

Turbulenzen

Teil 6 | Dieser Artikel ist Teil einer Folge über Thermik- und Streckenfliegen. Die Grundlage dazu sind die Bestseller „Das Thermikbuch“ und „Das Streckenflugbuch“. Die vorgestellten Themen sind um neue Erkenntnisse ergänzt und erweitert worden. Beide Bücher sind im DHV-Shop erhältlich.

Text und Fotos Burkhard Martens

Turbulenzen sind der natürliche Feind des Fliegers. Am bekanntesten ist wohl das Lee als Ursache. Es gibt kaum Piloten, die gerne in Turbulenzen fliegen. Da die Luft nun mal selten ruhig ist, muss man also versuchen, mit den Turbulenzen zu leben. Es gilt, sie aber auf jeden Fall weitestgehend zu meiden. Turbulenzen entstehen zum Beispiel im Lee von Bergen oder, kleinräumig gesehen, auch schon hinter Häusern und Bäumen. Hinter bedeutet in diesem Zusammenhang im Lee. Windscherungen und Thermiken sind weitere Gründe für

Turbulenzen. Flugzeuge hinterlassen Wirbelschleppen. Thermik, die an eine Inversionsgrenze anstößt, verursacht Turbulenzen. Prinzipiell verursachen schwache Winde oder schwache Thermik auch schwache Turbulenzen. Aber sehr starker Wind oder starke Thermik erzeugen entsprechend starke bis extreme Turbulenzen. In stärkeren Turbulenzen können Gleitschirme einklappen, Drachen können tuckern. Das bedeutet, dass der Pilot im Extremfall dabei abstürzen kann. Man kann es sich vielleicht wie eine brechende

Welle auf dem Meer vorstellen. Ein Wellenreiter ist oben auf der Welle und fällt nach vorne weg. Luft sieht man nicht, ist jedoch ein Pilot am Rand der Thermik, verhält es sich ähnlich.

Je größer das Hindernis, umso größer die Turbulenz. Je stärker der Wind, umso brutaler die Verwirbelungen. Hinter kleinen Hindernissen, wie zum Beispiel Baumreihen, sollte der landende Flieger bei stärkerem Wind zirka 100 Meter Abstand halten. Ist das Hindernis ein Haus, besser neben dem Haus als dahinter landen.



Bild 1 | Dieser im Windkanal sichtbar gemachte Wirbel entsteht hinter jedem Flügel, der sich bewegt. Je größer das Fluggerät, desto größer der Wirbel und umso länger steht dieser in der Luft. Hinter großen Flugzeugen können solche Wirbel einige Minuten stehen und dann immer noch so stark sein, dass sie Gleitschirme zum Klappen bringen. (Bild mit freundlicher Genehmigung von Manfred Kistler, Skywalk)

Info

Luv: dem Wind zugewandte Seite, hier wird geflogen.

Lee: dem Wind abgewandte Seite. Hinter dem Hindernis wird das Fliegen vermieden.

Laminare Strömung: ein gleichmäßiges, ruhiges Fließen, vergleichbar mit einem schwach aufgedrehten Wasserstrahl aus einem Wasserhahn.

Turbulente Strömung: eine wilde, ungeordnete, spritzende Strömung. Beim Wasserhahn ist sie zu sehen, wenn er ganz aufgedreht ist.

Turbulenz hinter Bergen

Die Turbulenzstärke ist davon abhängig, wie das Gelände beschaffen ist. Ist das Gelände sanft geneigt oder steil abfallend? Je stärker der Wind, desto heftiger die Turbulenz und umso weiter reichen die Wirbel hinter den Berg. Als Anhaltswert kann bei stärkerem Wind von einem Leegebiet von zirka einem Kilometer ausgegangen werden. Im Bereich kurz hinter dem Berg ist es turbulenter als weiter entfernt.

Tipp:

Dennis Pagen gibt in seinem Buch Performance Flying für den gefährlichen Leebereich folgende Formel an: Objekthöhe (foot) mal Windgeschwindigkeit (mph). Beispiel: Haus 20 foot (ca. 6 m) hoch mal 15 mph (ca. 24 km/h) ergibt 300 feet (ca. 90 m gefährlicher Turbulenzbereich. Bei einem Berg 300 m hoch und 15 km/h ergibt das ca. 3 km zu meidender Turbulenzbereich.

Das sind sicher nur Anhaltswerte, aber es trifft's ganz gut. Wenn wir am Brauneck nach Süden starten und der Talwind stark ist, kommen wir manchmal nicht mehr vor den Berg zum Landeplatz. Wenn wir dann ca. 1 km südlich des Hügels landen, ist es dort immer noch sehr turbulent.

