

Umkehrtrudeln – gibt es das?

Kann das eine Unfallursache sein?

Wir reden von immer wieder auftauchenden Begriffen wie Spin-Over, Snap-Over, Cross-Over-Spin, über Kreuz-Trudeln, Flick-Roll, Snap-Roll, High-Speed-Stall, accelerated Spin, gerissene Rolle, gestoßene Rolle, oder ja eigentlich von was – ja, von was??

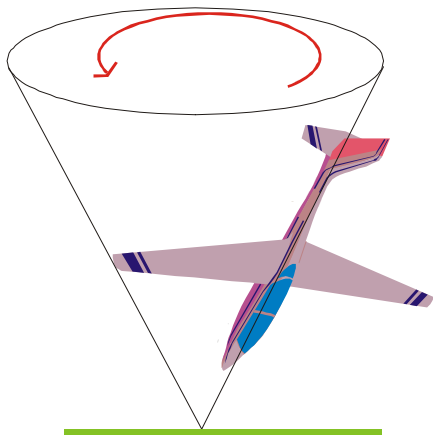
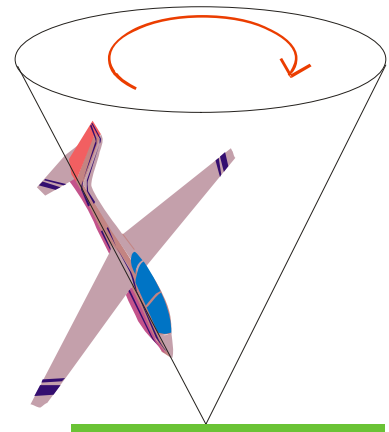
Eigentlich sollte ich mich mal kurz vorstellen -- Schorsch -- für Insider reicht das. Ich gehöre zwar nicht zu der legendären Pilotengesellschaft die den Segelkunstflug vor langer, langer Zeit im Odenwald (- Dank hiermit an meine Mentoren Hans Schäfer und Rudi Mattes -) etabliert hat, aber ich denke, dass ich mit inzwischen etwas über 5000 Starts reinen Segelkunstflugs ein wenig Ahnung habe und ein Thema aufgreifen sollte, das, so ich vermute, nicht unbedeutend auch für weitere Ausbildungen (eh, ich rede hier für Normalflieger, Streckenflieger, Flugschüler, aber evtl. auch für Motorsegler-, oder auch Motorflieger, eigentlich für alle Flieger) interessant sein dürfte.

Ach ja, die Vorstellung: -- Georg Dörder, Segelflieger beim FSCO Walldürn --.

Unüblicher Weise wurde ich in meinem Vorhaben, diesen Artikel zu schreiben, von einem Motorkunstflieger, den ich sehr schätzte, aber inzwischen leider verstorben ist (Code-Name: LEKI), nicht nur bestätigt, sondern sogar ermutigt. Ein so genanntes Querlesen hat ein von mir sehr respektierter Segelkunstfluglehrer und ehemaliger Segelkunstflugreferent des DAeC (Code-Name: Colonel E) durchgeführt.

Noch mal, ich bin **Segelflieger**, ich weiß zwar, was ein Motor über Drehmomente anrichten kann, das sollte jedoch nicht Sinn und Zweck dieser Ausführung sein.

Trudeln, (mein Gott) was ist das -- diese oft gestellte Frage kann meiner Meinung nach recht einfach beantwortet werden, ich bitte um Verzeihung bei Prof. Eppler, bei Uli Schell, und bei meinen Freunden bei sämtlichen Aka- und Ida-Flieg's. Es ist ein Autorotationszustand, der durch einen wahnsinnig hohen Anstellwinkel im Innenflügelbereich, natürlich bezogen auf die Drehung und einem immer noch sehr hohen Anstellwinkel im Außenflügelbereich (Rotationskraft durch asymmetrische Auftriebsverteilung) entsteht. Der Winkel der Flugzeuglängsachse zum Horizont ist kleiner als 90° , das Flugzeug dreht sich ungesteuert, es autorotiert.



Rückentrudeln, (oh Gott) noch schlimmer. Alles Quatsch, die gleiche Ausgangslage, lediglich eine Änderung des Anstellwinkels, dadurch, dass der Strömungsabriss im Rückenflug erfolgt. Der Winkel der Flugzeuglängsachse zum Horizont ist größer als 90° , das Flugzeug dreht sich ungesteuert, es autorotiert. Hallo -- wir sind im Kopfstand, jetzt wird die Orientierung schwierig.

