



Weltmeister und DHV-Testpilot Alex Ploner beim Start mit seinem Wettbewerbsdrachen beim Übergang in die Lauftechnik. Die Nase ist ausreichend hoch; damit ist die Aufhängung gespannt und er ist voll auf „Zug“ bei absolut lotrechter Aufhängung. Dadurch erhält er mit hoher Flächenbelastung eine gute Beschleunigung bei erstklassiger Kontrolle durch die Effektivität der Gewichtskraftsteuerung.

# Sicher Starten mit dem Drachen

## Die Sache anfangs etwas „Hochnäsiger Angehen“

Hochnäsiger Starten – für viele Theoretiker ein rotes Tuch – aber was ist damit gemeint? Die Drachennase ist anfangs ausreichend hoch - Abheben aber erst bei sicherer Überfahrt. Dabei bleibt der Anstellwinkel im sicheren Bereich und die Kontrolle über die Quer- und Längsachse ist früh und durchgehend gegeben.

TEXT UND FOTOS: PETER CRÖNIGER

**D**er Anlass dieses Artikels ist das Problem vieler Piloten, ihren Drachen bei schwachem Wind besonders bei flachen Starts kontrolliert auf eine sichere Abhebegeschwindigkeit zu beschleunigen. Die Unfallstatistik zeigt es deutlich; seit Jahren verletzen sich immer wieder Piloten schwer bis tödlich beim Drachenstart. Die Unfallanalyse hat ergeben, dass die schweren Verletzungen so gut wie immer mit einem Aufsnappen der „Nase“ mit anschließendem seitlichem Wegdrehen zurück zum Hang verbunden waren. Bei Windenstarts mit zunehmendem Abdrehen aus der Startrichtung. Die nicht aktive Kontrolle des sicheren Anstellwinkels sowie mangelnde Richtungskontrolle spielen also eine entscheidende Rolle. Wie man dieses Szenario verhindern kann, darüber gab und gibt es kontroverse Meinungen. Nase tief und viel Geschwindigkeit war und ist der viel gehörte Lösungsansatz. In den USA gab es viele Piloten, die konträr zur europäischen Ansicht, der Kontrolle über eine sehr früh gespannte Aufhängung und dadurch Körpersteuerung der Quer und Längsachse dem bedingungslosen Tempo durch Nase runter den Vorzug gaben. Besonders Willswing Testpiloten und einige amerikanische Schulen zeigten, dass mit früher voller Kontrolle über die Gewichtskraftsteuerung der Drachen sicher zu starten ist. Sie führten schon vor zwanzig Jahren vor, dass ein Drachen stehend auf Basis und dem Kielrohr mit ca. 45° steiler Nase nur durch Zug der Aufhängung mit Körpersteuerung gestartet werden kann, sogar ohne das Trapez mit den Händen zu berühren. Bei der Betrachtung gut, sicher und souverän startender Piloten fiel auf, dass diese mit sehr viel Kontrolle den Drachen früh steuern konnten und trotz anfänglich gefühlt zu hoher „Nase“ gut beschleunigten und mit Überfahrt in einem flachen Gleitwinkel abhoben, ohne durchzusacken. Die Drachennase wurde dabei von anfänglich etwas hoch leicht gesenkt; niemals schnappte sie auf. Wir wussten nicht genau warum, aber wir hatten den Verdacht, dass eine „hohe Nase“ nicht bedingungslos mit hohem Anstellwinkel und hohem Widerstand gleichzusetzen ist. Das DHV-Lehrteam entschloss sich, die konträren Ansätze in der Praxis zu erproben, um die Vor- bzw. Nachteile zu erkennen und eventuell einen guten Kompromiss zu finden. Besonders die Methodik der Schulung an meist flachen Hängen bei wenig Wind stand im Fokus. Die Praxis ist und war hier an erster Stelle. Der theoretische Hintergrund war erst mal sekundär. Wir wollten es erfliegen, dann verstehen. Eine sichere und möglichst einfache Starttechnik war unser Ziel.

Mitglieder des Lehrteams wollten die Grenzen eines sicheren Starts erforschen. Wir wollten den Drachen ohne Windunterstützung an möglichst flachen Hängen starten. Die dabei nötige Technik, sowie die zu erreichende Geschwindigkeit und Beschleunigung wollten wir herausfinden. Bei der Floaterklasse mit einem Aeros Fox gelang es uns bei 8° Neigung (entspricht ca. Gleitzahl 7) das Gerät in die Geschwindigkeit des besten Gleitens „hineinzulaufen“ und zu schweben. Mit einem „Atos Easy“ Prototypen sogar bei 7° Neigung (= GZ 8). Das Gelingen hing davon ab, „im Gerät“ zu bleiben; also

