



Um den Lockout erklären zu können, müssen wir etwas davon verstehen, wie unser Drachen mit und ohne die Schlepp-Kräfte fliegt.

Dies ist nicht unbedingt eine einfache Betrachtung (obwohl wir vereinfachen werden, wo immer es möglich ist), aber sie ist wichtig. Ihre Bedeutung liegt in der Tatsache, daß jeder Schlepp-Pilot sich besser vor Lockouts schützen kann, wenn er die Fluggeföhle und Kräfte versteht, die in jeder Stufe des Lockout-Prozesses auftreten.

Für jene Leser, mit weniger Neugier oder Wunsch einer detaillierten Analyse zu folgen, ist am Ende eine Zusammenfassung, damit auch sie ihr Verständnis von Lockouts erweitern und somit ihr Risiko verringern können.

Stall-Effekte

Wir beginnen damit, was mit dem Verhalten eines Flügels passiert, wenn er

eine Pfeilung erhält. Einer der Haupteffekte ist, daß der Punkt wo der Stall zuerst einsetzt, weiter zur äußeren Flügelspitze wandert.

Der Grund dafür: Dadurch, daß ein Flügel durch die Luft pflügt, verursacht er ein Aufwellen oder Überströmen von Luft vorne und zur Seite hin. Man kann diesen Effekt sehen, wenn man mit seiner Hand direkt unter der Oberfläche durchs Wasser fährt. Bei einem gepfeilten Flügel verursacht das Zentrum des Flügels einen Luftschwall zur Seite hin, der dann die Flügelspitzen mit einem höheren Anstellwinkel trifft, als die umgebende Luft dies ansonsten tun würde. Ein höherer Anstellwinkel außen resul-

tiert in einem früheren Stall, wenn der Gleiter verlangsamt wird. Während unsere Hängegleiter typischerweise ungefähr 15° geometrische Schränkung an den Flügelspitzen haben, reduziert der Effekt des Luftschwalls die effektive Schränkung auf weniger als 10° .

Betrachte Skizze 1 um zu sehen, was dies mit dem Schleppen zu tun hat. Hier sehen wir die Draufsicht eines Drachens, der an einem Schleppseil giert. Das Ergebnis ist, daß der linke Flügel viel mehr wirksame Pfeilung und der rechte Flügel viel weniger wirksame Pfeilung als bei normalem Flug hat. Mit seiner größeren Pfeilung wird der linke Flügel wahrschein-



out

Lock



lich weiter außen und schon bei einem niedrigeren Anstellwinkel als vorher stallen. Würde in dieser Situation der Pilot stallen, wäre es wahrscheinlich der linke Flügel, der zuerst stalt, und der Stall wäre härter als gewöhnlich, weil er weiter außen auftritt.

Die Konsequenz wäre ein Runter- und Zurückfallen des linken Flügels, was höchstwahrscheinlich zu einem Lockout führen würde.

Gleiteffekte

Der nächste Punkt, der zu untersuchen ist: Was passiert, wenn ein Drachen slipt. Der Drachen in Skizze 1 bewegt sich in eine Richtung, die nicht mit der Richtung übereinstimmt in die seine Nase zeigt. Dies wird Slip genannt.

Technisch gesehen ist der Gleiter, wenn er zur linken Seite der Flugbahn abweicht und sich dabei nach rechts neigt, in einem Slip; wenn er nach links abweicht, und sich dabei nach links



Skizze 2a

Gleiter (nicht im Schleppl) slipt, es treten Gierkräfte und wenig Rollkräfte auf



Skizze 2b

Gleiter (im Schleppl) mit großem Anstellwinkel, der vom Schleppseil zur Seite in einen Skid gezogen wird, es treten Roll- und Gierkräfte auf.

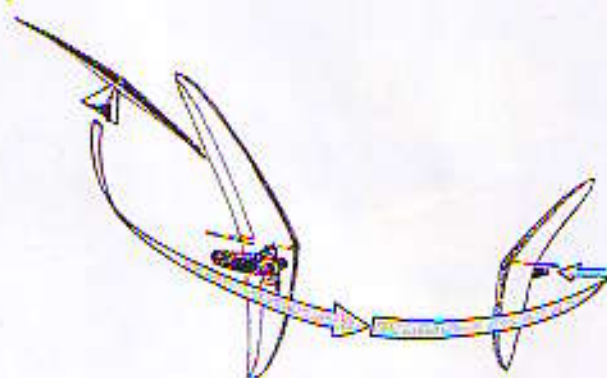
neigt, ist er in einem Skid. Im freiem Flug ist ein Drachen zu solchem Skidnen kaum fähig, aber in Verbindung mit Schlepplkräften kann es auftreten. Es ist

wichtig sich darüber im klaren zu sein, daß wir nicht direkt das seitliche Abweichen bei einem Drachen kontrollieren können. Wir können nur rollen, was dann ein seitliches Abweichen verursacht.