Ja und was ist Umkehrtrudeln??

Unglücklicherweise unterliegen unsere Flugzeuge den Gesetzen der Physik (Aerodynamik) und nicht den Gesetzen unserer Meinung und/oder unseres Handelns.

Somit können beide Flugzustände (ich nenne es mal Normal- und Rückentrudeln) aus allen Fluglagen heraus entstehen)

Normaltrudeln:

Grundsätzlich ist beim Normaltrudeln Langsamflug, eventuell Strömungsabriss, also hoher (überkritischer) Anstellwinkel, zusätzlich eine Störung oder ein Richtungsrudder, wie Seiten- und/oder Querruder erforderlich. Der langsamere Flügel reißt ab, der Anstellwinkel wird wahnsinnig hoch, die Autorotation beginnt. Rettungsmöglichkeit eigentlich nur über das Schieberollmoment, also Seitenrudder gegen die Drehung und Höhenrudder neutral. (ist vom Flugzeugtyp abhängig, aber das ist die Standardmethode). Allerdings muss unbedingt die Hersteller-anweisung, bzw. das Flughandbuch beachtet werden, die „Standardmethode“ funktioniert nicht immer!

Rückentrudeln:

Grundsätzlich im Rückenflug Langsamflug, also hoher negativer Anstellwinkel erforderlich, zusätzlich mindestens ein Richtungsrudder, bevorzugt Seitenrudder, je nach Flugzeugtyp auch nur Querruder, oder aber auch gekreuzte Ruder (Quer- und Seitenrudder gegensinnig) und die Rotation kann beginnen. Rettung in fast allen Fällen über die Neutralisierung aller Ruder.

Umkehrtrudeln:

Gleiche Voraussetzungen wie oben, nur der positive oder negative große Anstellwinkel wird bewusst oder unbewusst entweder aus der Normalfluglage, oder aus der Rückenfluglage gesteuert. (Ich sage hier gesteuert, weil der Steuerimpuls über das Höhensteuer und über ein Richtungssteuer erfolgt.) Beim schulmäßigen Einleiten des Cross-Over-Spin (über Kreuz Trudeln) wird eigentlich das Seitenrudder in der Drehrichtung beim Umschlagen in die Rückenlage gewechselt. (Seltsamer- aber logischerweise wirkt das Seitenrudder in der Rückenlage umgekehrt, wer es nicht glauben will, soll sich einfach mal mit dem Kopf nach unten an eine Reckstange hängen und sich am Ohr ziehen). **Die Ruder wirken stets achsenbezogen, die Fluglage ist irrelevant !!!**

Nun, was möchte ich sagen:

Der Flugzustand, der eigentlich zum Problem führen kann, muss ja nicht unbedingt durch einen langsam herbeigeführtem überkritischen Anstellwinkel (ob positiv oder negativ) erfolgen, er kann auch mal schlagartig erreicht werden. Fachleute nennen das High-Speed-Stall. Das heißt jedoch nicht, dass jetzt unser Segler in den Überschallbereich einfliegen muss, jedes km/h über der Strömungsabrissgeschwindigkeit zählt.

Jeder von uns hat irgendwann einmal einen abrupten Abfangbogen geflogen, so genanntes „Uff-Erlebnis“ – jetzt hat’s mich aber reingedrückt. Hohe positive Last (G), aber auch hoher positiver (evtl. überkritischer) Anstellwinkel.

Auch denke ich, das (beinahe) jeder von uns mal aus Lust und Laune heraus sein Flugzeug etwas angeheizt und dann ballistisch, oder auch etwas mehr gedrückt hat, das „Ups-Erlebnis“,

welches auch beim schnellen Überfahren einer Kuppe entsteht, jedoch beim Flugzeug, je nach Sichtweise, wesentlich „schöner“ ist. Hier ist nicht nur negative Last (- G), sondern auch negativer (evtl. überkritischer) Anstellwinkel im Spiel (ich sage das jetzt mal etwas laienhaft – Rückenflugströmungsabriss, obwohl ich "normal", also mit dem Kopf nach "oben" fliege).

Beispielhafte Ausgangslage:

Segelflugzeug in der Endteilkurve, etwas zu tief und zu spät eingekurvt.

Was könnte passieren??