senkrecht unter bis leicht vor dem Drachendruckpunkt zu laufen und das Fluggerät mitzunehmen – durch Steuerbügelzug mit zu beschleunigen. Die höchste von uns erlaufene und gemessene Geschwindigkeit gelang uns bei leicht steilerem Gelände von 12° bis 15°. Wir erreichten über 50 km/h bei einer maximalen Schrittlänge von ca. 5 Metern. Allerdings kam natürlich Protest auf: du bist da ja schon geflogen. Es ist Definition, ob der Pilot noch gelaufen, geschwebt zwischen den Schritten oder schon geflogen ist. Der Fuß setzte vor dem Körperschwerpunkt auf, der Abstand der Bodenkontakte war sehr groß und die gemessene Geschwindigkeit sehr hoch. Dies zeigt den fließenden Übergang vom Laufen ins Fliegen bei guter Starttechnik. Die hohe Geschwindigkeit war nicht überraschend, da ein guter Läufer schon in der Ebene über 40 km/h erreicht. Dies ohne Hangabtriebskraft und eines durch „Zug“ nach oben und vorne unterstützenden Fluggerätes. Auch die Größe der erreichbaren Beschleunigung wollten wir durch Versuche ermitteln. Als Gegenüberstellung zur theoretischen Hangabtriebskraft verglichen wir die Beschleunigung einer rollenden Kugel mit der Beschleunigung eines parallel startenden Drachens. Bei steilen Rampen konnten wir am Ende mit der rollenden Kugel kaum noch mithalten. Auf flachen Geländen waren wir tendenziell leicht schneller als die Kugel. Wenn uns aber der Drachen davonflog, folgte ein Durchsacken und eine Radlandung auf den eigens dafür angeschafften übergroßen Rädern. Wir konnten bei zu flacher Nase dem Gerät nicht lange folgen, erreichten die nötige höhere Abhebegeschwindigkeit nicht und kippten nach vorne um, sobald der vordere Fuß nicht mehr vor dem Körperschwerpunkt aufsetzte. Eine dosierte Erhöhung des Anstellwinkels war schwierig, sobald die Aufhängung schräg wurde und leicht entlastet war.

### Wir starteten ein Projekt: Ein Ergebnis-Protokoll

Unter Federführung von Regina Glas begann das Lehrteam 2014 Schnupperkurse und Grundkurse zu organisieren und durchzuführen, um den Drachensport zu fördern. Wir nutzten diesen Anlass, um eine sichere Starttechnik für Einsteiger von Anfang methodisch aufzubauen, zu lehren und zu erforschen. Als Vorbereitung versorgten wir uns mit modernen Einsteigergeräten der „Floaterklasse“, um eine kontinuierliche Weiterführung des Lernfortschritts über die ersten Höhenflüge zu Thermikflügen mit dem gleichen Gerät sicher zu stellen. Das engagierte Ausbilderteam bestand aus erfahrenen Fluglehrern und erfolgreichen Vielfliegern, die alle glänzen durch ihre souveräne und beständige Art verlässlich zu starten und zu landen. Auch die mehrfachen Weltmeister der Starren und Flexis, Tim Grabowski und Alex Ploner, waren mit im Team. Viel selbst Starten und Landen am Übungshang; den anderen zusehen und diskutieren war der erste Ansatz. Die ersten zwei Kurse innerhalb einer Woche waren mit über 30 Teilnehmern und insgesamt fast 400 Starts sehr aufschlussreich. Laufen, Schweben, Laufen, Abbremsen an einem flachen Hang von ca. 12° Neigung war unsere Aufgabe. Die

Rechts Fotoserie einer Pilotin am ersten Tag Übungshang nach Einweisung in die prinzipielle Steuertechnik, einer intensiven Laufschulung und einigen Beschleunigungs- und Abbremsübungen in der Ebene. Bei flachen Starts und wenig Wind sind durchschnittlich drei bis vier Geh- und ca. sechs bis sieben Laufschriffe nötig, um nahe der Geschwindigkeit für bestes Gleiten abzuheben.

