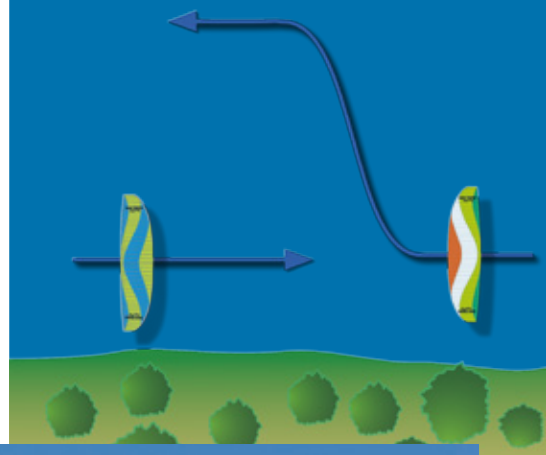


7.1 Auflage / Juli 2017

FLUG today

LANDEVOLTE



GEGENANFLU

KORR

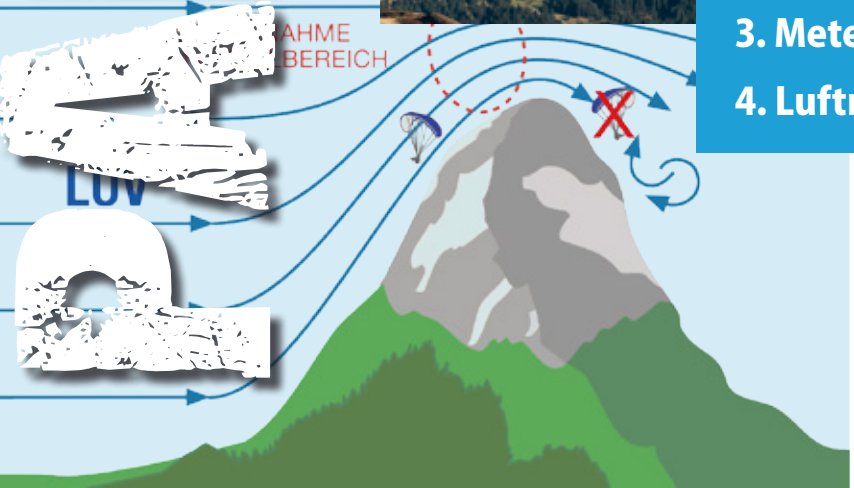


Lehrbuch zur A-Lizenz

- 1. Gerätekunde • Technik • Aerodynamik
- 2. Flugpraxis
- 3. Meteorologie
- 4. Luftrecht

NAHME
BEREICH

LOV



Papillon[®]
Paragliding



Lüssen



Annecy



Düne / Dänemark



Rio



Winterfliegen auf der Wasserkuppe



Lüssen



Südafrika

„Ich lief langsam gegen den Wind und plötzlich fühlte ich die hebende Kraft. Im nächsten Augenblick verlor ich den Boden unter den Füßen und glitt durch die Luft sanft bergab. Das Gefühl beim Fliegen ist höchst beglückend und ganz unbeschreiblich!“

So beschrieb Irvin Wood, der erste Flugschüler der Menschheitsgeschichte, seinen ersten Gleitflug, den er 1896 unter Anleitung von Otto Lilienthal durchführte. Etwa 90 Jahre später entwickelt sich das Gleitschirmfliegen zu einem Sport, der seitdem Tausende auf der ganzen Welt in seinen Bann zieht.

Satelliten umkreisen die Erde, Menschen fliegen zum Mond und bauen Überschallpassagiermaschinen – aber an die Möglichkeit, mit einem Flügel ohne starre Bauelemente abzuheben, dachte bis vor Kurzem noch niemand. Diese revolutionäre Entwicklung kommt dem uralten Menschheitstraum vom Fliegen so nahe wie kein anderer Luftsport.

Sicher und glücklich fliegen lernen

Paragliding sieht nicht nur einfach und sicher aus, sondern ist es auch. Dank der Papillon-Standards für sicheres Gleitschirmfliegen kann heute nahezu jeder das große Natursportabenteuer erleben.

Gleitschirmfliegen kann aber auch schnell zum Extremsport werden, wenn aus Unwissenheit, Leichtsinn oder Überschätzung des Piloten zu anspruchsvolle Fluggeräte in zu anspruchsvollen Gebieten oder meteorologisch zu anspruchsvollen Verhältnissen geflogen werden.

Dieses Fliegerhandbuch vermittelt die theoretischen und flugpraktischen Grundlagen, die zum sicheren Gleitschirmfliegen nötig sind. Es ersetzt nicht den Theorieunterricht, soll dich aber bei der Vorbereitung auf die Theorieprüfung zur A-Lizenz unterstützen.

Bemerkung zur 7. Auflage

Alle Inhalte wurden komplett überarbeitet und an die neuen DHV-Prüfungsfragen vom Frühjahr 2016 angepasst. In den jeweiligen Abschnitten ist mit „PF“ gekennzeichnet, auf welche Prüfungsfragen der Text eingeht.

Für deine Gleitschirmausbildung wünschen wir dir schon jetzt viel Spaß, viel Erfolg und viele schöne Flüge!

See you UP in the sky!

Dein Papillon-Team



Inhaltsverzeichnis



Fliegen an der Wasserkuppe • Foto: Klaus Tillmann

1	Gerätekunde, Technik, Aerodynamik	6
1.1	Grundlagen des Fliegens	6
1.2	Konstruktion eines Gleitschirmes	7
1.3	Aerodynamik des Gleitschirmes	18
2	Flugpraxis	27
2.1	Vorflugroutine	27
2.2	Start	28
2.3	Flug	29
2.4	Landung	36
2.5	Verhalten in besonderen Fällen	38
2.6	Menschliche Leistungsfähigkeit	40
2.7	Natur- und Umweltschutz	41
3	Meteorologie	42
3.1	Physikalische Grundlagen	43
3.2	Thermodynamik	46
3.3	Gewitter, Thermische Überentwicklung	48
3.4	Luftzirkulationen auf der Nordhalbkugel – Dynamische Winde	49
3.5	Thermik	52
3.6	Wind	54
4	Luftrecht	60
4.1	Behörden und Zuständigkeiten	60
4.2	Gesetze und Rechtsverordnungen	61
4.3	Ausbildung und Lizenzbestimmungen	61
4.4	Ausrüstung	63
4.5	Versicherungen und Straf- und Busgeldvorschriften im Gleitschirmsport	64
4.6	Regelungen im Flugbetrieb	65
4.7	Luftraumstruktur	70



Autor des Kapitels
Gerätekunde, Technik,
Aerodynamik

Paul Seren, Baujahr 1959,
ist Dipl. Ing. für Luft- und
Raumfahrttechnik und hat
12 Jahre mit Schwerpunkt
Luftfahrzeuginstandsetzung
bei der Luftwaffe gearbeitet.

Paul ist seit 1979 Drachen- und seit 2003 Gleit-
schirmflieger. Er hat eine fliegende Frau und vier
(ebenfalls fliegende) Söhne. „Ich bin vom Fliegen
so begeistert, dass ich im Lauf der Jahre meine
ganze Familie mit diesem Virus angesteckt habe.“



Abbildung 1: Ikarus und Daidalos

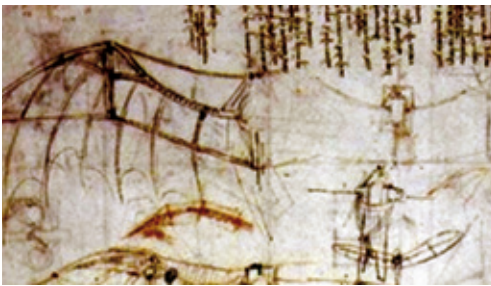


Abbildung 2: Flügelskizze von Leonardo da Vinci

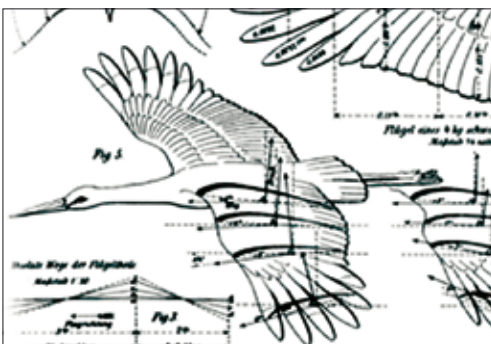


Abbildung 3: Lilienthals Beobachtungen

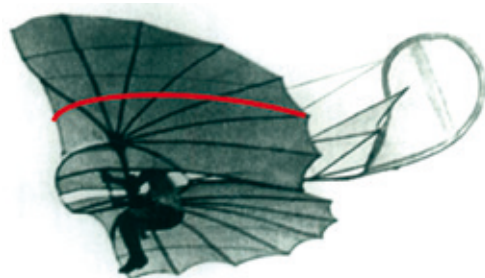


Abbildung 4: Otto Lilienthal im Gleitflug

1 Gerätekunde, Technik, Aerodynamik

Es ist schon ein besonderes Erlebnis, mit einem Gleitschirm abzuheben und die Landschaft unter sich zu genießen. Besonders erstaunlich ist es, dass uns dies mit ein paar Metern Stoff, einigen Leinen und uns als getragene Last möglich ist.

Dieses erste Hauptkapitel soll zu den Prüfungsfragen hinführen und ein Verständnis für die Zusammenhänge der Aerodynamik, der Konstruktion eines Gleitschirmes und seiner Technik liefern.

1.1 Grundlagen des Fliegens

Lange Zeit hat der Mensch versucht, dem Geheimnis des Fliegens auf die Schliche zu kommen. Obwohl es in der Natur viele Vorbilder gab, waren die Nachahmungsversuche durchgängig von mangelndem Erfolg geprägt.

Ein wesentlicher Grund für den Misserfolg war eine unzureichende Betrachtung unserer Vorbilder: Man nahm an, dass die schlagenden Flügel und Federkleider hauptsächlich verantwortlich für die Bewegungsmöglichkeit in der Luft waren. Der Schwerpunkt der Konstruktionen lag daher bei den „Schlag-Apparaten“ – entweder durch direkte Muskelkraft (Ikarus und Daidalos aus der griechischen Mythologie, Abbildung 1) mit an den Armen drapierten Federn oder durch mechanische Vorrichtungen (Leonardo da Vinci, 1452-1519, Abbildung 2).

Leider reicht die Muskelkraft des Menschen hierfür nicht aus: Während beim Menschen die Arm- und Beinmuskulatur ca. 20-25% des Körpergewichts trägt, besteht bei einem Vogel etwa die Hälfte seines Körpergewichts aus Muskelmasse.

Der Mensch ist also zu schwach, dafür aber schlau! Die Evolution hat fliegende Säugetiere hervorgebracht. Seit der Erfindung des Fliegens vor etwa 120 Jahren gehört auch der Mensch zu dieser Gruppe.

Als einer der ersten Entdecker und Vordenker der Flugmechanik gilt Otto Lilienthal. Er hatte in seinen Beobachtungen gedanklich die Themen „Vortrieb“ und „Auftrieb“ voneinander getrennt. Seine Untersuchungen waren abgeleitet von den Beobachtungen kreisender Störche, welche er intensiv analysiert hat.

Die wesentliche Erkenntnis, die auch in seinen zahlreichen Versuchen eine Bestätigung fand, war das Vorhandensein eines Anstellwinkels und einer sogenannten Profilwölbung (Abbildung 3)! Diese Wölbung bewirkt nicht nur eine deutliche Auftriebskomponente, sondern eben auch eine Vortriebskraft, die dem Widerstand der Fläche entgegenwirkt.

Durch seine grundlegenden Untersuchungen konnte er die ersten wirklich flugfähigen, mantragenden Flugapparate entwickeln und erfolgreich im Flug erproben (Abbildung 4). Seine Untersuchungen ergaben auch, dass die unterschiedlichen Wölbungsformen (Wölbungshöhe, -vorlage, -dicke) charakteristische Eigenschaften bezüglich Auftrieb und Widerstand besitzen. Diese Messwerte fasste er in eine sogenannte Profilpolare zusammen.

Eine grundsätzliche Eigenschaft haben fast alle Profile: 2/3 des erzeugten Auftriebs entstehen durch den Unterdruck auf der Oberseite der Tragfläche und nur 1/3 des Auftriebs durch den Überdruck auf der Unterseite der Tragfläche (Abbildung 5). Der Auftrieb wirkt am ungebremsten Gleitschirm am stärksten im vorderen Drittel des Profils, im Mittelbereich des Flügels.