- versuchtes Höhenhalten durch leicht gezogenes Höhenruder – jetzt wird's langsam,
- kurveninneres Seitenruder, weil ich ja noch die Landerichtung treffen muss.

Resultat könnte sein, dass es dabei bleibt, also Glück gehabt, aber es kann auch schief gehen. Ich denke aber, dass diese Situation in mehr als 95 % aller Fälle unbemerkt bleibt, oder einfach nur schamhafter Weise verschwiegen wird.

Was kann noch passieren?

- Die Strömung am kurveninneren Flügel reißt ab, Flugzeug kippt nach innen, Außenflügel hat noch Restströmung, Rotationskraft wird aufgebaut, das Flugzeug dreht, die Rumpfnase (Rumpflängsachse) zeigt steil nach unten, die Höhe wird regelrecht aufgefressen, der Rest ist stinknormale Mathematik für die Zeitrechnung und Physik für die Umsetzung der kinetischen Energie.
- Zur Zeitrechnung noch ein paar geschätzte Erfahrungswerte: Alte „Holzdrachen“ fallen etwa 50 Meter pro Umdrehung, also zwischen 15 und 25 Meter pro Sekunde, somit eine Aufprallgeschwindigkeit zwischen 55 und 90 km/h, Kunststoff hat höhere Geschwindigkeiten und fällt allerdings geschätzt pro Umdrehung zwischen 70 Meter (z. B. LS 4) bis 200 Meter (MDM-1 FOX), also etwa zwischen 40 und 70 Meter pro Sekunde, ergibt eine Aufprallgeschwindigkeit in der Senkrechten, bzw. im Abfangbogen zwischen 130 und 250 km/h.
- nur für Motorflieger, eine Mooney (das nach vorn gezogene Seitenleitwerk der Mooney resultiert übrigens aus der Trudelerprobung, wegen der Abschirmung des Höhenleitwerks) kann es laut Flughandbuch pro Umdrehung auf bis zu 2000 ft. (es sind ja nur 600 Meter) bringen nach unten.
- ach ja, für Jetflieger, eine Phantom braucht vom Strömungsabriss bei Fahrt nahe Null, bis zur sicheren Strömung etwa 3500 Meter Höhe (3,5 km - knapp 12.000 ft.), leider auch in Richtung des Erdmittelpunkts.
- zur kinetischen Energie, nach geltenden Regeln der Physik wird in allen Fällen beim Aufprall die kinetische Energie letztendlich in -- **Wärme** -- umgesetzt.

Resultat bei richtiger Reaktion und zwar **Seitenruder gegen die Drehung**, zunächst Höhenruder neutral (verringern des Anstellwinkels durch Nachlassen), könnte die beginnende Autorotation noch vor Erreichen der Trudelachse beenden. Du bist dann zwar nicht mehr in Landebahnrichtung, aber eine Landung im Maisfeld, im Sumpfbacker, oder in der Kläranlage lässt sich durchaus überleben.

Oder es passiert genau das, weshalb ich diese Ausführungen geschrieben habe:

- Höhenruder ist leicht gezogen, Seitenruder steht leicht in Kurvenrichtung. Der Innenflügel reißt beinahe ab, das Flugzeug fängt an unruhig zu werden – es „ruppelt“, der Strömungsabriss steht kurz bevor oder entsteht bereits, Flugzeug will nach innen kippen, Flugzeugführer(in) erschrickt und will diesen Flugzustand schlagartig beenden. Also Querruder gegen die Kurvenrichtung und **schlagartiges** Nachdrücken bis zum Anschlag, Seitenruder wird evtl. unbewusst neutralisiert. – Es kann sofortiges Einleiten des Umkehrtrudels aus Normalfluglage erfolgen. Na, eigentlich erfolgt das klassische Einleiten einer Rotation bei negativem Anstellwinkel, also gekreuzte Ruder mit negativem Strömungsabriss (Rückenflugströmungsabriss) High-Speed-Rücken-Stall, wobei High-Speed lediglich aussagt, dass das Flugzeug vorher noch in normaler Strömung flog. Dies hat nichts mit einer „wettbewerbsmäßigen gerissenen oder gestoßen Rolle zu tun, sondern zeigt lediglich ein „Einleitverfahren“ bei minimalster Geschwindigkeit, das einen „Normalflieger“ überfordert.
- Flugzeug schlägt um in die Rückenlage, die Rotation beginnt, die Flugzeuglängsachse steht negativ zum Horizont, oder "Kopf nach unten". Für „Normalflieger“ bedeutet das den sofortigen Verlust der Orientierung, und selbst wenn die beginnende Rotation instinktiv beendet wird, folgt ein Abfangbogen aus einer Rückenfluglage in die Normalfluglage. Der Abfangradius ist in jedem Fall größer als 100 Meter. Der Aufschlag erfolgt entweder noch in der Rückenfluglage oder nahezu senkrecht mit einer Geschwindigkeit bis zu 250 km/h.
- Umsetzung der kinetischen Energie in

