



Einklapper beim Gleitschirm

Selbes Phänomen – unterschiedliche Auslöser

TEXT: SIMON WINKLER

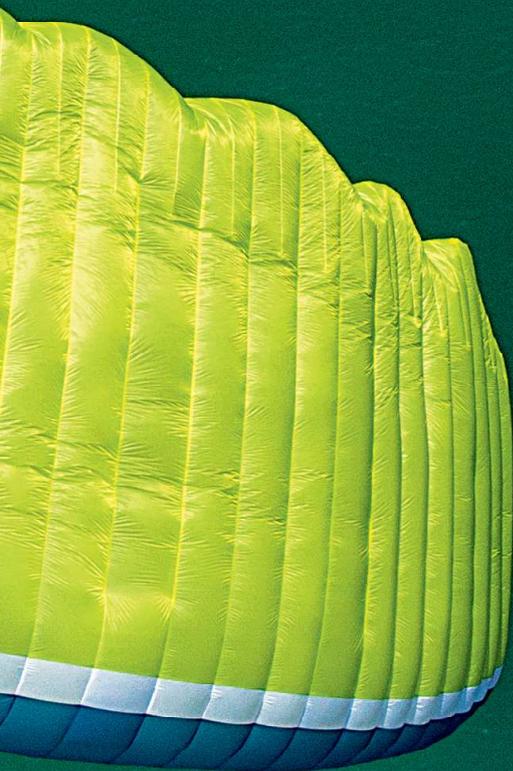
Gleitschirme können einklappen. Das wird einem schon beim ersten Kontakt mit unserer flexiblen Fläche klar. Das ist auch gut so. Bei Störungen würde unsere Kappe sonst unkontrollierbar werden. Im schlimmsten Fall würde sich die Kappe sogar auf Kollisionskurs begeben – in Richtung des Piloten. Das haben frühere Experimente mit starren Segellatten oder Kitetubes gezeigt. Zugegeben, die Konstrukteure und Testpiloten in der Gleitschirmbranche haben es über die Jahre geschafft, unsere Gleitschirme vor allem in den höheren Zulassungsklassen beeindruckend klappstabil und trotzdem kontrollierbar zu bauen. Vor allem wenn die Trimmung – also der Beschleuniger – auf Vollgas steht. Respekt vor dieser Entwicklung, die unseren Sport bedeutend sicherer gemacht hat.

Der Anstellwinkel ist schuld!

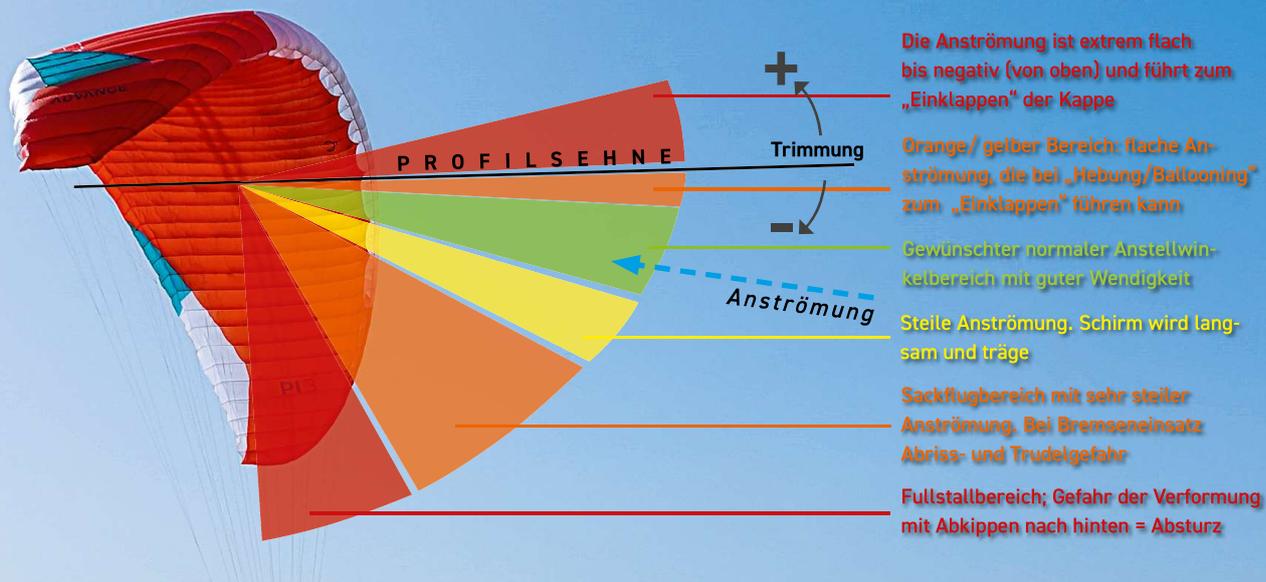
Damit ein Gleitschirm fliegt, braucht er in der Regel einen positiven Anstellwinkel. Die Luft muss also leicht von unten auf die Profilsehne treffen, damit das Gleitschirmprofil Auftrieb erzeugt. Der Anstellwinkel im stationären Geradeausflug beträgt dabei bei den meisten Gleitschirmen etwas unter 10° im Normalflug und etwa 5-7° bei Maximalgeschwindigkeit.

Je nach Profilwahl können diese Winkel aber auch variieren. So gibt es in der Fliegerei auch Profile, die bei 0° oder leicht negativem Anstellwinkel noch positiven Auftrieb erzeugen. Auch Reflex- oder S-Schlag-Profile erzeugen bei sehr geringen Anstellwinkeln noch einen positiven Auftrieb.

