

# Schwerpunktberechnung durch Wägung



Bereits vor längerem wurde in der FMT ein sehr ausführlicher Artikel veröffentlicht, der sich mit der Bestimmung des Schwerpunktes durch Wiegen eines Flugmodells beschäftigte. Insbesondere bei größeren Modellen ist dies meines Erachtens eine sehr gute Vorgehensweise, die auch zu exakten Ergebnissen führt. Damit ich mich nicht jedes Mal aufs Neue mit den Formeln zur Berechnung des Schwerpunktes herumschlagen muss, habe ich mir irgendwann ein Excel-Sheet erstellt, in welchem nur noch die verschiedenen Messwerte einzutragen sind und die notwendigen Berechnungen automatisch vorgenommen werden.

Die Datei ist auf der Homepage des VTH unter [www.fmt-rc.de](http://www.fmt-rc.de) im Downloadbereich hinterlegt und kann von dort zum eigenen Gebrauch heruntergeladen werden. Im Folgenden möchte ich Ihnen, liebe Leser, einige Hinweise zum Umgang mit den Tabellen in dieser Datei geben.

## Grundsätzliches

Für jede der möglichen Varianten zum Auswiegen des Schwerpunktes gibt es eine eigene kleine Tabelle mit einer zugehörigen Skizze aus dem oben genannten FMT-Artikel. Die Bezeichnungen in den Skizzen wurden

genauso in die zugehörigen Tabellen übernommen. Die zur Skizze gehörenden Werte sind entweder als Messwerte in die Tabelle einzutragen oder sie werden über Formeln berechnet. Diejenigen Zellen, in welche die Messwerte eingetragen werden müssen, sind grün. Die Zellen, welche die Formeln zur Berechnung der gesuchten Werte enthalten, sind gelb gekennzeichnet. Die gelb markierten Felder sind gegen versehentliches Überschreiben über eine einfache Datenprüfungsregel geschützt.

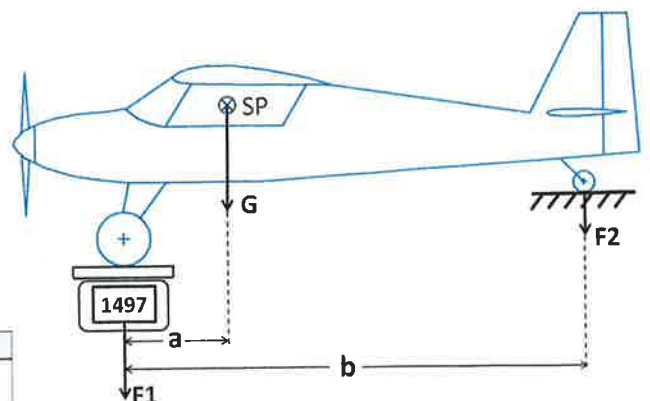
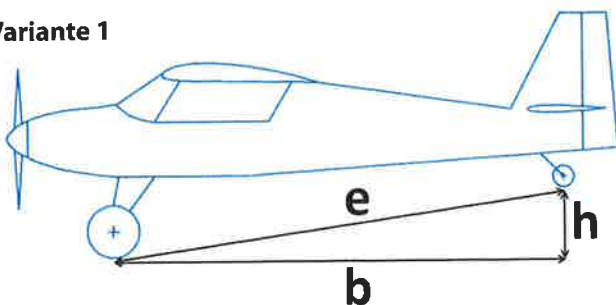
Die für die jeweilige Tabelle verwendete Rechenformel ist über der Tabelle als direkt

lesbarer Text aufgeführt. Die Werte in den grünen Feldern der Beispiele sind keine konkret gemessenen sondern lediglich fiktive Werte.

Alternativ kann man auch das Auflagegewicht der einzelnen Fahrwerksbeine wiegen und die beiden Werte zusammenzählen. Das Modell sollte dann so ausgerichtet sein, dass die Längsachse der Ausrichtung im Flug entspricht und die Querachse waagrecht verläuft.