Das Geniale bei Gleitschirmen ist, dass die Tragfläche nicht aus festen Materialien besteht. Es wurde eine einfachere Möglichkeit gefunden, eine tragende Fläche aus Stoff zu bauen, um welche die Luft auftrieberzeugend herumströmen kann.

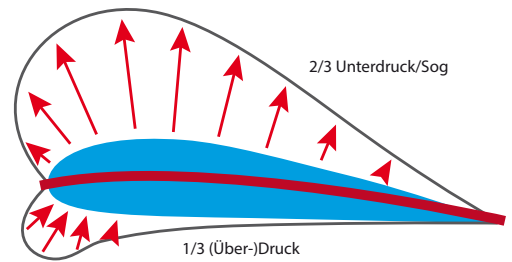


Abbildung 5: Druckverteilung am Flügelprofil

1.2 Konstruktion eines Gleitschirmes

1.2.1 Der Gleitschirmflügel

(PF 1, 5, 7-12, 14-19, 46-48, 59, 112, 115-116, 121-122)

In der gesamten bemannten Luftfahrt stellt der Gleitschirmflügel eine Besonderheit dar: Ein Teil der umströmenden Luft wird dazu genutzt, den Schirm „aufzupusten“, um den nötigen Innendruck aufzubauen. Vorne an der Eintrittskante ist der Schirm hierzu offen und an der Hinterkante geschlossen.

Ober- und Untersegel sind durch Zellwände und Zellzwischenwände verbunden. Die Eintrittskante liegt bei modernen Schirmen auf der unteren Hälfte der Nasenkrümmung und gewährleistet eine gute Einströmmöglichkeit.

Diese Zellzwischenwände entsprechen den „Rippen“, welche maßgeblich für die oben beschriebene gewölbte Profilform verantwortlich sind. Zusätzlich sind diese Rippen durchlöchert: Crossports ermöglichen die Luftverteilung und den Innendruckaufbau in der gesamten Flügelkonstruktion. Bei einem mit Luft gefüllten Gleitschirm sind die einzelnen Zellen gut zu erkennen.

Damit der aufgebaute Innendruck nicht sofort wieder durch den Stoff entweicht, werden als Material meist sehr dichte, leichte und beschichtete Tücher aus Polyamid (Nylon) verwendet. Diese weisen eine sehr geringe Luftdurchlässigkeit auf und haben durch Ihre Web-Art (Ripstop-Gewebe) eine besonders hohe Reißfestigkeit.

Ein weiteres Konstruktionselement im Schirm sind sogenannte V-Rippen bzw. Diagonalzellen, welche schräg zur normalen Rippe eingenäht sind. Sie unterstützen die innere Kraftverteilung auf mehrere Kammern und verringern dadurch die Anzahl der Leinenansatzpunkte. Damit wird Leinenmaterial eingespart (Widerstandsminderung!) – ohne auf die Profiltreue verzichten zu müssen (Abbildung 7).

Querbänder, welche in Spannweitenrichtung eingenäht sind, erhöhen die Kappenstabilität und verringern die sogenannte Eigenschwingung des Gleitschirmes.

Auch die Eintrittskante ist aus mehreren Gründen verstärkt: Einerseits wird so der Füllvorgang der Kappe beim Start unterstützt, andererseits ist es wichtig, im Auftreffbereich der umströmenden Luft eine hohe Profiltreue zu gewährleisten. Diese soll auch im Schnellflug bestehen bleiben, wenn sich der Staudruck, der auf die Nase einwirkt, mit der Geschwindigkeit erhöht.



Abbildung 6: Die wichtigsten Elemente

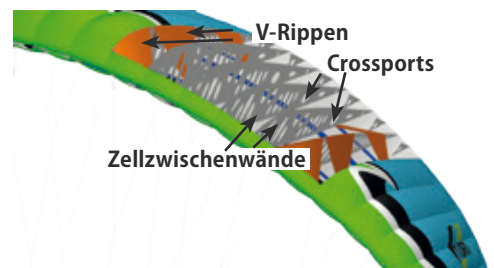


Abbildung 7: Innenansicht eines Gleitsegels



Abbildung 8: Beim Start füllen sich die Zellen des Gleitschirms mit Luft • Foto: Felix Wölk

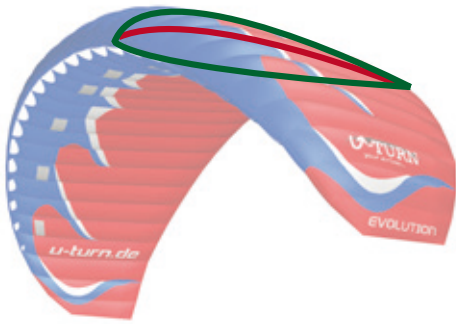


Abbildung 9: Profil am Gleitschirm



Abbildung 10: Alle Leinen sortiert? • Foto: Felix Wölk



Abbildung 11: Gleitschirmleinen – die unterschiedlichen Farben der einzelnen Leinenebenen helfen beim Sortieren und schnelleren Erkennen jeder Ebene.

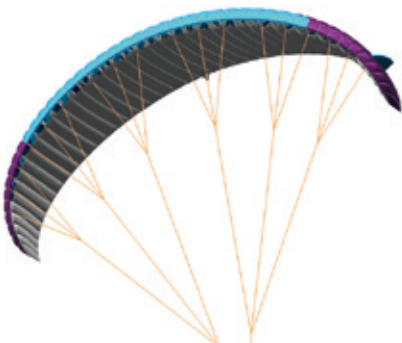


Abbildung 12: exemplarische einzelne Leinenebene (A-Ebene) • Grafik: Advance

Gleichzeitig sollte der Schirm weiterhin flexibel bleiben und nicht zu starr an der Vorderkante werden. Daher werden Verstärkungen z.B. aus Mylarfolie und/oder Stäbchen aus Kunststoff in das Segel eingnäht.

An den Flügelenden der Gleitschirmkappe befinden sich die Stabilisatoren. Diese optimieren die Stabilität und Spurtreue des Schirmes.

Um dauerhaft ein sicheres Fliegen zu gewährleisten, muss auf die Pflege und den schonenden Umgang mit der Ausrüstung geachtet werden. So können das Unfallrisiko verkleinert und der Spaßfaktor vergrößert werden.

Sonneneinstrahlung und mechanische Belastung (z.B. Schleifen des Schirmes über den Boden, beispielsweise beim Groundhandling) können die Beschichtung, mit der das Tuch überzogen ist, auf längere Zeit nachhaltig schädigen. Wenn der Gleitschirm nach einer Landung auf einer nassen Wiese feucht geworden ist, sollte dieser vor dem Packen an einem schattigen Ort getrocknet werden.

Besonders der Kontakt mit Chemikalien (z.B. Batteriesäure) sollte vermieden werden. Das Tuch und die Leinen des Schirmes werden dadurch so schwer geschädigt, dass das Gerät vor dem nächsten Flug durch den Hersteller überprüft werden muss. Es ist daher wichtig, einen verschmutzten Gleitschirm nur mit klarem Wasser zu reinigen.

Kleine Risse (bis ca. 5 cm) im Tuch darf der Pilot mit Klebesegel selbstständig reparieren (beidseitig). Größere Reparaturen werden von Fachbetrieben durchgeführt. Bei der regelmäßigen Nachprüfung (Check) des Gleitschirmes wird zusätzlich auch die Luftdurchlässigkeit des Tuches überprüft.

Um die Langlebigkeit eines Gleitschirmes zu unterstützen, sollte harter Untergrund (Teer, Beton, Kies) beim Packen vermieden werden, ebenso das Knicken der Verstärkungen (Stäbchen) an der Eintrittskante und das Herauspressen der Luft durch das Tuch. Mit der Zeit kann es zu Ansammlungen von Schmutz, Sand und/oder Schnee in der Kappe kommen. Viele Gleitschirme besitzen eine Öffnung am Stabilo des Schirmes zum Entfernen dieser Materialien.

Stark gealterte Schirme sollten ersetzt werden. Alte Gleitschirmtücher können sich nachteilig auf das Startverhalten und die Sackflugneigung auswirken. Die Dehnungsstabilität und Reißfestigkeit sind verringert. Die gealterten Geräte sind auch an der meist deutlich verblassten Farbe zu erkennen.

Da der Schirm nicht für sich allein fliegen kann, muss er mit dem Piloten und seinem Gurtzeug verbunden werden. Das erfolgt über die sogenannten...

1.2.2 Gleitschirmleinen

(PF 2-3, 6, 20-21, 24-34, 60)

Hatte ein Gleitschirm 1990 noch eine Gesamtleinenlänge von etwa 600 Metern, sind es heute im Durchschnitt nur noch 300 Meter. Und doch sind diese bestens dafür geeignet, unser Gewicht zu tragen: Gleitschirmleinen können eine Last von je bis zu 100 kg (Stammleinen bis 200 kg) tragen.

Die Leinenkonstruktion folgt einer simplen Denkweise: In horizontaler Richtung gibt es mehrere Leinenebenen, welche an den so genannten Leinenansatzpunkten des Schirmes befestigt sind. Diese Leinen sind nicht an den

Schirm festgenäht, sondern sie werden „geschlauft“. Damit können sie von Fachbetrieben bei Bedarf leicht ausgewechselt werden.

Von vorne nach hinten zählend werden diese Ebenen einheitlich als A, B, C, (D) – Ebenen bezeichnet. Die D-Ebene gibt es noch bei einigen älteren Geräten. Moderne Geräte kommen mittlerweile mit 3 Ebenen aus und führen zu beachtlichen Gleitleistungen selbst bei den schulungstauglichen Schirmen.

Die Kräfte (Pilotengewicht, Gurtzeug) werden beim Gleitschirm von unten nach oben „gefächert“. Die in den Leinenschlössern des Tragegurtes befestigten Stammleinen im „unteren“ Leinenstockwerk sind dicker als die anderen Leinen weiter oben, dafür gibt es nur ein paar wenige Stammleinen. Im Flug verteilt sich die Last zu etwa 2/3 auf die Leinen der A- und B-Ebene und nur zu 1/3 auf die C- und D-Leinen. Die Gesamtfestigkeit aller Stammleinen der A- und B-Ebenen muss mindestens das Achtfache des maximal zulässigen Startgewichts des Gleitschirms betragen. Ein Wert von 800 kg (8000 N) darf nicht unterschritten werden.

Stammleinen bestehen aufgrund der hohen Lastanforderung meist aus ummanteltem gelbfaserigen Aramid („Kevlar™“). Dieses Material ist besonders zäh, dehnungsarm und hitzebeständig. Allerdings haben diese Leinen auch eine geringere UV-Beständigkeit und höhere Knickempfindlichkeit. Daher ist ein guter Schutz notwendig, welcher zum Beispiel durch die Ummantelung erreicht werden kann – mit dem positiven Nebeneffekt, dass damit auch ein guter Abriebschutz für das Kernmaterial gewährleistet ist.

Im oberen Stockwerk (bzw. in den oberen Stockwerken) sind als Verbindung zwischen dem Schirm und den Stammleinen die Galerieleinen eingeschlauft und mit weiteren Galerieleinen vergabelt. Diese verteilen die Kräfte aus den Stammleinen bis hin zu den Leinenansatzpunkten. Aufgrund der Kräfteverteilung weisen diese Leinen einen kleineren Durchmesser auf.

Als Material wird für die Galerieleinen oft Dyneema™ verwendet, eine synthetische, weiße Chemiefaser auf der Basis von Polyethylen. Dieses besonders zugfeste Material ist weitgehend dehnungsarm, knickunempfindlich und UV-beständig. Auf seine Masse bezogen, ist Dyneema fünfzehnmal zugfester als Stahl! Dafür ist es nicht so hitzebeständig wie Aramid (Abbildung 13).