Im freien Flug mit einem Hängegleiter kann das Slippen kurzzeitig erzeugt werden, aber die Gierstabilität des Drachen (aufgrund des gepfeilten Flügels) läßt den Drachen schnell in die Richtung des Slippens drehen, wie in Skizze 3 gezeigt. An einem bestimmten Punkt

Beim Schleppen tritt eine andere Situation auf. Wie Skizze 2b zeigt, fliegt ein schlippender oder skiddender Drachen gewöhnlich mit großem Anstellwinkel am Seil, daher entwickelt sich nicht nur eine Gierkraft, sondern auch eine Rollkraft. Diese Rollkraft will den vorderen Flügel heben. Wenn wir zur Situation in Skizze 1 zurückkehren, sehen wir daß der rechte Flügel vorne ist. Deshalb wird der Drachen dazu tendieren nach rechts zu gieren und nach links zu rollen.

Wir beginnen mit einem Roll-Lenkbewegung wie in der Skizze 4a gezeigt (wir sollten den gegensätzlichen Gier-Effekte ignorieren, weil für unsere Diskussion nicht wichtig). Der Drachen senkt dabei den belasteten Flügel und kurvt ein. Jetzt, wenn der Pilot nichts weiter unternimmt, würde der Drachen slippen und den Stufen folgen, wie in Skizze 3 gezeigt. Um jedoch eine koordinierte Kurve zu fliegen, drückt der Pi-



ist dieser Slipwinkel so reduziert, so daß der Drachen hauptsächlich abtaucht, nicht giert und die Pitch-Stabilität einsetzt. An diese Reaktion sollte man sich erinnern, wenn wir den Prozeß eines Lockouts diskutieren.

Laß uns einen Augenblick die Reaktion eines Drachen auf das Slippen etwas genauer ansehen. In der Skizze 2a zeigen wir einen Drachen in einem Linksslip. In diesem Fall sehen wir wenig von der Unterseite des Flügels, weil der Drachen in einem Slip mit geringem Anstellwinkel ist. Der Auftrieb ist in dieser Situation zunächst reduziert. Deshalb beschleunigen wir abwärts und deshalb hat der Drachen keine Tendenz, seinen hängenden Flügel aufzurichten. Des weiteren ist der Widerstand verstärkt, besonders auf dem vorderen Flügel. Diese Zunahme beim Widerstand dreht den vorderen Flügel zurück und verändert die Bewegung des Flügels in Flugrichtung.

erkennen, daß eine entsprechende Rollkontrolle erforderlich ist, um den Flügel geradeaus zu halten. Diese Tendenz des Drachens von dem Schleppseil wegzurollen, liegt wie gezeigt, an den ungleichen Kräften auf den Flügelseiten. Beim Windschlepp kann die erforderliche Steuerkraft überraschend groß sein, sogar mit waagrecht ausgerichtetem Flügel, das können ich und andere bezeugen. Beim UL-Schlepp tritt der Effekt auf, wenn man mit hohem Anstellwinkel fliegt.

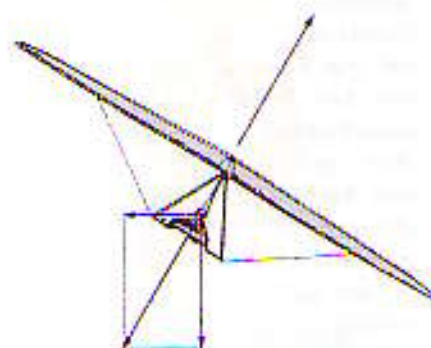
Die Rolltendenz weg von dem Schleppseil ist der Beginn eines Lockout und wird, falls unbemerkt, zu einem vollständigen Lockout führen.

Kurven-Effekte

Bevor wir die ganze Entwicklung eines Lockoutes beobachten können, müssen wir wiederholen, wie ein Drachen kurvt.

lot, um die Nase aufzurichten, um der Kurvenbahn zu folgen. Die Neigung erlaubt die Kurve und die Pitch-Kontrolle erzeugt sie.