Als Ergebnis werden in den gelben Zellen sowohl der Abstand des Schwerpunktes vom vorderen Auflagepunkt als auch die Auflagekraft am Heck ausgerechnet.

## Variante 1



19 Schwerpunktbestimmung über Gesamtgewicht und 1 Waage	
20	
21	<b>Verwendete Formel: <math>a = b \cdot (1 + F1/F2)</math></b>
22	
23	Parameter Wert
24	G [gr] 1870
25	F1 [gr] 1690
26	b [mm] 1350
27	
28	Ergebnis Wert
29	a [mm] 129,9
30	F2 [gr] 180
31	
32	

Sie zeigt die Berechnung des Schwerpunktes bei bekanntem Gesamtgewicht eines Modells. Wichtig ist, dass das Modell in Fluglage ausgerichtet wird, d.h. am Auflagepunkt des Hecks muss entsprechend unterlegt werden. Der Wert für  $b$  ist der Abstand zwischen den beiden Auflagepunkten, also nicht die von Auflagepunkt zu Auflagepunkt gemessene

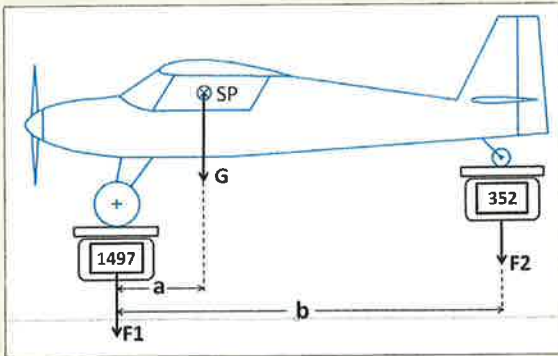
Entfernung  $e$ . Je nachdem, wie das Rumpheck unterlegt wird, lässt sich dieser Abstand mehr oder weniger gut und damit auch mehr oder weniger genau messen. Aus diesem Grund ist ganz am Anfang der Excel-Tabelle die Möglichkeit vorhanden, diesen Abstand aus der Strecke

$e$  zwischen den beiden Auflagepunkten und der Höhe  $h$  der Unterlage exakt zu berechnen. Diese beiden Werte lassen sich normalerweise problemlos messen.

Verwendet man tatsächlich nur eine Waage, muss auf diese meist erst noch ein kleines

Brett oder ähnliches gelegt werden, damit das Modell dann mit beiden Fahrwerksbeinen auf der Waage steht. In diesem Fall ist eine Waage mit Tara Funktion von Vorteil, da man hier die Anzeige nach dem Auflegen der Unterlage auf Null zurücksetzen kann.

### Variante 2



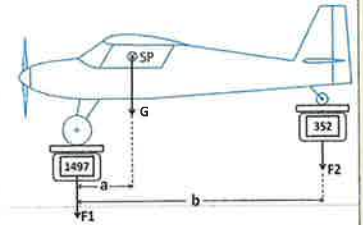
Mit dieser Variante wird der Schwerpunkt und das Gesamtgewicht durch Wägung mit zwei Waagen ermittelt. Das ist die Methode, die in der mantragenden Fliegerei angewendet

wird. Alternativ können am Fahrwerk natürlich auch zwei Waagen benutzt werden. Für die Eingabe der Werte in die grünen Zellen sind dann die beiden Gewichte der Fahrwerks-

Parameter	Wert
F1 [gr]	1690
F2 [gr]	180
b [mm]	1350

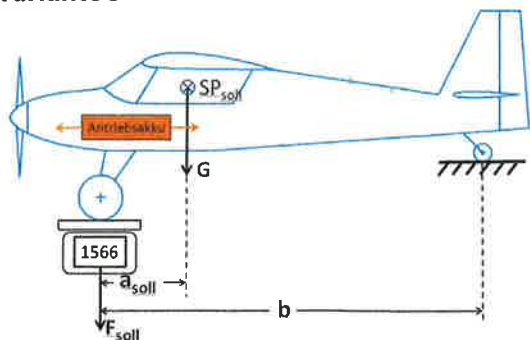
  

Ergebnis	Wert
a [mm]	129,9
G [gr]	1870



waagen zu addieren. Als Ergebnis werden in den gelben Zellen sowohl der Abstand des Schwerpunktes vom vorderen Auflagepunkt als auch das Gesamtgewicht ausgerechnet.

