

2. Exkurs in die Aerodynamik

2.1 Kräfte im stationären Geradeausflug

Der stationäre Geradeausflug beschreibt den Zustand, in dem der Gleitschirm fliegt, ohne äußeren Einflüssen ausgesetzt zu sein (z.B. Wind, Luftmassenbewegungen, Steuerbewegungen, etc.).

Wir bewegen uns mit dem Schirm nach vorne unten durch den Luftraum. Dabei wird Höhenenergie (potentielle Energie) in Bewegungsenergie (kinetische Energie) umgewandelt. Der Gleitschirm fliegt. In diesem Zustand wirken auf ihn verschiedene Kräfte, welche alle im Druckpunkt ansetzen.

Die Gewichtskraft (Erdbeschleunigung) richtet sich senkrecht nach unten (vor allem der Pilot, aber auch das Gurtzeug und der Schirm, tragen zu dieser Kraft bei).

Durch die Bewegung durch die Luftmasse erhält der Gleitschirm eine Anströmung von vorne unten. Durch diese Umströmung der Kappe entsteht Auftrieb am Profil, welcher senkrecht zur Bewegungsrichtung wirkt.

Direkt entgegen der Flugrichtung wird zusätzlich die Widerstandskraft aufgebaut.

Die resultierende Kraftlinie aus Auftrieb und Widerstand wird als totale Luftkraft bezeichnet, welche entgegen der Gewichtskraft wirkt.

Es liegt ein Kräftegleichgewicht vor – es erfolgt keine Beschleunigung.



TIPP

Im Gesamtwerk Paragliding Band 3, wird das Thema Aerodynamik besonders vertieft.

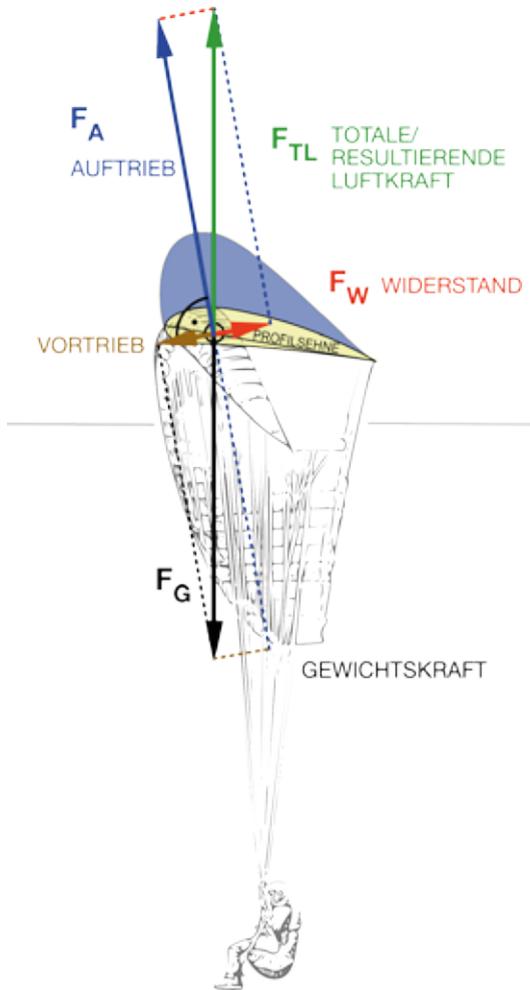


Abb. 2.1: Kräfte im stationären Geradeausflug
• Bild: PP

2.2 Auftrieb

Der Auftrieb entsteht durch die Bewegung des Gleitschirmes nach vorne unten durch den Luftraum. Aufgrund der Bewegung durch die Luftmasse wird das Profil von vorne unten umströmt.

Die Luftteilchen treffen zunächst auf die Profilnase. Dieser Bereich wird auch als Staupunkt bezeichnet. An diesem Punkt teilt sich der Luftmassenstrom, sodass jeweils die Hälfte der Luftteilchen die Oberseite (Obersegel) und die Unterseite (Untersegel) des Profils entlang strömen. Dabei ist die Strömung an der gewölbten Oberseite schneller als an der annähernd geraden Unterseite. Laut Bernoulli entstehen so Druckunterschiede am Profil, welche den Auftrieb verursachen.

