



Strömungsabriss

Worin liegen die Gefahren geringer Geschwindigkeit?

Text und Grafiken: Bernhard Wienand

Fahrt ist das halbe Leben: Dieses erste Gebot der Fliegerei, gleich nach dem Grundsatz Safety first, wird jedem angehenden Piloten eingebläut. Es gilt auch für uns Leicht- und Langsam-Flieger, und zwar umso mehr, je leistungsfähiger unser Flügel ist.

Warum können wir fliegen?

Dass wir nicht abstürzen, sondern so schön flach über die Erde gleiten können, verdanken wir unserem Flügel, der ständig genügend Luft, genügend stark und vor allen Dingen genügend schnell nach unten umlenkt (beschleunigt), ohne großen Widerstand, siehe **Bild 1**. Unter dem Flügel wird die Luft nach unten gedrückt bzw. gestoßen, über dem Flügel nach unten gezogen bzw. gerissen. Dem will sich die Luftmasse widersetzen (Massenträgheit) und bewirkt so eine Kraft nach oben, den Auftrieb. Über dem Flügel ist die Umlenkung nur aufgrund des umgebenden hohen Luftdrucks mög-

lich. Der dort entstehende Sog ist ein gegenüber dem Luftdruck verminderter Druck. Ein wenig klebt die Luft auch am Flügel (Adhäsion).

Um genügend Luft zu erfassen, muss unser Flügel ausreichend groß sein. Den Grad der Umlenkung bestimmen sein Anstellwinkel und die Wölbung seiner Fläche bzw. seines Profils. Die Schnelligkeit der Umlenkung ergibt sich aus der Fluggeschwindigkeit. Sie beeinflusst den Auftrieb sogar doppelt. Er nimmt nämlich mit dem Quadrat der Geschwindigkeit zu, während die Fläche, der Anstellwinkel und die Wölbung sowie die Luftmasse als Faktor nur einfach eingehen.

Warum ist der Langsamflug so gefährlich?

Nun wollen bzw. müssen wir auch langsam fliegen können. Beim Start wollen wir, dass der Drachen bereits bei geringer Geschwindigkeit trägt. Bei der Landung wollen wir mit geringer Geschwin-

digkeit aufsetzen. In der Thermik wollen wir langsam kreisen können etc. Dies erreichen wir, indem wir den Grad der Umlenkung der Luft durch einen größeren Anstellwinkel erhöhen. Die uns tragende Luftkraft entsteht dann schon bei geringerer Geschwindigkeit. Durch den Sog vorne auf der Oberseite des Flügels kann sich bei geringer Strömungsgeschwindigkeit in der wandnahen Strömung (Grenzschicht), die durch Reibung gebremst wird, jedoch ein Rückstrom bilden, der die Strömung ablöst, siehe **Bild 2**, so dass sie oben von der Profilkontur nicht mehr nach unten umgelenkt wird. Der Auftrieb nimmt massiv ab, wir sacken nach unten.

Fahrt ist das halbe Leben, bedeutet also Optimale Geschwindigkeit Gesunde anliegende Strömung Sicherer Auftrieb, an dem unser Leben hängt.

Der Auftriebseinbruch bei einer Strömungsablösung ist zwar nicht dramatisch, jedoch geht dabei auch der flache Gleitwinkel verloren, da der Widerstand

zunimmt. Man gleitet nicht mehr, sondern fällt eher nach unten.

Die besondere Gefahr einer Strömungsablösung (Strömungsabriss, Stall) besteht aber darin, dass sie gerne asymmetrisch oder sogar nur einseitig und ohne besondere Vorwarnung auftritt, insbesondere in einer Kurve. Ein Flügel, der langsamere kurveninnere, trägt plötzlich viel weniger als der andere, so dass man zur Seite kippt, abschmiert. Der Auftrieb geht so ganz verloren und man fällt mit schnell zunehmender Geschwindigkeit, ohne dass man gleich gegensteuern kann. Erst wenn das Gerät die Nase nach unten gedreht hat, kann mit der dann erreichten Geschwindigkeit ein Abfangbogen geflogen werden. Dann hat man aber schon gut 30 m Höhe verloren. Ein asymmetrischer Strömungsabriss kann aber auch zum Trudeln führen. Und aus einem Trudeln kann man auch ungewollt in einen Tuck geraten, wie ein Youtube-Video eines verunglückten Akroflugs zeigt.

Wann kann es zum Strömungsabriss kommen?

Ein Strömungsabriss lässt sich absichtlich herbeiführen, indem man den Flügel immer mehr anstellt, ihn aushungert, z.B. bei einem Testflug, oder um Trudeln einzuleiten. Dies wird man jedoch nur mit reichlich Flugerfahrung (Testpilot, Akropilot) und in ausreichender Höhe machen, und man ist auf die Reaktion des Gerätes vorbereitet.

