

# 1 Vorwort

Im Nachfolgenden befindet sich eine Zusammenstellung von Erfahrungen mit dem ATOS. Ergänzt haben wir diese mit den aus meiner Sicht wichtigsten Checkpunkten des Gerätes und beobachteten Fehlern aus dem Alltag, um das Unfallrisiko so gering wie möglich zu halten.

Da weltweit sehr viele ATOS fliegen, sollte der Erfahrungsschatz entsprechend groß sein. Ich möchte deshalb alle Piloten bitten diese Punkte aufmerksam zu lesen, mit Fliegerkollegen zu diskutieren und ihre positiven wie negativen Erfahrungen auch weiterhin A-I-R mitzuteilen, um diese Liste in Zukunft auf den bestmöglichen Stand zu bringen.

Felix Rühle

## 2 Überziehen und Trudeln

Jedes Fluggerät kann in den überzogenen Flugzustand gebracht werden, wenn zu langsam geflogen wird. Um ins Trudeln zu geraten, muss zusätzlich die Forderung einer rückwärtigen Schwerpunktlage erfüllt sein. Dadurch, dass die beiden Flügel eines Fluggerätes nie exakt gleich angeströmt werden, reißt die Strömung zuerst an einem der beiden ab. Dadurch verliert dieser Flügel an Auftrieb und sackt durch. Der Anstellwinkel wird erhöht und der Widerstand nimmt zu, wodurch der Flügel nach hinten unten dreht. Durch diese Drehbewegung verringert sich die Strömungsgeschwindigkeit an diesem Flügel weiter, während der gegenüberliegende Flügel stärker angeströmt wird.

Der Drachepilot kann Trudeln vermeiden wenn er den Schwerpunkt nicht zu weit nach hinten verlagert.

Weitere Faktoren, die das Trudeln beeinflussen, sind neben der Schwerpunktlage auch Art des Flügelprofils, Auftriebs- und Massenverteilung. Mit einer gespannten VG (beim flexiblen Drachen) und dadurch weniger Schränkung, kann z. B. leichter getrudelt werden. Bei einem Starrflügel hat die Stellung der Landeklappe eher geringen Einfluss auf das Trudelnverhalten. Die Masse am

Außenflügel trägt auch dazu bei, wie schnell das Trudeln ausgeleitet werden kann. Hier sind z. B. bei Segelflugzeugen große Unterschiede festzustellen. Wenn Wasserballast in den Flächen mitgenommen wird, ist es schwieriger das Trudeln auszuleiten als ohne Ballast.

Während bei den Segelfliegern Trudeln zur Ausbildung gehört und vor Erhalt des Scheines mit dem Lehrer demonstriert wird, wird dies bei den Drachenpiloten nicht praktiziert. Sollte jedoch der Pilot unbeabsichtigt ins Trudeln geraten, ist es gut zu wissen, wie sich das Fluggerät verhält und wie ausgeleitet wird.

Ins Trudeln kann der Pilot nur gelangen, wenn die Basis zu weit nach vorne gedrückt wird. In ruhiger Luft sind die Anzeichen des beginnenden Strömungsabrisses meist einfacher wahrzunehmen als bei unruhiger Luft in der Thermik.

Wesentlich für die "Gutmütigkeit" eines Gerätes, ist ob das Gerät überhaupt ins Trudeln gebracht werden kann. Sehr wichtig ist auch, welche Anzeichen der Pilot bekommt bevor das Gerät ins Trudeln geht, um unbeabsichtigtes Trudeln zu vermeiden.

## **2.1 Einfluss der Geschwindigkeit**

Je nach Abfluggewicht beginnt sich beim ATOS bei Geschwindigkeiten langsamer als 39-43 km/h die Strömung langsam abzulösen und die Sinkgeschwindigkeit vergrößert sich. Der Bügeldruck wird größer und das Rollverhalten etwas träger. Der Steuerbügel ist dabei je nach Pilotengröße etwas vor dem Kopf. Mit dieser Fluggeschwindigkeit kann "gekurbelt" werden. Der Pilot hat dabei eine eingeschränkte Manövrierfähigkeit, erhöhtes Sinken und einen geringen Spielraum zum Stall (weiches Abnicken) in turbulenter Luft.