Turbulenz hinter Hangkanten

Hinter Hangkanten hängt die Größe und Stärke der Turbulenz von der Hangneigung und Windgeschwindigkeit ab. Im Bild sind typische Kanten skizziert, die beim Soaren an Dünen vorkommen. Sie sind aber auf jede Soaringkante übertragbar. Da an solchen Flughügeln viel topge landet wird, hier ein paar Ratschläge dazu.

Ein 30er Wind kann hinter 200 m hohen Kanten noch in 500 m Abstand starke Turbulenzen verursachen.

Allgemein gültig ist:

- ✘ Schwacher Wind verursacht wenig Turbulenz. Toplanden ist möglich.
- ✘ Je steiler die Hangkante ist, desto weiter ist der Turbulenzbereich hinter den Hang versetzt. Da niemand weiß, wie weit das genau ist, sollte in diesem Fall auf Toplanden verzichtet werden.
- ✘ Ist der Hang thermisch aktiv, können vor dem Hang Ablösungen hochgehen. Hier ist höchste Vorsicht geboten. Die Luft ►



Bild 2 | In diesem sichtbaren Lee geht es nicht turbulent, aber mit erhöhtem Sinken runter.

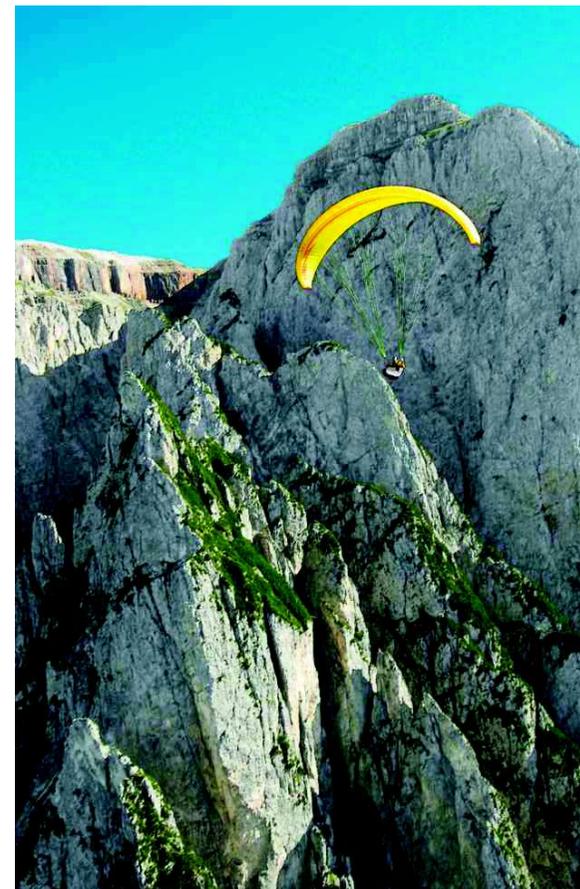


Bild 3 | Ein Flug vor der imposanten Seceda in den Dolomiten (I). Hinter steil abfallenden Bergen sind die Turbulenzen lebensgefährlich, deshalb immer deutlich im Luv fliegen.

FOTO TILL GOTTBRATH - NOVA

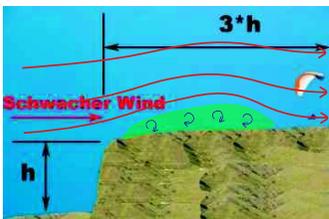


Bild 4 | Hinter steilen Hängen bildet sich direkt hinter der Hangkante ein Leegebiet, es ist grün eingezeichnet. Ist der Wind schwach, kann in mäßig unruhiger Luft mit zirka „drei*h“ Abstand topgelandet werden.

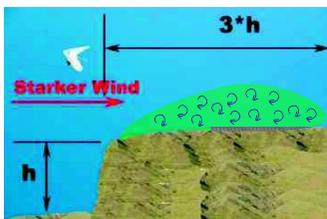


Bild 5 | Wird der Wind an diesem Hang stark, reicht das Gebiet mit Turbulenzen auch weit über „drei*h“ hinaus. Topplanden wäre nun immer gefährlich.

