

## **cebulon, Flugleistungs-Messungen**

Bernhard Hauber

re-design-Flugmodelle

Erste Version: November 2020

### **Zusammenfassung:**

Der cebulon wurde über einen Zeitraum von ca. 5 Jahren entwickelt. Er ist der erste re-design Nurflügel mit innenliegendem Höhenruder. Der Profil Strak weist eine geometrische und aerodynamische Verwindung auf und basiert auf den davor entwickelten re-design Modellen, wie z.B. dem up2you-V2 (Bausatz).

### **Inhaltsverzeichnis**

1. Einführung .....	2
2. Beschreibung des Modells.....	2
3. Auswertung der Messungen - Polaren .....	4
4. Kraftflug.....	5
5. Diskussion.....	5

## 1. Einführung

Über die Entwicklung des Straks und die Berechnung des Momenten-Ausgleichs wurde in [1] berichtet.

Die Methode der Flugleistungs-Messung ist in [2] beschrieben.

Nachdem im Herbst 2020 der Composite Mittelflügel aus der eigenen Fertigung zur Verfügung stand wurden die Flugleistungen im November 2020 vermessen. Dabei wurde das Modell in den folgenden drei Konfigurationen, welche sich nur auf die Ausführung der Ruderspalte beziehen, vermessen:

1. Ruderspalte nicht abgedeckt
2. Ruderspalte abgedeckt mit 20mm breiten Mylar Band der Firma Gromotec
3. Ruderspalte abgedeckt und Turbulator (Zick-zack-Band) der Firma Gromotec ca. 1cm vor der Spaltabdeckung, bei ca. 70% der Flügeltiefe, auf der Unterseite angebracht

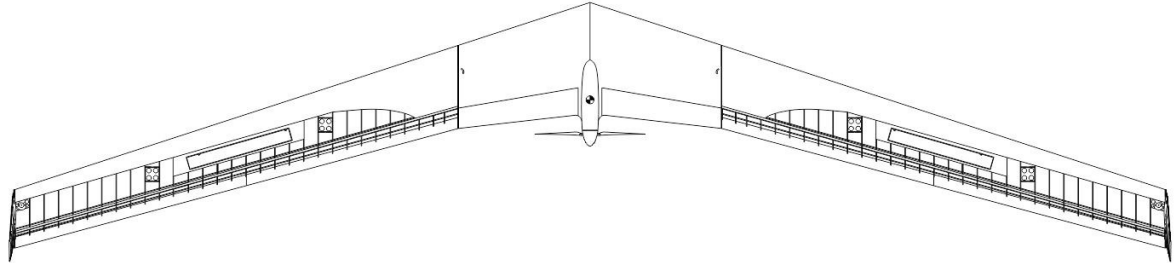
### Quellen Nachweis:

- [1]: Das Konzept des gepfeilten Nurflügels und ein Vorschlag zu dessen Weiterentwicklung, Bernhard Hauber, Deutscher Luft- und Raumfahrt Kongress September 2020
- [2]: up2you-V2-composite, Flugleistungs-Messungen und Vergleich mit Berechnung, re-design-Flugmodelle

## 2. Beschreibung des Modells

Bild 2.1 zeigt den Grundrisses, sowie einige Daten des Modelles wie es aus dem Bausatz entsteht. Das Modell welches zu den Messungen verwendet wurde hatte eine leicht höhere Flächenbelastung, siehe unten.

## Cebulon L(ight)



Auslegung:	Gepfeiltes Nurflügel Segelflugzeug (mit Elektroantrieb)
Spannweite:	3.000 mm
Fluggewicht:	1650 g
Flächenbelastung:	29 g/dm <sup>2</sup>
Streckung:	15
Bauweise:	Mittelteil in Schalenbauweise Aussenflügel in Rippenbauweise

Bild 2.1, Technische Daten (Bausatz) cebulon

### Trimmflug Einstellungen:

- Schwerpunkt: 232 mm von der Vorderkante der Mittelflügels
- Stabilitätsmass  $\sigma$ : ca. 10%
- Elevon: - 2° (Ausschlag nach oben)
- Höhenruder: 0°
- Flächenbelastung: 30 N/m<sup>2</sup>

### Nick-mode Steuerung bei den Messungen:

- Bei langsamen Geschwindigkeiten bis ca. bestes Gleiten wurde nur der nur IPC-mode verwendet
- Bei sehr langsamen Geschwindigkeiten, nahe der Mindestgeschwindigkeit wurden die Wölbklappen auf ca. 5° gesetzt
- Bei Geschwindigkeiten oberhalb dem besten Gleiten wurde nur der CPC-mode verwendet.