Kommt es beim Gleitschirm zum klassischen „Einklapper“, wird der kritische Anstellwinkel **unterschritten**. Die Strömung trifft so auf das Profil, dass auf der Oberseite der Auftrieb zusammenbricht. Durch die gewölbte Profilunterseite entsteht jetzt an dieser der Auftrieb – leider nur in die falsche Richtung. Der Flügel wird nach unten gesaugt und klappt ein. Dabei verformt und entleert er sich. Denn die Zellöffnungen der Eintrittskante werden ebenfalls nicht mehr angeströmt. Die Anströmung trifft auf das Obersegel und drückt somit die Luft über die Zellöffnungen aus der Kappe.

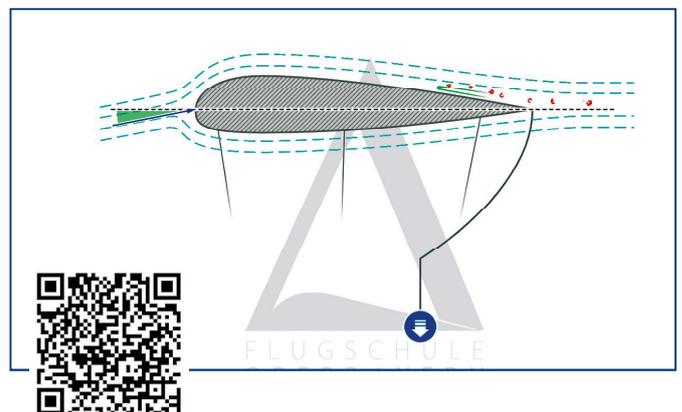


Dieses schematische Bild soll einen Überblick über die unterschiedlich möglichen Anstellwinkel durch die Anströmung bzw. den Flugweg geben. Es zeigt nicht die genauen Winkel und berücksichtigt nicht die speziellen Effekte „Stabiler Sackflug“ und „Flyback“.



© DHV-INFO 234/PETER CRÖNIGER

Zum Einklapper hört man immer wieder Mythen. Aussagen wie: „Plötzlich hatte ich einen Druckverlust in der Kappe und er ist eingeklappt.“ Dies ist nicht ganz richtig. Ursache ist immer die Anströmung, die zu einem zu kleinen Anstellwinkel führt. Der Druckverlust in der Kappe ist nur eine Folge davon. Darum sind hochbeladene Schirme nur bedingt klappstabiler. Die höhere Geschwindigkeit sorgt zwar für mehr Auftrieb und mehr Staudruck in der Kappe, wird aber der Anstellwinkel um das gleiche Maß wie beim selben Schirm mit weniger Flächenbelastung unterschritten, klappt er ebenso ein. Ein markanter Unterschied ist jedoch bei der resultierenden Dynamik nach dem Klapper zu spüren. Hier reagieren hochbeladene Schirme aufgrund der höheren kinetischen Energie aggressiver als weniger stark beladene Schirme. Einen weiteren Unterschied macht das Öffnungsverhalten: Höher beladene Schirme öffnen deutlich schneller. Teilweise impulsiv. Bei Minideformationen vermittelt das den Eindruck einer höheren Klappstabilität – einfach, weil der Schirm sofort wieder offen ist. Bei großen Deformationen können Schnalzüffnungen dagegen gefährlich werden. Sie erzeugen oft ein starkes Vorschießen mit Gegenklappen auf der anderen Seite.



Die Flugschule Oberbayern hat zur Veranschaulichung der Effekte von Anstellwinkeländerungen ein vereinfachtes Computerspiel entwickelt:

www.flugschule-oberbayern.de/de/stobere/aktiv-fliegen/aktiv-fliegen-3/

Einklapper-Ursachen:

Gut, jetzt wissen wir, warum ein Gleitschirm aus aerodynamischer Sicht einklappt. In der Flugpraxis gibt es einige Gründe, warum im Flug der Anstellwinkel zu gering wird. Ein paar davon erläutern wir im folgenden Text: Was passiert? Wie kann ich es spüren/erkennen und wie reagiere ich optimal auf diese Störung?

Einklapper durch Rotoren

Was passiert?

Wenn Luft auf ein Hindernis trifft, verwirbelt sie. Je stärker Luft in Bewegung ist, desto kräftiger werden die Verwirbelungen. Deshalb: Je stärker der Wind oder je kräftiger die Thermik, desto mehr Vorsicht ist geboten! Man spricht auch von Rotoren. Kleinräumige Windrichtungsänderungen. Für uns sind die kleinräumigen, starken Abwinde kritisch. Treffen sie von oben auf unseren Gleitschirm, verringern sie schlagartig den Anstellwinkel und der Schirm klappt ein.

Wie erkenne ich es?

Visuell und durch saubere Flugvorbereitung. Solche Rotoren entstehen meist im Lee. Grundvoraussetzung ist also eine saubere Flugvorbereitung: Woher kommt der Wind (Talwind, überregional, thermisch)? Wie stark ist der Wind? Wird er irgendwo verstärkt – zum Beispiel durch Verengungen im Tal?

Sind diese Fragen vorab gut beantwortet, geht es an den geplanten Flugweg. Vorab schaue ich mir das Gelände und den Flugweg an. Das geht zuhause mit Google Earth, im Fluggebiet vor Ort oder sogar noch in der Luft. Versuche dabei mögliche Leestellen ausfindig zu machen und sie zu meiden. Sollte ein Durchfliegen unvermeidbar sein, sei besonders wachsam und achte auf einen sauberen, aktiven Flugstil – denn jetzt musst du jederzeit mit starken Turbulenzen rechnen, die deinen Schirm zum Einklappen bringen wollen. Nicht ganz so leicht ist es bei Thermik. Auch hier gibt es ein Luv und Lee um die Aufwindregion. Denn wenn warme Luft aufsteigt, erzeugt sie allein schon mit der Umgebungsluft kleine Rotoren. Hinzu kommt: Warme Luft steigt auf, kalte Luft sinkt ab. Das passiert oft an den Rändern der Thermik. Ist Wind im Spiel, hat man diesen Abwind verstärkt auf der Leeseite der Thermik. Also ist auch hier Vorsicht geboten!

Was kann ich dagegen tun?