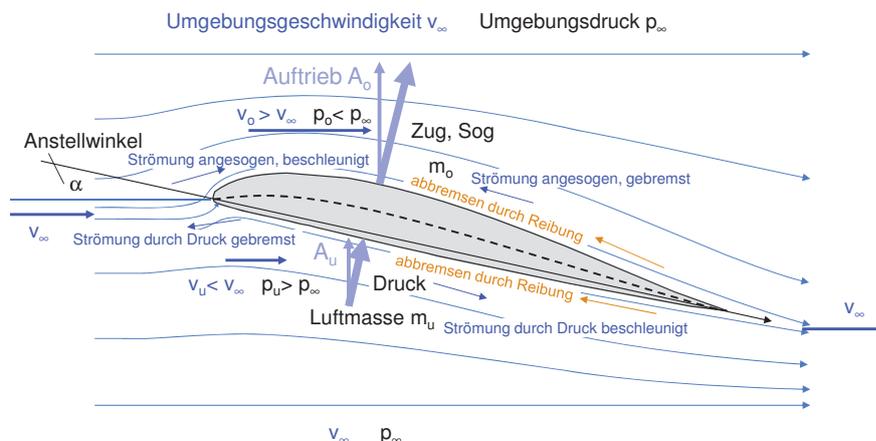
Ist der Flügel stark geschränkt (Anfängergehärt, Flexi mit loser VG), bleibt es bei einem Strömungsabriss im Kielbereich und damit bei einem stabilen Sackflug.

Bei einem wenig geschränkten Flügel (voll gespannter Hochleister, Starrer (ohne gesetzte Wölbklappe)), bei dem die Strömung auch am Außenflügel abreißen kann, muss man jedoch auf ein Abschmieren und auf Trudeln gefasst sein, siehe DHV-Testberichte.

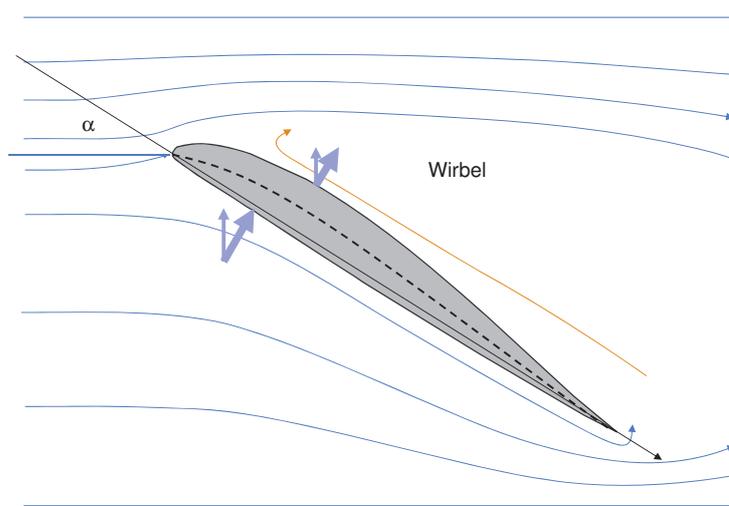
Es gibt aber auch viele typische Situationen, in denen es unbeabsichtigt zum Strömungsabriss kommen kann:

Wir heben beim Start durch einen überhöhten Anstellwinkel mit geringster Geschwindigkeit ab,

- wenn wir den Flügel beim Beschleunigen aufschnappen lassen.
- wenn wir zu früh an die Basis greifen, uns reinschmeißen, weil wir glauben, schon zu fliegen, wenn wir den Zug des Flügels im Rücken spüren.



1 Auftrieb durch Umlenkung von Luftmasse durch angestellten Flügel



2 Bei abgelöster Strömung kaum noch Auftrieb auf Flügeloberseite

Fahrt ist das halbe Leben, bedeutet also optimale Geschwindigkeit gesunde anliegende Strömung sicherer Auftrieb, an dem unser Leben hängt.

Wir werden im Landeanflug gefährlich langsam,

- wenn/weil wir uns in geringer Höhe mehr am Boden orientieren, so dass wir uns schneller vorkommen, was uns dann auch gefährlicher erscheint, insbesondere wenn wir mit Rückenwind im Gegenanflug über den Boden schießen.
- wenn wir im Endanflug schon sehr tief sind und glauben, durch geringeres Sinken mit höherem Anstellwinkel das Landefeld noch erreichen zu können (obwohl wir wissen bzw. gelernt haben, dass man gegen den Wind eher schneller fliegen müsste).
- wenn wir das Trapez versehentlich nach vorne schnappen lassen, weil wir uns beim Umgreifen auf die Seitenrohre hochhangeln müssen, wenn das Gurtzeug uns nicht genügend aufrichtet.

Wir kreisen in Thermik möglichst langsam, um weniger Fliehkraft zu erzeugen und dadurch weniger zu sinken.

In all diesen Situationen kann schon eine kleine Schwankung in der Anströmung einen Strömungsabriss auslösen.