### 3. Auswertung der Messungen - Polaren

Die Messdaten wurden wie in [2] beschrieben aufgenommen. Die Messdaten wurden verwendet um, wie es im Segelflugzeugbau üblich ist, die Polaren mit einem Polynom 2. Ordnung zu approximieren.

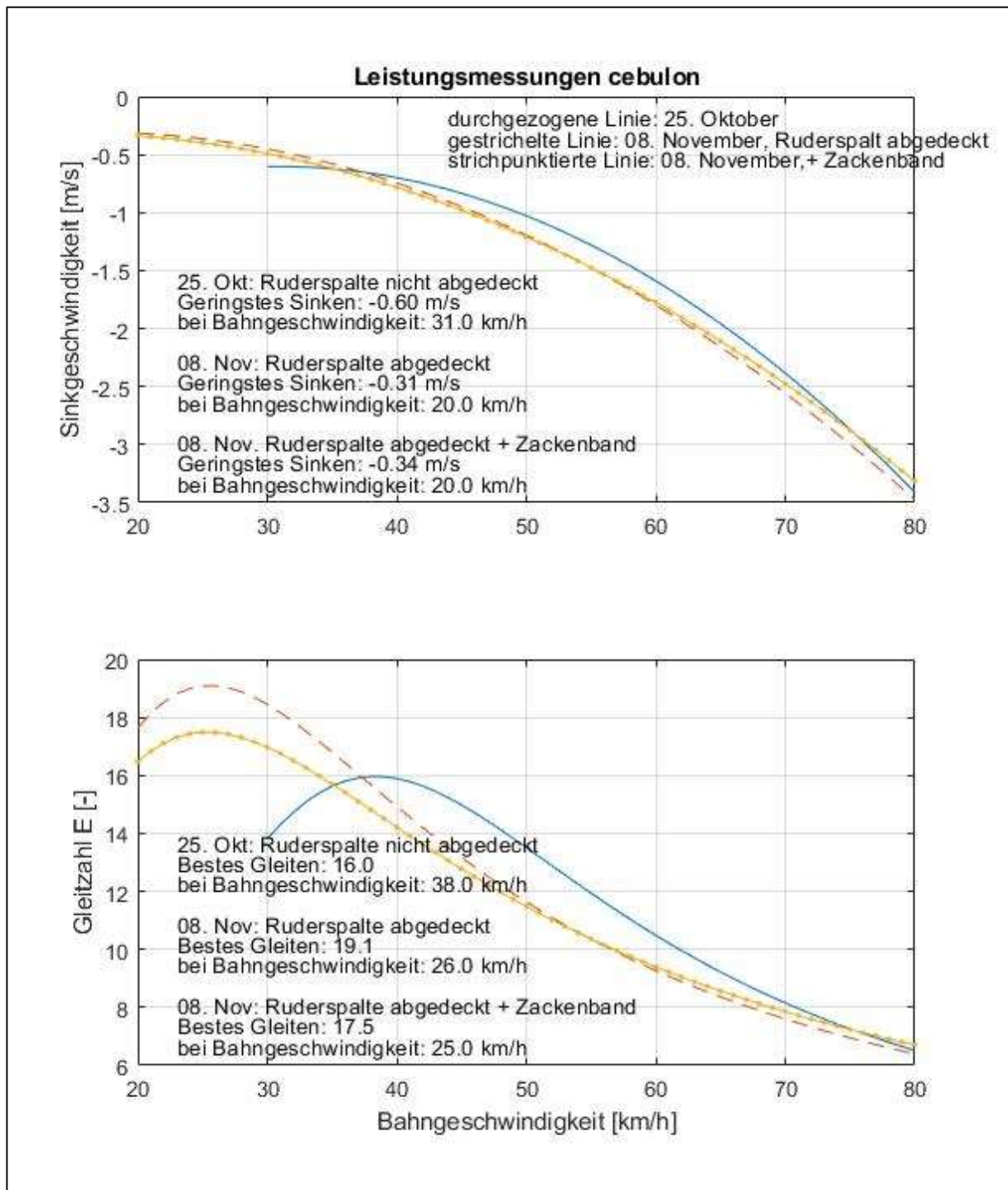


Bild 3.1, Vergleich der gemessenen Polaren mit unterschiedlichen Ruderspalt

#### 4. Kraftflug

Um die Leistungen beim Kraftflug zu ermitteln wurden Messdaten wie in [2] beschreiben aufgenommen. Das Modell war wie folgt motorisiert:

- Motor: Torcster Brushless Black E2218/9-1130
- Regler: YGE 30 A
- Akku: Lemon-Lipo 3S, 1.300 mAh
- Luftschraube: 12x5 Aeronaut

Mit dem vollgeladenen Akku wurden insgesamt 4 Steigflüge durchgeführt und die Daten ausgewertet. Nach diesen 4 Steigflügen ist die Akku Spannung relativ zur ersten Messung noch nicht signifikant eingebrochen. Dies ist für die Auswertung wichtig.

Die Auswertung über alle Steigphasen ergab dann die folgenden Ergebnisse (in Kombination mit den gemessen Leistungsdaten):

Mittler Strom während den Steigphasen [A]:	23
Maximales Steigen [m/s]:	7.5
Mittleres Steigen [m/s]:	4
Verbrauchte Akku Ladung [mAh]:	425
Reichweite des Modelles auf 1000 mAh normiert [km] *:	11
Flugdauer ohne Thermik auf 1000 mAh normiert [min]*:	30

\* Für die Berechnung der Reichweite und der Flugdauer wurden mittlere gemessen Leistungsdaten verwendet. Diese liegen etwa bei den Daten welche mit Ruderspalt Abdeckung + Zackenband gemessen wurden.

#### 5. Diskussion

Die drei Polaren zeigen einen deutlichen Unterschied zwischen den Leistungen mit abgedecktem Ruderspalt und nicht abgedecktem. Die Wölbklappen sind beim cebulon, genau wie die Elevons, an der Flügeloberseite angeschlagen. Ohne Abdeckung entsteht auf der Unterseite so ein etwa 5 –

10mm breiter Spalt über die ganze Spannweite bis zum composite Mittelflügel. Beim Mittelflügel ist der Spalt standardmäßig abgedeckt.

Der deutliche Unterschied zwischen den Flugleistungen überrascht und zeigt, dass eine Abdeckung auch bei einem Rippenflügel sinnvoll ist.

Der Betrag der Steigerung der Flugleistung muss jedoch vorsichtig bewertet werden, da die Polaren eine deutliche Toleranz aufgrund der Messmethode aufweisen, siehe auch [2].

Der Abstand der Polaren vom nicht abgedecktem Spalt zum abgedecktem Spalt zeigt in erster Linie eine deutliche Tendenz auf.

Auffällig bei der Betrachtung der Polaren ist auch, dass eine sehr geringe Mindestgeschwindigkeit erreicht wird. Diese hängt ursächlich u.a. mit dem innenliegenden Höhenruder und natürlich auch mit den leicht nach unten gefahrenen Wölbklappen zusammen. Eine solche geringe Mindestgeschwindigkeit würde mit einer Nickachsen Steuerung, welche nur über die Elevons durchgeführt wird, vermutlich nie erreicht werden. Die Nachrechnung ergab einen maximal erreichten Ca-Wert von 1.0 und sogar knapp darüber. Aber auch hier gilt wieder dass die Werte aufgrund der Messmethode eine große Toleranz aufweisen.

Im Kraftflug zeigt der cebulon sehr gute Leistungen, so das auch mit einem Akku mit kleiner Kapazität lange Flugzeiten möglich sind.

**Eigentumsvorbehalt: Dieser Text darf nur zu privaten, nicht-kommerziellen Zwecken von unserer Website geladen werden. Ein Kopieren oder Verbreiten zu einem anderen Zweck erfordert die Erlaubnis von re-design-Flugmodelle.**

**Veröffentlichung dieses Textes oder Teile daraus bedürfen ebenfalls der Zustimmung von re-design-Flugmodelle.**