Vorrausschauend fliegen und Rotoren meiden. Das Gemeine an solchen Leeturbulenzen ist, dass sie kaum vorhersehbar sind. Sie können so kleinräumig und kräftig sein, dass der Schirm ohne Vorankündigung einklappt, wenn man in solch einen Rotor einfliegt. Sind die Rotoren mäßig stark, kann ich mit Hilfe eines aktiven Flugstils solche Einklapper verhindern, indem ich als Pilot zügig und vor allem **kurzzeitig** den Anstellwinkel erhöhe. Dies geht je nach gewählter Trimmung über die Steuerleinen, Nachlassen des Fußtrimmers (Beschleuniger) oder Ziehen der hinteren Leinenebenen (B-Steuerung, C-Steuerung, C/B-Steuerung).

Bei sehr starken Abwinden kann es aber sein, dass ein Einklapper nicht verhindert werden kann. Ich kann ihn höchstens in seiner Größe begrenzen.



Frontklapper auf der Leeseite der Thermik. Kontrolliertes aktives Fliegen kann derartige Einklapper oft verhindern oder in der Größe begrenzen. Sind die Turbulenzen zu stark, hilft oft auch das nicht mehr. Es kommt zum Einklapper.

© MAURICE KOLLER

Youtube Video:
www.youtube.com/watch?v=sF3iriB5FPs



Ballooning Einklapper

Ballooning, also ein kurzes Heben, ist ein aerodynamischer Effekt in der Fliegerei. Beim Ausfahren der Landeklappen beim Flugzeug oder Ziehen der Steuerleinen beim Gleitschirm erhöht sich der Anstellwinkel und die Profilform verändert sich durch Vergrößern der Wölbung. Damit vergrößert sich der Auftriebsbeiwert (C_a) und lässt das Fluggerät durch den Auftriebsüberschuss kurz steigen. Es wird nach oben gehoben und die Strömung kommt mehr von „oben“. Dadurch wird der Anstellwinkel verringert und das Wegsteigen anschließend wieder gedämpft.

Highspeed Ballooning

Was passiert?

Fliegst du mit deinem Gleitschirm in der Maximalgeschwindigkeit, also die Trimmung auf maximal schnell (Feststelltrimmer ganz offen / Fußbeschleuniger voll getreten), und damit mit maximal kleinem Anstellwinkel sowie mit den Steuerleinen in der Nullstellung, ist die Profilform des Gleitschirmes für maximales Gleiten bei hohen Geschwindigkeiten eingestellt. Das Profil erzeugt aufgrund der geringen Wölbung wenig Auftrieb und Widerstand. Es gleitet gut mit hoher Geschwindigkeit. **Bild 1**

Veränderst du aber schlagartig die Profilform durch zügiges Ziehen der Steuerleinen in ein stärker gewölbtes Profil, kann es zum Ballooning kommen. **Bild 2** Stärkere Wölbung macht das Profil auftriebsstärker (Der Auftriebsbeiwert C_a erhöht sich). Dies geschieht vor allem am Außenflügel, da dort die Steuerleine am stärksten greift. Durch die schlagartige Änderung kommt es zu einem Steigflug. Dabei ändert sich aber auch die Anströmung auf das Profil. Die Luft kommt plötzlich mehr von „oben“. Im Flügelaußenbereich wird dies aber durch die Erhöhung des Anstellwinkels (Steuerleinenzug) ausgeglichen. In der Mitte der Kappe nicht. Der kritische Anstellwinkel wird unterschritten. Der Schirm klappt – meist in der Mitte zuerst – ein. **Bild 3**

Dieser Effekt ist meist noch stärker bei Reflex- oder S-Schlagprofilen ausgeprägt. Diese Profilform erzeugt einen leichten „Pitch-UP“ Effekt, wenn die Steuerleinen in der 0-Stellung sind. Vereinfacht gesagt: Die Profilnase wird oben gehalten, da auf der Vorderseite Auftrieb und auf der Hinterkante Abtrieb erzeugt wird. Ähnlich wie bei Flächenflugzeugen mit der Tragfläche und dem Höhenleitwerk/Stabilizer.

Zieht man die Steuerleine und zerstört den Abtrieb auf der Hinterkante kommt es zum „Pitch-Down“. Die Profilnase will nach unten. Hinzu kommt hier noch der Ballooningeffekt. Dies führt wiederum zum Klapper, der meist ganz schön groß ausfällt.

Dieses ausgeprägte Heben ist nur bei sehr hoher kinetischer Energie (Vollgas) zu beobachten und deshalb ist der Beschleunigerweg begrenzt. In der Zulassung wird dieses Manöver ebenfalls getestet – jedoch nur in ruhiger Luft, im annähernd stationären Geradeausflug und mit einer eher langsamen Zugbewegung der Steuerleinen.

Vollbeschleunigt und dann auf die Bremse. Durch den Ballooningeffekt und/oder Zerstörung des S-Schlages im Profil klappt der Schirm ein. Hier anschaulich zu sehen bei einem Prototypen.

© SIMON WINKLER (3)



Was kann ich dagegen tun?

Kurz gesagt: Steht die Trimmung auf Schnellflug (Beschleuniger im Bereich der Maximalgeschwindigkeit getreten): keine Steuerleinen verwenden! Hier solltest du die Steuerleinen in der 0-Stellung ganz oben lassen. Aktiv Fliegen erfolgt über die hinteren Tragegurte oder B/C-Brücken oder durch aktives Betätigen/Variieren des Fußtrimmers (Beschleuniger). So kannst du diese Art Einklapper gut vermeiden. Sollte es doch zum Einklapper kommen, da du auf der Bremse gezuckt hast, reagiere wie bei beschleunigten Einklappern. Richtung stabilisieren, Beschleuniger lösen, Richtung kontrollieren und Einklapper gegebenenfalls öffnen.

Thermisches Ballooning

Was passiert?