montierten Räder wurden fast nicht gebraucht. Nur bei hängenden Flächen bzw. leichten Schräglagen hatten wir einige wenige Radlandungen. Im Zentrum stand die frühe Kontrolle durch eine gespannte Aufhängung bei ausreichend hoher Nase. Die Hängegurtzeuge und die relativ kleinen Trapeze halfen, den Übergang von der Grundhaltung in die Gewichtskraftsteuerung homogen und früh zu bewältigen. Teilübungen für das Einnehmen der Grundhaltung und den sicheren Griffwechsel in die Steuerhaltung an den Trapezseitenrohren wurden durchgeführt. Die intensive Laufschulung der Teilnehmer legte den Grundstein für das Erreichen der erforderlichen sicheren Überfahrt. Schwungbetontes Laufen mit großen Schritten und frühem kurzen Abdruck half, bei senkrechter Aufhängung unter dem Gerät mit zu laufen, ohne nach vorne zu kippen. Die Aufgabe der Piloten bestand darin, den Drachen möglichst lange am Boden zu halten, bis sie ihre persönliche Höchstgeschwindigkeit erlauben haben. Dadurch wurde kontinuierlicher Zug am Steuerbügel erreicht, bis der Drachen die Piloten zum Schweben brachte. Der Einstieg war sehr erfolgreich und wir konnten erleben, dass Anfänger mit dieser Methode den Anstellwinkel im sicheren Bereich hielten und mit Überfahrt im flachen Gleitwinkel abhoben. Kein einziges Mal schnappte der Drachen auf und drehte aus der Richtung. Anschließend hatten wir die Gelegenheit bei Lehrgängen und den Hanggliding Challenges der letzten Jahre ein breites Spektrum an Pilotenkönnen und Variationen der Starttechnik vor Ort zu analysieren. Mehr als einige Piloten hielten anfangs die Drachennase unnötig tief und liefen dem Drachen mit nicht voll gespannter schräger Aufhängung hinterher. Nur die



Bei korrekter Grundhaltung ist die Basis fast in Kniehöhe. Das Ausrichten um die Querachse ist letztlich nicht alleine bestimmend. Bei ausreichend hoher Nase wird sich die Aufhängung früh spannen und die Nickstabilität des Drachen hilft der Pilotin, den korrekten Trimmanstellwinkel einzunehmen. Steter Zug am Steuerbügel kompensiert die Hecklastigkeit des Drachen.

Die Trapezrohre gleiten beim hochsteigenden Drachen in der Grundhaltung durch die Hände bis die Basis ca. in Hüfthöhe ist. Durch das Ankippen in das Gefälle ist die Pilotin „im Gerät“. Die Aufhängung ist gespannt senkrecht und optimiert damit die benötigte Gewichtskraft für den aerodynamischen Vortrieb. Harmonischer Übergang in die Lauftechnik.

Besonders bei den ersten Schritten ist es wichtig, dass der Drachen früh steuerbar und kontrollierbar wird. Wir brauchen dafür eine ausreichend hohe Nase und eine früh gespannte Aufhängung. Gewicht und damit Kontrolle ist im „Gewichtskraft gesteuerten System“. Optimale Steuerhaltung mit den Händen an den Seitenrohren nach dem Griffwechsel.

Kurzer Abdruck und frühes Anfersen des hinteren Fußes. Das vordere Schwungbein hat Platz für Kniehub und Unterschenkelpendel nach vorne. Dies ergibt eine große Schrittlänge mit hoher Geschwindigkeit. Der vordere Fuß setzt vor dem Körperschwerpunkt auf und verhindert so ein frühes „Umkippen“ der Pilotin. Sie kann die erforderliche sichere Überfahrt locker erlaufen.

Die Hangabtriebskraft im Gefälle übernimmt die Beschleunigung. Mit aktivem Zug am Steuerbügel zum Aufbau von Überfahrt hat die Pilotin den Drachen am frühen Abheben gehindert. Bei der Geschwindigkeit des besten Gleitens lässt sich die Pilotin vom Drachen abheben. Beide haben gleichmäßig beschleunigt – die Aufhängung ist immer noch senkrecht – und schweben hangparallel in geringer Höhe.

Die Pilotin lässt den Drachen in perfekter Höhe laufbereit ausgleiten. Nach aktivem Mitlaufen – die Pilotin bleibt vor dem Geräteschwerpunkt – und Andrücken mit gebeugten Armen wird das Gerät dann bis zum Stillstand abgebremst. Der Drachen brems dabei den Piloten.

Ein typischer Fehler: Der Drache fliegt dem Piloten davon und sackt nach vorne unten durch. Ursache ist ein zwar schneller Drache, aber mit zu wenig Auftrieb und eine mangelhafte Lauftechnik des Piloten. Dadurch ist die Aufhängung schräg und nicht gespannt. Die Gewichtskraftsteuerung ist nicht effektiv. Der Pilot kann hier den Anstellwinkel nicht mehr dosiert korrigieren und die benötigte sichere Abhebegeschwindigkeit für diesen Anstellwinkel auch nicht erlaufen (Theorie: bei 3° kleinerem Anstellwinkel erhöht sich diese von 40 km/h auf 60 km/h!). Die Lauftechnik ist nicht schwingbetont nach vorne. Der Pilot versucht mit starkem Abdruck schneller zu werden. Er schleudert das hintere Bein nach hinten oben. Dadurch wird er aber langsamer und kippt nach vorne um. Oft gehen diese „Torpedostarts“ in steilem Gelände und bei starkem Wind gut - aber nicht immer.