Bei den Gleitschirmleinen ist es wichtig, dass diese eine vom Hersteller festgelegte bestimmte Länge aufweisen (je nach Schirm darf diese zwischen 0,5 und 1,5 cm abweichen). Die Steuerleinen sollten so eingestellt sein, dass der gesamte Geschwindigkeitsbereich des Gleitschirmes problemlos erfolgen werden kann. Diese Einstellung darf nicht verändert werden, weil der bereits vorgegebene Vorlauf (Leerweg) sehr wichtig für ein sicheres Verhalten des Gerätes ist. Bei einer Verkürzung (z.B. durch Schrumpfung der Dyneema-leinen) kann sich der Vorlauf so stark reduzieren, dass es sowohl zu Problemen beim Aufziehen, als auch beim Beschleunigen kommen kann. Zusätzlich wäre auch das Extremflugverhalten des Schirmes drastisch verschärft.

Auch bei einer Beschädigung des Kerns oder des Mantels einer Leine, muss diese vor dem nächsten Flug fachmännisch ausgetauscht werden. Die Leinen müssen nicht nur beim Gleitschirmcheck, sondern auch nach einer Baum- oder Wasserlandung und bei auffälligem Flugverhalten überprüft werden. Dabei werden sowohl die einzelnen Leinenlängen nachgemessen und protokolliert, als auch ihre Reißfestigkeit überprüft.



Abbildung 13: Leinen aus Dyneema (weißfaserig, oben) und Aramid (gelbfaserig, unten)

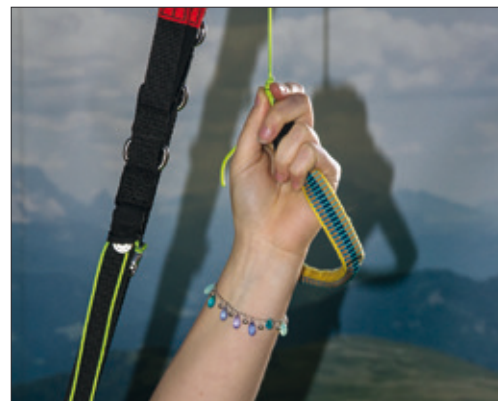


Abbildung 14: Diese Haltung des Steuergriffs ist empfehlenswert, weil sie einen direkten Kontakt zur Steuerleine ermöglicht und präzises Steuern im Zugbereich erlaubt. • Foto: Papillon

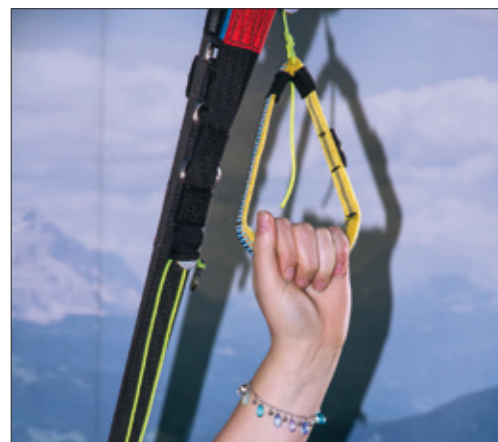


Abbildung 15: Diese Haltung des Steuergriffs ist für Schüler empfehlenswert und sollte auch dann gewählt werden, wenn Manöver mit erhöhtem Anstellwinkel geflogen werden (Ohrenanlegen, B-Stall). • Foto: Papillon



Abbildung 16: Tragegurt



Abbildung 17: Fußbeschleuniger

1.2.3 Tragegurt

(PF 4, 35, 117-119)

Über das Verbindungselement „Leinenschlösser“ (Abbildung 16, 1) sind die jeweiligen Gleitschirmleinen der einzelnen Ebenen, sowie die Bremsleinen-Ebene, mit dem Tragegurt verbunden. Der Tragegurt fasst somit alle Leinen in wohlgeordneter Weise zusammen.

Aber er übernimmt auch noch weitere Aufgaben: Die Steuerschleife/Bremsgriff (2) ist am unteren Ende der Steuerleine (auch Bremsleine genannt) in einem definierten Abstand fest geknotet und am hinteren Tragegurt (3) durch eine Öse geführt. Das untere Ende der Bremsleine wird auch als Hauptbremsleine bezeichnet. Weiter oben teilt sich diese in mehrere dünnere Leinen – die Bremsspinne.

Der vorderste Tragegurt (A-Gurt) ist geteilt: Die äußere A-Leine hat einen eigenen Tragegurt-Anteil und ist zum Anlegen der Ohren vorgesehen (siehe Kapitel zur Flugpraxis). Dahinter befinden sich die weiteren Tragegurte, wie zum Beispiel der B-Gurt (5). Am B- oder C- Gurt des Gleitschirmes befindet sich die Stabiloleine. Diese führt zum äußeren Flügelende (Stabilisator) der Kappe und ist meist andersfarbig markiert. Mit Hilfe dieser Leine können Verhänger gelöst werden.

Am unteren Ende ist nun die Einhängeschleife (7), mit der der gesamte Tragegurt über die Karabiner mit dem Gurtzeug verbunden wird.

Die jeweiligen Tragegurt-Ebenen sind nicht nur am unteren Ende des Tragegurtes zusammengenäht, es gibt auch Querverbindungen zwischen den A-, B-, C-, (D-) Gurten untereinander:

Damit ist konstruktiv die Möglichkeit gegeben, die jeweiligen Leinenebenen zur Anströmungsrichtung zu verkürzen, um den Anstellwinkel zu verringern. Dazu ist am vorderen A-Tragegurt ein kleiner Flaschenzug befestigt (Abbildung 19). Dieser ist ein Teil vom...

1.2.4 Beschleunigungssystem/Speedsystem

(PF 36-38, 120)

Da wir im Gleitschirm – ähnlich wie bei einem Pendel – als Gewicht unten hängen, ergibt sich immer ein Gleichgewichtszustand, dessen resultierende Kraftlinie durch die Einhängeschleife des Tragegurtes geht. Dadurch haben wir prinzipiell erst mal keine mechanische Möglichkeit, beispielsweise durch Schwerpunktverlagerung nach vorne, dem Schirm eine spürbare Geschwindigkeitsveränderung zukommen zu lassen.

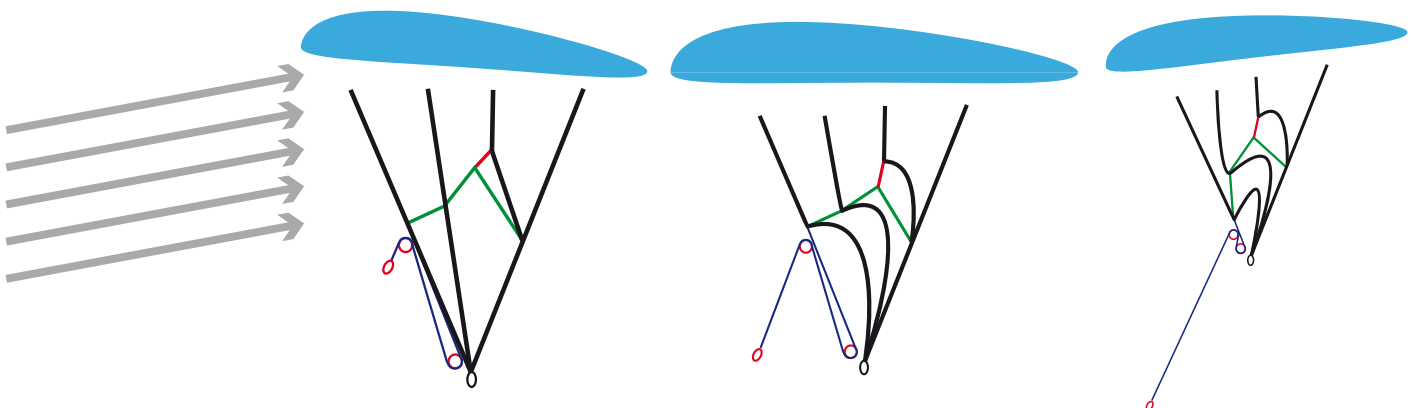


Abbildung 18: Funktionsweise des Beschleunigungssystems

Aber wir haben eben diese unterschiedlichen Leinenebenen, welche – wie eine Waage – in einem geometrischen Gleichgewicht zueinander, zum Schirm und zu uns als Nutzlast stehen. Das gesamte Beschleunigungssystem besteht aus einer Querstange oder Schlaufe mit Seilen, welche seitlich durch das Gurtzeug über Umlenkrollen bis an die Karabiner/Tragegurte geführt werden und dort mit den „Brummelhaken“ am Flaschenzug des Tragegurtes befestigt sind.

Die Betätigung des Systems erfolgt mit den Beinen/Füßen. Dabei werden über den Flaschenzug die vordere Leinen-Ebene und die dahinter liegenden Ebenen proportional heruntergezogen.

Im beschleunigten Zustand erhöht sich die Eigengeschwindigkeit. Allerdings nehmen auch die Sinkgeschwindigkeit und Einklapptendenz zu. Daher sollte das Beschleunigungssystem in geringer Höhe über Grund und bei turbulenten Bedingungen nicht betätigt werden.

Es sollte auf jeden Piloten individuell eingestellt werden. „Voll beschleunigt“ ist der Schirm dann, wenn die beiden Rollen des Flaschenzugs aufeinanderstoßen und dabei die Beine voll durchgestreckt sind.

Damit wir die Beine strecken können, müssen wir vorher sitzen – und das tun wir im...

1.2.5 Gurtzeug

(PF 22, 39-45, 57-58, 79-80, 124 und FP 22-25, 73, 197, 205)

Dieser „Sitz“ ist mit Karabinern an den Tragegurten befestigt und über die davon ausgehenden Leinen mit dem Schirm verbunden. Das Gurtzeug (Abbildung 20) bietet auch Stauraum und Befestigungsmöglichkeiten für Instrumente und weitere Ausrüstungsgegenstände.

Zur sicheren Verbindung des Piloten mit dem Gurtzeug haben Hersteller unterschiedliche Systeme entwickelt, die ein Herausfallen verhindern. Das Gurtzeug wird vor dem Flug wie ein Rucksack aufgesetzt und zugeschnallt. Nach der Startphase sitzen wir dann wie in einem Sessel und steuern den Schirm über das Körpergewicht und mit Armbewegungen.

Sollte eine Landung ausnahmsweise mal etwas härter ausfallen, mindern so genannte Protektoren das Verletzungsrisiko. Nach den Lufttüchtigkeitsforderungen geprüfte Gurtzeuge müssen den Rücken durch mustergeprüfte Luft- oder Schaumstoffprotektoren schützen. Bei der Musterprüfung wird ein Falltest des Gurtzeugs aus einer Höhe von 1,65 Meter durchgeführt, um die Sicherheit des Protektors zu gewährleisten. Zusätzlich wird ein Gurtzeug auf Funktion, Festigkeit und Verhalten im Flug überprüft.

Gurtzeuge gibt es in den unterschiedlichsten Ausführungen. Die grundsätzlichen Funktionselemente finden sich aber an jedem Gurtzeug: Bein- (1), Front- (4) und Schultergurte (6) umschließen uns. Die Gurtschlösser (2) und die Herausfallsicherung (3) schützen uns im verschlossenen Zustand vor dem Herausfallen. Die Herausfallsicherung verhindert Unfälle, falls die Bein Gurte versehentlich mal nicht geschlossen wurden (was allerdings niemals vorkommen sollte). Beide Karabiner (Aufhängekarabiner) (5) sind unsere Verbindungsglieder zum Tragegurt.



Abbildung 19: Flaschenzug am vorderen Tragegurt



Abbildung 20: Gurtzeug U-Turn RX 3



Abbildung 21: Hohe Karabineraufhängung: gute Komforteigenschaften, gedämpft

Beispiel: Woody Valley Wani



Abbildung 22: Tiefe Karabineraufhängung: sensible Körpergewichtssteuerung, benötigt Erfahrung!

Beispiel: Advance Lightness 2

Das Anschnallen sollte immer nach einem wiederkehrenden Schema erfolgen, um ein Vergessen der Beingurte zu vermeiden. Zum Beispiel von „unten“ nach „oben“, angefangen an den Beingurten. Dabei müssen alle Gurtschlösser hörbar einrasten und sich die selbstschließenden Verriegelungen der Karabiner vollständig schließen.

Bei der Auswahl eines Gurtzeuges sollte die Art der Aufhängung beachtet werden: „Hohe“ Komfort-Aufhängungen (= große Distanz zwischen Sitzbrett und Karabiner) übertragen die Bewegungen der Schirmkappe gedämpfter und die Richtungssteuerung über das Körpergewicht spricht weniger sensibel an (Abbildung 21).

