

# Bedienungs-Anleitung

## zu den Arbeitsmappen [elliptische-tiefen--und-auftriebsverteilung.ods](#) und [elliptische-tiefen--und-auftriebsverteilung.xls](#)

### 1. Reiter "Elliptische Auftriebsverteilung und Trapezflügel"

Es kann zu Differenzen kommen. Im Hintergrund wird mit nicht gerundeten Daten gerechnet.

**"Rippe"** ist die Rippe, welche sich beim Wert "Wo Flügel", gemessen von der Wurzelrippe aus in Spannweitenrichtung, befindet. Die Einheit ist Meter. Die Rippe 1 befindet sich also 0.000 Meter von der Wurzelrippe entfernt.

Die Rippe 51 befindet sich 2,150 Meter in Spannweitenrichtung gemessen von der Wurzelrippe entfernt.

**"Segment"** ist der Teil des Flügels, der sich durch die Aufteilung in 50 Segmente ergibt. Segment 51 existiert nicht, es dient lediglich zur Berechnung.

**"Wo Flügel"** ist die Entfernung in Meter der entsprechenden Rippe in Spannweitenrichtung gemessen.

**"Tiefe"** ist die Tiefe des Flügels in Meter am entsprechenden Ort, Anders gesagt ist es die Länge in Meter der entsprechenden Rippe.

**"Minus"** beschreibt die Abnahme in Meter und % der Rippe in Bezug auf die Rippe der vorangehenden Zeile. Die Werte bei Rippe 41, besagen also, dass die Rippe sich um diesen Wert in Bezug auf die Rippe 40 verändert.

**"F in m2"** ist die Fläche des Segments.

#### Daten für Grafiken

Diese Zellen sind nicht gesperrt, und können für die Verwendung von Grafiken verwendet werden. X-Achse / Hoch-Achse **"x Wo Flügel"** und Y-Achse / Rechts-Achse **"y Tiefe"**

**"Luftdichte"** ist die Luftdichte, welche für die Auftriebsberechnung gelten sollen.

**"Geschwindigkeit m/s"** für welche die Berechnung gelten soll

**"Ca bzw. CA"** in welchem das Profil arbeiten soll.

**"Cw des Profils"** ist der Widerstandsbeiwert des Profils bei weiter oben eingetragenen Ca für die entsprechende Reynolds-Zahl. Bei elliptischem Flügelgrundriss nimmt die Reynoldszahl gegen aussen ab. Der Einfachheit halber nimmt man einen Wert aus etwa der Mitte des Flügels.

**"Dicke des Profils in %"**, hier wird die Dicke des Profils in % der Länge eingegeben. Herstellerangabe. Die Dicke gilt für 0 Grad Anstellwinkel, ist also für die Berechnung nicht 100 % korrekt. Ich weiss leider nicht, wie man das sonst machen könnte.

Bei dünnen Freiflugprofilen mit starker Wölbung muss der Wert "Dicke des Profils" so gewählt werden, dass die Dicke die Stirnfläche repräsentiert.

Für die Widerstandsberechnung ist die Stirnfläche massgebend. Damit die Berechnung einfach in der Handhabung ist, und ich auch nicht weiss, wie man es sonst lösen könnte, habe ich mich dazu entschlossen, es so zu machen. Dann gilt eben zu beachten, dass eigentlich die Stirnfläche des Profils für die Widerstandsberechnung massgebend ist.

#### Anwendungen

Für beide Tragflächen.

Elliptische Auftriebsverteilung oder einfach-/mehrfach-Trapezflügel

Sofern das HLW einen positiven oder negativen Einstellwinkel zur Rumpfachse hat (EWD), was bei den meisten Flugzeugen der Fall sein dürfte, kann man dem HLW auch eine elliptische Form geben. Der induzierte Widerstand des HLW sinkt dadurch. Allerdings wird der Gewinn minimal sein.

