

## Jetzt klappt´s richtig

### neue Erkenntnisse zu seitlichen Einklappern

Ulrich Rüger, [www.ActiveFly.com](http://www.ActiveFly.com)

Im Rahmen der Weiterentwicklung des ActiveFly-Simulators habe ich mich eingehender mit seitlichen Klappern beschäftigt – speziell mit seitlichen Einklappern, die ohne Absicht des Piloten auftraten und bei denen eine Kappenseite komplett entlastet war. Anhand von zufälligen Videoaufnahmen solch realer Unfallsituationen habe ich einen typischen Ablauf entdeckt, der die bisherige Anschauung wesentlich ergänzt und Konsequenzen für die Flugpraxis hat. Mit der Veröffentlichung dieser Untersuchungsergebnisse habe ich die Hoffnung die Unfallrelevanz von seitlichen Einklappern weiter zu reduzieren, denn nach wie vor gehört er, häufig auch infolge nicht angemessener oder falscher Pilotenreaktion, zu den Hauptunfallursachen beim Gleitschirmfliegen, siehe DHV-Info 166.

#### Vorbemerkung

Die Unfallstatistik im o.g. DHV-Info 166 listet für die dargestellten „Unfälle nach Einklappern“ – wobei im Folgenden nur die Unfälle nach seitlichen Einklappern berücksichtigt sind: 14 x „keine / ungenügende Stabilisierung“; 3<sup>1</sup> x „Strömungsabriss durch zu starkes Gegensteuern“ sowie 9 x Sonstiges inkl. 7 Verhänger. Daraus ist klar ersichtlich, dass die Piloten überwiegend „zu wenig“ als „zu viel“ auf den Einklapper reagieren. Für „zu wenig“ gibt es unterschiedliche Ursachen, beispielsweise ein subjektiv schneller Ablauf scheinbar ohne eigene Eingriffsmöglichkeit oder eine innere Blockade. Auch bei „zu viel“ gibt es unterschiedliche Ursachen, beispielsweise eine Schreck(über)reaktion oder auch ein bewusstes bzw. antrainiertes reflexartiges sehr starkes Gegenbremsen auf der offenen Seite.

Es ist also das beherrzte Eingreifen, jedoch erst zum richtigen Zeitpunkt, gefordert. Um hier seine eigene Reaktion bzw. seine Reaktionsfähigkeit zu verbessern, hilft:

- Sein Wissen über die Situation „großflächiger seitlicher Einklapper“ zu erweitern. Und damit als theoretische Basis die eigene Wahrnehmung, Reaktionsfähigkeit und Reaktion zu verbessern.
- Üben, Üben, Üben und damit durch die Übung bzw. Gewöhnung o.g. im eigenen praktischen Handeln zu verbessern – einerseits durch „selbst gezogene“ Einklapper in der Ausbildung oder im Sicherheitstraining und andererseits im Gleitschirmsimulator. Wichtig: sowohl die „selbst gezogenen“ Einklapper wie auch der Einklapper im Gleitschirmsimulator sind beide nur Simulationen der „unfreiwilligen“ seitlichen Einklapper mit jeweils unterschiedlicher Realitätsnähe in den Teilaspekten. Beispielsweise ist die Situation des beginnenden Einklappers, d.h. das Startsignal für die Pilotenreaktion, im Gleitschirmsimulator ziemlich realitätsnah. Beim „selbst gezogenen“ Einklapper ist der Pilot dagegen zunächst mit dem „Ziehen“ beschäftigt und weiß schon vorher genau wann und auf welcher Seite es einklappt. Im weiteren Verlauf des Einklappers ist dann der „selbst gezogene“ Einklapper realitätsnäher, z.B. bei den resultierenden Beschleunigungen.

Insbesondere dem ersten Punkt sollen die folgenden Ausführungen dienen.

---

<sup>1</sup> Von den 5 Unfällen mit dieser Anmerkung sind 2 zu den folgenden Verhängern hinzugerechnet. Der Strömungsabriss erfolgte erst später und nicht als unmittelbare Reaktion auf den Einklapper.