Bei Thermik gibt es eine andere Form von „Ballooning“ durch externe Energiezufuhr. Ein durch starken Aufwind bedingtes magisches Anheben nach vorne oben ist der Vorbote eines möglichen Klappers, besonders wenn es mit leichtem Vornicken verbunden ist. Bild 7 Am Ende von starken Hebern treten diese Ballooning-Einklapper auch bei sehr niedrigen Geschwindigkeiten auf. Durch den Ballooningeffekt und dem zügigen Heben werden Kappe und Pilot nach oben beschleunigt. Hört der Aufwind dann schlagartig wieder auf (Rausfallen aus dem Aufwind), fliegen Kappe und Pilot kurz weiter nach oben. Der Pilot hat gegenüber der Kappe eine höhere Massenträgheit und bewegt sich dadurch länger in Richtung der Kappe. Dies führt zum Entlasten der Leinen und der Schirm klappt. **Bild 4 + 5** Paul Seren (DHV Fluglehrer und Fluglehrerausbilder) beschreibt dies auch gerne als Fahrstuhleffekt: Es fühlt sich an, als ob du mit einem Fahrstuhl nach oben fährst und er plötzlich stoppt. Man fühlt sich kurz leicht. Dasselbe passiert im Gurtzeug. Hier zeigt das Popogefühl gut an, dass man sich plötzlich leicht fühlt.

Die Klapper sind manchmal nur kurz und unspektakulär, wenn die Hände mit den Steuerleinen oben bleiben (nahe Nullstellung). Durch das darauffolgende Durchsacken öffnen die Schirme zügig und das Vornicken ist durch die lange Sackphase gering ausgeprägt. In Bodennähe sind sie jedoch gefährlich, weil sie mit anschließendem Durchsacken, mit starkem Sinken und gefährlich hohem Anstellwinkel verbunden sind. **Bild 5** Somit sind in dieser Situation Einklapper und Stall ganz nah beieinander! **Bild 6**

Nach dem Heben folgt ein Sacken: Einklapper und Stall kurz nacheinander sind oft in Ballooningssituationen zu beobachten. Möchte man einen Einklapper mit den Steuerleinen verhindern oder begrenzen, dürfen sie in dieser Situation nur kurz gezogen werden. Anschließend sofort wieder nach oben zu den Leinenschlössern. Sonst kommt es wie hier zum Stall!



© YOUTUBE



Gleitschirmausrüstung seit 1990



Geronimo²
EN B



GRASSHOPPER
LTF/EN A

GLEITSCHIRME



TRIGON

RETTUNGSSYSTEME



INNOVATION

GURTZEUGE



HI-TEC

ZUBEHÖR

www.independence.aero



Einklapper nach einem kurzen intensiven Heben durch Ballooning. Der Klapper ist sehr groß und die Kicklinie steil. Um ein Wegdrehen zu verhindern, muss die offene Seite gebremst werden. Auch hier ist Gefühl gefragt: Das Durchsacken nach dem Einklapper erhöht die Stallgefahr!

Es gibt aber auch Fälle, in denen genau in dieser Situation die Klapper besonders heftig ausfallen. **Bild 9** Durch den oben beschriebenen Fahrstuhleffekt fällt die geklappte Seite regelrecht ein. Der Klapper wird extrem flächentieft und groß mit steiler Knicklinie. Diese Art der Deformationen ist bekannterweise besonders dynamisch. **Bild 10**

Was kann ich dagegen tun?

Solche Deformationen kannst du im Ansatz verhindern, indem du einen so starken Heber = Thermisches Ballooning durch aktives Fliegen (bei Bedarf auch mit Hilfe der Trimmung) entschlossen verhinderst. Kommt es zu einem Steigflug, musst du zügig die Steuerleinen in die 0-Stellung bringen. Reicht das nicht aus, hilft auch ein kurzer Tritt in die erste Stufe des Fußbeschleunigers. Kommt es zum Fahrstuhleffekt, hilft es am Ende der Steigphase die Steuerleinen schnell und entschlossen zu ziehen, um dem Leinenentlasten entgegenzuwirken. Hier musst du meist die Steuerleinen ziehen, wenn sich der Schirm noch in der 12 Uhr Position, also direkt über dir befindet. Wichtig ist, dass du die Steuerleinen beim Beginn des folgenden Durchsackens wieder in die Richtung der 0-Stellung löst, um einen Strömungsabriss zu vermeiden. Da diese Situation meist in nur wenigen Sekunden vonstatten geht, der Einklapper mal groß und mal klein ausfallen kann und durch das damit verbundene anschließende Durchsacken sind derartige Flugsituationen sehr schwierig zu pilotieren. Vermeide daher als Einsteiger und Wenigflieger turbulente Thermiktage und vor allem Tage mit gradientstarker Thermik.

Unser aktuelles Tutorial:
www.youtube.com/watch?v=L3B_rEEMhGM



Overspeed

Was passiert?

Klapper, weil man zu schnell fliegt? Naja, nicht wirklich. Es ist eher ein Phänomen, wenn sich die Trimmung auf zu schnell stellen lässt. Also der Beschleuniger den Anstellwinkel stärker verringert, als das Profil aushält. Das passiert meist, wenn dein Schirm falsch getrimmt und der Einstellwinkel zu klein ist. Wenn du jetzt den Fußbeschleuniger (Fußtrimmung) trittst, kann es sein, dass du damit den kritischen Anstellwinkel unterschneidest und dein Schirm einklappt. In der Regel haben aber nur Testpiloten mit diesem Problem zu tun. Durch Beschleuniger ohne Begrenzung versuchen sie so, in Praxistests den maximalen Beschleunigerweg herauszufinden. Es wird einfach so lange beschleunigt, bis der Schirm einklappt. Gerade bei Hochleistern ist das eine wahre Mutprobe.

Wie kann ich es erkennen?