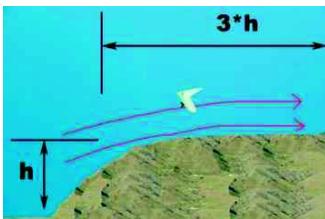


Bild 6 | Ist der Übergang des Hanges zur Ebene sanft, befindet sich dort überhaupt kein Lee, auch nicht bei sehr starkem Wind. Das sind Soaringhänge, die zum Spielen mit dem Gleitschirm ein Traum sind. Ständiges turbulenzfreies Topplanden ist möglich.

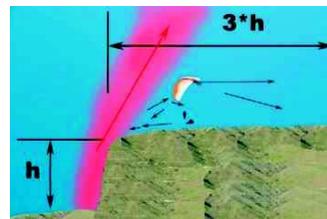


Bild 7 | Ist der Hang thermisch aktiv, sollte nicht topgelandet werden. Die Thermik zieht die Luft von der Hangkante an, so dass dort Rückenwind herrscht, wenn eine Thermik vorbeizieht.



Bild 11 | Hier fließt das Wasser von links nach rechts. An dem Stein könnte der Pilot in der Mitte gut soaren. Am Rand des Steins fließt das Wasser quer vorbei. Das passiert auch beim wirklichen Soaren. Am besten soart es sich in der Mitte des Berges. Hinter dem Stein entstehen kaum Wirbel, das Wasser fließt langsam, entsprechend entstehen nur schwache Turbulenzen.



Bild 8 | Am Meer gibt es die laminarsten Luftströmungen, auch bei starkem Wind. Canoe Quebrada, Brasilien. Foto: Nina Brümmer



Bild 9 | Ein Berg mit einem Seitenrotor, hier gelb gezeichnet. Der Wind ist nicht stark genug, um oben über den Berg zu strömen, also fließt er seitlich drum herum. Hier sind Turbulenzen zu erwarten, wie auch im Bild 10.



Bild 10 | Strömt der Talwind durch diese Düse, verstärkt er sich ganz erheblich. Er ist nicht so stark, dass er oben über die Berge drückt, aber an den Randbereichen der Düse entstehen Seitenrotoren. Im Bild: der Diedamskopf (A).

► steigt vor dem Hang hoch und zieht an der Hangkante die Luft von der Hochebene an: Plötzlicher Rückenwind an der Hangkante ist die Folge. Wer genau in diesem Moment toplandet, hat ein ernstes Turbulenzproblem.

Es gibt in den Bergen Startplätze, die wie auf Bild 6 aussehen. Zum Beispiel in Asprès (F), Castelluccio, Meduno und Feltre in Italien. Alles tolle Fluggebiete, in denen man das Topplanden lernen kann.

Turbulenz als Seitenrotor

Turbulenzen entstehen nicht nur hinter Bergen, Waldkanten, Häusern oder Geländeeinschnitten. Strömt der Wind um ein Hindernis herum, entstehen Seitenrotoren.

Tipps:

Luftströmungen und Turbulenzen kann man meistens nicht so schön sehen wie im Bild links. Je besser man lernt, sich die Strömungen vorzustellen, umso seltener wird man von Turbulenzen überrascht.

Turbulenzen im Wasser erkennen

Wasser und Luft sind beides Fluide. Sie verhalten sich in vielen Dingen vergleichbar. Wenn der interessierte Flieger die Wasserströmung rund um Kiesel in einem Fluss genauer betrachtet, kann er sich besser die unsichtbare Luft vorstellen. Luft fließt wie Wasser um Hindernisse, Berggrücken oder Biegungen herum. Wo Wasser aufsteigt, wo es plötzlich turbulent ist, aber auch wie es hinter Hindernissen fließt, ob ruhig (laminar) oder turbulent - kann man sehen.



Bild 12 | Ein schnell fließender Gebirgsbach. Vor dem Stein wäre es gut zu soaren. Hinter dem Stein zieht sich die Wirbelschlepe um das zirka Fünffache der Höhe in die Länge. Danach wird die Strömung wieder ruhig.



Bild 13 | Das Wasser fließt laminar und sehr schnell im Lee des Steins herunter, bevor es turbulent wird. Vergleichbar einem Berg, an dem der Flieger mit 10 m/s (!) im Lee in ruhiger (!) Luft heruntersinkt. Kurz vor dem Boden klappt dann in der Turbulenz der Schirm ein, beziehungsweise ein Drachen überschlägt sich.



Bild 14 | Hier sieht man durch die Wolke die Windströmung. Links fließt sie über den Bergausläufer drüber, sinkt in den Kessel (Erfahrungswert: bis zu -5 m/s), und steigt an dem Seilbahnausläufer stark bockig wieder auf. So fließt die Luft im Garland am Brauneck (D) bei Nordwind (Talwind) auch ohne Wolken.



