

Visualisierung der Luftströmung beim Segelfliegen -anhand einer Seitenfadenanalyse-

Was ist ein Seitenfaden?

Der Seitenfaden dient der Visualisierung des Anstellwinkels des Segelflugzeugrumpfs gegenüber der anliegenden Strömung. Der Seitenfaden wird, wie es der Name schon andeutet, im vorderen Bereich auf beiden Seiten der Segelfliegerhaube (Capot) angebracht. Die beiden Seitenfäden sollten im optisch gut überblickbaren Bereich für den Piloten befestigt werden.



Abb. 1: Anstellwinkel (Duo Discus)

Anstellwinkel

Die grauen Pfeile in Abb. 1 visualisieren die Luftströmung. Der blaue Pfeil stellt die Verlängerung der Längsachse des Segelfliegers dar. Der Winkel zwischen der anströmenden Luft und der Längsachse des Segelfliegers wird als Anstellwinkel α bezeichnet. Der Seitenfaden wird entsprechend dem Anstellwinkel ausgelenkt und zeigt dem Piloten die Lage seines Fluggefährts gegenüber der Luftströmung an. So kann ein Strömungsabriss verhindert werden.

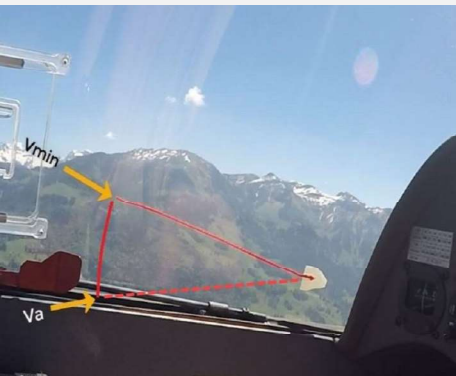


Abb. 2: Seitenfaden
 V_{min} = minimale Fluggeschwindigkeit
 V_a = Schnellflugbereich (ca. 140 – 150 km/h)

Methodik und Vorgehen

⇨ Flugzeugtypenvergleich:

Der Vergleich basiert auf der Untersuchung von zwei Segelflugzeugtypen: Einem Doppelsitzer (Duo Discus) mit einer Flügelspannweite von 20 m und einem Einsitzermodell (LS4) mit einer Flügelspannweite von 15 m. Zu verschiedenen Geschwindigkeiten wurde der Anstellwinkel ermittelt und die Segelflugzeugtypen miteinander verglichen. Der Flugzeugtypenvergleich basiert auf rund 20 Versuchsflügen.

⇨ Installierungsort:

Mehrere Seitenfäden wurden parallel zueinander auf der Segelflugzeughauben befestigt (Abb. 4). Veränderungen in Bezug auf die Auslenkung konnten so festgestellt werden.

⇨ Windenstart:

Der Windenstart ist eine Startvariante für ein Segelflugzeug. Der Flieger wird mit Hilfe einer Seilwinde auf eine bestimmte Höhe gezogen. Zu drei verschiedenen Startphasen wurde der Anstellwinkel des Segelfliegers untersucht, um die Lage des Fliegers gegenüber der Luftströmung zu ermitteln.

Ergebnisse und Diskussion

Flugzeugtypenvergleich

Die beiden Kurven in Abb. 3 zeigen den Anstellwinkel (y-Achse) in Abhängigkeit der Geschwindigkeit (x-Achse). Der Einsitzer (blau) konnte bis auf eine Geschwindigkeit von 50 km/h verlangsamt werden und hat somit auch den grösseren maximalen Anstellwinkel (bei ca. 21 Grad). Der Doppelsitzer (orange) erreichte den maximalen Anstellwinkel von 17° bei durchschnittlich 65 km/h. Im Allgemeinen kann festgestellt werden, dass sich die beiden Grenzbereiche der Anstellwinkel bei den zwei unterschiedlichen Flugzeugtypen ähnlich verhalten. Der wesentliche Unterschied besteht in der Grösse der beiden maximalen Anstellwinkel.

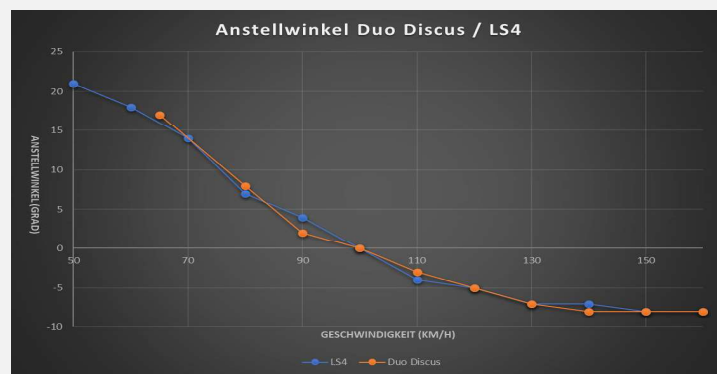


Abb. 3: Flugzeugtypenvergleich



Abb. 4: Installierungsort

Installierungsort

Ab ca. 20 cm (vom Capotrand) hat die Auslenkung des Seitenfadens, bedingt durch die zunehmende Rundung des Capots, abgenommen. Es empfiehlt sich also den Seitenfaden bis maximal 25 cm ab Capotrand zu befestigen. Je höher der Seitenfaden befestigt wird, desto geringer ist die Auslenkung.

Windenstart

Die ermittelten Gradzahlen stammen aus mehreren Versuchsflügen bzw. Startvorgängen vom Segelflugzeugtypen Twin Astir 2. Der Vergleich mit dem kritischen Anstellwinkel (bei 60 km/h) zeigt, dass während des Übergangs in den Steigflug der Anstellwinkel durch das Ziehen am Steuerknüppel am grössten ist. Der Anstellwinkel in dieser Startphase ist aber dennoch rund dreimal tiefer als der kritische Anstellwinkel von 21 Grad, bei dem ein Strömungsabriss erfolgen kann.

Twin Astir 2		Startphase	Anstellwinkel (Grad)
Geschwindigkeit (km/h)	Anstellwinkel (Grad)		
60	21	Übergang in den Steigflug	7
70	15	Steigflug	2
80	9	Abflachen	-2
90	5		
100	0		