„Tiefe“ Aufhängungen (= kurze Sitzbrett-Karabiner-Distanz) hingegen übertragen die Bewegungen der Schirmkappe deutlicher auf den Piloten und der Schirm spricht leichter auf die Gewichtssteuerung an (Abbildung 22). Gurtzeuge mit tiefer Aufhängung sollten daher erst mit einer längeren Flug Erfahrung in Erwägung gezogen werden. Verkleidete Liegegurtzeuge begünstigen bei abrupten Richtungsänderungen, z.B. nach einem seitlichen Klapper, eher das Eindrehen (Vertwisten) der Leinen und Tragegurte oberhalb der Aufhängung.

Natürlich ist es wichtig, dass das Gurtzeug genau auf den Piloten eingestellt ist: Der Pilot muss mühelos eine aufrechte und laufbereite Abflug- und Anflughaltung einnehmen und während des Fluges möglichst aufrecht und entspannt sitzen können. Die Sitzposition sollte außerdem so gewählt werden, dass eine körpernahe Führung der Steuerleinen entlang der Tragegurte erfolgen kann.

Der Brustgurt (Frontgurt) sollte gerade so locker eingestellt sein, dass der Startlauf mit leichter Körpervorlage möglich ist und im Flug gut mit Körpergewichtseinsatz gesteuert werden kann. Optimal ist ein Abstand der Aufhängekarabiner von ca. einer Unterarmlänge (Fingerspitzen bis Ellenbogen).



Kein Teil des Gurtzeuges oder der Anbaugeräte darf dabei die Rettungsgeräte-Auslösung behindern!

Sehr locker eingestellte Beingurte können das Hineinsetzen ins Gurtzeug erschweren, weil sich das Sitzbrett schräg stellen kann. Im ungünstigsten Fall kommt der Pilot nicht auf die Sitzfläche, was das Steuerverhalten des Schirmes beeinträchtigen kann und möglicherweise zu Schmerzen in der Leistengegend führt. Im schlimmsten Fall könnte es durch Versacken des Blutes zu einem Hängetrauma mit nachfolgender Bewusstlosigkeit kommen. Bei sportlichen Personen setzt ein Hängetrauma allerdings erst nach etwa 15 bis 20 Minuten ein. Diese Zeit reicht aus, um rechtzeitig einen geeigneten Landeplatz zu erreichen.

Ein sehr eng eingestellter Brustgurt erschwert das Beschleunigen mit Körpervorlage und den Körpergewichtseinsatz beim Steuern. Ein extrem eng eingestellter Brustgurt kann die Trudeltendenz verstärken und das Schirmverhalten in einer Steilschleife negativ beeinflussen (siehe Flugpraxis). Zusätzlich können sich die Tragegurte leichter vertwisten. Daher testet man die Eignung und Grundeinstellung eines Gurtzeuges am besten in einem Gurtzeugsimulator unter Einweisung eines Fluglehrers.

Beim Gurtzeug müssen regelmäßige Sichtkontrollen der Gurtbänder und Nähte, der Schließen, der Beschleunigerrollen und des Protectors durchgeführt werden. Größere Mängel werden vom Fachbetrieb behoben.

Auch Verbindungsglieder wie Gurtzeugkarabiner und Leinenschlösser müssen regelmäßig kontrolliert werden. Alle Verbindungselemente aus Aluminium müssen bei Beschädigungen (Dellen, Kerben, Funktionsverlust) oder bei Überschreitung der vom Hersteller angegebenen Gebrauchsdauer ausgetauscht werden, da die Festigkeit der Teile in diesen Fällen nachlassen kann. Bei den Fangleinenschlössern ist es wichtig, dass die Schraubverschlüsse richtig geschlossen sind. Diese können bei Lockerung selbstständig wieder angezogen werden.

1.2.6 Rettungsschirm

(PF 53-56, 61, 68-70, 73-78, 114, 125)

In das Gurtzeug wird eine Rettung integriert. Sie ist wie eine Versicherung und dient im Notfall zu unserer Sicherheit. Rettungsgeräteöffnungen kommen im Breitensportsegment EN-A nur sehr selten vor.

Kappe (1) und Leinen (Mittelleine (4), Fangleinen (5)), von Rettungsgeräten bestehen aus luftdurchlässigem und elastischem Polyamid, damit Öffnungsstöße ausgehalten werden können. Weitere Bauelemente des Rettungsschirmes sind der Scheitel (2), die Basis (3) und die Verbindungsleine (6) (Abbildung 23).

Die gängigen Rettungsgeräte sind nicht steuerbare Rundkappenfallschirme. Neben Rundkappen gibt es auch Kreuzkappen (pendelstabiler als Rundkappen) und steuerbare Rettungen (z. B. Rogallo). Moderne Rettungssysteme öffnen in wenigen Sekunden, sinken pendelfrei und ermöglichen aufgrund des geringen Sinkens meist sogar stehende Landungen. In Tests werden die Sinkwerte bei der vom Hersteller angegebenen maximalen Anhängelast sowie die Anhängelast bei 6,8 m/s Sinken ermittelt. Das Gesamtstartgewicht soll 20-30% unter dem Wert dieser Anhängelast liegen. Gute Rettungsschirme sinken mit etwa 4 - 5 m/s - damit entspricht die Landung einem Sprung aus etwa 1,5 Metern Höhe.

Rettungsgeräte werden bei der Musterprüfung auf Festigkeit, Sinkgeschwindigkeit, den Auslösemechanismus und auf die fachgerechte Packmethode überprüft. Die Rettungssysteme werden in Innencontainern geliefert. Diese werden in den Außencontainern der Gurtzeuge verbaut. Wir unterscheiden die Außencontainer nach Front-, Seiten-, Top-, Rücken- und Sitzcontainer.

Generell ist Feuchtigkeit und UV-Strahlung zu meiden. Gelingt die Vermeidung der UV-Strahlung noch relativ einfach (der Retter ist ja verpackt in einem Innencontainer und steckt im Außencontainer des Gurtzeugs), verhält es sich mit der Feuchtigkeit schon anders: Gerade wenn man häufig das Gurtzeug im feuchten Gras ablegt und den Rettungsschirm niemals lüftet, kann Feuchtigkeit eindringen und die Bahnen verkleben oder zu Stockflecken im Material führen. Ein feucht gewordenes Rettungsgerät muss ausgebaut, an einem schattigen Ort gelüftet, getrocknet und neu gepackt werden.

Es ist daher sinnvoll, die Rettung gelegentlich aus dem Außencontainer zu ziehen und auf Feuchtigkeit zu überprüfen. Vor jedem Flug müssen die Sicherungssplinte und die Klettverbindung kontrolliert werden. Da Klett in der Regel seine Haltekraft mit der Zeit erhöht, sollte der Rettungsriff regelmäßig gelöst und wieder neu befestigt werden. Hersteller empfehlen ein bis drei Packintervalle pro Jahr. Fachbetriebe wie der Luftfahrttechnische Betrieb Wasserkuppe bieten einen Rettungsgeräteservice an.

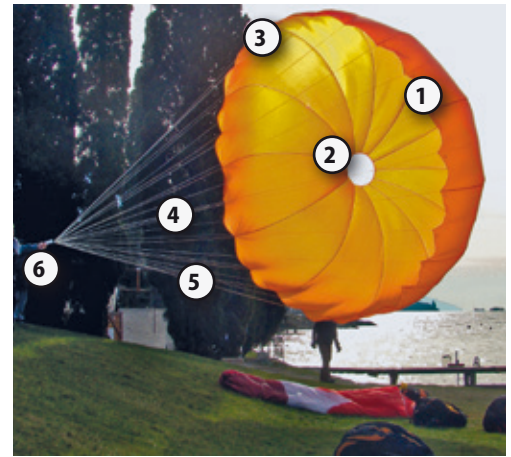


Abbildung 23: Rundkappen-Rettungsschirm



Abbildung 24: Einsatz des Retters beim Sicherheitstraining



Vorflugcheck: Splintkontrolle vor jedem Flug! Gelegentlich die Rettung auf Feuchtigkeit überprüfen!



Abbildung 25: Kreuzkappe U-Turn Cube • Foto: Papillon



Abbildung 26: Helm und Handschuhe beim Groundhandling • Foto: Marc Niedermeier



Abbildung 27: Highend-Variometer mit GPS von Skytraxx

Das komplette Herausziehen aus dem Außencontainer entspricht der Kompatibilitätsprüfung (K-Prüfung) und muss bei jeder Neukombination von Gurtzeug und Retter vor dem ersten Flug unter Aufsicht von Fachpersonal durchgeführt werden. Die Kompatibilität ist unter anderem von der Größe des Rettungsschirmes und der Bauweise der Container abhängig.

Bei den Rettungsgeräten ist der richtige Einbau von großer Bedeutung, weil dies über die ungehinderte Auslösbarkeit des Retters bestimmt. Grundsätzlich muss beim Zug am Auslösegriff als erstes der Splint auslösen. Dies ist nur möglich, wenn die Verbindung Griff-Splint kürzer ist als die Verbindung Griff-Innencontainer. Die Verbindung Auslösegriff-Rettungsgerät darf nicht zu lang sein, um ein kraftvolles und gezieltes Wegschleudern des Rettungsgerätes in den freien Luftraum zu gewährleisten. Bei der Verwendung eines Frontcontainers muss darauf geachtet werden, dass dieser die Sicht auf die Gurtzeugschließen nicht beeinträchtigt, damit eine Sichtkontrolle jederzeit durchgeführt werden kann.

1.2.7 Sonstige Ausrüstung

(PF 62, 81-83)

Zur minimalen Komplettierung der Ausrüstung ist nun nur noch ein Fliegerhelm mit CE-Prüfzeichen (EN966) notwendig. Es gibt auch hier mittlerweile eine große Vielfalt an Helmen. Grundsätzlich sind Integralhelme den Halbschalhelmen vorzuziehen: Damit wird auch der Kinn- und Gesichtsbereich wirksam geschützt. Empfehlenswert sind Handschuhe – auch im Sommer. Sie schützen die Hände vor Kälte und insbesondere vor Verletzungen, beispielsweise beim Groundhandling.

Ein Variometer ist ein äußerst nützliches Fluginstrument: Aufgrund der Druckabnahme mit der Höhe erkennt sein inneres Messsystem Sinken und Steigen und zeigt diese Informationen akustisch und optisch an. Dies hilft insbesondere beim Auffinden von Aufwindgebieten. Dank der Druckmessung dient das Variometer auch als Höhenmesser: Sofern man vor dem Flug die Höhe und den aktuell herrschenden Luftdruck kalibriert hat, erhält man eine sehr genaue Höhenmessung. Somit kann man zum Beispiel die verbleibende Höhe über Grund deutlich besser abschätzen als ohne ein solches barometrisches Höhenmessgerät.

Ein weiteres hilfreiches Fluginstrument ist ein GPS-Empfänger (Global Positioning System) zur Positionsbestimmung und Flugwegaufzeichnung. Es gibt Variometer mit eingebautem GPS oder auch Einzelgeräte in den unterschiedlichsten Varianten. Mit der Flugwegaufzeichnung hat man eine hervorragende Möglichkeit, den eigenen Flug und die Flüge anderer Piloten auszuwerten und miteinander zu vergleichen. Die eigene Position zu kennen, kann auch aus sicherheitstechnischer Sicht von großer Bedeutung sein.

1.2.8 Musterprüfung

(PF 50-52, 63-67, 123)

Die Überwachung der hohen Sicherheitsstandards für moderne Gleitschirme wird im Rahmen von Musterprüfungen durchgeführt. Bei diesen Musterprüfungen erfliegen zwei Testpiloten eine ganze Reihe an Flugfiguren, Flugzuständen, dynamischen Abläufen/Extremflugmanövern, Notsituationen, sowie Start- und Landeeigenschaften im unteren und im oberen Gewichtsbereich der jeweiligen Schirmgröße. Als Ergebnis für die Klassifizierung wird das schlechteste Ergebnis gewertet. Diese Klassifizierung berücksichtigt einerseits die Reaktion des Schirmes auf die Extremflugmanöver und andererseits die Piloteneignung. In der Praxis kann das Extremflugverhalten aufgrund von Wind, Turbulenzen und Pilotenfehlern deutlich kritischer aus-

fallen als bei den Flugtests. Die Schirme müssen vor der Markteinführung neben der Prüfung der Flugtauglichkeit durch Testpiloten noch weitere Tests wie Schocktest, Festigkeitstest und Detailprüfung durchlaufen.