Ein Start in seiner entscheidenden Phase: Der Pilot hat durch die gespannte senkrechte Aufhängung volle Kontrolle über seinen Anstellwinkel und seine Geschwindigkeit. Er ist „im Gerät“, nicht dahinter. Der Drache „zieht“ nach oben vorne und will bald abheben. Durch Steuerbügelzug und die optimale Lauftechnik (aufrecht, große Schritte, frühes Anfersen) ist der Pilot in der Lage, den Drachen aktiv am Boden zu halten und weiter zu beschleunigen, um die nötige Überfahrt nahe des „besten Gleitens“ zu erlaufen. Er schwebt zwischen den Schritten schon deutlich und kann so mit einer Schrittlänge von ca. 3 Metern eine Geschwindigkeit von über 40 km/h erlaufen. Am Boden „getankte“ Überfahrt ist Sicherheit und ergibt einen stabilen Abflug im flachen Winkel.



sehr guten Sprinter schafften die dann notwendige hohe Abhebegeschwindigkeit zu erlaufen und sicher mit einem flachen Gleitwinkel abzuheben. Die mangelhafte Lauftechnik führte oft zu frühem Umfallen nach zu wenigen Schritten ohne die erforderliche Fahrt zu erreichen. Die rechtzeitige Erhöhung des Anstellwinkels gelang selten dosiert; oft sackte der Drache durch oder schnappte unkoordiniert auf. Bei deutlichem Gegenwind oder ziemlich steilen Startgeländen waren die Defizite nicht so markant. Im Gegensatz dazu waren unsere Anfänger am flachen Übungshang damals in der Lage mit drei bis vier Gehschritten und weiteren sechs bis sieben Laufschritten eine sichere Abhebegeschwindigkeit bei nahezu senkrechter Aufhängung zu erlaufen. Aus diesen Erkenntnissen aus der Praxis formulierten wir die Kriterien für einen „guten“ sicheren Start.

### Erkenntnisse aus der Unfallanalyse

Wir haben mehrere hundert Starts bei verschiedenen Wetter- und Geländebedingungen und unterschiedlichem Pilotenniveau beobachtet. Die Analyse des DHV Lehrteams anhand von Videoaufzeichnungen und bei diversen Veranstaltungen der letzten Jahre hat folgendes ergeben. Gefährliche und misslungene Starts haben ihren Ursprung in mangelnder Kontrolle um die Querachse und Längsachse bei mangelhafter Lauftechnik.

„Standard Fehlstart A“: Die Fehlerkette beginnt mit meist nachlässiger Grundhaltung. Der Drache ruht nicht stabil auf den Oberarmen, sondern auf der Schulter. Dadurch ist die Basis tief im Bereich der Schienbeine mit unnötig lockerer Aufhängung. Die Nase ist oft tief, der Anstellwinkel und damit die anfängliche Luftkraft klein. Der Drache hebt sich sehr zögerlich; der Pilot trägt seinen Drachen ziemlich lange und weit. Der Pilot muss daher lange im Gehen das hohe Gewicht stützen und das Gerät mechanisch auch über die Oberarme beschleunigen. Dadurch wird die Strecke, bis sich die Gewichtskraftsteuerung bei gestrafter Aufhängung aufbaut, sehr lang. Der Wechsel in die schnellere dynamische Lauftechnik ist verzögert. Die Beschleunigung ist daher trotz kleinem Anstellwinkel und Widerstand geringer als mit selbsttragendem Drachen mit etwas höherem Widerstand (von uns gemessen – nicht gerechnet). Auch die Kontrolle der Fluglage ist schlechter als bei höherem Anstellwinkel mit mehr Auftrieb und Widerstand. Löst sich dann das Gerät von den Oberarmen, fliegt der Drache dem Piloten etwas davon – die Aufhängung zeigt schräg nach hinten. Bei nicht exzellenter Lauftechnik kippt der Pilot nach vorne und drückt zur vermeintlichen Korrektur den Steuerbügel. Durch das Umkippen des Piloten sackt der Drache durch und verstärkt die Anstellwinkelerhöhung noch. Geschieht dieser Vorgang bei auch nur leichter Schräglage, wird diese dadurch dynamisch erhöht und der Drache dreht weg



Ein Starrflügel und ein Hochleister Flexi (Bild links & mitte) starten mit ähnlichem Anstellwinkel. Die Nase ist jedoch deutlich unterschiedlich hoch. Der Längsneigungswinkel der Kielstangen täuschen konstruktionsbedingt nur unterschiedliche Anströmwinkel vor. Die Profilsehne des „Atos“ ist auch aufgrund der gesetzten Klappen steiler als die Kielstange. Bei einem Floater (Bild rechts) mit hoher Kieltasche muss die Nase nochmal ein gutes Stück höher, um einen ausreichend hohen Anstellwinkel und damit eine gut und sicher zu erlaufende Abhebegeschwindigkeit zu erreichen.

Richtung Hang bzw. Hindernis (beim Schlepp Richtung Lockout).