Seltsamerweise werden nun alle angeblichen Zeugen, Flieger oder Laien die Aussage tätigen:

Er/Sie/Es ist abgetrudelt, abgeschmiert, einfach „runter gefallen“, -- stimmt --, aber keiner weiß wie.

Ein weiteres Beispiel:

- Seilriss beim Windenstart. Flugzeug im Steigwinkel wird abrupt langsam, Flugzeugführer(in) drückt **schlagartig** voll durch, es entsteht ein negativer Strömungsabriss. Ist oder wird jetzt aus welchen Gründen auch immer (vorheriges Vorhalten, Erschrecken bewusst oder auch unbewusst), zusätzlich ein Richtungsrunder ausgeschlagen, kann die oben beschriebene Situation eintreten. Das Flugzeug schlägt um in die Rückenlage, die Autorotation beginnt... ...Umsetzung der kinetischen Energie, ach das hatten wir ja schon.

Mir gab es zu denken, dass immer mal wieder Unfallbilder auftauchten, die zeigten, dass das Flugzeug in der Rückenlage bzw. zwischen der Senkrechten und der Rückenlage aufschlug.

Ich habe mir erlaubt, diverse Flugzeugtypen auf dieses Umkehrtrudeln, bei **minimaler Geschwindigkeit** zu testen. Ausgangsgeschwindigkeit lag jeweils 0 – 10 km/h über der Strömungsabrissgeschwindigkeit des jeweiligen Segelflugzeugs, auch in der Kurve, also im grünen Bereich des Fahrtmessers. **(Bei dieser geringen Geschwindigkeit darf ich alle Ruder bis an den Vollanschlag betätigen, irgendwelche Richtungen der Ruder sind nicht eingeschränkt.)**

MDM-1 Fox (D-6660), mit dem ging es am einfachsten, weiterhin Flugzeuge LS 4, LS 8, ASK 21, DG 300, Salto, Swift S 1 und sogar unsere alte K 7 (Vorstand, bitte vergib mir – aber wenn ich durch diesen Artikel nur einen Piloten rette, hat sich alles gelohnt, auch wenn ich die D - 1540 und D - 8508 etwas geplatzt habe).

Meine Erfahrungen, jetzt hier in Kurzform, wobei alle Manöver natürlich nicht in Endteilkurvenhöhe geflogen wurden (gewählte Ausgangshöhe einiges über 1000 Meter AGL). Auf den Startabbruch beim Windenstart mit anschließendem ruckartigem Überdrücken habe ich verständlicher Weise verzichtet.

Manchmal habe ich auch meine Flugschüler erschreckt, und ich bin mir bewusst, mit ganz, ganz knapp über 0,1 Tonnen nicht das ideale Piloten-Trudelgewicht zu haben:

MDM-1 Fox: Dreht sofort in den Rücken, Rotation wird durch Gegenseitenruder und Höhenruderneutralisation sofort beendet, Abfangbogen mit ca. 5 G positiv, Höhenverlust bis zur unteren Abfangbogengeschwindigkeit von 270 km/h nach Höhenmesser ca. 280 Meter.

LS 4: Dreht anfangs leicht zögerlich, dann abrupt in den Rücken, Rotation wird langsamer, untere Abfangbogengeschwindigkeit 170 km/h, nach Höhenmesseranzeige etwa 140 Meter Höhenverlust.

LS 8: Will nicht in den Rücken drehen (vermutlich wegen der Winglet's), ich zwingen sie mit Querruder bis knapp über die 90° Querneigung und nehme sie dann nach unten heraus. Abfangbogengeschwindigkeit 190 km/h, nach Höhenmesser 150 Meter Höhenverlust.