## **2. Reiter Aerodynamische Schränkung - Trapezflügel mit Strak**

Es kann zu Differenzen kommen. Im Hintergrund wird mit nicht gerundeten Daten gerechnet.

**Es gelten die Beschreibungen von oben mit den Folgenden.**

**Die Berechnung für Auftrieb, induzierter Widerstand usw. gelten nur für die elliptische Auftriebsverteilung.**

### **"Gew. Tiefe"**

Hier wird die gewünschte Tiefe eingegeben, welche an diesem Ort sein soll. Es ist die Rippenlänge, welche man hier haben will. Das Ergebnis ist dann das...

### **"Ca"**

welches für diese Rippe gelten soll.

### **Daten für Grafiken**

Hier müssen die Daten von Hand eingegeben werden. Diese Zellen sind nicht gesperrt, und können für die Verwendung von Grafiken verwendet werden.

X-Achse / Hoch-Achse "**x Wo Flügel**" und Y-Achse / Rechts-Achse "**y Tiefe**"

### **Anwendungen**

Für beide Tragflächen.

Elliptische Auftriebsverteilung oder einfach-/mehrfach-Trapezflügel mit oder ohne Strak  
Sofern das HLW einen positiven oder negativen Einstellwinkel zur Rumpfachse hat (EWD), was bei den meisten Flugzeugen der Fall sein dürfte, kann man dem HLW auch eine elliptische Form geben. Der induzierte Widerstand des HLW sinkt dadurch. Allerdings wird der Gewinn minimal sein.

## **3. Reiter, unter-elliptische Auftriebsverteilung**

Eine unter-elliptische Auftriebsverteilung erzeugt bis zu einem gewissen Punkt weniger induzierten Widerstand, als eine elliptische Auftriebsverteilung, bei gleichem Auftrieb. Die unter-elliptische Auftriebsverteilung wird auch Glocken-Auftriebsverteilung genannt.

Ludwig Prandtl hat es 1933 in der "Zeitschrift für Flugtechnik und Motorluftschiffahrt" 24. Jg. S. 305 - 306 veröffentlicht.

In den 3 Bänden "Ludwig Prandtl, Gesammelte Abhandlungen zur angewandten Mechanik, Hydro- und Aerodynamik" findet sich die Abhandlung auf den Seiten 556 bis 561.

Am Schluss der Abhandlung macht Ludwig Prandtl eine Zusammenfassung, welche ich hier zitiere:  
"Zusammenfassung

Es wird die Aufgabe gelöst, die Auftriebsverteilung zu finden, die für gegebenen Gesamtauftrieb und gegebenes Trägheitsmoment des Gesamtauftriebes den kleinsten induzierten Widerstand gibt. Diese Auftriebsverteilung ist nicht die elliptische, sondern entspricht mehr derjenigen der spitzendigen Flügel."

Leider verstehe ich das Formelzeug (noch?) nicht, weshalb ich (noch?) nicht mehr dazu schreiben kann. Die Verteilung kann ich ausrechnen, aber den induzierten Widerstand noch nicht.

**Es gelten die Beschreibungen von oben, ausser es fehlt etwas, mit dem Folgenden.**

**Potenz**

0,5 für eine elliptische Auftriebsverteilung

1 für eine unterelliptische Auftriebsverteilung (Glocke) mit K-Faktor 0,9, für denselben Auftrieb mit derselben Tiefe der Wurzelrippe wie bei einer elliptischen Auftriebsverteilung muss die Spannweite um ca. 22 % erhöht werden

1,5 für eine stärkere Glocke mit K-Faktor 0,88, für denselben Auftrieb mit derselben Tiefe der Wurzelrippe wie bei einer elliptischen Auftriebsverteilung muss die Spannweite um ca. 22 % erhöht werden.

Wer einen Fehler findet oder Verbesserungs-/Änderungsvorschläge hat, soll sich bitte melden.

23.3.2020