## Beobachtung

Bei den meisten großflächigen seitlichen Einklappern gibt es drei markante Phasen: Geradeaus-, Dreh- und Vorschießphase. Die Deutlichkeit dieser Phasenabfolge und die ausgeprägte Geradeausphase waren eine große Überraschung. Natürlich gibt es auch ein paar Ausnahmen, auf die weiter unten eingegangen wird.

Bemerkenswert ist, dass das passive Ein- oder Durchfliegen einer Thermik/Turbulenz unmittelbar vor dem seitlichen Einklapper keinen primären Einfluss auf die Abfolge und Dauer der drei Phasen zeigt. D.h. ob unmittelbar zu Beginn des Einklappers die Kappe ruhig über dem Pilot steht oder sich relativ zum Piloten aufgrund einer stärkeren Thermik/Turbulenz vor oder zurück bewegt und sich damit auch vorn oder hinten befindet zeigt keinen signifikanten Einfluss. Generell hätte natürlich ein angemessenes aktives Fliegen vor dem Einklapper einen Teil der betrachteten Einklapper vermieden oder deren Ausmaß deutlich zu einem kleinflächigeren Einklapper hin reduziert - dann wären sie allerdings nicht Teil dieser Untersuchung.

Für die Untersuchung wurden 20 Videos von großflächigen seitlichen Einklappern in realen Unfallsituationen ausgewertet – das sind alle, die dem DHV-Sicherheitsreferenden Karl Slezak aktuell bekannt sind und ausreichend vergleichbare Informationen liefern. Nicht berücksichtigt wurden Videos von seitlichen Einklappern in Folge von vorherigen Kappenstörungen oder Extremflugzuständen.

Die in den i.d.R. zufällig aufgenommenen Videos erfassten realen Unfallsituationen stellen eine zufällige Stichprobe dar, die Gleitschirme unterschiedlicher LTF-Klassifizierungen umfasst. Die LTF-Klassifizierung ist leider für wenige gezeigte Gleitschirme bekannt. Tendenziell sind es eher höher klassifizierte Gleitschirme; sicher ist jedoch, dass mehrere „low-end“ 1-2 darunter sind.



**Bildfolge**<sup>23</sup> eines echten großflächigen seitlichen Einklappers– a: beginnender Einklapper, b: Ende Geradeausphase, c: Ende Drehphase, d: Ende Vorschießphase; 1 Beginnender Einklapper (linke Kappenseite), 2 Hinterkante der offenen Kappenseite (schwarz), 3 Pilot

**Geradeausphase:** In der Bildfolge ist zwischen a) und b) kein Wegdrehen der Kappe zur eingeklappten Kappenseite sichtbar obwohl 0,9 Sekunden dazwischen liegen. Der Pilot spürt den Einklapper in dieser Phase schon früh anhand des schnellen Abkippens des Gurtzeugs und dem plötzlich nachlassenden Steuerleinenzug auf der einklappenden Kappenseite. Das Kritische in dieser Phase ist, dass die offene Kappenseite relativ zur umgebenden Luft stark sinkt. Die Phase könnte daher auch gut als Geradeaus- & Sackphase bezeichnet werden. Die Ursache ist plausibel: Die großflächig eingeklappte Kappe hat viel weniger Auftrieb. Also sinken Kappe und Pilot kurzzeitig fast wie ein Stein nach unten (in der Bildfolge ist das schlecht erkennbar, da sich die offene Kappe in einem starken Aufwindbereich befindet; im Video [1] ist der Übergang zum Sinken gut erkennbar). Mit zunehmender Sinkgeschwindigkeit relativ zur umgebenden Luft wird der Anstellwinkel höher und der Auftrieb steigt wieder. Bei einigen Videos kann man zudem auch

<sup>2</sup> Dieser Ablauf als Video ist in [1] veröffentlicht.