Bild 15 | Dieser Pilot sinkt gleich in die sehr kalte Bodeninversion. In der Höhe war 15 km/h Südwind, innerhalb der Inversion aber 10 km/h Nordwind. Die Turbulenzen in der Windscherung waren schwach und verursachten nur leichte Wackler. Im Bild Lenggries (D).



Bild 16 | Hier sieht man sehr schön eine Windscherung. Der Bodennebel wird mit dem Talwind (Nordwind) ins Isartal gedrückt. Darüber liegt eine Südströmung, beim Flug ins Tal konnte an der Südflanke ein Nullschieber ausgenutzt werden, bevor es leicht wackelig in der Scherschicht wurde.



Bild 17 | Sommerinversion an der Alpennordseite. Reicht die Thermik an diese Inversion heran, kann es genau dort recht turbulent sein und etwas darunter angenehm zu fliegen. Wer das registriert, bleibt besser immer etwas tiefer und kann so viel ruhiger fliegen. Die Aufnahme entstand an der Waidringer Steinplatte (A). Die dreckige Luft ist am Horizont zu sehen, Blickrichtung Nord. Der kleine dunkle Fleck links an der Inversionsgrenze ist das Kernkraftwerk bei Landshut.

► **Tipp:** *Mein persönliches Risikomanagement bei starkem Wind ist wie folgt: Ich fliege nicht in den Bergen, wenn der Wind aus nördlicher Richtung mit 20 km/h im Gipfelbereich weht. Die Thermik sucht man ja in der Regel im Lee auf den Südflanken. Ich hasse starke Leerturbulenzen.*

Turbulenzen bei Windscherungen
Treffen zwei Windströme mit unterschiedlichen Richtungen aufeinander, ist an der Berührungsfäche eine Windscherung. Eine häufig auftretende Windscherung gibt es in den Bergen immer dann, wenn

die Talwindrichtung und der Höhenwind unterschiedlich sind. Die dabei entstehende Turbulenz und die Ausdehnung in der Höhe sind von der Windstärke abhängig. Die Übergänge sind oftmals nur durch etwas unruhige Luft gekennzeichnet, selten und nur bei sehr starken Windgegensätzen sind hier die Turbulenzen als stark zu bezeichnen.

Häufige Windscherungen gibt es an Inversionen. Unter- und innerhalb der Inversion weht der Wind oft anders als oberhalb.

Tipp: *Inversionen stellen nicht nur eine thermische Sperschicht dar, sie kanalisieren und begrenzen auch Windströme in ihrer vertikalen Ausdehnung. Am Boden kann ein starker Talwind wehen, und oben am Berg spürt man keinen Wind. Die Gleitschirmflieger sollten daher immer den Beschleuniger einhängen.*

Sperschichtturbulenz
Die Thermik steigt in die Inversion und wird dort gestoppt. Durch Windscherungen entstehen die unangenehmen Turbulenzen an der Sperschicht. Siehe Bild 17.

Zu bestellen über Tel. 08022-9675-0 • Fax 08022-9675-99
E-Mail: shop@dhw.de • www.dhw.de
Alle Preise inkl. MwSt. zzgl. Portokosten

DHW SHOP



Neu!

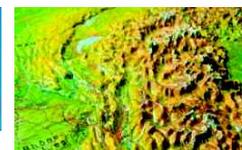
NEU - Rettungsschnur mit Signalpfeife
Die free*speed Rettungsschnur mit ultralauter Signalpfeife.
Start Bleigewicht hängt am Ende der Schnur eine sehr laute und weit hörbare Signalpfeife. So kann man die Bergungsmannschaft über eine große Entfernung auf sich aufmerksam machen.
Preis 12,90 €



T-Shirt Gleitschirm und Drachen
T-Shirts für Damen und Herren mit Gleitschirm- und Drachenthema aus Baumwolle mit Rundhalsausschnitt (Damen fallen klein aus)
Farben: Herren dunkelblau/Damen purple
Preis 19,00 €



DHW-Windsack
Ripstoppwebbe in der Größe 32 x 115 cm, Preis 19,50 € zzgl. 4,10 € Versand



Relief Karten Alpen, Österreich
klein gerahmt, 1,24 Mio, Preis: 34,95 €
groß, 11,2 Mio, Preis: 39,95 €
groß gerahmt, 11,2 Mio, Preis: 69,95 €
Österreich:
groß, 11,2 Mio, Preis: 39,95 €
groß gerahmt, 11,2 Mio, Preis: 69,95 €