Die Einstufung nach dem EN-/LTF-Standard gibt Auskunft darüber, wieviel passive Sicherheit ein Schirm bietet. Geräte der Klasse EN-A zeichnen sich durch ein Maximum an passiver Sicherheit und ein extrem fehlerverzeihendes Flugverhalten aus. Extreme Flugzustände treten entweder gar nicht oder wesentlich weniger dynamisch als bei Gleitschirmen mit höherer Klassifizierung auf. EN-A-Geräte sind für Piloten aller Ausbildungsstufen geeignet und für die Schulung vorgeschrieben.

Erst nach diesen Tests wird dem (Muster-) Schirm die Musterprüfung erteilt. Sie enthält Angaben über LFT-Klassifizierung, Sitzzahl, Startgewicht, Hersteller und Datum der Stückprüfung. Die Musterprüfplakette muss in jedem Schirm sichtbar angebracht werden. Dort bestätigt der Hersteller mit der unterzeichneten Stückprüfung, dass der produzierte Schirm dem geprüften Muster entspricht. Der Dachverband bewertet das Flugverhalten von Gleitschirmen nach der so genannten Safety-Class (Abbildung 29).

Musterprüfungen erfolgen übrigens auch für Gurtzeuge (Funktionsprüfung, Zerreißtests, Flugtests), sowie für die Rettungssysteme. Bei den Rettungen werden neben der Festigkeit, der Sinkgeschwindigkeit, dem Auslösemechanismus und der fachgerechten Packmethode, die maximal zulässige Anhängelast beim Festigkeitstest, sowie die schon erwähnte Anhängelast bei 6,8 m/s Sinkgeschwindigkeit ermittelt. Auch das Gurtzeug wird hinsichtlich der Materialfestigkeit und der Rückenprotektoren geprüft. Dein erstes Gurtzeug sollte mit einem Schaumstoffprotektor ausgerüstet sein, der auch mal eine unsanfte Landung ohne Schaden aushält.

Tipp: Deine erste Ausrüstung sollte aus einem Gleitschirm mit EN-A Einstufung (Safety Class 2), einem Gurtzeug mit Schaumstoffprotektor, und einem Helm mit CE-Prüfzeichen (EN966) bestehen.

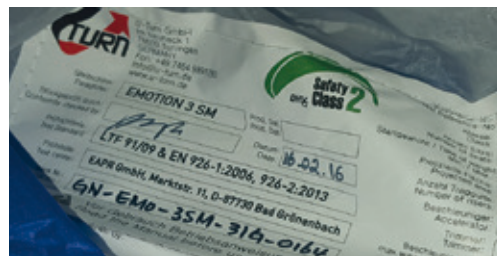


Abbildung 29: Musterprüfplakette am Gleitsegel

Ein EN/LTF-D-Gleitsegel zeigt im Gegensatz zu EN/LTF-A-Geräten ein sehr anspruchsvolles Flugverhalten und ist deshalb nur für Piloten mit sehr viel Übung in der Beherrschung abnormer Flugzustände geeignet. Solche Piloten müssen signifikante Flugerfahrungen in turbulenten Bedingungen haben!



Abbildung 28: EN/LTF-A Gleitsegel Emotion 3 von U-Turn • Foto U-Turn

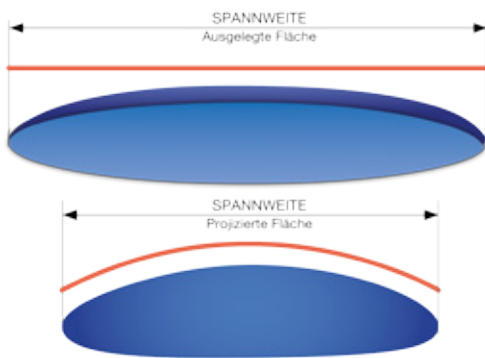


Abbildung 30: Gleiche Fläche, Unterschied in der projizierten Fläche



Abbildung 31: Schirme mit unterschiedlicher Streckung

! Für Anfänger und Gelegenheitspiloten empfiehlt sich der untere bis mittlere Gewichtsbereich. Erst die Profis fliegen „ganz oben“ im Gewichtsbereich der Kappe, den der Hersteller angibt.

$$\Lambda = \frac{b^2}{A} = \frac{b}{t}$$

b = Spannweite

A = Flächeninhalt (projiziert)

t = (mittlere) Flügeltiefe

Abbildung 32: Berechnung der Streckung

1.2.9 Messgrundlagen (PF 71-72,104, 111)

Eine wesentliche Auswirkung auf die Flugleistung eines Luftfahrtgerätes hat die sogenannte Streckung (Λ) des Flügels. Je schlanker der Flügel ist, umso geringer wird der schädliche Rand-Widerstand (induzierter Widerstand). Diese Streckung ist bei einem Rechteckflügel das Verhältnis von Spannweite zur mittleren Flügeltiefe. Ein schlanker Tragflügel hat eine große Streckung – also eine große Spannweite im Vergleich zu seiner Flügeltiefe.

Ein wichtiger Hinweis zur Streckung: Ein sehr gestreckter Flügel hat aber auch Nachteile. Er reagiert wesentlich empfindlicher auf Störungen und erfordert jederzeit angemessene Pilotenreaktionen. Dies setzt eine hohe Flug Erfahrung voraus. Daher weisen meist nur Schirme der höheren Klassifizierungen eine hohe Streckung auf.

Da wir einen elliptisch geformten Flügel haben, können wir diese Streckung (Λ) auch über das Verhältnis von der Spannweite² zur Gesamtfläche errechnen – was zum gleichen Ergebnis führt (Abbildung 32). Im Gegensatz zu anderen Luftfahrtgeräten ist unsere Tragfläche nicht besonders geradlinig, wenn wir uns diese von vorne anschauen: Die starke Krümmung „verfälscht“ den Anteil des Auftriebs, welcher entgegen der Gewichtskraft wirkt.

Daher würde bei allen Berechnungen und Vergleichen ebenfalls eine Verfälschung auftreten, wenn wir als Bezugsgröße die ausgelegte Fläche annehmen würden. Die richtige Bezugsgröße ist deshalb die „projizierte“ Fläche. Im Gegensatz zum abgebildeten zufälligen Schatten in der Abbildung 33, wird die „Draufsicht“ auf den Flügel genommen (Abbildung 30).

Bezogen auf diese wirksame Fläche wird auch die Flächenbelastung (F_b) festgelegt: Sie beschreibt das Verhältnis von Startgewicht zur projizierten Fläche. Dieses Startgewicht wiederum setzt sich nicht nur aus dem Pilotengewicht zusammen: Zusätzlich muss hier das gesamte Geräte- und Ausrüstungsgewicht dazugerechnet werden: Gurtzeug, Retter, Helm, Kleidung, Schuhe, Getränke, (Lippenstift, Müsliriegel...). Typische Flächenbelastungen bei einem Gleitschirm liegen bei 3-4.5 kg/m². Zum Vergleich: Ein Airbus A 380 hat eine Flächenbelastung von etwa 450 kg/m².



Abbildung 33: Schattenprojektion am Südhang der Wasserkuppe • Foto: Andreas Schubert

$$F_b = \frac{\text{Startgewicht}}{\text{Fläche}}$$

Je höher das Gewicht bezogen auf die tragende Fläche wird, umso höher werden auch die Flug- sowie die Sinkgeschwindigkeit. Zwar erhöht sich dadurch auch die Klappstabilität, aber es ist mit dynamischeren Schirmreaktionen zu rechnen. Zusätzlich steigt auch die Belastung an den Kräfteinleitungspunkten (Leinen, Leinenansatzpunkte).

Das Pilotengewicht darf keinesfalls den vom Hersteller vorgesehenen und durch die Musterprüfung bestätigten zugelassenen Gewichtsbereich über- oder unterschreiten. Sonst könnten neben den dynamischeren Reaktionen eben auch Last- und Festigkeitsprobleme entstehen.

1.2.10 Schränkung (PF 110)

Eine weitere konstruktive Maßnahme ist die sogenannte Schränkung der Tragfläche. Damit wird die Verwindung des Flügels beschrieben, welche zum Beispiel ausgehend von der Flächenmitte zu den Flächenenden andere aerodynamische Zustände verursacht:

Im Grunde fliegen bei einer geschränkten Tragfläche unterschiedliche Anteile des Schirmes mit unterschiedlichen Anstellwinkeln im Luftstrom. Dies bewirkt bei geschickter Wahl der Anstellwinkel eine optimierte Auftriebsverteilung und/oder eben auch ein besseres, angenehmes Reagieren, etwa auf Klapper. Diese Schränkung kann mit zwei Methoden erreicht werden:

- Bei der **geometrischen Schränkung** (Abbildung 35) wird je Zelle/Rippe/Flächenabschnitt der Anstellwinkel des Profils von der „Wurzelrippe“ bis zur „Endrippe“ modifiziert.
- Bei der **aerodynamischen Schränkung** (Abbildung 36) wird die Profilform zum Flügelende modifiziert.

Oft ist sogar eine Kombination beider Methoden zu finden.



Abbildung 34: Gleitschirme mit unterschiedlicher Schränkung • Foto: Klaus Tillmann

Bei modernen Schirmen haben die Außenflügel eine größere Schränkung als der Mittelteil. Dadurch werden Stabilität und Leistung weiter erhöht und das gesamte Flugverhalten (Handling) vereinfacht.

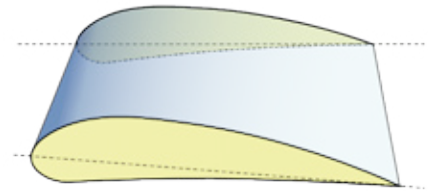


Abbildung 35: Geometrische Schränkung

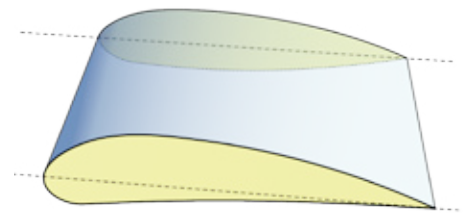


Abbildung 36: Aerodynamische Schränkung



Abbildung 37: Luftfahrt ohne Aerodynamik und Fliegen mit Aerodynamik • Foto: Papillon

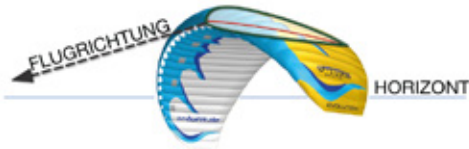


Abbildung 38: Unsere Bewegungsrichtung im Gleitflug wird immer geneigt von einem „erhöhten“ Ausgangspunkt vorwärts und abwärts in der Luftmasse erfolgen.

1.3 Aerodynamik des Gleitschirmes

Aus den bisherigen Kapiteln kennen wir nun den Aufbau des Gleitschirmes und haben eine erste Vorstellung, warum unser Flügel mit uns fliegt. Entgegen unserer bisherigen Erfahrungswelt, welche uns hauptsächlich mit einer auf eine zweidimensionale Fläche beschränkten Bewegungsmöglichkeit begegnet, kommt beim Fliegen noch eine weitere, besondere Dimension dazu:

Wir bewegen uns mit dem Gleitschirm im Raum und dazu noch in einer Luftmasse: Die für uns gewohnte horizontale Bewegungskomponente wird noch um eine vertikale Komponente erweitert.

Im sogenannten stationären Gleitflug kommt neben der Vorwärtsgeschwindigkeit noch eine Sinkgeschwindigkeit hinzu, mit der wir uns in einer Luftmasse auch abwärts bewegen. Bewegt sich die Luftmasse nach oben oder entgegen unserer gewünschten Flugrichtung, geht es mit uns aufwärts – oder, bei noch stärkerer Luftmassenbewegung, gegebenenfalls sogar rückwärts gegenüber der „Bezugsfläche Boden.“

Um die Aerodynamik besser zu verstehen, müssen wir uns gedanklich vom Boden lösen (was wir ja auch gerne praktisch wollen) und nur die Bewegung im Luftstrom betrachten. Auf geht's...