Ich hoffe mal, dass du deinen Schirm nicht derartig getuned hast, um deinen Beschleuniger übertreten zu können. Wahrscheinlicher ist eine Vertrimmung des Einstellwinkels. Gerade nach schlampig durchgeführten 2-Jahres-Checks kann es dazu kommen, wenn der Checkbetrieb es besonders gut meinte und den Schirm ein paar mm zu schnell eingestellt hat. Fliege daher deinen Schirm nach längerer Flugpause, nach einem 2-Jahres-Check oder beim Erstflug nach dem Kauf in ruhiger Luft. Trete dann den Beschleuniger langsam bis zur Endstellung. Dein Blick sollte nach oben zur Kappe gehen und die Steuerleinen in der 0-Stellung sein (ganz oben). Stimmt der Einstellwinkel (Trimmung) nicht, wird sich der Schirm meist nur zwischen A- und B-Ebene beginnen zusammen zu schieben, wenn du in Richtung Maximalgeschwindigkeit kommst. Ein anderes Merkmal ist ein starkes Eindellen der Eintrittskante – vor allem bei Schirmen, die keine starke Nasenverstärkung (z.B. durch Stäbchen) haben. Meist bleibt es dabei und nur selten kommt es wirklich zu einem Einklappen. Dennoch ist es nicht unkritisch, denn die Klappstabilität ist deutlich verringert, wenn dein Schirm sich grenzwertig stark beschleunigen lässt.

Was kann ich dagegen tun?

Nachtrimmen lassen! Meist ist dein Schirm zu schnell eingestellt. Also ab zum Checkbetrieb für einen Trimmcheck. Passt der Leinentrimm, kann es auch eine verzogene Kappe sein. Jetzt solltest du deinen Gleitschirm lieber gegen einen neuen austauschen.

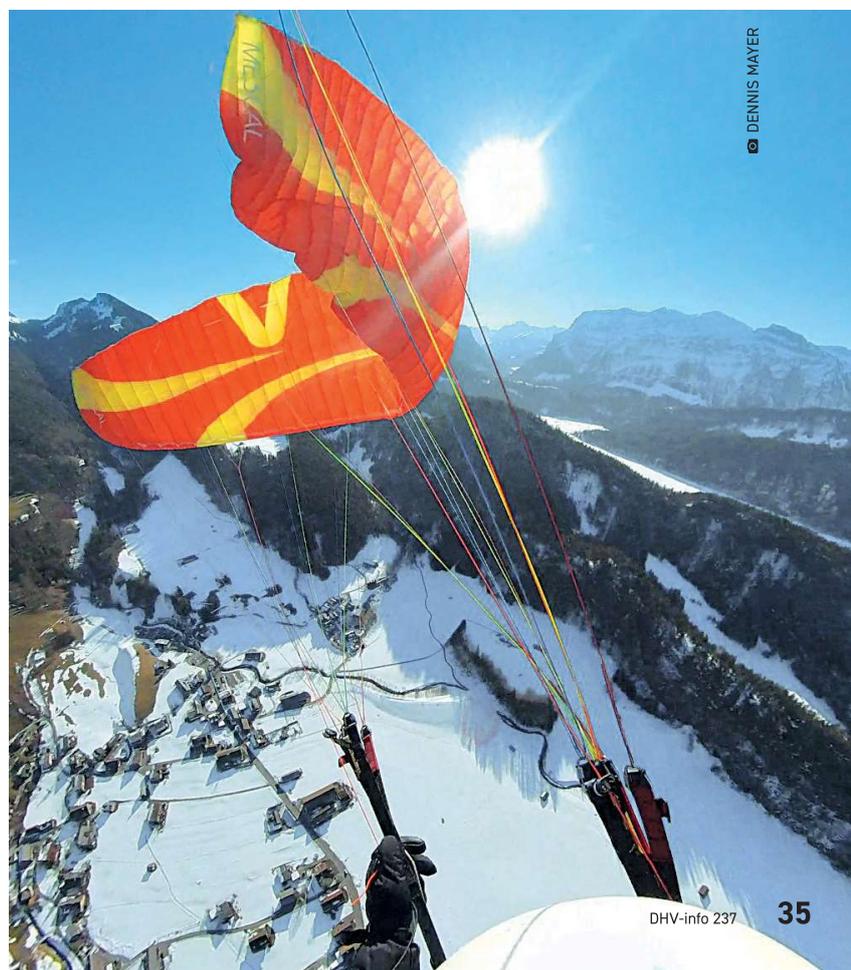
Kommt es zu einem Einklapper, ist deine Reaktion gefragt: Reagiere wie bei einem beschleunigten Einklapper. Richtung stabilisieren, Beschleuniger lösen, Richtung kontrollieren und Einklapper gegebenenfalls öffnen.

Einklapper durch Flugfehler

Was passiert?

Diese Einklapper entstehen hauptsächlich bei zu großen Roll- und Nickwinkeln und wenn du entgegen des Pendelflows arbeitest – also, wenn du als Körper z.B. nach links schwingst (Rechtskurve), jedoch mit der Steuerleine eine Linkskurve einleitest. Meist geschieht das beim Trainieren von Akrobatikmanövern wie Wingovers, aber auch bei Übungen zum aktiven Fliegen, wie ein aus dem Timing geratenes oder zu hohes Rollen sowie zu starkes Nicken. Dadurch wird entweder der Anstellwinkel unterschritten oder es kommt zu einem Entlasten der Leinen. Dies führt dann zum Einklappen. Durch diese Flugfehler können Einklapper extrem unterschiedlich in ihrer Form, Entstehung und auch Reaktion auftreten. Die Liste ist beinahe endlos.

Einklapper auf der Kurvenaußenseite eines Wingovers. Große Schräglagen erfordern beidseitigen Steuerleineneinsatz, um den Anstellwinkel zu kontrollieren. Gerade in der Lernphase kommt es bei Fehlern oft zu Einklappen. Die Manöverdynamik kann hier die Klapperreaktionen negativ beeinflussen.