ASK 21: Verhält sich neutral, sie will einfach normal fliegen, doch plötzlich beim 5. Versuch schlägt sie um, dreht sich in den Rücken und rotiert sofort ca. eine dreiviertel Umdrehung, stoppt von selbst, schiebt kurz, rauscht los, untere Abfangbogengeschwindigkeit 220 km/h, nach Höhenmesser 200 Meter Höhenverlust (hoppla) bis zur Normalfluglage.

DG 300: Dreht sofort in den Rücken, Rotation kann leicht beendet werden, alle Ruder neutral, Vorsicht im Abfangbogen (erneute Strömungsabrissgefahr auch second stall genannt), Höhenverlust bis zur unteren Abfangbogengeschwindigkeit von 200 km/h etwa 170 Meter nach Höhenmesseranzeige.

Salto: Naja, da habe ich ein erhebliches Zuladungsproblem, trotzdem legt er sich sofort auf den Rücken, fängt an zu rotieren, stoppt dann aber (vermutlich bin ich zu schwer) braucht jedoch über den anschließenden Abfangradius ca. 200 Meter, um wieder sicher steuerbar zu werden.

Swift S 1: Er ist der König, dreht sofort in alle Richtungen, lässt sich in allen Lagen stoppen, braucht aber auch 230 Meter, um aus der Rückentrudellage positiv abgefangen zu werden, negativ braucht er weniger, nur welcher „Normalflieger“ fängt ein Flugzeug in die Rückenlage ab??

Schleicher K 7: Zögert kurz, dreht anschließend schnell fast in den Rücken, stoppt und geht in den senkrechten Sturz über (ich denke wegen des Flügelprofils, Anstellwinkel, Schränkung), zügiges Durchziehen ohne Strömungsabriss möglich, dennoch Abfangradius von ca. 120 Meter. Geschwindigkeit im unteren Abfangradius etwa 160 km/h.

So, jetzt habe ich euch mit meinen Erfahrungen konfrontiert, aber wen wollte ich eigentlich ansprechen?

Ach ja, eigentlich alle, die Kunstflieger, die Streckenflieger, die Platzrundenflieger, die Fluglehrer, die Flugschüler, oder eigentlich alle Flieger. Was ihr darüber denkt ist eure Sache, ich wollte nur mal einen Denkanstoß geben, der nichts anderes heißt, als dass Trudeln und Trudeln nicht gleich Trudeln ist.

Noch ein Wort an die Segelflieger, die (wie fast alle Segelflieger) der Meinung sind, dass der Streckenflug das Schönste beim Segelflug ist. 100 Meter über AGL in der Endteilkurve sind verdammt knapp, ich denke sie reichen einfach nicht aus. Klar, mit Geschwindigkeit wird das nie zum Problem, aber reicht dann die Länge des Ackers??

Auch die permanenten F-Schleppstarter sollten vielleicht mal wieder den Windenstart, besonders einen simulierten Seilriss üben, also **nachdrücken bis zur Normalfluglage, nicht schlagartiges Überdrücken.**

Oh – die Anfangsdefinitionen:

Flick heißt positiver Strömungsabriss ggf. mit anschließender Rotation, Snap das gleiche (Flick ist englisch sprechender Raum, Snap kommt aus dem amerikanischen). Aus dem Negativen (Rücken), wird es auch negativer Flick oder Snap genannt. Spin heißt Trudeln, Cross-Over eigentlich nur Überkreuztrudeln, Accelerated Spin ist ein Beschleunigen der Drehbewegung beim Trudeln durch zusätzlichen Ruderinput, High-Speed-Stall ist der Strömungsabriss, der ruckartig bei „gesunder“ Strömung entstehen kann, und die „Gerissene oder Gestoßene“ resultiert daraus bei entsprechend höherer Geschwindigkeit in Verbindung mit einem Richtungsrunder.

Wir, das sind die „Kunstflieger“ der Fördervereine Segelkunstflug in Deutschland, können euch im Rahmen von Trudelseminaren, Kunstfluglehrgängen und Weiterbildungen einiges zeigen und vermitteln.

Lasst aber vom Ausprobieren der oben genannten Situationen die Finger weg und versucht niemals diese Manöver alleine zu fliegen. Sucht euch einen erfahrenen Kunstflugtrainer, egal, ob es ein Motor- oder Segelflieger ist und fliegt diese Situationen nur in großer, sicherer Höhe.

Solltet ihr Interesse haben (es geht ja nur ums Überleben), werdet ihr diese Trainer und uns mit Sicherheit finden.



Schorsch

Walldürn, anno domini 2008