<sup>3</sup> Die Bildfolge eines echten großflächigen seitlichen Einklappers ist einem zufälligen Video minderer Bildqualität entnommen. Sie wurde hier dennoch abgedruckt, da sie eine besondere günstige Perspektive aufweist und die Situation authentisch zeigt.

ein „Hängen bleiben“ der Kappe in der Geradeausphase beobachten. Da hier die Kappe etwas hinter dem Piloten bleibt, führt dies auch zu einem erhöhten Anstellwinkel. Wichtig: Durch diese Effekte ist der Anstellwinkel der offenen Kappenseite in der Geradeausphase ungewohnt hoch.

Entgegen der weit verbreiteten Meinung erzeugt die eingeklappte Kappenseite zunächst keinen hohen Widerstand der die Kappe wegdreht. Denn durch die Anströmung von oben wird die Kappe im Bereich der Einklappung schlaff und damit kann dieses nicht mehr pneumatisch stabilisierte Membrantragewerk kaum noch Kräfte übertragen. Der eingeklappende Kappenteil „schwimmt“ einfach nach hinten. Erst wenn sie wieder an noch belasteten Leinen anliegt und sich dabei eine größere dem Fahrtwind entgegenstehende Fläche bildet, wird der Widerstand und somit ihr Dreheinfluss größer. Im Bild b) der Bildfolge ist der an den Leinen anliegende eingeklappte Kappenbereich unterhalb und rechts der schwarzen Flecks auf dem Kappenuntersegel zu erkennen – zu dem weiter nach hinten auswehenden Kappenbereich links hat sich ein erkennbarer Knick gebildet. Ein gutes Beispiel dafür, dass eine entlastete und nach hinten auswehende Kappenseite keinen großen/dominierenden Widerstand erzeugt, ist die Karabiner-Aushänge-Testreihe von Eki Maute, bei denen er im Flug einen Karabiner ausgehängt hat – siehe [2] und dem darin genannten Video. Als Folge drehen die Kappen nämlich nicht zur Seite des ausgehängten Karabiners sondern zur anderen Seite. D.h. der Widerstand der entlasteten und nach hinten auswehenden Kappenhälfte ist nicht so groß, dass sie die Verhältnisse dominierend beeinflusst.

**Drehphase:** In der Bildfolge ist zwischen b) und c) das starke Wegdrehen nach links zur geklappten Kappenseite erkennbar. Dabei dauert dies nur 0,7 Sekunden.

**Vorschießphase:** In der Bildfolge ist zwischen c) und d) das starke Vorschießen der Kappe um fast 90° vor den Piloten sichtbar – in nur 1,2<sup>4</sup> Sekunden. Während der Schießphase dreht die Kappe auch noch etwas zur geklappten Kappenseite nach – im Verhältnis zum Schießen jedoch sekundär. Bemerkenswert in der Vorschießphase ist, dass der Pilot kurzzeitig praktisch auf derselben Höhe bleibt oder oft sogar leicht nach oben/hinten geschleudert wird.