Was kann ich dagegen tun?

Trainiere Manöver zu Beginn unbedingt unter fachkundiger Anleitung und in einer sicheren Umgebung. Zum Beispiel im Sicherheitstraining. Hier wirst du Schritt für Schritt an das Manöver herangeführt und es lassen sich Fehler im Ansatz verhindern. Versuche geplante Manöver mental vollkommen zu verstehen. Trainiere sie in Gedanken, in einem Flugsimulator oder auf einem Stuhl, bevor du sie in der Realität probierst. Hier kann man mittlerweile sogar digital trainieren. Der Flugsimulator von Evan Burrows hat eine sehr gute Physik-Engine. Mit einem Gamepad Controller lässt sich hier gut das richtige Timing für gewisse Manöver antrainieren.

Seitenklapper mit Pilotenreaktion
<https://youtu.be/sF3iriB5FPs>



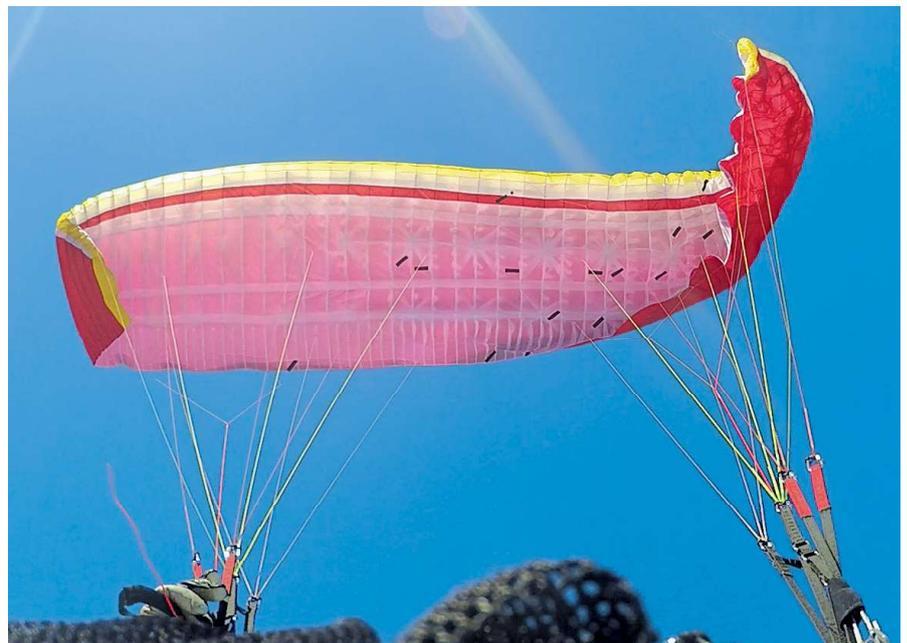
Rollklapper

Was passiert?

Diese Einklapper entstehen, wenn die Strömung direkt seitlich auf den Flügel trifft. Häufig ist das bei einem vergeigten Flugmanöver der Fall und hauptsächlich in der Akrobatikfliegerei anzutreffen. Befindet man sich zum Beispiel in einem oszillierenden Helikoptermanöver (kontrolliertes Trudeln) und der Gleitschirm verlässt zu sehr die Hochachse, kann der Außenflügel „einrollen“. Auch bei asymmetrischen Schießbewegungen kommt es zu diesem Phänomen. Diese Klapper sind meist harmlos. Geht der Schirm wieder in die korrekte Hochachse zurück, rollt das deformierte Tuch einfach wieder aus. Das ist auch einer der wenigen Klapper, die wirklich vom Innendruck der Kappe mit abhängig sind. Ausgeklügelte Staudruckverteilung oder gar Ventile können solche Rollklapper vermindern. Vor allem im Bereich der Akrobatikschirme wird ständig daran gefeilt, dieses Problem zu minimieren und den Schirm auch bei extremen Fluglagen im Außenflügel offen zu halten.

Diese Rollklapper sieht man auch oft beim Groundhandling oder im Startvorgang, wenn eine Seite leicht belastet zu einer Seite kippt.

© MAX FUCHS



© SEBASTIAN MACKRODT

Rollklapper durch seitliche Anströmung. Durch das asymmetrische Vornicken der Kappe (Links) wird der Flügel seitlich angeströmt. Durch die Kappenkrümmung rollt der Außenflügel ein.

Diese Klapper sind oft harmlos in der Reaktion und öffnen, sobald der Pilot wieder unter die Kappe pendelt.

Einrollen des rechten Stabils in einer Trudelsituation. Beim Einseitigen Strömungsabriss dreht der Schirm um die Hochachse und oszilliert dabei. Die seitliche Anströmung sorgt auch hier für einen Rollklapper. Manchmal haben sie aber eine Verhängertendenz.

Was kann ich dagegen tun?

Hier gilt erstmal das Gleiche wie bei den Einklappern durch Flugmanöver. Trainiere Manöver unter fachkundiger Anleitung, um erst gar nicht in die Situation zu kommen. Sollte es in der Luft dennoch dazu kommen, ist es wichtig die Steuerleinen in die 0-Stellung – also ganz nach oben zu bringen. Sobald man wieder in die korrekte Position unter den Schirm schwingt, rollt die deformierte Seite einfach wieder auf. Ein Steuerleinenzug verschlimmert hier oft die Situation. Es kann zu Verhängern oder zum Strömungsabriss auf der offenen Seite kommen. Passiert es im Startlauf oder beim Groundhandling, ist oft korrektes Unterlaufen nach vorne schräg gegen den Wind die richtige Lösung. Dadurch stellst du den Schirm wieder in seine korrekte Achse, belastest die Leinen und die Deformation rollt wieder auf.

Der falsche Klapper

In Extremflugsituation kann es schnell mal hektisch und unübersichtlich werden. Ungewohnte Flugzustände, Fluglagen und neue Sinneseindrücke machen es schwer, Probleme zu erkennen. Das zeigen im Besonderen Videoaufnahmen von Unfällen.