1.3.1 Kräfte im stationären Flug

(PF 85-86, 96-97, 108)

Unsere Bewegungsrichtung im Gleitflug wird immer geneigt von einem „erhöhten“ Ausgangspunkt vorwärts und abwärts in der Luftmasse erfolgen (Abbildung 38). Würde es nicht abwärts gehen, sondern nur vorwärts, hätten wir das Perpetuum mobile erfunden!

Die notwendige Energiezufuhr ist die Abwärtsbewegung. Genauer gesagt, wird die Höhenenergie (potenzielle Energie, durch Hochlaufen am Übungshang oder die Bergfahrt mit der Seilbahn oder mit dem Shuttlebus) in Flug in Bewegungsenergie (kinetische Energie) umgesetzt. Um „ewig“ in der Luft zu bleiben, müssen wir mit den Aufwinden arbeiten, dazu mehr in den Kapiteln „3 Meteorologie“ und „2 Flugpraxis“.

Diese Vorwärtsbewegung in Bahnrichtung (Anströmungsrichtung) erzeugt nun an unserem Gleitsegelprofil eine Auftriebskraft, welche 90° zur Anströmung nach oben und vorne gerichtet ist. Gleichzeitig wird durch die Bewegung nach vorne auch eine Widerstandskraft aufgebaut, welche entgegen der Bewegungsrichtung wirkt.

Die resultierende Kraftlinie aus diesen beiden Kräften bildet die totale Luftkraft: Wenn diese nun genauso groß ist wie unser Startgewicht, welche der nach unten gerichteten Gewichtskraft entspricht, befinden wir uns im schon zitierten stationären Gleitflug: Alle wirkenden Kräfte sind ausgeglichen, es erfolgt keine Beschleunigung.

1.3.2 Geschwindigkeiten

Wie wir gesehen haben, hängen die Fluggeschwindigkeit und die Sinkgeschwindigkeit miteinander zusammen. Beim Gleitschirm können wir diese beiden Geschwindigkeiten durch unterschiedliche Maßnahmen beein-

Die Faustformel für das Umrechnen von km/h in m/s ist:

$$\text{km/h} : 4 + 10\% = \text{m/s}$$

Beispiel:

Trimmgeschwindigkeit:

$$36 \text{ km/h} : 4 + 0,9 = 9,9 \text{ m/s} \approx 10 \text{ m/s}$$

Beispiel 1

Bei einem Gegenwind von 15 km/h und einer Fluggeschwindigkeit von 30 km/h, halbiert sich die Gleitzahl, aber verdoppelt sich der Gleitwinkel.

Beispiel 2

Bei einer Fluggeschwindigkeit von 35 km/h und einem Rückenwind von 20 km/h, fliegt der Gleitschirm mit 55 km/h über Grund.

GLEITWINKEL γ
 ANSTELLWINKEL α
 GLEITVERHÄLTNIS $E = \frac{\text{FLUGSTRECKE}}{\text{HÖHENVERLUST}}$
 GLEITZAHL = $1 / E$

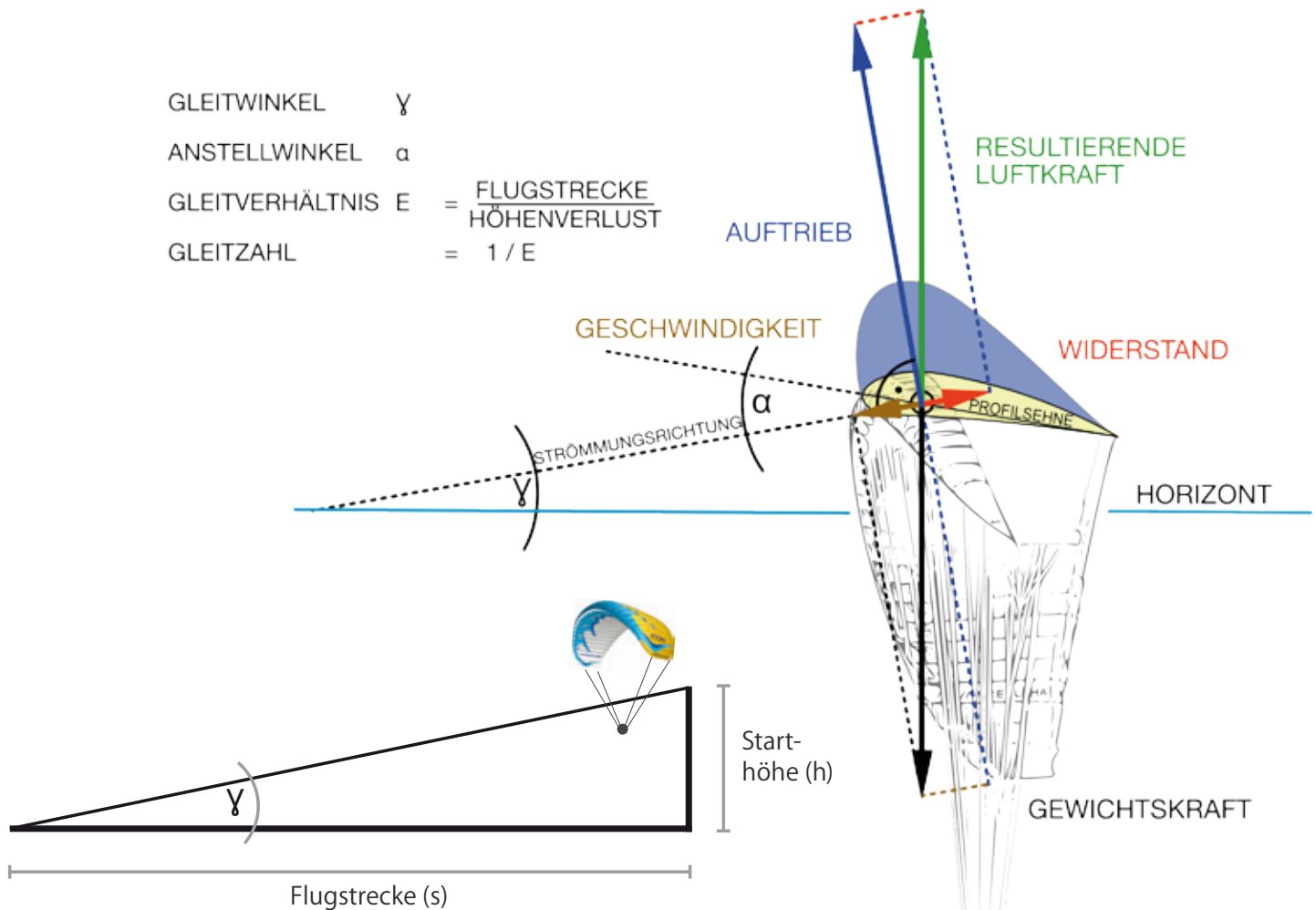


Abbildung 40: Zusammenhang von Gleitverhältnis und Gleitwinkel

flussen. Weiter oben wurde die Möglichkeit mit dem Beschleuniger angesprochen. Hierdurch können wir den Anstellwinkel der Tragfläche zur Anströmrichtung verringern und die Geschwindigkeit in Bewegungsrichtung erhöhen.

Zum „Entschleunigen“ haben wir als andere Möglichkeit unsere Steuerleinen – auch Bremsleinen genannt. Je mehr wir diese von der Trimmstellung (0% Zug) ausgehend anziehen, umso mehr erhöhen wir die Wölbung der Tragfläche – und neben dem Auftrieb auch deutlich den Widerstand (der Begriff Bremsleine ist daher durchaus gerechtfertigt). Bemerkenswert ist, dass der Widerstand mit Zunehmen der Geschwindigkeit quadratisch steigt.

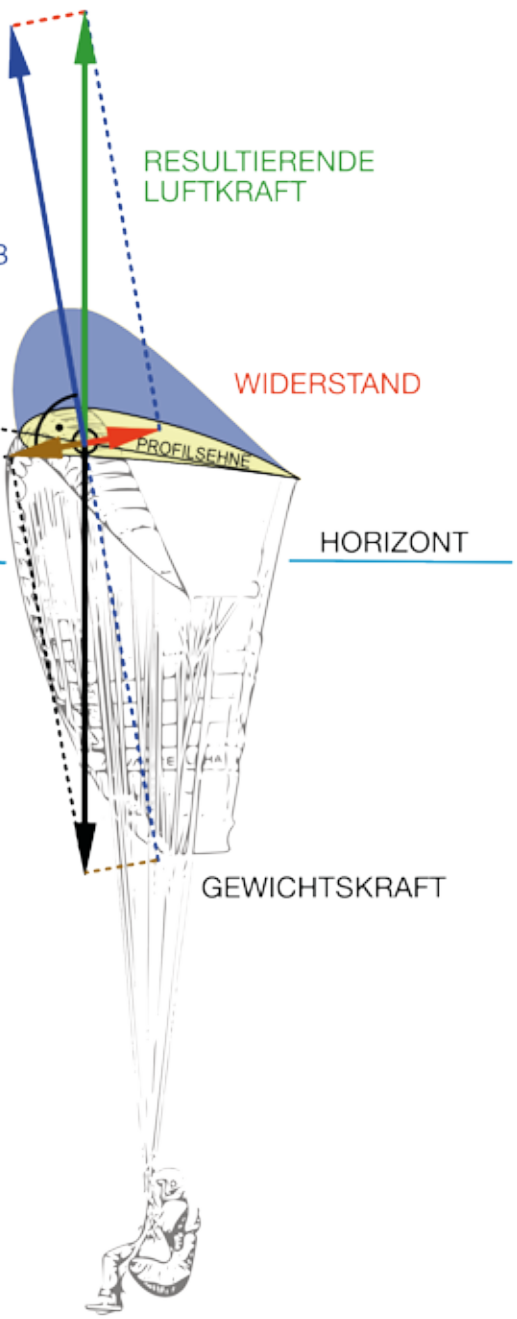


Abbildung 39: Kräfte im stationären Flug • Grafik: Papillon/Klaus Tillmann

1.3.3 Geschwindigkeitspolare

(PF 92-95, 98, 99, 103 und PF FP 27, 32, 39-41)

Letzten Endes erfolgt bei beiden im letzten Abschnitt genannten Maßnahmen bezüglich der Anströmrichtung eine Anstellwinkeländerung – und damit eine Veränderung von Auftrieb und Widerstand. Dabei bleibt das Verhältnis der beiden Kräfte nicht konstant, sondern hat für jeden Anstellwinkel eine bestimmte Größe! Weil Auftrieb und Widerstand die Vorwärtsgeschwindigkeit und die Sinkgeschwindigkeit direkt beeinflussen, können wir das jeweilige Verhältnis durch Messen dieser beiden Geschwindigkeiten ermitteln.



Abbildung 41: Fliegen mit Beschleuniger • Foto: Klaus Tillmann

5 Leicht beschleunigt: Mit einer leichten Beschleunigung von etwa 30-50% des Beschleunigerweges sind auch Anfänger und Gelegenheitspiloten bei auffrischendem Wind noch in der Lage, mit großen Sicherheitsreserven etwas schneller fliegen zu können.

6 V_{max} führt dazu, dass die Kappe schneller einklappen kann und ist daher nur versierten Piloten vorbehalten.

Im Gesamtwerk „Paragliding“ werden dem beschleunigten Flug ein mehrseitiges Kapitel und viele Empfehlungen in der Streckenflug- und Wettkampftaktik gewidmet.

Wir erhalten damit die charakteristische **Geschwindigkeitspolare** (Abbildung 42 auf Seite 21) unseres Gleitschirmes: Auf der horizontalen Achse wird die Fluggeschwindigkeit, auf der vertikalen Achse die Sinkgeschwindigkeit aufgezeichnet.

Jeder Punkt kennzeichnet einen bestimmten Flugzustand mit der dazu gehörenden Geschwindigkeit. Jeder Flugzustand entspricht einer bestimmten Stellung der Steuerleinen oder dem Maß der Betätigung des Beschleunigersystems. In der Abbildung 42, Punkt 5 und 6 kann man sehr gut erkennen, dass zum Beispiel im schnellen, beschleunigten Flug die Sinkgeschwindigkeit deutlich zunimmt (roter Bereich rechts in der Zeichnung). Damit verschlechtert sich das Verhältnis von Vorwärts- zur Sinkgeschwindigkeit deutlich.