„Standard Fehlstart B“ beginnt auch mit meist nachlässiger Grundhaltung. Die Nase ist jedoch sehr hoch, damit die anfängliche Luftkraft groß. Der Drachen hebt sich dynamisch und strafft die Aufhängung schnell. Der Pilot versäumt es jetzt die Nase aktiv zu senken und den Anstellwinkel im „gesunden“ sicheren Bereich zu halten. Dies ist oft mit einem technisch falsch ausgeführten Griffwechsel verbunden. Die Kontrolle über den Anstellwinkel geht verloren und der Pilot wird zu früh und bei zu langsamer Fahrt abgehoben; die Beine zieht es nach hinten weg und der Pilot kippt nach vorne - die Aufhängung zeigt schräg nach hinten. Durch das folgende Durchsacken wird der Anstellwinkel weiter vergrößert. Geschieht dieser Vorgang bei auch nur leichter Schräglage, wird diese dadurch dynamisch erhöht und der Drachen dreht weg Richtung Hang bzw. Hindernis (beim Schlepp Richtung Lockout).

**Die Lauftechnik** spielt bei wenig Wind die entscheidende Rolle. Piloten die eine hohe Geschwindigkeit erlaufen können ohne umzukippen, sind an Fehlstarts bei schwachem Wind so gut wie nicht beteiligt. Bei stärkerem oder gar böigem Wind rückt die Lauftechnik mehr in den Hintergrund. Die aktive kontinuierliche Gerätekontrolle um die Längs- und besonders die Querachse (Pitch) ist wichtig. Die Nase ist in der Grundhaltung etwas tiefer als bei wenig Wind, da die nötige Luftkraft über die Windströmung geliefert wird. Sowohl in der Grundhaltung als auch bei Körpersteuerung mit gestraffter

Aufhängung sind stetige Steuerausschläge nötig, um den Drachen horizontal und im sicheren Anstellwinkelbereich zu halten. Ein Aufschnappen der Drachennase ist unbedingt zu vermeiden. Generell sind Starts mit sich leicht senkender Nase während des Anlaufs weniger anfällig für Fehlstarts.

## Aerodynamische und flugmechanische Erkenntnisse unserer Versuche und Startanalysen

Zu Beginn konnten wir teilweise die Ergebnisse unserer „Starttests“ nicht vollkommen aerodynamisch nachvollziehen. Alle die einen Drachen mit anfangs über 30° steilem Kielrohr mühelos und sicher in die Luft brachten, waren anfangs verblüfft. Spätestens beim „Aufziehen“ und Starten des Drachens aus der abgestellten Position auf Trapezrädern und dem Kielrohr ohne Zuhilfenahme der Arme und Hände rangen wir um schlüssige Erklärungen. Ebenso beim Korrigieren aus 30° hoher Pitch mit 20° Schräglage im Startlauf fanden wir keine aerodynamische Begründung. Amerikanische Kollegen äußerten sogar in einem Start Tutorial, dass die Theorie über den Anstellwinkel als Auslöser für Strömungsabriss nicht für den Drachen gültig sein kann; „it works“ - es geht ja. Zum Abschluss unserer Versuche versuchten wir die verschiedenen Ansätze einigermaßen schlüssig zu prüfen und zu begründen.



Ausschnitt aus einem Schulungsvideo: Auf diesem Bild fliegt der Drachen ohne Zutun des Piloten mit dem richtigen Anstellwinkel. Deshalb: Groundhandling ist wichtig, um ein Gefühl für das Fluggerät zu entwickeln! Ines Ziessau zeigt im Schulungsvideo Tipps und Tricks beim Groundhandling auf youtube.