Klapper oder Strömungsabriss? Für wenig erfahrene Piloten ist diese Frage gar nicht so einfach zu beantworten. Die Wahrnehmung beider Flugzustände, gerade wenn sie asymmetrisch auftreten, wirkt sehr ähnlich auf den Piloten. Eine Seite ist kollabiert, die andere fliegt und nickt nach vorne. Im Gurtzeug kippt man auf die deformierte Seite und der Steuerdruck ist auf der deformierten falschen Klapper - Seite mehr oder weniger nicht vorhanden. Sehr viele Ähnlichkeiten. Anders sieht es jedoch bei der geforderten Pilotenreaktion aus. Diese ist leider fundamental anders.

Eine Reaktion, die pauschal für sehr viele Extremflugsituationen hilft, ist HÄNDE HOCH zu den LEINENSCHLÖSSERN. Egal ob Einklapper oder Strömungsabriss. Du verringerst den Anstellwinkel, die Umströmung des Profils wird verbessert und somit fliegt dein Gleitschirm sicherer. Aber Achtung: Bei Extremflugsituationen gibt es daraus immer Folgeaktionen, wie Vornicken/Vorschießen der Kappe oder Richtungsänderungen. Die musst du anschließend korrigieren. Also die Pitchbewegung der Kappe durch zügiges Ziehen der Steuerleinen abbremsen (und anschließend die Steuerleinen wieder nach oben zu den Leinenschlössern führen) und Richtungsänderungen mit dem Körpergewicht + Steuerleinenzug der jeweiligen Seite verhindern.

Zum Verwechseln ähnlich: Asymmetrischer Einklapper und Strömungsabriss gegenübergestellt.

Für unerfahrene Piloten fühlen sich beiden Situationen oft gleich an.

Merke: Weht die deformierte Seite in Flugrichtung nach hinten: Standard Einklapper.

Weht sie nach vorne: Strömungsabriss! Die Pilotenreaktion ist für jede Situation unterschiedlich!



Standard Unterschneiderklapper am rechten Flügel

Kleiner Rollklapper am linken Flügel

Hier muss die linke Flügelseite gebremst werden, um ein Wegdrehen zu verhindern.



Kleiner Rollklapper am rechten Flügel

Strömungsabriss mit Deformation nach vorne am linken Flügel

Hier müssen beide Steuerleinen nach oben zu den Leinenschlössern geführt werden, damit der Schirm aus dem Strömungsabriss wieder anfahren kann.



<https://evan-burrows.itch.io/paragliding-sim>



Artikel auf www.dhv.de unter 2017_204_stroemungsabriss_gleitschirm.pdf

Bewusst geflogener Stall! In der Anfangsphase des Stalls – bevor die Hinterkante kollabiert – fliegt der Gleitschirm sogar rückwärts. Dadurch kann es zu einem deutlichen Abkippen – wie hier im Bild – nach hinten kommen.



Strömungsabriss:

Was passiert?

Bei einem Strömungsabriss wird der Anstellwinkel am Flügel zu groß. Dadurch wird das Flügelprofil nicht mehr sauber umströmt. Die Luft beginnt sich am Obersegel von der Hinterkante aus vom Profil zu lösen und zu verwirbeln. Je größer der Anstellwinkel wird, desto weiter wandert der Punkt, an dem sich die Strömung vom Profil löst, nach vorne – bis schließlich gar keine Strömung mehr anliegt und die Luft nur noch gegen das Untersegel drückt. Der Gleitschirm befindet sich im Stall, er sinkt senkrecht nach unten. Dieser Flugzustand wird auch Sackflug genannt. Bleibt die Steuerleine gezogen und das Profil weiterhin gekrümmt, beginnt der Gleitschirm auf dem Luftpolster nach hinten abzukippen. Die durch die Steuerleinen gewölbte Hinterkante wirkt nun wie eine Profilnase und lässt den Gleitschirm sogar nach hinten beschleunigen! Dies geht aufgrund von fehlenden Eintrittsöffnungen jedoch nur für einen kurzen Moment und der Gleitschirm kollabiert. Dabei wird zusätzlich die Luft aus den Zellöffnungen der Eintrittskante herausgeblasen. Jetzt bist du im Fullstall. Die Kappe ist verformt und verbiegt sich (Einen Gleitschirm kann man auch kontrolliert in den Rückwärtsflug bringen – mehr dazu im Artikel DHV-info 227, S. 28 ff: Fullstall fliegen wie die Profis). Strömungsabriss nur bei tiefen Steuerleinen? – Leider nein. Ein Stall kann auch bei nur sehr geringem Steuerleinenzug passieren. Entscheidend ist immer die Gesamtflugbewegung. Befindet sich dein Gleitschirm in einer Sackphase, also reicht die Umströmung am Profil durch eine Windscherung (Windgradient o.ä.) nicht aus, das Gewicht des Piloten zu tragen, sackt das Fluggerät durch. Umgangssprachlich wird es auch als Luftloch bezeichnet. Dies ist nur über das Popogefühl und visuell erkennbar. Der Steuerdruck bleibt in dieser Situation oft gleich.

Wie kann ich es erkennen?

Die Kappe verformt, knickt und verbiegt sich. Dies wird unter Stress oft mit dem klassischen Unterschneider-Klapper verwechselt. Schauen ein oder zwei Wingtips nach vorne, ist dies ein Indiz für den Strömungsabriss mit zu großem Anstellwinkel. Beobachte und erfühle deine Bewegungsrichtung. Ist dein Gleitwinkel eher steil und es geht wie im Fahrstuhl nach unten bist du höchstwahrscheinlich in einer Drucksackphase – ALSO HÄNDE HOCH bis zu den LEINENSCHLÖSSERN (Diese Situation kannst du nicht über den Steuerdruck erfühlen)!