Dies hat Auswirkungen auf das Gleitverhältnis: Wir kommen nicht so weit wie zum Beispiel bei der Geschwindigkeit des „besten Gleitens.“ (Abbildung 42, Punkt 4). Das Gleitverhältnis definiert sich aus der Strecke, welche aus einer bestimmten Höhe zurückgelegt werden kann. Dies ist wiederum identisch mit dem Verhältnis von Vorwärtsgeschwindigkeit zur Sinkgeschwindigkeit. Auch im Bereich des langsamen Fluges haben wir eine deutliche Verschlechterung des Gleitverhältnisses: Wir sind langsam und sinken schneller.

An der Polare können wir noch weitere Charakteristika ablesen: Es gibt eine Stelle, an der das Verhältnis von Flug- zur Sinkgeschwindigkeit einen maximalen Wert erhält: Wir sind hier bei der Geschwindigkeit des besten Gleitens (Abbildung 42, Punkt 4). Diese entspricht der Trimmstellung unseres Gleitschirmes, wenn wir die Steuerleinen loslassen, bzw. gerade ein wenig Zug auf den Leinen verspüren. In dieser Stellung kommt unser Gleitschirm am weitesten, ausgehend von einer bestimmten Ausgangshöhe.

Grafisch und mathematisch entspricht dieser Punkt der tangentialen Berührung einer Linie aus dem Nullpunkt der Grafik an die Polaren-Kurve und zeigt das Optimum an. Die Geschwindigkeit des besten Gleitens liegt im vorliegenden Beispiel bei etwa 36 km/h.

1 Stallpunkt, bei 100% Bremse

2 Die noch sichere Minimalgeschwindigkeit, ca. 50% Bremse, entspricht bei einem gut eingestellten EN-A Schirm etwa Brust- bis Hüfthöhe, bei einem EN-B-Schirm etwa Schulter- bis Brusthöhe.

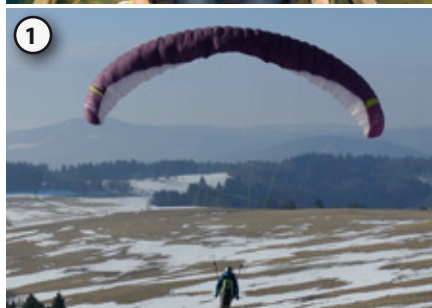


Abbildung 43: 100% Bremse, Stall



Abbildung 44: 50 % Bremse, Minimalgeschwindigkeit

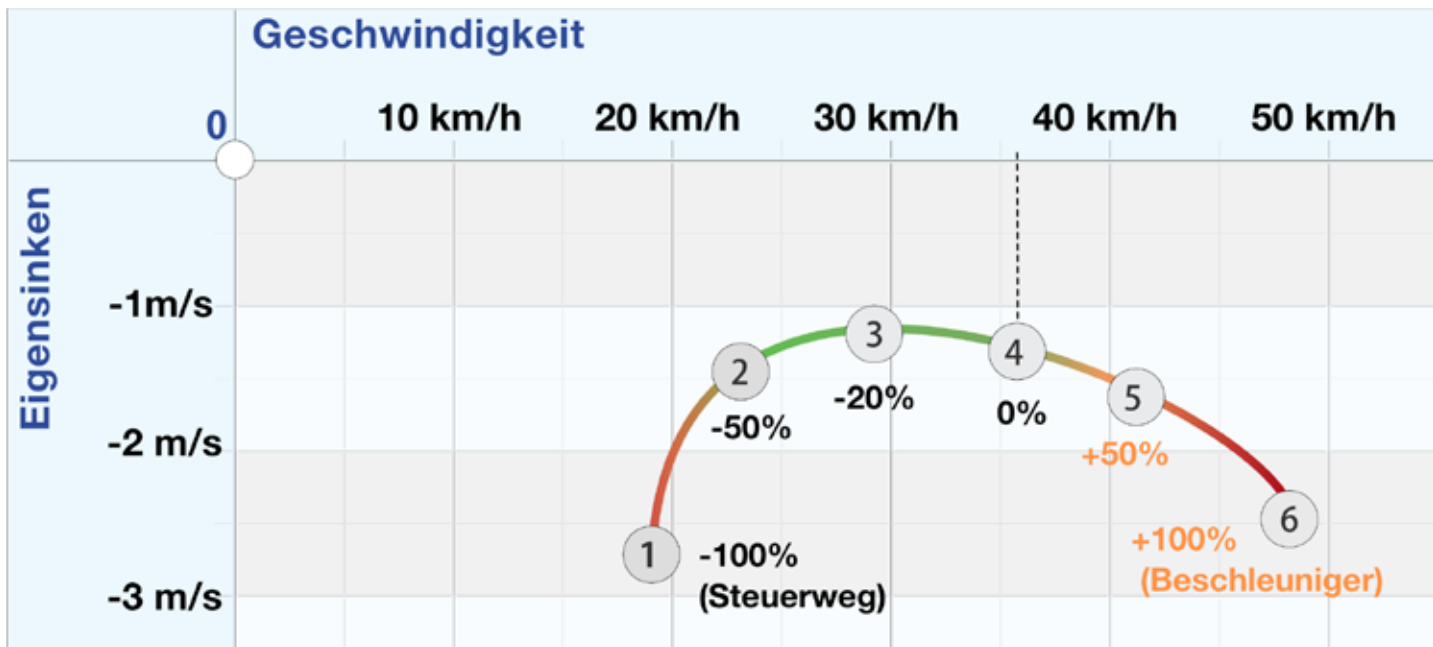


Abbildung 42: Geschwindigkeitspolare eines Gleitschirmes, mit Stallpunkt (1) und Minimalgeschwindigkeit (2), Minimumsinken (3), Bestes Gleiten (4), Leicht beschleunigt (5) und maximale Geschwindigkeit (6), Gleitwinkel γ • Grafik: Papillon

Eine weitere charakteristische Stelle ist dort, wo die vertikale Geschwindigkeit am kleinsten ist – das geringste Sinken (Abbildung 42, Punkt 3): Auch hier gibt es ein Optimum. Dieser Flugzustand entspricht unserer Bremsleineinstellung „schulterhoch angebremst“. Je nach Schirm sind dies etwa 10-30% des maximalen Bremsweges. Auf den Steuerleinen wirken dabei etwa 2 kg Zugkraft, die Geschwindigkeit liegt bei etwa 29 km/h im dargestellten Beispiel. Bei weiterem Anbremsen nimmt der Steuerdruck deutlich zu. Im Bereich der Minimalgeschwindigkeit, kurz vor dem Strömungsabriss, ist er am größten. Bei einem beginnenden Abriss der Strömung lässt der Steuerdruck markant nach.

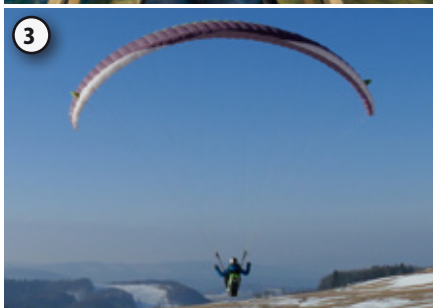


Abbildung 45: 20% Bremse. Minimumsinken



Abbildung 46: 0% Bremse, Bestes Gleiten

3 Minimumsinken: bei ca. 20% wird die Profilwölbung so ideal erhöht, dass der maximale Auftrieb entsteht und das Gerät am wenigsten sinkt. Ein Gleitschirm wird mit 20% am sichersten und auch in thermischen Aufwinden so geflogen. Dies entspricht einem leichten Steuerleinenzug von etwa 2-3 kg in Ohr- bis Schulterhöhe.

4 Bestes Gleiten: Die modernen Kappen sind so eingestellt, dass sie bei 0% Bremsen bzw. Hände hoch die größte Distanz fliegen können. Daher wird die Geschwindigkeit der Herstellertrimmung auch die des besten Gleitens genannt.



Abbildung 47: Klappgefahr bei Anströmung von oben



Abbildung 48: Strömungsabriss bei einem Sportflugzeug



ACHTUNG: Die minimale Flugeschwindigkeit liegt bei 50% Bremsse bei ca. 25 km/h. Langsameres Fliegen bedeutet, nahe an der Minimalfahrt das Risiko des Strömungsverlustes in Kauf zu nehmen. Nur Testpiloten überprüfen diesen Geschwindigkeitsbereich und ermitteln das Geräteverhalten am Stallpunkt. In jedem Flug wird dennoch einmal ganz durchgebremst, und zwar bei der Landung.

Im Bereich des geringsten Sinkens ist zwar das Gleitverhältnis nicht optimal, aber wir sind im Bereich der größten Auftriebserzeugung unseres Schirmes angelangt. Besser geht es nicht. Der Innendruck ist am höchsten, der Schirm hat die beste Kappenstabilität und ist widerstandsfähiger gegen Klapper. Und: der Schirm ist in einem Geschwindigkeitsbereich, den wir gut erlaufen können – zum Beispiel nach der Startentscheidung!

Wenn wir die Polare (Abbildung 42) genau betrachten, hört diese bei einer Maximalgeschwindigkeit auf. Schneller kann der Gleitschirm aus konstruktiven Gründen nicht fliegen. Um schneller zu werden, müsste der Anstellwinkel über das Beschleunigungssystem noch weiter verringert werden. Dies würde aber dazu führen, dass die Schirmkappe von „oben“ angeströmt wird (Abbildung 47): Der Staudruck wird größer als der Innendruck und unser Schirm gibt nach – es entsteht ein sogenannter Klapper (Frontklapper, Seitlicher Einklapper)!

Eine weitere Auffälligkeit an der Polare ist der Bereich der langsamen Flugeschwindigkeiten – und damit zusammenhängend der Bereich sehr hoher Anstellwinkel: Auch hier hört die Kennlinie spontan auf.

Langsamer als eine Minimalgeschwindigkeit geht es nicht: Damit tragender Auftrieb entstehen kann, muss die Luft um unsere Tragfläche strömen. Dabei wird die umströmende Luft gerade bei den hohen Anstellwinkeln sehr stark umgelenkt. Damit der Auftrieb erhalten bleibt, muss die umströmende Luft nahe an der Kontur/Oberfläche des Tragflügels bleiben, was ihr bei hohen Anstellwinkeln irgendwann nicht ausreichend gelingt: Die Strömung „reißt ab“ – und das von hinten nach vorne.

Damit bricht der Auftrieb schlagartig zusammen – und unser Flügel aus weichem, aufgeblasenem Material ebenso: Da er keine feste Struktur hat, wird er einfach nach hinten zusammenfallen und gleichzeitig die restliche Luft aus seinen Kammern nach oben mit einem letzten Seufzer verlieren – er entlüftet vollständig. In diesem Zustand wirkt nur noch der Widerstand.

Gerade dieser ungewöhnliche Flugzustand ist äußerst gefährlich. Bei Sicherheitstrainings über Wasser kann man lernen, aus dieser Situation wieder in einen Normalflugzustand zu kommen. Aber dies erfordert eine ausreichende Höhe und große fliegerische Erfahrung. Daher ist jede Situation, welche einen solchen Strömungsabriss auslösen könnte, zu vermeiden (siehe hierzu auch das Kapitel über „2.3.4 Extremflugsituationen“). Der sichere Flugbereich liegt bei der Polaren-Skizze im grün markierten Abschnitt – von leicht angebremst bis hin zu leicht beschleunigt. Die rot markierten Bereiche erfordern unsere höchste Aufmerksamkeit. Und doch erfiegen wir den Stallpunkt in jedem Flug einmal: bei der Landung.

Anmerkung von Andreas Schubert: „Nach mehr als 5000 Flugstunden habe ich selbst noch nie einen unbeabsichtigten Stall erlebt.“

1.3.4 Strömung und Auftrieb

(PF 101, 105)

Im letzten Abschnitt wurde der Begriff der Strömung erwähnt. Sofern die Luft unsere Tragfläche „ordentlich“ umströmt, fliegen wir. Am Anfang des Gesamtkapitels wurde erwähnt, dass eine umströmte, gewölbte Platte Auftrieb erzeugt.

Bei Betrachtung der Strömung an dieser gewölbten Platte fällt auf, dass die Luftmassen nahe an der Oberfläche deutlich schneller fließen als im nahen Umfeld. Die darüber liegenden Luftmassen bleiben davon weitgehend unbeeinflusst. Doch die betroffene Luft an der Oberfläche will auch irgendwie weiterkommen und bedient sich eines Tricks: Sie fließt einfach schneller durch den Engpass hindurch! Was vorne reinkommt, muss auch hinten wieder rauskommen, es darf keinen Stau geben.



