technik

ELEKTRISCH,

SCHWERPUNKT AUSMESSEN, ELEGANT BLEI VERMEIDEN

ABER RICHTIG

Nachdem in der vorigen Ausgabe von AUFWIND bereits ein Dreipunkt-Wägesystem zur Schwerpunktermittlung vorgestellt wurde, wird nun mit einer Erweiterung von eCalc.ch nachgelegt, die das gleiche Ziel verfolgt. Markus Müller berichtet.

Große Modelle sind entweder zu schwer oder zu unhandlich um ihren Schwerpunkt mit dem herkömmlichen Pendelverfahren zu ermitteln. Durch die neue Erweiterung namens "w&bCalc" bei eCalc.ch lässt sich der aktuelle Schwerpunkt jedes Flächenmodells mit ein paar wenigen Messungen einfach und genau ermitteln. Dafür werden lediglich ein Maßband und eine Küchenwaage benötigt. "w&bCalc" zeigt dabei nicht nur den aktuellen Schwerpunkt, sondern auch gleich die nötige Korrektur an. Getestet habe ich die Erweiterung bei einer 2,4 Meter großen "Spitfire".

Starten wir mal mit der Null-Momentum Methode. Das von uns bei handlichen Modellen angewendete Pendelverfahren – wir stützen das Flügmodell mit zwei Fingern im Schwerpunkt – zeigt uns an, ob wir den Schwerpunkt korrekt eingestellt haben, beziehungsweise das Modell kopflastig oder hecklastig ist. Physikalisch ist dies eine Momentum-Betrachtung. Ist der Schwerpunkt sauber eingestellt, ist die Summe aller Drehmomente gleich Null. Ist dem nicht so, resultiert ein Momentum, welches das Modell entweder nach vorne oder hinten kippen lässt. Wir wenden die sogenannte Null-Momentum Methode an.

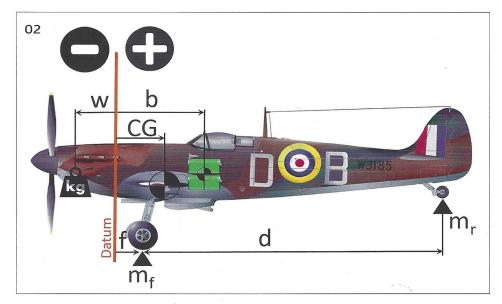


Diesen physikalischen Zusammenhang machen sich nicht nur die mechanischen und elektronischen Schwerpunktwaagen zunutze, selbst die Verkehrsflugzeuge werden analog gewogen. Die Methode ist nämlich denkbar einfach: Das Flugzeug muss an mindestens zwei Stellen gewogen werden. Dabei muss die Wägung vor dem aktuellen Schwerpunkt, die andere dahin-

ter stattfinden. Daraus kann nun die Summe der Drehmomente (= Hebelarm x Masse) in jedem Auflagepunkt ermittelt werden.

Je näher eine Auflage am aktuellen Schwerpunkt liegt, umso ausgeprägter wirken sich Messtoleranzen der Waage, beziehungsweise vom Messband auf das Resultat aus. Daher sollte selbst bei elektronischen Schwerpunktwaagen der aktuelle Schwerpunkt nie direkt bei einem Auflagearm liegen – es sollten ein paar wenige Zentimeter Abstand dazwischen sein. Generell kann man sagen: Wenn die elektronische Schwerpunktwaage samt Flieger oder der Flieger selbst nach hinten/vorne zu kippen droht – ist die Waage für dieses spezifische Modell ungeeignet. Liegt das Modell fest und sicher auf der elektronischen Waage, wird sie auch ein zuverlässiges Resultat liefern.

Doch jetzt wollen wir den aktuellen Schwerpunkt ermitteln. Das eben fertiggebaute Modell



01 | Das Beispielmodell in Horizontallage für die Messung 02 | Eine Skizze der benötigten Maße





01 | Die Eingabe- und Ergebnismaske von "w&bCalc" zur Schwerpunktermittlung 02 | "w&bCalc" kann auch zur Ermittlung des minimalen Gewichts für den Motor genutzt werden

steht vor uns. Damit unser Erstflug die besten Aussichten auf Erfolg hat, muss nun der Schwerpunkt auf den vom Hersteller genannten Wert durch Verschieben von Komponenten oder durch Anbringen von zusätzlichem Ballast sauber ausbalanciert werden. Ich wähle für den Erstflug immer einen Schwerpunkt, der leicht vor der Herstellerempfehlung liegt. Wir setzen die Flugakkus ein und bringen das Modell in eine horizontale Lage. Dafür unterlege ich das Heckrad. Das Hauptfahrwerk stelle ich auf eine leere Servo-Schachtel, um die Höhe der Waage auszugleichen. Nun wähle ich im "w&bCalc"-Tool die Flugzeugart aus. Dies hat keinerlei Einfluss auf die Art der Berechnung, sondern zeigt einfach die passende Skizze als Anhaltspunkt. Es sei angemerkt, dass die Anordnung der Symbole (Auflage, Batterie, Ballast) nicht maßstabgetreu eingezeichnet wird, sondern lediglich als Anhaltspunkt dient, ob wir die abgemessenen Distanzen korrekt in Relation zu unserer Referenz erfasst haben. Die Referenz können wir bei der Flugzeugnase oder der Eintrittskante wählen. Vorzugsweise an gleicher Position, auf die sich die Schwerpunktangabe des Herstellers bezieht. Hier wählen wir die Eintrittskante als unsere Referenzlinie.