Bei ca. 29-32 km/h (abhängig von Abfluggewicht und Klappenstellung) vergrößert sich das Sinken stark und der Bügeldruck wird deutlich größer. Das Gerät verliert an Richtungsstabilität und muss mit den Spoilern auf Kurs gehalten werden. Ansonsten nickt es leicht zur Seite und holt Fahrt auf. Die Arme sind dabei fast gestreckt. Wird versucht das Abnicken durch weiteres heraus drücken zu stoppen, kann am kurveninneren Flügel die Strömung abreißen und das Gerät ins Trudeln gehen. Hierbei wurden bei Tests zwei unterschiedliche Trudelformen beobachtet.

---

Das Gerät dreht im Kurvensackflug flach und langsam weiter. Ein Ausleiten in diesem Fall erfolgte durch Nachlassen des Steuerbügels, worauf das Gerät ohne großes Abnicken und Nachdrehen langsam Fahrt aufnimmt und in den Normalflugzustand zurückkehrt. Der Höhenverlust dabei ist gering.

Im zweiten Fall reißt die Strömung an einer Flügel­seite groß­flächig ab. Das Gerät dreht schnell ca. eine halbe Umdrehung und der Flügel neigt sich auf die Nase. Dieser Vorgang geht sehr schnell, so dass der Pilot hier keine Möglichkeit hat zu reagieren. Das Gerät fängt anschließend über die Nase weich ab. Bei den Tests wurde der Steuerbügel zum Ausleiten des Trudelns in leicht gezogene Stellung zurückgenommen.

Dieses Verhalten des Flügels birgt die zusätzliche Gefahr von Fehl- oder Überreaktionen (ziehen/stoßen) durch den überraschten Piloten, ganz speziell in Bodennähe.

## **2.2 Einfluss der Wölbklappenstellung**

Mit dem ATOS S konnte mit stark ausgeschlagenen Wölbklappen ein stabiles Trudeln erfolgen werden. Ausleiten erfolgte durch ziehen des Steuerbügels, wobei die Drehbewegung rasch stoppt und der ATOS weich abfängt. In den anderen Klappenstellungen wird die Schräglage beim Stall eher flacher. Dies kommt im wesentlichen daher, dass mit ausgeschlagener Klappe der Steuerbügel bei gleicher Trimmgeschwindigkeit weiter hinten ist als bei geringerem Klappenausschlag. Dadurch ist auch mehr Weg vorhanden, die Basis aus der Neutralflugstellung nach vorne zu drücken. Dies erleichtert das Herausdrücken beim Landen, muss aber beim "Kurbeln" berücksichtigt werden.

Mit stark ausgefahrener Landeklappen beginnt der Sackflug mit Bügelstellung etwas vor dem Kopf. Bis zum möglichen Trudeln (Arme fast gestreckt) steigt der Bügel­druck stark an, und das Gerät verliert zunehmend an Richtungsstabilität. Kippt das Gerät seitlich ab und wird dann versucht, es durch weiteres Drücken am Abkippen zu hindern, beginnt es zu trudeln. In der Praxis kann das z.B. unbeabsichtigt vorkommen, wenn beim "Aufdrehen" in typischer Drachenflieger-Manier der eh schon langsam geflogene Flügel in der Abkippphase mit einem Kick "herumgewürgt" wird. Beim DHV- Test wurde darauf hingewiesen, dass der ATOS keine Trudelneigung besitzt, was so viel bedeutet, dass einerseits das Gerät nicht

trudelt, wenn auf die Anzeichen des beginnenden Strömungsabrisses geachtet wird und dass andererseits ausreichend Anzeichen hierfür vorhanden sind.

Ist der ATOS langsam getrimmt, muss nur mit geringerer Kraft gedrückt werden, bis die Strömung abreißt. **Der ATOS sollte so getrimmt sein (hängt vom Körpergewicht ab), dass beim "Kurbeln" weder gedrückt noch gezogen werden muss. Wer gewohnt ist beim "Kurbeln" zu drücken sollte den Aufhängepunkt weiter nach vorne setzen.**

Auch wenn es einigen Piloten nicht gelungen sein sollte, das Gerät beabsichtigt ins Trudeln zu bringen, so bedeutet dies nicht, dass selbst durch geringe Turbulenzeinwirkung mit gleichen Pilotenreaktionen das Gerät nicht ins Trudeln zu bringen ist!