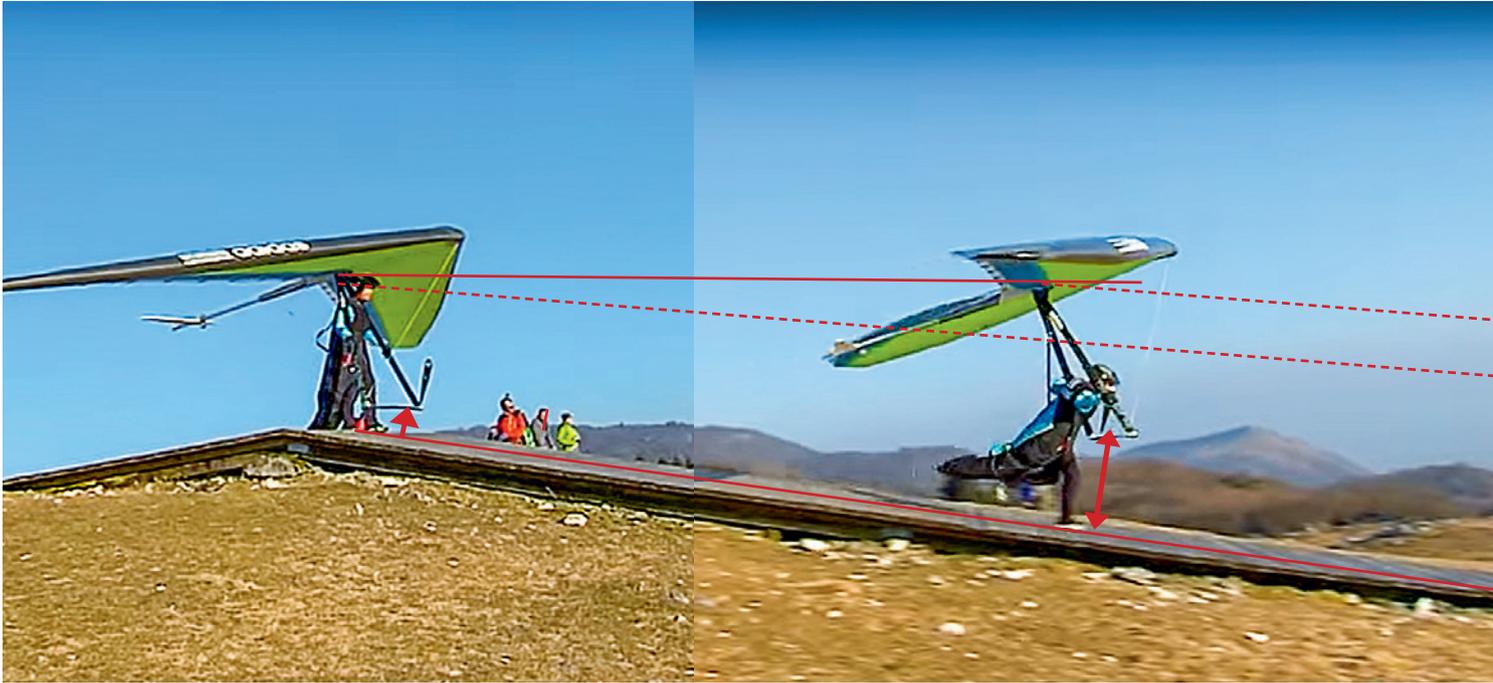
[www.youtube.com/watch?v=I08loF55\\_X8](https://www.youtube.com/watch?v=I08loF55_X8)



Bei Laufübungen in der Ebene sowie am Übungshang haben wir den abgestellten Drachen ohne Hilfe der Hände wie einen Gleitschirm „aufgezogen“ bzw. zum Fliegen gebracht und bis auf Trimmgeschwindigkeit beschleunigt. Auf den linken Bildern sieht man, dass schon vor über zwanzig Jahren (Originalbilder) ein Drachen nur durch Zug an der Aufhängung „aufgestellt“ und zum Fliegen gebracht wurde. Unsere Fluggeräte steigen auch bei anfangs sehr hohen „Nasen“ und kurz sehr steiler Anströmung und stabilisieren sich nahe des Trimm-Anstellwinkels, wenn man sie über die Aufhängung bzw. Leinen auf Zug hält (Gewichtskraftsteuerung!). „We don't know why - but it works“ - geht doch, sagten die amerikanischen Piloten damals (das Geheimnis liegt am anfangs sauber umströmten Nasenradius/der Eintrittskante).