Die Kurvenbahn ist wichtig, da sie eine entsprechende Zentrifugalkraft erzeugt, die den Piloten zur Kurvenaußenseite drückt und somit die Kräfte ausgleicht, wie in Skizze 4b gezeigt. Das Gewicht kombiniert mit der auftretenden Zentrifugalkraft resultiert hier in einem Kurvengewicht, das exakt von den aerodynamischen Kräften (der Kombination von Auftrieb und Widerstand) ausgeglichen wird. Mit einem solchen Gleichgewicht an Kräften tritt



Skizze 4b

keine Beschleunigung auf und hieraus resultiert eine stetige, kontinuierliche Kurve.

Aber gerade weil das Dazukommen eines Schleppseiles die Reaktion eines Drachens auf das Slippen verändert (oder genauer gesagt, bei großem Anstellwinkel einen Skid erlaubt), wird beim Schleppen auch die Kurvenreaktion verändert. Weil das Schleppseil den Drachen davor bewahrt, seinen Flugweg nennenswert zu ändern, kann Kurvenflug mit Pitch-Kontrolle nicht stattfinden. Deshalb wird der Kräfteausgleich nicht auftreten, wenn sich ein Drachen aus der Schleppbahn neigt. Hier wiederum ist ein weiterer Ansatzpunkt für die Entwicklung eines Lockouts.

Die Entwicklung eines Lockouts

Jetzt sind wir in der Lage all die Teile zusammenzufügen und zu sehen, wie sich ein Lockout entwickelt.

Skizze 5 zeigt eine typische Lockout-Entwicklung. Wir haben den Windenschlepp beschrieben, weil die Schleppseilposition es klarer zeigt, aber die Effekte beim UI-Schlepp sind ähnlich, wenn auch weniger ausgeprägt.

In Position 1 haben wir einen Drachen, dessen Nase zur rechten Seite des Schleppweges zeigt, (aus unserem Blickwinkel). Der Schleppweg ist durch das Schleppseil gekennzeichnet.

Wie wir gesehen haben, will der linke Flügel, in diesem Fall hochrollen, was zu Position 2 führen wird. Dieser Effekt ist um so wahrnehmbarer je weiter der Gleiter aus der Schleppbahn geraten ist und je mehr der Gleiter giert. Er ist auch wahrnehmbarer beim Windenschlepp als beim UI-Schlepp, da dieser bei höheren Geschwindigkeiten stattfindet und deshalb geringere Anstellwinkel ebenso wie flachere Schleppseilwinkel im Bezug auf den Drachenkiel hat.

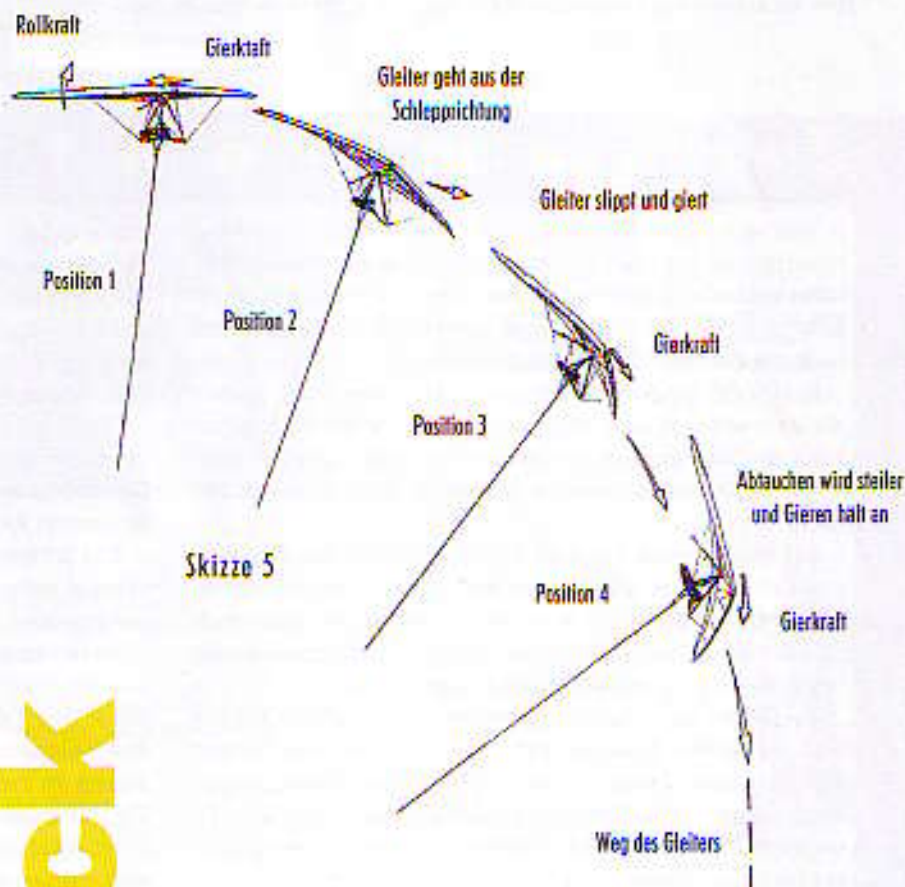
Falls der Pilot dieser Rolltendenz widersteht, wird der Drachen schließlich zum Punkt des Schleppseiles gieren, wie gezeigt, und dann direkt hinter das Schleppfahrzeug oder die Winde driften. Falls der Pilot dem Rollen nicht widerstehen kann, könnte er bei Position 2 enden.