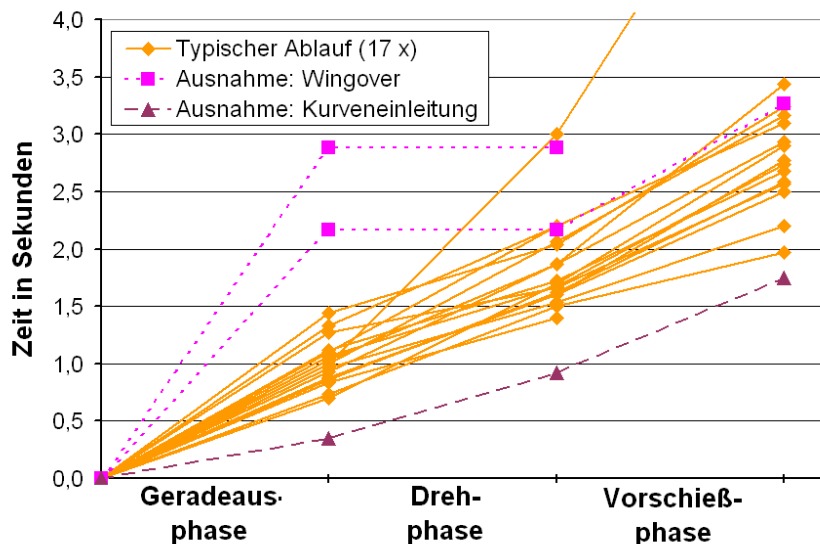
## Auswertung

Die zeitliche Abfolge der drei Phasen sind für alle untersuchten Einklapper in einem Diagramm aufgetragen – immer jeweils das Ende einer Phase. Die gute Übereinstimmung ist verblüffend. Im Diagramm sind auch drei Ausnahmen von diesem Ablauf eingetragen: Einmal ging es bei einer bereits eingeleiteten Kurve und Einklapper auf der Kurveninnenseite deutlich schneller in die Drehphase. Und bei zwei Wingover-Situationen<sup>5</sup> mit Einklappern kurz vor bzw. im seitlichen Piloten-Maximum gab es eine lange Geradeausphase aber keine Drehphase.

---

<sup>4</sup> Aus einem etwas besseren Video als dem ursprünglich betrachteten Video (entspricht [1]) kann das Ende der Vorschießphase etwas exakter bestimmt werden und es ergibt sich eine Phasendauer von 1,2 Sek. .

<sup>5</sup> Es gibt auch großflächige seitliche Einklapper nach Wingovern bzw. infolge von Flugfehler bei Wingovern, die alle drei Phasen aufweisen.



**Diagramm:** Zeitlicher Ablauf der Phasen bei großflächigen seitlichen Einklappern

### Konsequenzen für die Flugpraxis!

In der Geradeausphase besteht die Gefahr, dass die Strömung auf der offenen Kappenseite durch starkes Anbremsen abreißt – was gemäß DHV-Unfallstatistik und Berichten erfahrener Piloten immer wieder vorkommt. Wie oben beschrieben, ist der Anstellwinkel in dieser Phase deutlich erhöht. Das heißt, ihr solltet in dieser Phase allenfalls wenig Gegenbremsen. Die Dauer der Phase ist mit i.d.R. circa einer Sekunde (0,7 s bis 1,4 s) dabei deutlich länger als die Reaktionszeit eines Durchschnittspiloten. Ist außerdem die offene Kappenseite zum Zeitpunkt des beginnenden Einklappers stark angebremsst, so sollt ihr dies sofort reduzieren. Das starke Anbremsen im Moment des beginnenden Einklappers könnte beispielsweise zum turbulenzbedingten Stoppen der vorschießenden Kappe oder zur Einleitung einer Kurve erfolgt sein – siehe das vorbildhafte Beispiel im Video [3] auf dem das Freigeben der offenen Kappenseite im Moment des beginnenden Einklappers gut erkennbar ist. **Wichtig:** Sobald dann die Drehphase beginnt, geht es wie allgemein bekannt weiter, d.h. ihr bremsst kräftiger gegen bzw. an, um der Drehbewegung und dem folgenden Vorschießen entgegen zu wirken – Details siehe DHV-Info 126/127.

### Artikel-Update

Dieser Artikel soll bei neuen Erkenntnissen aktualisiert werden. Wer über Updates informiert werden möchte, kann sich für meinen Newsletter registrieren lassen – einfach Info per E-Mail an [info2011@ActiveFly.com](mailto:info2011@ActiveFly.com) senden.

### Danksagung

Ich danke Karl Slezak für seinen unermüdlichen Einsatz beim Sammeln von Unfallvideos sowie ihm, Peter Cröniger, Klaus Schwarzer und Horst Altmann für die konstruktiven Diskussionen und die Unterstützung des ActiveFly-Simulators, die letztendlich zu diesem Erkenntnisgewinn beigetragen haben.

### Quellen

- [1] [www.youtube.com/watch?v=kvgm7JdStFs](http://www.youtube.com/watch?v=kvgm7JdStFs)
- [2] [www.gleitschirmschule-achensee.at/Download/pressemappe/karabiner\\_gleitschirm.pdf](http://www.gleitschirmschule-achensee.at/Download/pressemappe/karabiner_gleitschirm.pdf)
- [3] [www.youtube.com/watch?v=XTHvKOqYy9Q](http://www.youtube.com/watch?v=XTHvKOqYy9Q)