Turbulente Bedingungen, also schnell wechselnde Anströmrichtungen und -geschwindigkeiten, erhöhen aber auch bei ausreichender Geschwindigkeit (Trimmflug) das Risiko eines Strömungsabrisse. Und auch ein Durchfliegen üblicher Windgradienten, wie z.B. beim Kreisen in schmalen Aufwinden, birgt Risiken. So hat man z.B. in hangnaher oder windversetzter Thermik einen Halbkreis mit zunehmender Anströmgeschwindigkeit (gegen den Wind) und einen Halbkreis mit abnehmender Anströmgeschwindigkeit (mit dem Wind), der dadurch potentiell gefährlicher ist. Gibt man hier dem Verlangen des Gerätes zu sinken, um die nötige Geschwindigkeit beizubehalten, nicht nach bzw. unterstützt es nicht (genug) dabei, weil einem etwa die verfügbare Höhe zu knapp erscheint, kann es zu einem Strömungsabriss kommen.

Unfallanalysen

Durch den enormen Höhenverlust beim Abschmieren sind Strömungsabrisse in Bodennähe besonders gefährlich, also stets bei Start und Landung sowie beim Fliegen am Hang und in niedriger Höhe über dem Platz.

So ein Sturz mit vorübergehendem Verlust der Steuerbarkeit kann aber auch zu einer Kollision mit einem anderen Luftfahrzeug führen, z.B. bei (zu) langsamem Kreisen in gut besuchter Thermik.

Die Unfallanalysen der letzten Jahre zeigen, dass Abstürze von Drachen oft auf zu geringe Geschwindigkeit zurückzuführen sind. Meist bei Start oder Landung, also in Bodennähe, was dann oft zu schweren Verletzungen oder gar zum Tode führt.

Wie kann man sich vor dem gefährlichen Strömungsabriss schützen?

Ein Strömungsabriss bis in den Außenflügel ist kurzzeitig daran zu spüren, dass das Gerät weich wird, wie man als Flieger sagt. Die Steuerkraft geht plötzlich verloren. Ein Alarmzeichen, bei dem der Bügel sofort kräftig nach hinten zu ziehen ist, damit sich die Strömung wieder anlegen kann.

Besser ist es natürlich, einen Strömungsabriss von vornherein zu vermeiden:

- Zunächst einmal sollte man sein Gerät ausreichend schnell getrimmt haben. Es sollte von sich aus mindestens die Geschwindigkeit des geringsten Sinkens einnehmen (keinesfalls schneller als bestes Gleiten). Zu langsam kann man dann in ruhender Luft nur werden, wenn man sein Gerät aktiv verlangsamt.
- Dann ist es wichtig, durch den losen Griff im Trimmflug ein Gespür für den Bügeldruck zu entwickeln, um zu verstehen, was einem das Gerät sagt. Zieht der Bügel nach hinten, fliegt man zwar unterhalb der Trimmgeschwindigkeit, jedoch noch bei weitgehend anliegender Strömung. Ein weich werdender Bügel kündigt einen unmittelbar bevorstehenden kompletten Strömungsabriss

an, nämlich auch am Außenflügel. Das Gerät verlangt dringend einen kleineren Anstellwinkel bzw. eine höhere Geschwindigkeit, der Steuerbügel ist umgehend kräftig zu ziehen.

- Will man langsamer fliegen, sollte man, sofern möglich, die Schränkung seines Flügels erhöhen. Bei einem Flexiblen ist dazu durch Lösen der VG die Segelspannung zu reduzieren, bei einem Starren sind die Wölbklappen etwas zu setzen. Mehr Schränkung senkt das Risiko einer kompletten sowie asymmetrischen Strömungsablösung. Mehr Schränkung reduziert allerdings auch die Gleitleistung des Flügels, was man zum Landen nutzt.
- Damit in Turbulenzen die Strömung nicht versehentlich mal abreißt, sollte man bei Wind generell mit einem kleineren Anstellwinkel etwas schneller fliegen, in jedem Fall im gesamten Landeanflug (nicht nur im Endanflug) bis auf wenige Meter über dem Boden. Höhere Geschwindigkeiten in Turbulenzen führen allerdings zu höheren Belastungen des Fluggerätes. Das Wissen, wann wo Wirbel entstehen können, wie z.B. im Lee, in der Scherfläche zwischen Höhenwind und Talwind etc., ist ein Thema für sich.
- Beim Start muss die Anströmgeschwindigkeit vor dem Abheben immer etwas über der Minimalgeschwindigkeit liegen, die bei Drachen je nach Flächenbelastung und Leistung des Flügels etwa 30 km/h beträgt. Das ist bei flachem Hang und/oder Windstille nur bei guter Starttechnik und guter Lauftechnik zu erreichen. Sind diese Bedingungen nicht gegeben, sollte auf einen Start verzichtet werden.
- Beim Start unbedingt durchlaufen, bis die Beine den Kontakt zum Boden verlieren.
- Um sich bei Start und Landung genügend aufrichten zu können (> 45, besser 60 Grad), siehe oben, sind alle Einstellmöglichkeiten des Gurtzeugs auszuschöpfen, z.B. losere Beingurte. Bleibt das Aufrichtverhalten des Gurtzeugs unbefriedigend, sollte man sich hierauf bei Start und Landung einstellen. ▽