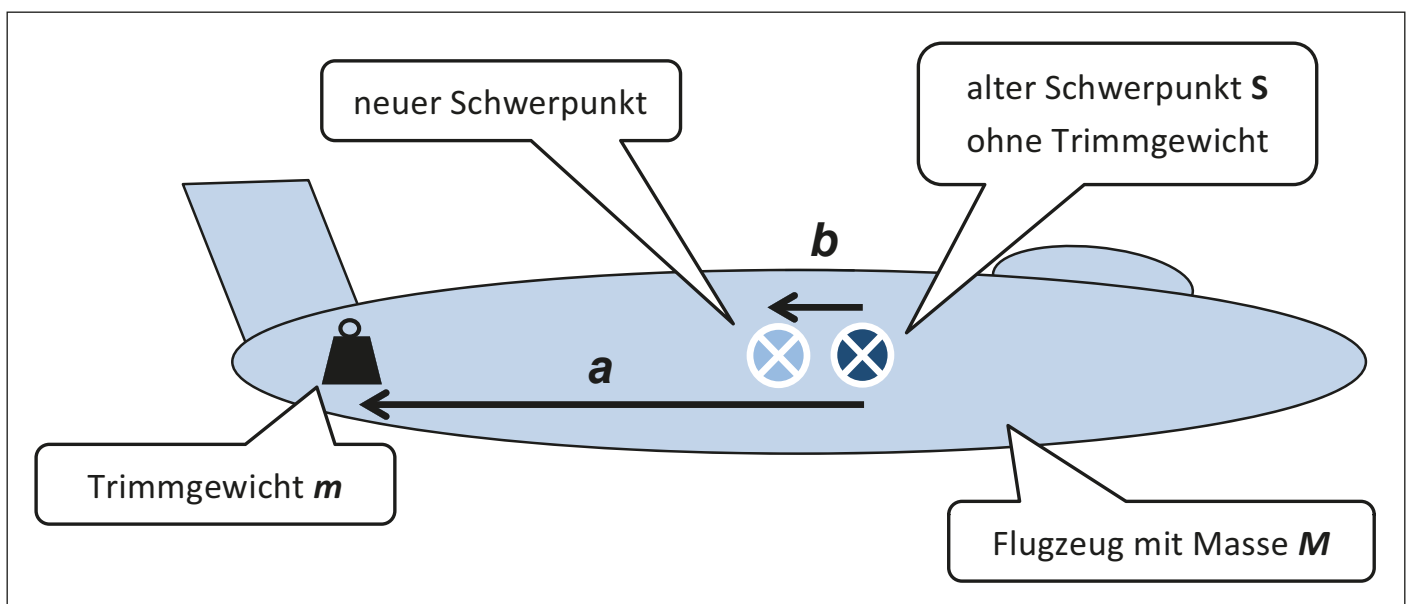
Dieselbe Rechnung hilft natürlich auch, wenn Blei in die Nase muss – etwa bei einem Warbird:

- gewünschte Verschiebung von S $b = 2,0$ cm
(in Richtung Flugzeugnase)
- Lage des Trimmgewichts $a = 25$ cm (bezüglich altem S)
- Flugzeugmasse ohne Trimmblei $M = 6000$ g

Lösung:

$$m = M b / (a-b) = 6000 \text{ g} \times 2 \text{ cm} / 23 \text{ cm} = 521 \text{ g}$$

Abb. 1: Übersicht über die wichtigsten Größen



Legende zu Abb. 1

- S = Lage des Schwerpunktes vor der Trimmung
- m = Masse des Trimmgewichts bzw. des verschiebbaren Bauteils (z.B. Batterie)
- M = Masse des Flugzeugs ohne Trimmgewicht (bzw. ohne Batterie)
- a = Abstand des neu platzierten Trimmgewichts vom alten Schwerpunkt
- b = Verschiebung des Schwerpunkts durch die Trimmung

**Beispiel 3:
Wo muss die Batterie hin?**

Ich möchte mit dem Verschieben der Batterie den Schwerpunkt im Elektrosegler um 0,5 cm nach vorne verlegen.

- | | |
|---------------------------------|----------------------|
| – gewünschte Verschiebung von S | $b = 0,5 \text{ cm}$ |
| – Flugzeugmasse (ohne Batterie) | $M = 1000 \text{ g}$ |
| – Masse der Batterie | $m = 200 \text{ g}$ |

Lösung
 $a = b (M + m) / m = 0,5 \text{ cm} \times 1200 \text{ g} / 200 \text{ g} = \mathbf{3 \text{ cm}}$

Hinweis: Die Batterie muss um 3 cm nach vorne – wohlgermerkt von ihrem alten Standort und hier nicht vom Schwerpunkt des Flugzeugs aus gemessen.

**Beispiel 4:
Wo muss die leichtere Batterie hin?**

Ich möchte im Elektroflugzeug unterschiedlich schwere Batterien einsetzen, ohne den Schwerpunkt zu verändern.

- | | |
|--|---------------------------------|
| Beispiel: | |
| Flugzeugmasse | $M = \text{spielt keine Rolle}$ |
| Batterie 1 (mit richtigem Schwerpunkt) | $m_1 = 200 \text{ g}$ |
| Abstand 1 (S bis Mitte von Batterie 1) | $a_1 = 20 \text{ cm}$ |
| Batterie 2 | $m_2 = 150 \text{ g}$ |
| Abstand 2 (S bis Mitte von Batterie 2) | $a_2 = ? \text{ cm}$ |

Lösung:
 $a_2 = a_1 (m_1 / m_2) = 20 \text{ cm} (200 \text{ g} / 150 \text{ g}) = \mathbf{26,7 \text{ cm}}$

Das Zentrum der leichteren Batterie muss gegenüber der schwereren Batterie um $26,7 \text{ cm} - 20 \text{ cm} = 6,7 \text{ cm}$ nach vorne verlegt werden. Ist die Batterie 2 schwerer als Batterie 1, so ergibt sich der Abstand a_2 kleiner als a_1 ; die Batterie 2 muss folglich nach hinten rutschen.

Beat Schären, MG Thun

SPORTLICHE ELEGANZ

DER THERMIKATHLET

HYPERION

-  3400 mm
-  1250 mm
-  3000 g
-  HN-354 mod.
-  85 dm²

- HOCHWERTIGE VOLL-GFK-BAUWEISE
- WÖLBKLAPPEN & PENDELHÖHENLEITWERK
- 3-TEILIGE TRAGFLÄCHE (PROFIL: HN354 MOD.)
- ENORM HOHER VORFERTIGUNGSGRAD

0314092E (ARF)
761,90 CHF

0314092P (PNP)
1.088,89 CHF

Staufenbiel
www.staufenbiel-shop.ch

HOTLINE: 041- 5006440 • E-MAIL: INFO@STAUFENBIEL-SHOP.CH
 KAUF AUF RECHNUNG MÖGLICH • KEINE VERSANDKOSTEN AB 100,- CHF WARENWERT