## 2.3 Folgerungen für den Piloten

Jeder Pilot sollte bei ruhigen Bedingungen und ausreichender Höhe über Grund (mind.800 m ) prüfen, wie weit er den Steuerbügel nach vorne schieben kann, bevor er Anzeichen für einen beginnenden Strömungsabriss, wie oben beschrieben, spürt. Möchte das Gerät gerade oder zur Seite abnicken, sollte die Basis nachgelassen werden und darf nicht weiter gedrückt werden.

Es stellt sich hier natürlich auch die Frage, warum das Trudeln nicht absichtlich geübt wird. Beim Trudeln sind bereits bei flexiblen Drachen Unfälle passiert, bei denen versucht wurde beabsichtigt ins Trudeln zu gelangen. Unterschiedliches Einleiten, Pilotengewicht oder Wetterbedingungen könnten zu unterschiedlichem Trudelverhalten und gefährlichen Situationen führen.

Aus meiner Sicht ist es ausreichend zu wissen, ab welcher Steuerbügelstellung der Strömungsabriss beginnt und wie er sich ankündigt, um während des Fluges ausreichend von dieser Stellung fern zu bleiben. Bei beginnendem Strömungsabriss sollte deshalb der Steuerbügel nachgelassen werden. Sollte der ATOS beim "Kurbeln" durch einen Strömungsabriss in die Kurve drehen, kann er am besten durch ziehen der Basis **und** Gegensteuern am Trudeln gehindert werden. Ist man im Trudeln, kann am schnellsten durch ziehen der Basis ausgeleitet werden.

Es ist sehr wichtig mit einem Fahrtmesser zu fliegen, um die Geschwindigkeit kontrollieren zu können.

---

Nach meinen Erfahrungen und dem Erfahrungsaustausch mit anderen Piloten kann die Fluggeschwindigkeit nicht genau genug abgeschätzt werden. In turbulenter Luft wird beim "kurbeln" meist schneller geflogen als man glaubt. Zu schnelles fliegen verringert in diesem Fall die Steiggeschwindigkeit. Der umgekehrte Fall dürfte aber mindestens so häufig sein: Wird zu langsam gekurbelt, so reduziert dies ebenso die Flugleistung. Zusätzlich verringern sich die Sicherheitsreserven in fataler Weise, wie oben beschrieben (siehe dazu auch unten).

### 3 Tuck (Überschlag)

Oft war zu hören, dass Starrflügel tucksicher sind. Der DHV hatte unter Leitung von Martin Jursa Abwurftests mit Drachen durchgeführt. Es wurde ein Gewicht, welches das Pilotengewicht simuliert, am Drachen befestigt, so dass dieser im normalen Trimmflug fliegen würde. Die Drachen wurden dann mit unterschiedlich hohem Anstellwinkel abgeworfen. Erstaunlich dabei war, dass die Drachen schon bei geringen Anstellwinkeln stark abnickten oder sich Überschlugen. Der Exxtacy mit dem der Test durchgeführt wurde, nickte schnell ab und ging ähnlich schnell auf den Rücken wie flexible Drachen. Die Drehung begann sehr schnell und wurde zunehmend langsamer bevor er sich aus der Rückenfluglage rasch wieder in die normale Fluglage drehte. Ein stabiler Tuck bei dem sich das Gerät mehrmals überschlägt, konnte nicht beobachtet werden. Ursachen hierfür können, der im Vergleich zum flexiblen Drachen nah am Flügel liegende Pilotenschwerpunkt sein, der sich durch das kleine Trapez ergibt und sich hier positiv auswirkt, sowie die geringere Verformung des Außenflügels.

Generell ist ein Überschlag mit jedem flexiblen und starren Drachen möglich, wobei die folgende Faktoren Einfluss haben.

Je weiter hinten der Schwerpunkt liegt um so leichter überschlägt sich der Drachen (hohes Massenträgheitsmoment und großer Abstand vom Angriffspunkt der Luftkraft zum Schwerpunkt). Hohe Nickdämpfung hingegen, wie z.B. durch ein Leitwerk oder vordere Schwerpunktlage, wirken sich günstig auf das Überschlagsverhalten aus.

Die Turbulenz relativ zur Fluggeschwindigkeit sollte gering sein. Fliegt der Pilot z.B. mit einer Fluggeschwindigkeit von 45 km/h in eine Windscherung von 20

km/h, so wird seine Anströmgeschwindigkeit im ungünstigsten Fall bei Rückenwind auf 25 km/h reduziert. Würde der Pilot entsprechend langsam in einen starken Auf- oder Abwind von 45km/h fliegen, so würde sich der Winkel der Anströmung um etwa 45° ändern, was möglicherweise einen Strömungsabriss zur Folge hat. Ist die Fluggeschwindigkeit dagegen höher kann im ersten Fall noch ausreichend Anströmung vorhanden sein, und im zweiten Fall ist die Anstellwinkeländerung kleiner so dass die Strömung nicht ablöst, wenn schnell genug geflogen wurde.