Variante 3



Parameter	Wert
G [gr]	3560
a_soll [mm]	110
b [mm]	1400

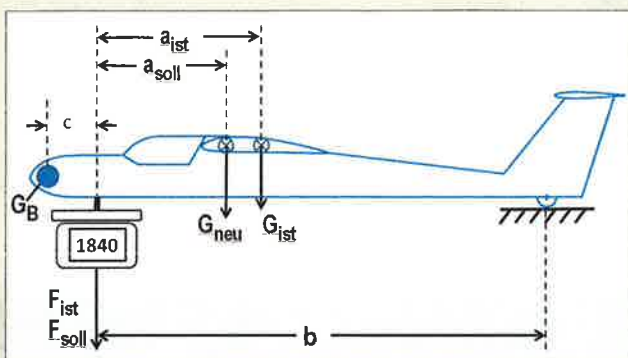
Ergebnis	Wert
F_soll [gr]	3280,3

Diese Variante kommt dann zum Tragen, wenn man den Schwerpunkt durch Verschieben von Antriebsakku oder RC-Komponenten erreichen kann. Zu messen sind das Gesamtgewicht des

Modells, der Abstand vom vorderen Auflagepunkt zum bekannten Schwerpunkt und der Abstand zwischen den beiden Auflagepunkten. Als Ergebnis wird dann das Auflagegewicht

geliefert, welches durch Verschieben der RC-Komponenten erreicht werden muss, damit der Schwerpunkt auch tatsächlich an der vorgegebenen Stelle liegt.

Variante 4



Parameter	Wert
G_ist [g]	2240
a_ist [mm]	144
b [mm]	1400
F_ist [gr]	2016
a_soll [mm]	110
c [mm]	170

Ergebnis	Wert
F_soll [g]	2314,6
G_B [g]	272,6

Dies ist der rechnerisch komplizierteste, in der Praxis jedoch wahrscheinlich häufigste Fall. Der richtige Schwerpunkt kann nur durch Zugabe von Ballast in der Rumpfspitze erreicht werden.  $G_{ist}$  entspricht dem Gewicht des Modells vor Ballastzugabe.  $a_{ist}$  muss zuvor über

Variante 1 oder Variante 2 der Schwerpunktsbestimmung ermittelt werden.  $a_{soll}$  ergibt sich aus dem für das Modell vorgegebenen Schwerpunkt.  $c$  ist der Abstand vom vorderen Auflagepunkt zum Ballast. Der Ballast muss nun so lange erhöht werden, bis die

Waage den für  $F_{soll}$  errechneten Wert anzeigt. Der Wert für das Ballastgewicht kann je nach Form und Größe des Ballastes geringfügig vom errechneten Wert abweichen. Entscheidend für die Festlegung des Schwerpunktes ist auf jeden Fall  $F_{soll}$ .

Der nächste Schwerpunkt kommt bestimmt

Entweder bereits „eingebaut“ in einem Fertig-Modell oder eingezeichnet in einem Bauplan. Oder neu berechnet für eine Eigenkonstruktion. Versuchen Sie bei Ihrer nächsten Begeg-

nung einfach mal, ihm mittels Wägung auf die Schliche zu kommen. Vielleicht hat er sich ja doch etwas zu weit nach vorne oder – deutlich schlimmer – zu weit nach hinten gemogelt.

Mit den aufgezeigten Varianten und dem Excel-Sheet von der FMT-Homepage sollte er leicht und äußerst exakt zu ermitteln sein. Probieren Sie es einfach mal aus.