Oft wird Position 1 übersprungen, wenn Turbulenzen oder Übersteuerung einen Drachen in die Situation von Position 2 bringen. In jedem Fall, die Dinge beginnen jetzt ernster zu werden. In der Situation von Position 2 fährt der Drachen fort von dem Schleppseil wegzurollen (nach rechts in unserer Zeichnung) weil das Schleppseil ihn in einen Skid zieht (Drachen giert nach rechts und neigt sich nach rechts). Zur selben Zeit beginnt der Drachen weiter -offline- zur rechten Seite unserer Zeichnung zu ziehen, aufgrund eines Ungleichgewichtes der Kräfte.

Ein Drachen in Position 2 benötigt starke Rollkontrolle um den Flügel horizontal auszurichten. Wenn man den Flügel aufrichtet, wird man den Drachen wieder zur Situation in Position 1 zurückbringen (aber noch seitenversetzt sein). Die Rollkontrolle wird länger gehalten werden müssen, da der Drachen gradweise seine Position kor-

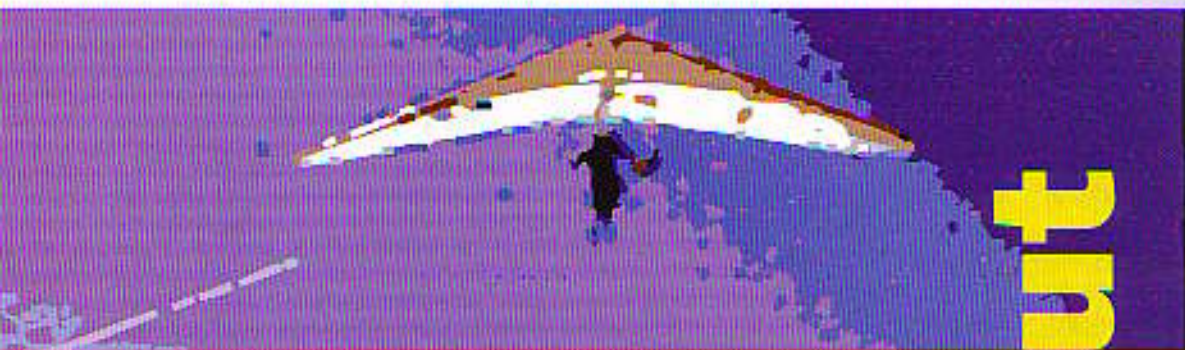
rigiert. Wenn der Flügel einmal aufgerichtet ist, sollte die Roll-Kontrolle gefühlvoll sein. Gerade genug, um die Flächen horizontal zu halten - um nicht zur anderen Seite überzureagieren. Die Situation bei den Positionen 1 und 2 sind bekannt als beginnende Lockouts und sind mit korrekter Pilotenkorrektur beherrschbar.

Ohne die richtige Pilotenreaktion jedoch wird sich die Situation schnell zur Position 3 oder darüber verschlechtern. Hier sehen wir einen vollständigen Lockout. An einem gewissen Punkt in dem Prozeß 1-4 beginnt der Neigungswinkel und der Effekt der Schwerkraft den Drachen in Richtung Boden zu beschleunigen. Wenn dies auftritt, wird der Drachen von dem Schleppseil nicht länger in einen Skid gezogen. Die Rollkraft vermindert sich und ein Slippen zur linken Seite des Piloten entwickelt sich, welches die Nase des Drachen nach unten dreht, wie in Position 4 gezeigt.