Von allen befragten Wettbewerbspiloten wurde berichtet, dass der ATOS mehr Flugruhe in turbulenter Luft aufweist, als ihre früher geflogenen flexiblen Drachen. Es gab hier noch nie eine kritische Situation. Ganz allgemein berichten die Piloten, dass Starrflügel speziell in turbulenten Verhältnissen subjektiv sehr viel Sicherheit vermitteln.

Dennoch gab es mit dem ATOS, wie auch mit anderen Starrflügeln, außerhalb des Wettbewerbs Überschläge. Der eine Pilot "kurbelte" mit ca. 30-35 km/h in starker Thermik, fiel vermutlich aus der Thermik, worauf das Gerät sich sehr schnell vornüber auf den Rücken drehte. Der Pilot landete unverletzt am Rettungsschirm. Zwei weitere Fälle ereigneten sich bei eigentlich unfliegbaren Verhältnissen in sehr starker Turbulenz, der eine bei Mistral in Südfrankreich, der andere bei sehr starkem NW-Wind im Lee im Wallis. In beiden Fällen drehte es den Flügel vornüber auf den Rücken und später wieder in die normale Fluglage. Die beiden Piloten setzten ihren Flug jeweils unversehrt fort.

### **3.1 Empfehlung für den Piloten**

Je turbulenter die Bedingungen sind, um so schneller sollte geflogen werden. Dies hat den Vorteil, dass die durch die Turbulenz verursachten Anstellwinkeländerungen relativ klein bleiben und die Mindestgeschwindigkeit nicht unterschritten wird (siehe oben).

Ist es turbulent und die Thermik eng, hat es sich bewährt, steil zu "kurbeln". Dadurch bleibt man eher im Zentrum des Aufwindes und kommt nicht so leicht in den turbulenteren Randbereich. Zudem muss beim steileren kurbeln schneller geflogen werden, da die Flächenbelastung höher ist (mehr Flugruhe) und der Schwerpunkt weiter vorne liegt (erhöhte Nickdämpfung). Wird das Lastvielfache

durch Turbulenz kurzzeitig geringer, kann der Pilot dieses durch kurzes Ausschlagen des Spoilers wieder erhöhen da der Spoilerausschlag besonders bei höheren Geschwindigkeiten ein stark aufrichtendes Moment erzeugt.

## 4 Empfehlungen von A-I-R an ATOS-Piloten

Anbei ist der Anfang einer Sammlung von Erfahrungen die ATOS Piloten gemacht haben und besonders wichtig erscheinen.

### 4.1 *Empfohlene Kurvengeschwindigkeiten beim "Kurbeln"*

Bei absolut ruhiger Luft und ausreichend Bodenabstand:

**ca. 39-42 km/h** (geringstes Sinken)

Bei mittlerem Steigen leichter Turbulenz oder ruhigen Bedingungen in Hangnähe:

**ca. 50-55 km/h**

Bei turbulenten Bedingungen und starkem Steigen:

**ca. 55-70 km/h**

#### **Anmerkung:**

Dies sind mündlich mitgeteilte Erfahrungswerte einiger Piloten, die sehr viel mit dem ATOS fliegen, zum Großteil auch im Wettbewerb. Zu beachten ist dabei, dass je nach Anbringung des Fahrtmessers unterschiedliche Werte angezeigt werden.

Meiner Meinung nach ist es deswegen wichtig bei ruhiger Luft und ausreichender Höhe selbst zu kontrollieren, unter welcher Geschwindigkeit das Sinken zunimmt und ab welcher Geschwindigkeit es zunimmt. So kann die Geschwindigkeit des geringsten Sinkens ermittelt werden. Dies hat den Vorteil, dass der Fehler des eigenen Fahrtmessers berücksichtigt wird.