Mit der Küchenwaage nehme ich nun das Gewicht auf, das auf jedem einzelnen Rad lastet: Heckrad 878 Gramm, Hauptfahrwerk rechts 5.233 Gramm, links 5.247 Gramm. Die Hauptfahrwerke gelten als ein Messpunkt. Damit fasse ich die beiden Gewichte zusammen: 10.450 Gramm.

Nun gilt es die Auflagen zu vermessen. Dabei ist es wichtig, dass alle Distanzmessungen, die vor der Referenzlinie liegen, ein negatives Vorzeichen haben. Distanzen hinter der Referenzlinie ein positives Vorzeichen. Bei unserem Beispiel liegt das 55 Millimeter hinter der Referenzlinie und die Distanz zwischen Haupt- und Heckfahrwerk beträgt 1.325 Millimeter.

Der verwendete 125-Flugakku hat ein Eigengewicht von 1.305 Gramm. Seine mittige Position liegt 120 Millimeter vor der Eintrittskante – daher die Eingabe: "-120 mm". Schließlich geben wir noch den vom Hersteller genannten Schwerpunkt (160 mm) und die gewünschte Position des Ballasts ein, sollte Ballast denn nötig werden – fertig!

"w&bCalc" berechnet nun den aktuellen Schwerpunkt, das aktuelle Gesamtgewicht und eventuelle Schwerpunkt-Korrekturvorschläge. Der aktuelle Schwerpunkt liegt in unserem Fall bei 157 Millimeter von der Eintrittskante und damit drei Millimeter vor der Herstellerempfehlung (160 mm) – also auf der sicheren Seite. Das Gesamtgewicht berechnet sich aus der Summe der beiden Gewichtsmessungen der vorderen und hinteren Auflage.

Die Korrekturvorschläge versuchen nun die Ablage vom aktuellen (157 mm) zum erforderlichen Schwerpunkt (160 mm) zu beseitigen. Wir können entweder den Akku um 20 Millimeter nach hinten schieben oder 29 Gramm Blei bei 1.000 Millimeter hinter der Eintrittskante anbringen. Wir verzichten natürlich dankend auf das Blei und verschieben den Akku.

Es gibt aber noch eine weitere Funktion, nämlich die zum Ermitteln des neutralen Antriebsgewichts. Was habe ich mich schon geärgert: Da habe ich mir einen leichten und leistungsfähigen Antrieb zurechtgelegt und während des Baus stellt sich heraus, dass in der Modellnase mehr Gewicht erforderlich ist, um einen neutralen Schwerpunkt zu erreichen. Speziell die Elektrifizierung von ursprünglich für Verbrenner ausgelegte Modelle ist anfällig dafür, bei gewichtsoptimierten Antrieben hecklastig zu werden. In solchen Fällen ist es vorteilhafter einen schwereren Motor zu wählen, damit kein unnützes Blei notwendig wird. Der Motor läuft dadurch weniger an seiner Leistungsgrenze, läuft kühler mit geringerem Verschleiß. Aber wie schwer muss denn nun der Motor sein, damit wir eine reale Chance haben, ohne zusätzliches Blei den neutralen Schwerpunkt zu erreichen? "w&bCalc" lässt sich dafür "missbrauchen", das benötigte Motorengewicht zu ermitteln.

Wir bauen das Modell weitgehend fertig, bis auf den Antrieb. Die Akkus platzieren wir an ihrem Bestimmungsort. Haube und Spinner versuchen wir behelfsmäßig anzubringen. Den Regler simuliere ich mit einem kleinen 3s Akku, der in etwa dem erwarteten Reglergewicht entspricht. Nun gehen wir analog dem zuvor erklärten Ausmessen vor. Der Unterschied liegt nun alleine darin, dass wir die Position des Ballasts mittig auf die zu erwartende Motorposition

legen. Wenn wir den aktuellen Schwerpunkt (214 mm) berechnen, liegt dieser wegen dem fehlenden Motor weit hinter dem gewünschten Schwerpunkt (160 mm). "w&bCalc" berechnet uns aber die nötige Korrektur durch Aufballastieren: an der ungefähren Position des Motors – 350 mm vor der Eintrittskante – braucht es einen Ballast von 1.229 Gramm. Folglich machen wir unsere Antriebsauslegung mit einem Motor, der gute 1.200 Gramm wiegt.

Bei unserem Beispiel mit der "Spitfire" hätte bereits ein Motor um die 700 Gramm ausgereicht, die nötige Leistung zu erzeugen. Damit hätten wir aber den verlangten Schwerpunkt nur mit viel zusätzlichem Blei erreicht, was für mich persönlich nur die zweitbeste Lösung gewesen wäre.

Kurzum, ein korrekt eingestellter Schwerpunkt ist eine wichtige Voraussetzung nicht nur für einen erfolgreichen Erstflug, sondern auch für jeden weiteren Flug. Lässt sich der Schwerpunkt nicht mehr einfach durch das Pendelverfahren oder mit einer Schwerpunktwaage ermitteln, kann das zugrunde liegende Null-Momentum-Prinzip auch mit "w&bCalc" angewendet werden.

> Markus Müller www.eCalc.ch

Herkömmliche Schwerpunktwaagen, hier die "CG-one" von Leomotion, kommen bei größeren Modellen häufig an ihre Grenzen