## Die Erkenntnisse bzw. Widersprüche zu wahrgenommenen Phänomenen

- Der Längsneigungswinkel wird von vielen mit dem Anstellwinkel verwechselt oder gar gleichgesetzt. Der Längsneigungswinkel (bekannt als Nickwinkel, Pitch, Attitude) ist der Winkel zwischen Rumpf und Horizont; beim Drachen der Kielstange und dem Horizont. Wie hoch ist die „Nase“. Die Kielstange kann zwar bei statischen Betrachtungen bei bestimmten Geräten als Bezugsgröße verwendet werden (so z.B. bei horizontalen Testwagenfahrten mit einem fixierten Fluggerät); der Wert kann aber keinesfalls mit dem Anstellwinkel gleichgesetzt werden. Die hohe Nase täuscht oft einen hohen Anstellwinkel vor.
- Der Anstellwinkel oder besser verständlich Anströmwinkel ist zwischen Profilschneide und anströmender Luft zu finden. Vereinfacht aber gut nachvollziehbar ist es der Winkel zwischen Untersegel und Flugweg bei ruhiger Luft. Deshalb muss beim Start die Ausrichtung des Drachen auf die Schräge der Anlaufebene bezogen sein. Daher ist bei gleichem Gerät beim Schlepp in der Ebene die Nase 20° höher als bei einem Startgang mit 20° Neigung.
- Der Anstellwinkel unserer verschiedenen Fluggeräte (Starr, Flexi, Floater) liegt beim Start in einem ziemlich engen Bereich. Aufgrund der verschiedenen Konstruktionen sind die Kielstange und die Nase dabei aber deutlich unterschiedlich steil bzw. hoch. Je höher die Kieltasche, desto flacher ist das Segel bezogen auf das Kielrohr; der sogenannte Einstellwinkel ist negativ. Sie müssen „hochnäsiger“ gestartet werden. Bei Starrflügeln ist der Kiel flacher als das Segel; bei gesetzten Klappen ist die Profilschneide deutlich steiler. Diese Geräte werden „tiefnäsiger“ gestartet, haben aber einen ähnlichen Anstellwinkel wie die extremen Kieltaschengeräte. Der Unterschied im Einstellwinkel und dadurch im Längsneigungswinkel (Nasenhöhe) beim Start liegt bei aktuellen Geräten bei ca. 20° (Atos bei gesetzten Klappen zu einem Schulungsdrachen mit einer ca. 40 cm hohen Kieltasche). Dies wird bei Benutzung eines Startwagens beim Schlepp deutlich. Die Kielstangenaufgabe muss dem jeweiligen Gerätetyp angepasst werden, um bei verschiedenen Nickwinkeln (Nasenhöhen) den richtigen Anströmwinkel zu erreichen.
- Die dynamischen Bewegungen im dreidimensionalen Raum mit Heben und Sacken sowie auf Kreisbewegungen um den Drehpunkt beeinflussen den Anstellwinkel deutlich mehr als bisher angenommen. In der Theorie war der Ausgangspunkt immer eine statische Betrachtung des Anstellwinkels. Für eine mögliche Erklärung hat uns das Wissen aus der Gleitschirmschulung geholfen. Dort wird beim Aufziehen/Aufstellen des Gleitschirms eine anfangs 90° Anströmung des am Boden liegenden Segels in eine akzeptable Anströmung im Zenit gewandelt. Unsere Fluggeräte Gleitschirm und auch der Drachen vertragen also in der Praxis kurzzeitig sehr hohe Anstellwinkel, wenn diese zügig verkleinert werden. Vom Gleitschirm wissen wir, dass er trotz hoher Anstellwinkel kurzzeitig gutmütig Sackflug fähig ist. Wenn dann der Anstellwinkel zügig durchgehend verkleinert wird, z.B. wenn das Segel auf einer Kreisbahn nach vorne wandert, wie beim Aufziehen oder Nicken, reißt die Strömung nicht ab, sondern liegt durch die tangentielle Anströmung gut an. Wird das Segel gegenüber der Luft gehoben, verkleinert sich ebenfalls der Anströmwinkel – beim Schirm bis hin zum „Klapper“. Aggressiv mit Strömungsabriss reagieren die Geräte, wenn man durchsackt oder das Segel nach hinten nickt, bzw. die Drachennase aufschnappt. Bei den Drachenstarts mit anfangs kurz extrem hohem Anstellwinkel bewegt sich das Segel sofort auf einer Kreisbahn nach oben und vorne. Die stabile Druckpunktwanderung stabilisiert dann das Gerät im Trimmanstellwinkel. Wenn die Aufhängung nach vorne auf Zug ist, produziert die Aerodynamik neben Auftrieb und Widerstand aber auch Vortrieb. Ist die Hangneigung größer als der Gleitwinkel des Gerätes (bei diesem Anstellwinkel), so beschleunigt der Drachen, da der Vortrieb größer ist als der Widerstand. Ist die Anströmung nicht übertrieben steil, hilft uns die Aerodynamik bei ausreichend hoher Nase, die Fahrt unseres Fluggerätes zu steigern. Wir müssen es nicht zwingend über den Steuerbügel mechanisch anschieben (durch Praxistests „erfliegen“).
- Vor allem ist der Einfluss des sich hebenden Drachens zu Anfang des Startlaufes zu beachten. Bei unseren Messungen haben wir ein „Steigen“ des Gerätes von anfangs „Basis deutlich unter Kniehöhe“ in der Grundhaltung bis etwa Hüfthöhe bei voll gestreckter Aufhängung und daher auch beim Abheben ermittelt. Meist lag dieses „Aufsteigen“ in einem Bereich von 50 cm bis zu 80 cm. Das bedeutet, dass der Drachen anfangs nicht parallel der Anlauffläche folgt, sondern bis zum Strecken der Aufhängung deutlich flacher gleitet. Damit sind auch die Anströmung und der Anstellwinkel flacher. Bei beobachteten drei bis vier Gehschritten bis zur gestrafften Aufhängung mit drei bis vier Metern Distanz ergibt sich bei einem Steigen des Segels eine Winkeldifferenz bis zu 10°. Das bedeutet, dass der Anstellwinkel anfangs 10° flacher ist als es die „Nase“ suggeriert. Also müssen wir uns von der Vorstellung „konstanter Pitch ist gleich konstanter Anstellwinkel“ während der Steigphase des Gerätes bzw. der Streckphase der Aufhängung“ verabschieden. Um einen anfangs optimalen Anstellwinkel zu haben, muss die „Nase“ anfangs etwas höher sein. Durch das frühere Straffen der Aufhängung und damit Einsetzen der Gewichtskraftsteuerung will der Drachen seinen Trimmanstellwinkel einnehmen (stabile Druckpunktwanderung) und ist dann gut zu kontrollieren.