Diese Geschwindigkeit sollte als minimale Geschwindigkeit in der Thermik angenommen werden. Langsameres Fliegen verringert nicht nur die Leistung, sondern auch die Sicherheitsreserven. Im Kurvenflug muss das Fluggerät mehr

---

Auftrieb haben, da ein Teil des Auftriebs den Zentrifugalkräften entgegen wirken muss. Dieser zusätzlicher Auftrieb erfordert eine Geschwindigkeitserhöhung.

**Beispiel:**

Liegt das geringste Sinken des ATOS im Geradeausflug bei 42 km/h, so wird es bei 30° Schräglage bei 45 km/h, bei 45° Schräglage bei 50 km/h und bei 60° Schräglage ca. bei 59 km/h liegen. Entsprechend ändern sich auch die Stall-Geschwindigkeiten. Langsameres Fliegen kostet Leistung. Ist es zudem turbulent, muss die Geschwindigkeit zusätzlich erhöht werden.

## 4.2 Start

- Wichtig ist es, die Stellung der Landeklappen zu kontrollieren. (ca.15-20°) Dies bedeutet, dass der Knoten, der bei 0° Klappenstellung an der Klemme ist, sich bei der Startstellung in der Mitte zwischen ersten und zweiten Knick der Basis befindet.
- Vor dem Start durch Vollausschläge der Spoiler nochmals kontrollieren, ob die Steuerung leichtgängig und der Flügel horizontal ausgerichtet ist. Zusätzlicher Kontrollblick zur Fläche.
- Den Startlauf eher mit flachem Anstellwinkel beginnen. Die Flügelenden haben dann mehr Bodenfreiheit und der Flügel reagiert besser auf Korrekturen. Das Trapez dabei mit Schultern und Händen führen. Vor dem Erstflug oder bei Unsicherheiten auf einer flachen Wiese bei unterschiedlichen Windverhältnissen üben!
- Besonders bei Steuerkorrekturen im Startanlauf auf ausreichend Fahrt achten (aufrichtendes Moment der Spoiler).

## 4.3 Landung

- Bei voll ausgeschlagener Landeklappen nur kleine Steuerausschläge geben.
- Beim Umgreifen auf ausreichend Fahrt achten. An den unteren Teil des Trapezseitenrohrs greifen. Wird zu hoch gegriffen kann nicht ausreichend schnell geflogen werden. Hilfreich ist es auch wenn das Gerät etwas schneller getrimmt ist.

## 4.4 Check

### 4.4.1 Steuerung

Die Steuerung muss leichtgängig sein. Alle Seile und Seilrollen regelmäßig auf Verschleiß prüfen und bei Beschädigung austauschen. Alle Schrauben sind mit Schraubensicherungslack (Loctite) gesichert. Beim Wechseln erneut Schraubensicherungslack verwenden.

### 4.4.2 Nasenbeschlag

Nach einem Crash auf die Nase, muss der Nasenbeschlag geprüft werden. Der Drehbeschlag verbiegt sich. Beim Klapphebel kann der Haken beschädigt und die Aluminiumgabeln können im Bereich des Gewindes Risse bekommen oder die Schrauben verbogen werden. Beschädigte Teile müssen an dieser Stelle ausgetauscht werden

### 4.4.3 Segel

Bei jedem Auf- und Abbau des Gerätes darauf achten, dass das Segel ausreichend gespannt ist und ggf. Nachstellen. Dies gilt für Randbogen, Rippen und die Befestigung des Segels am Kiel mittels Gurtbänder und Ringen.

## 5 Häufig beobachtete Fehler

### 5.1 Aufbau

- Es werden nicht alle Rippen eingehängt.
- Der Nasendrehbeschlag (frühere Ausführung, umrüsten auf Klapphebel möglich) wird unter Last gespannt, da die Flügel nicht komplett ausgebreitet sind und nicht mit dem Randbogen am Boden anstehen.
- Unbedingt darauf achten, dass der Quick Pin am Trapezeck mit dem Sicherungsblech bzw., Sicherungskappe gesichert ist.

## 5.2 Start

- Anstellwinkel zu hoch.
- Flügel beim Loslaufen nicht ausgerichtet.
- Zu langsamer Startanlauf mit zu frühem Herausdrücken.

## 5.3 Flug

- Zu langsames Fliegen besonders beim "Kurbeln"
- Bestes Gleiten Klappe ca. 5° ! Beim Kurbeln etwas mehr.

## 5.4 Landung

- Vollausschläge der Spoiler bei erhöhter Fahrt.
- Zu langsame Fluggeschwindigkeit beim Umgreifen und zu hohes Umgreifen