Bei zu tiefen Steuerleinenstellungen kannst du es auch über den Steuerdruck erfahren. Je tiefer du die Steuerleinen ziehst, desto höher wird der Steuerdruck. Ein Indiz dafür, dass du näher in Richtung eines Strömungsabrisses kommst. Dieser Steuerleinenendruck erhöht sich zum Abriss hin immer weiter. Beim Stall selbst bricht der Steuerdruck zusammen und wird kurz ganz weg sein. Das ist der Moment, wenn die Strömung abgerissen ist und dein Gleitschirm kollabiert.

Passiert das symmetrisch, fühlt es sich an als würdest du an den Schultern gepackt und nach hinten gezogen werden. Man kann es auch mit dem Kippeln auf den hinteren Stuhlbeinen vergleichen. Ein symmetrischer Stall fühlt sich an, als würdest du das Gleichgewicht beim Kippeln verlieren und nach hinten umkippen.

Bei einem asymmetrischen Stall fühlt es sich eher an, als würde eines deiner vier Stuhlbeine brechen und du kippst seitlich nach hinten weg. Da beim Gleitschirm die andere Seite noch fliegt, wird diese wie beim seitlichen Einklapper nach vorne beschleunigen. Das macht die Sinneseindrücke von asymmetrischen Einklapper und Strömungsabriss sehr ähnlich. Anders als beim Einklapper ist es jedoch weniger eine Vornickbewegung + Drehung, sondern eher eine Abkippbewegung der gestallten Seite nach hinten und eine Drehung deines Körpers um die Hochachse.

Am besten sollte man unter fachkundiger Anleitung beide Situationen in einem Sicherheitstraining simulieren, um die Unterschiede in der Wahrnehmung zu erfahren und abzuspeichern. Das ist die beste Voraussetzung für eine anschließende, korrekte Pilotenreaktion.

Was kann ich dagegen tun?

Wie bereits oben beschrieben – schule deine Sinneswahrnehmung und achte auf deine Bewegungsrichtung sowie in manchen Fällen auf deinen Steuerdruck.

Kommt es zu einem Stall, müssen deine Steuerleinen so früh wie möglich – am besten im Ansatz des Stalls – ganz nach oben zu den Leinenschlössern geführt werden! Nur so kann der Gleitschirm sich vom Strömungsabriss erholen. Nur leichter Steuerleinenzug kann eine Ausleitung bereits verhindern. Verharre nicht in der Grundstellung. Besonders negativ können sich hier verkürzte Steuerleinen auswirken (Kürzung durch Alterung oder Pilotenmanipulation). Aber auch gewickelte Steuerleinen können zu Problemen führen. Fliegst du die Steuerleinen gewickelt, solltest du sicherstellen, dass du diese trotzdem in die 0-Stellung führen kannst.

Nachdem du die Steuerleinen nach oben geführt hast, wird dein Gleitschirm wieder anfahren und vornicken. Je nach Pendelposition kann das auch zu einem starken Vorschießen führen. Dies solltest du durch einen zügigen Steuerleinenzug abbremsen. Ist die Vorschießbewegung gestoppt, musst du die Steuerleinen wieder ganz nach oben führen, um einen zweiten Stall zu verhindern.

Beim asymmetrischen Stall schießt dein Gleitschirm auch asymmetrisch vor. Im ersten Moment würde man vermuten, dass die gestallte Seite stärker schießt. Doch das Gegenteil ist der Fall! Wie beim Seitenklapper hängt nun das gesamte Pilotengewicht auf der noch positiv angeströmten Seite. Diese Flächenbelastungserhöhung sorgt auch für ein verstärktes Vorschießen. Die gestallte Seite ist deformiert und erzeugt Widerstand. Reißt also z.B. rechts die Strömung ab und du gibst beide Steuerleinen nach oben in die 0-Stellung, wird die linke Seite stärker vorschießen.

Fazit:

Auslöser für Extremflugzustände beim Gleitschirm gibt es viele. Leider lassen sich nicht alle durch Simulation im Sicherheitstraining abbilden. Hier hilft nur viel Flugpraxis, um seine Sinne zu schulen und die einzelnen Situationen erkennen zu lernen. Hier musst du wissen, dass nicht nur die Einklapperauslöser sondern auch die Einklapperform entscheidend für die darauffolgende Schirmreaktion ist. Die Zulassung bildet nur einen Normklapper ab, der oft nicht mit der Realität übereinstimmt. Bedenke, dass die Zulassungskategorie nur ein Dynamikpotential beschreibt. So können Einklapper in der Realität immer mit weniger oder auch mehr Dynamik verbunden sein, als es die Zulassung beschreibt. Jeder Pilot muss einen klassisch eingeklappten Schirm wegen zu kleinem Anstellwinkel (Unterschneiderklapper), von einer durch einen Strömungsabriss verformten Kappe unterscheiden können. Diese beiden optisch ähnlichen Störungen verlangen fast konträre Steuerkorrekturen, um den Schirm wieder zum Fliegen zu bringen. ▽



DER AUTOR

Simon Winkler, Sicherheitstrainer, DHV-Fluglehrerausbilder und ehemaliger Akro World Cup Pilot. Am Gleitschirmsport liebt er alle Facetten: Hausbergthermik, Hike+Fly, XC oder Speedriden. Der Airlinепilot gibt sein Wissen gerne zusammen mit dem DHV-Lehrteam in Artikeln für das DHV-Info weiter.

FLUGSCHULE SKY CLUB AUSTRIA



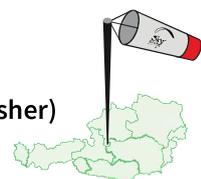
Ausbildung zum FLUGLEHRER



Von Profi zu Profi

Ausbildung zum Fluglehrer

1. Performancetraining
2. Praxis Kurs
3. Theorie Kurs
4. Prüfungskurs (Refresher)



Flugschule
Sky Club Austria
www.skyclub-austria.at

DHV Sky Performance Center