Bis zum Straffen der Aufhängung steigt der Drachen und fliegt flacher als die Anlaufneigung. Daher ist auch die Anströmung flacher; der Anströmwinkel kleiner. Steigt der Drachen auf fünf Meter Strecke um 50 cm, entspricht das einer Anstellwinkelverkleinerung von fast  $6^\circ$  bei optisch gleichem Nickwinkel (Pitch). Ist die Nase anfangs schon tief, hat der Drachen bis zum Straffen wenig Auftrieb und steigt zögerlich.

[www.youtube.com/watch?v=iCSly0IHpdM&t=15s](https://www.youtube.com/watch?v=iCSly0IHpdM&t=15s)



## Fazit

Der Start mit ausreichend hoher Nase ist ein alltagstauglicher Kompromiss für sichere Beschleunigung bei hoher Kontrolle und erstaunlich kurzer Startstrecke. Anfangs ist die Nase am höchsten und wird bis zum Abheben gesenkt, um bei voller Kontrolle einen flachen und schnellen Abflug zu erreichen. Das Ausrichten auf das Grad genau in Bezug auf die „Pitch“ ist nicht mehr so entscheidend, da der Drachen beim Ankippen und Angehen leicht mitgenommen und beschleunigt werden kann. Der Drachen sucht sich seinen Trimmanstellwinkel früh und kann dabei gut kontrolliert werden. Jeder steilere Start bei dem der Drachen anfangs eher nach der Horizontalen ausgerichtet und dann beim Ankippen mit korrekter Grundhaltung in das Gefälle „mitgenommen“ wird, erfüllt das Kriterium des anfangs ausreichend hohen Anstellwinkels. Wenn der Pilot das Gefühl hat, er ist dem Drachen „voraus“ - der Drachen bremsst ihn - so muss er die Nase etwas senken. Dies nimmt das Gerät gut an. Korrekturen vom etwas großen zum optimalen Anstellwinkel sind aufgrund der Gewichtsteuerung direkter, einfacher und dosierter auszuführen, als vom zu kleinen zum richtigen Anstellwinkel. Es ist wichtig, dass der Pilot während des Startlaufes aktiv steuert, um den Drachen über die Trimmgeschwindigkeit hinaus am Boden zu halten und Überfahrt aufbaut. Die richtige Lauftechnik muss beherrscht werden, um bei flachen Hängen und wenig Wind die Geschwindigkeit des „besten Gleitens“ zu erlaufen. Das Abheben erfolgt dann ohne Durchsacken mit flachem Abflugwinkel bei sicherer Fahrt. Bei stärkerem Wind wird bereits Auftrieb durch die Luftströmung erzeugt. Daher ist der nötige Anstellwinkel bei Wind deutlich flacher als bei „Nullwind“. Bei unnötig flachem

Anstellwinkel wird der Drachen lange getragen, die Aufhängung spät straff und die Gewichtsteuerung mit guter Anstellwinkelkontrolle setzt später ein. Ein schneller Drachen macht nur Sinn, wenn der Pilot mit seinem Gerät „Schritt hält“ und als eine Einheit beschleunigt. Die Abhebegeschwindigkeit, die der Anstellwinkel vorgibt, muss vom Piloten zwingend erlaufen werden, um einen unsicheren Start mit Durchsacken und Nachdrücken zu vermeiden. Die Starttechnik mit anfangs etwas flachem Anstellwinkel ist daher eher für stärkeren Wind sowie sehr athletische Läufer geeignet. Natürlich auch für sehr steile Startplätze, da hier nicht sehr weit gelaufen werden muss. Wenn ein Pilot seine Starttechnik umstellen bzw. optimieren möchte, sollte er die neuen Bewegungen und Zusammenhänge in ihrer Gesamtheit erfassen. Aber die Theorie alleine bringt wenig. Intensives Bodentraining mit Laufübungen bietet sich an. Eine Beschleunigungs- Schweben- Abbremsübungen zunächst in der Ebene und dann am flachen Hang mit mehreren Wiederholungen haben bei unseren Teilnehmern von Fortbildungen gute Ergebnisse gezeigt. Zumindest ein „Aha-Erlebnis“ war es immer. Ein richtig guter Instruktor hilft Misserfolge und Frust zu vermeiden. Filmaufnahmen mit anschließender Analyse sollten Standard sein. ▽



### DER AUTOR

Peter Cröniger, DHV-Ausbildungsleiter Lehrteam Gleitschirm und Drachen, Sportpädagoge, ehem. Lufthansa Linienpilot.