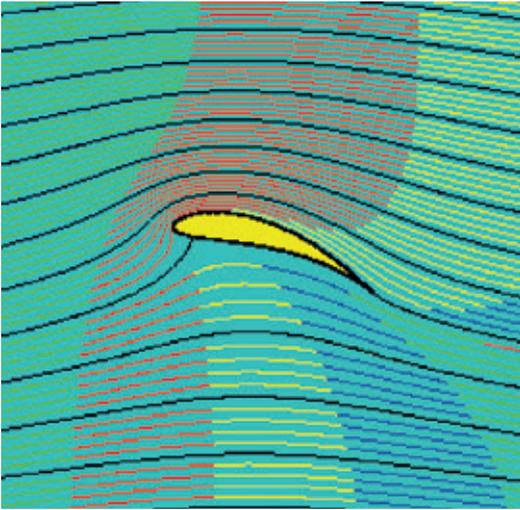


Abb. 2.2: Strömungsgeschwindigkeiten um das Profil

So bewirkt die schnellere Strömung am Obersegel einen Unterdruck, welcher zu Sogwirkungen führt und somit den Gleitschirm nach oben „zieht“. Durch die langsamere Strömung am Untersegel herrscht dort ein Überdruck, der zusätzlich den Schirm nach oben „drückt“.

Die Sogwirkung am Gleitschirm trägt mehr zum Gesamtauftrieb bei als die Druckwirkung. Im vorderen Drittel der Kappe ist der Auftrieb am größten, zur Hinterkante hin wird er immer kleiner. Diese Verhältnisse können in einer Auftriebsglocke gut veranschaulicht werden (siehe Abb. 2.3). Dabei fällt auf, dass der Auftrieb immer im rechten Winkel zur Profiloberfläche wirkt.

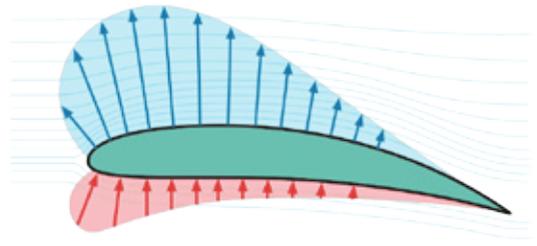


Abb. 2.3: Auftriebsglocke – Sog- und Druckwirkungen am Profil

Stark heruntergezogene Stabilisatoren leisten einen erheblichen Beitrag zur passiven Sicherheit eines Gleitsegels. Sie stabilisieren die Kappe, da sie aufgrund ihrer Ausrichtung nach unten Auftrieb nach außen erzeugen (im rechten Winkel zum Profil) und somit die Kappe „spreizen“. Damit charakterisieren sie die Flugeigenschaften der Geräte vor allem in der A-Klasse. Stablos dämpfen die Nick- und Rollbewegungen der Kappe und stabilisieren den Gleitschirm bei Kappenstörungen. Der Stablos eines Bodyguard 7 kann beispielsweise Einklapper bis 50 % ohne Zutun des Piloten ausgleichen. Zusätzlich verringern sie das Kurvensinken in engen Thermikkreisen.

2.3 Widerstand

Durch die Bewegung des Gleitschirmes durch den Luftraum und der daraus resultierenden Strömung entsteht nicht nur Auftrieb sondern auch Widerstand. Dieser kann (im Bereich des Gleitschirmfliegens) bildlich veranschaulicht werden: Wird ein Körper umströmt, entstehen je nach Körperform Verwirbelungen. In einem Windkanal können diese sichtbar gemacht werden.

Beim Gleitschirmfliegen bedeutet Widerstand immer Leistungsminderung. Die modernen Geräte werden immer leistungsstärker, da die Hersteller in der Lage sind, die Widerstandskräfte durch technische Fortschritte zu kompensieren.