BÜCHER + DVDs



Wolken, Wind und Thermik
von Charlie Jöst.
Dauer 53 Min.
Preis 19,50 €



Am Seil nach oben
von Charlie Jöst.
Dauer 60 Min., Gleitschirmschlepp
32 Min.,
Drochenschlepp 28 Minuten.
Preis 15,50 €



Die schönsten Fluggebiete der mittleren und östlichen Alpen
3 DVDs mit Hardcoverbuch mit 84 Seiten, viele Gutscheine im Buch enthalten/mit 3 DVDs,
Preis 44,95 €



DHV-XC 2010
Die Deutsche Streckenflugmeisterschaft 2010 auf DVD und Bluray.
DVD-Preis 15,50 €
Bluray-Preis 20,50 €



Aktiv Gleitschirmfliegen
von Charlie Jöst
mit Bonusvideo.
Filmdauer 42 Minuten.
Bonusfilm 12 Minuten.
Preis 19,50 €



Starten, Steuern, Landen
mit dem Drachem
von Ralf Heuber
mit Bonusvideo.
Filmdauer 15 Min.
Bonusfilm 12 Minuten.
Preis 15,50 €



Starten, Steuern, Landen
mit dem Gleitschirm
von Charlie Jöst mit Bonus
video. Dauer 35 Min.
Bonusfilm 12 Minuten.
Preis 15,50 €



Der Streckenflugfilm
mit Flugpraxis-Tipps
Atemberaubende Streckenflüge.
Im Theoriefilm Infos zu Flugdokumentation, Wetterberatung und Flugplanung. Dauer 4 Std. 35 Min. Preis DVD 29,90 Euro, BluRay 34,90 Euro



Der Thermikfilm
Flugpraxis-Tipps für Drachen- und Gleitschirmflieger. Grundkenntnisse vorausgesetzt für Piloten ab der A-Lizenz.
Preis DVD 29,90 €
Blue Ray 34,90 €



Lehrplan - Windschlepp
(Stand 7/11)
Preis 16,90 €



Lehrplan - Drachenfliegen
Grundlage für die Ausbildung.
(Ausgabe 2010)
Preis 29,90 €



Gleitschirmfliegen
für Meister.
Lehrbuch für den Streckenflieger. Grundlegend überarbeitet, erweitert und aktualisiert. Mit CD-Rom. Preis 39,90 €



Gleitschirmfliegen
Grundlegend überarbeitet, erweitert und aktualisiert. Mit beiliegender CD-Rom.
Preis 44,95 €



Streckenflugbuch für GS und HG
2. Auflage, Juni 2014,
624 Seiten, 1000 Bilder
Preis 49,90 €



Lehrplan - Passagierfliegen
Grundlage für die Ausbildung zur Passagierberechtigung zur Gleitschirmfliegen. (Neuausgabe 2012)
Preis 19,90 €

KARTEN



Fluggebiete der Alpen
Auf drei Karten Ost/Mitte/West im Maßstab 1:400.000 die schönsten Fluggebiete der Alpen. Die Karten sind als Straßenkarte mit praktischer Faltung und als Fluggebietsführer zu verwenden.
Preis pro Karte: 12,80 €
(Sonderpreis für DHV-Mitglieder)



Deutsche Fluggeländekarte
ca. 450 Fluggelände in ganz Deutschland incl. Schleppland.
(Ausgabe 2004)
Preis: 7,00 €



Fluggebiete Alpen
4-sprachige (DE, EN, F, I) Fluggebietskarte mit Infos zu über 1.100 Fluggeländen in den Alpen. Beiliegendes Booklet mit Daten zu über 2.500 Start- und Landeplätzen. Praktischer Fluggebietsführer und Straßenkarte der Alpen.
Preis pro Karte: 17,80 €

ZUBEHÖR

Erste Hilfe Päckchen
Maße: 20*14*5 cm
Preis: 37,00 €, incl. SAM-Splint 19,00 €, ohne SAM-Splint

Flugbuch für Drachen- und Gleitschirmflieger
Rubriken: Flug Nr., Gerätetyp, Datum, Ort, Höhendifferenz, Flugdauer, Bemerkungen und Vorkommnisse, Fluglehrerbestätigung.
Preis 4,10 €

Rettungsschnur-Set
Bestehend aus 30 m Nylon-Flechtnur und 30 g Bleigewicht
Preis 4,10 €