LOCK





out

Das linksseitige Slippen hat nicht den Rolleffekt, der beim Skid, wie vorher beschrieben, auftritt. Der Grund dafür: Der Anstellwinkel ist reduziert, da der Gleiter zur einen Seite rollt. Dies ist ähnlich dem Effekt, wenn man in einer Kurve ist und beinahe stalt und man seinen Neigungswinkel vergrößert, und erlebt, daß der Stall verschwindet. Um zu sehen wie dies geschieht, nimm einen Geschäfts-Briefumschlag und ziehe eine Linie in der Mitte um einen Kiel darzustellen. Jetzt halte den Umschlag in Armeslänge mit einem ausreichenden Anstellwinkel (man schaut auf die

Unterseite seines Flügel-Modells). Jetzt drehe den Umschlag um den Kiel als Achse und du wirst sehen, daß sich der Anstellwinkel vermindert bis er null ist, bei 90° Neigungswinkel. Also verringert der Slip während der Lockoutphase von Position 3 an den Anstellwinkel des Drachen und dient nur dazu, die Nase des Drachen abwärts zu drehen.

Nach Position 4 wird der Drachen vielleicht fortfahren die Nase nach unten zu drehen wie bei der gestrichelten Linie gezeigt (oder er berührt den Boden zuerst).

Wenn ein Pilot Position 3 erreicht hat, ist seine einzige Hoffnung, von dem

Schleppleinenzug freizukommen, durch Ausklinken, Reißen der Sollbruchstelle oder Seilfreigabe.

Die Grenze zwischen Situation 2 und 3 hängt von der Schleppkraft, der Länge und des Winkels des Seiles ab. Je größer die Kräfte, je kürzer die Linie und je steiler der Winkel, um so schneller wird die Verschlimmerung in Richtung Lockout auftreten. Es sollte klar sein, daß bei einer Abrollwinde direkt nach dem Start wahrscheinlich der empfindlichste Zeitraum ist. Die Begrenzung der Schleppkraft ist in diesem Fall unsere beste Lockout-Verhinderung.

Z u s a m m e n f a s s u n g

Je mehr ein Flügel gefeilt ist, um so wahrscheinlicher wird er weiter außen in Richtung der Flügelspitzen stalten. Das kann gefährliche Konsequenzen haben, wenn der Pilot im Schlepp stalt, wenn der Flügel gegenüber dem Schleppseil nicht gleichmäßig ausgerichtet ist.

Ein Gleiter reagiert im Schlepp auf Lenkausschläge anders als im normalen Flug. Der Grund dafür ist die zusätzliche Kraft des Schleppseils, welche das Kräftegleichgewicht zwischen Gewichtskraft und aerodynamischen Kräften verändert.

Ein Hänggleiter ist beim Rollen während des Schlepps instabil. Wenn er sich in eine Kurve neigt oder ein wenig giert, will er sich weiter in die Kurve neigen. Der Pilot muß im Schlepp aktiv den Gleiter zurück in die Schlepprichtung bringen, wenn er aus der Richtung geraten ist.

Ein Gleiter kann im Schlepp gieren oder skidden. Falls ein Skid bei hohem Anstellwinkel vorkommt, wird der Gleiter eine Rolltendenz weg von der Schlepprichtung haben, sogar dann, wenn die Flügelseiten horizontal ausgerichtet sind. Je weiter der Gleiter aus der Schlepprichtung gerät, umso stärker ist dieser Effekt.

Die üblichen Gründe für den Lockout sind: Turbulenz, starkes Übersteuern, Schleppen bei Seitenwind und beim UL-Schlepp zu weit aus der Kurve tragen lassen, wenn das UL kurvt. Im allgemeinen verzeiht der UL-Schlepp mehr als

der Windschlepp, wegen der unterschiedlichen Schleppwinkel, Schleppgeschwindigkeiten und Schleppkräften. Nach meiner Erfahrung beginnen die Probleme beim Windschlepp, wenn man mehr als 15 Grad aus der Schlepprichtung gerät, beim UL-Schlepp, wenn man mehr als 45 Grad abweicht.

Wenn ein Gleiter sich aus der Schlepprichtung neigt, beginnt ein Slip mit niedrigem Anstellwinkel Richtung Boden. Dieser Slip dreht die Nase nach unten und der Drachen beschleunigt Richtung Boden.

Das Schleppseil hält den Gleiter im Slip weil es ihm nicht erlaubt seinem normalen Kurvenweg zu folgen oder sich aufzurichten.

Vielleicht ist der wichtigste Schluß, den man ziehen kann, daß der Pilot am besten auf zweierlei Weisen geschützt ist. Die erste ist das aufmerksame, angemessene Lenken, um in der Schlepprichtung zu bleiben oder so schnell wie möglich wieder in die Schlepprichtung zurückzukehren, wenn eine Turbulenz eine Richtungsänderung verursacht hat. Die zweite ist, sofort auszuklinken, wenn sich die Dinge schlecht entwickeln und nicht erst dann, wenn der Boden auf einen zukommt.

Dennis Pagen

Übersetzt aus »Hanggliding«