Abbildung 49: Sogwirkung

Dieses Phänomen kann physikalisch mit dem Venturi-Effekt beschrieben werden. Beispiel: Wenn der Querschnitt zum Durchkommen nur halb so groß ist, muss sich die Geschwindigkeit verdoppeln.

Dabei entsteht eine weitere interessante physikalische Erscheinung, welche als Bernoulli-Effekt bekannt geworden ist. Jedes beim Herbststurm abgedeckte Dach oder ein aufgeblähtes geschlossenes Cabrio-Dach „leidet“ darunter: Dort wo eine schnelle Strömung existiert, entsteht deutlicher Unterdruck (Abbildung 50)!

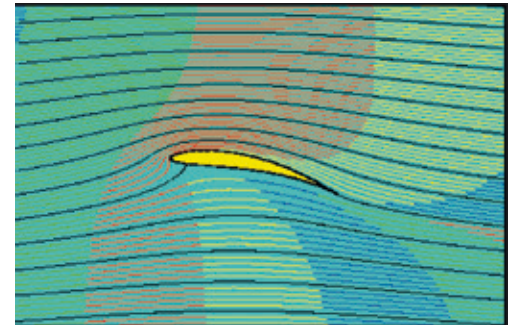


Abbildung 50: Umströmungsgeschwindigkeiten am Profil

So schaffen wir uns ja auch die lästige Fliege aus dem Auto, wenn wir das Seitenfenster ein klein wenig öffnen: Das störende Insekt wird einfach rausgesaugt! Genau dieser Sog saugt auch an unserer gewölbten Fläche. Er wirkt senkrecht zur Anströmungsrichtung und ist dort am kräftigsten, wo die Krümmung am stärksten ist.

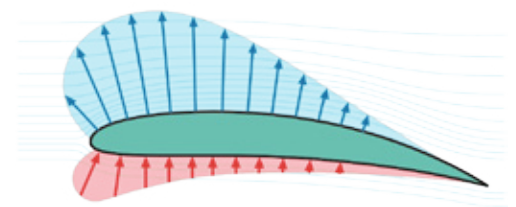


Abbildung 51: Sog- und Druckkräfte am Profil

In der Strömungssimulation kann man sehr gut die deutliche Beschleunigungszunahme (Abbildung 50) und die Unterdruck-Verteilung (Abbildung 51) erkennen. Gerade die Beschleunigungssimulation macht die enorme Geschwindigkeitszunahme anschaulich klar, welche wiederum Ursache für die Druckverteilung um das Profil ist.

1.3.5 Strömung und Widerstand

(PF 87-88, 102, 106-107)

Die für den Auftrieb sorgende Strömung erzeugt auch Widerstände, welche entgegen der Bewegungsrichtung wirken. Jeder Widerstandsanteil ist gleichbedeutend mit einer Leistungsminderung. Widerstände lassen sich in unterschiedliche „Verursacher“ aufteilen:

Der **Formwiderstand** ergibt sich aus der geometrischen Form und der Druckverteilung um diesen Körper: Auf der Anströmungsseite herrscht ein anderer Druck als auf der abgewandten Seite. Je nach Formgebung und Ausrichtung dieser Form in die Anströmrichtung kann dieser Widerstand sehr hoch oder extrem niedrig sein.

Der **Reibungswiderstand** entsteht direkt an der Oberfläche des umströmten Körpers: Dort wird die Strömung auf Null abgebremst, die Schichten darüber „reiben“ sich mit den unteren Schichten. Die Art der anliegenden Strömung – „turbulent“ oder „laminar“ – hat hierbei wesentlichen Einfluss auf die Höhe des Widerstandes.

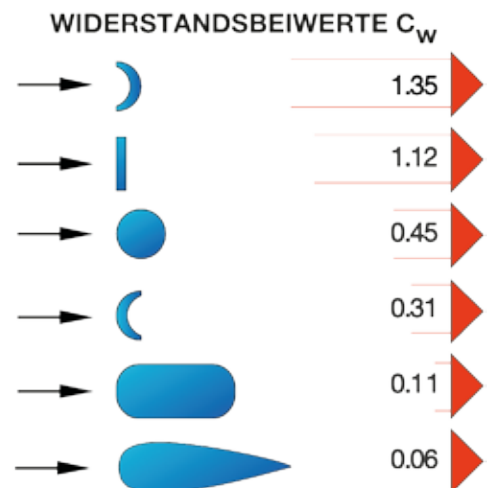


Abbildung 52: typische Widerstandsbeiwerte

Beide Widerstandsarten zusammen ergeben den Profilwiderstand des Gleitsegelprofils. Diese Widerstandskraft ist abhängig von der Querschnittsfläche, der Anströmgeschwindigkeit, der Luftdichte und seinem Widerstandsbeiwert (C_w): Die Kenngröße C_w ist ein Maß für die „Windschlüpfrigkeit“ eines umströmten Körpers und wird als Vergleichswert für den Widerstand von Profilformen herangezogen. Zur Ermittlung von Widerstandsbeiwerten werden zum Beispiel Windkanalversuche durchgeführt.



Abbildung 53: Wirbelschlepe an einer Tragfläche

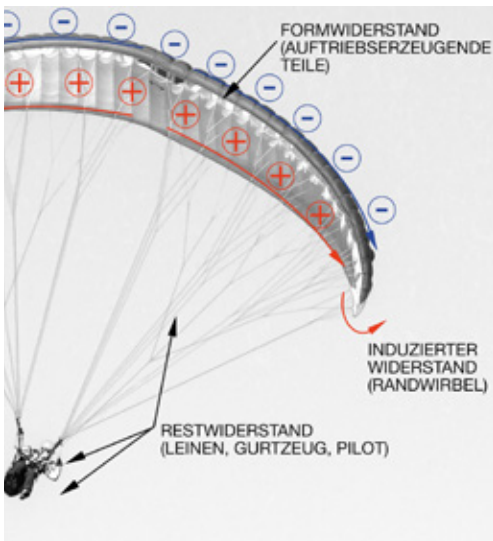


Abbildung 54: Widerstände am Schirm



Abbildung 55: Außenwirbel im Windkanal • Foto: Skywalk

Einen erheblichen Einfluss auf die Höhe des Gesamtwiderstandes hat die besondere Art der Auftriebserzeugung an einem Flügelprofil: Auf der Oberseite wirken ja für den Auftrieb etwa $2/3$ Sog und auf der Unterseite $1/3$ Druck (siehe Abbildung 5 auf Seite 7). Hier handelt es sich wieder um einen deutlichen Druckunterschied, welcher das Bestreben hat sich auszugleichen.

Dies passiert besonders leicht an den Flügelenden: Überdruck unterhalb der Tragfläche will von unten zum Unterdruck auf der Tragflächenoberseite, es entstehen dabei die sogenannten Randwirbel. Diese liefern keinen Beitrag zum Auftrieb, benötigen aber trotzdem Energie. Damit wird ein zusätzlicher Widerstand induziert, welcher als Randwiderstand oder induzierter Widerstand bekannt ist.

Je gestreckter eine Tragfläche bei gleichbleibendem Flächeninhalt und Auftrieb ist, umso geringer ist auch dieser Randwiderstand. Deshalb streben Luftfahrzeug-Konstrukteure hohe Spannweiten oder aerodynamische Maßnahmen (Winglets) zur Reduzierung der Randwirbel an: Gerade im Langsamflug bilden sich die Randwirbel besonders aus und können bis zu 50% des Gesamtwiderstandes ausmachen. Jedoch ist nicht jede konstruktive Maßnahme machbar – gerade bei Gleitschirmen sind hohe Streckungen auch mit Nachteilen bezüglich der Kapfenstabilität verbunden.

Als hätten wir nicht schon genug Widerstand, gesellt sich zu den genannten Widerstandsarten noch der Restwiderstand dazu. Hierzu wirken alle Teile des Luftfahrzeugs mit, welche nicht direkt zur Auftriebserzeugung dienen. Beim Gleitschirm tragen vor allen Dingen die Gleitschirmleinen zum Restwiderstand bei.

So klein der Durchmesser der Leinen auch sein mag – im Luftstrom sind es angeströmte Körper, welche mit ihrem kreisförmigen Querschnitt eine eher ungünstige aerodynamische Form mit einem hohen C_w -Wert haben. Auch die Menge der verknüpften Leinen- und Leinenansatzpunkten führt zu Interferenz-Wirkungen, welche den Widerstand deutlich nach oben treiben.

Zu allerletzt hängt unterhalb all dieser Leinen auch noch der Gleitschirmpilot in einem Gurtzeug. Für die umfließende Strömung ist das ein ganz ausgeprägtes Hindernis mit vielen Ecken und Kanten, an denen Verwirbelungen und unstete Strömungsverläufe stattfinden.

Da es aber nicht ohne den steuernden Piloten geht, versuchen die Hersteller, Gurtzeuge weiter zu optimieren und Widerstandsminderungen herbeizuführen. Aber auch hier erhöhen sich (ähnlich wie bei der Streckungserhöhung) die Anforderungen an den Piloten und seine fliegerische Erfahrung. Gurtzeuge mit Beinverkleidung („Liegegurtzeuge“) wie in Abbildung 57 haben bei richtiger Einstellung weniger Widerstand, sind aber in einigen Flugsituationen deutlich „Twist“-gefährdet und eignen sich nicht am Anfang einer Fliegerkarriere.

1.3.6 Achsen und Bewegungen

(PF 89-90)

Im letzten Abschnitt gingen die Betrachtungen vom stationären Gleitflug in unterschiedlichen Geschwindigkeitsbereichen aus. Dies ist jedoch nur ein

Teil der fliegerischen Möglichkeiten: Natürlich gibt es mehr Varianten, den Gleitschirm im dreidimensionalen Raum zu bewegen.

Zur Orientierung wird die Bewegung eines Luftfahrzeuges in drei Achsen beschrieben, um die sich das Fluggerät „drehen“ kann. Sie helfen, die

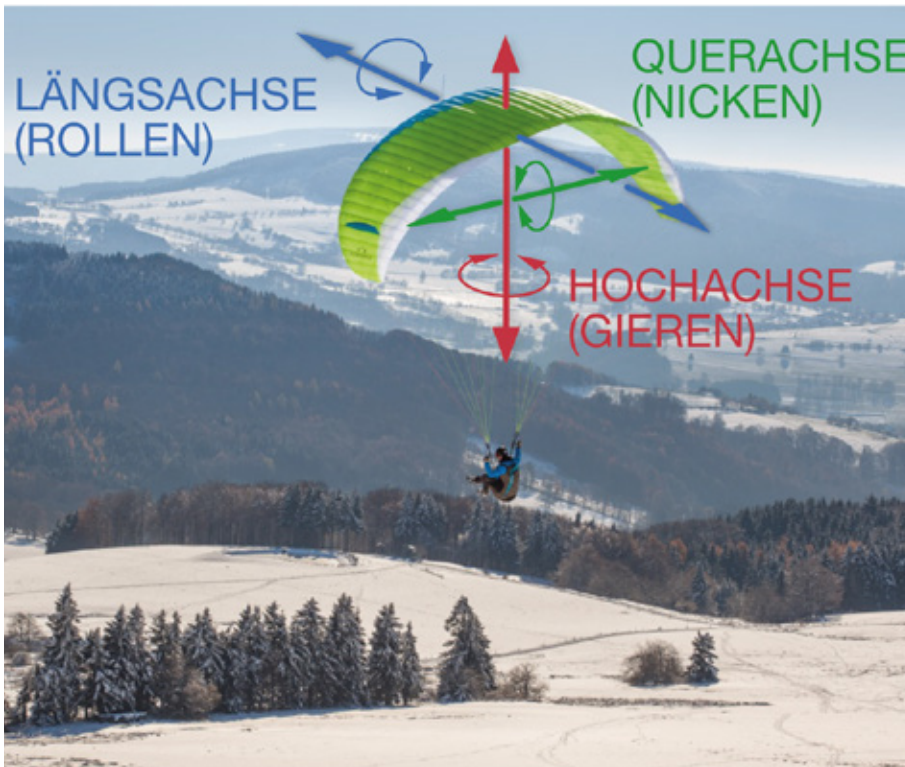


Abbildung 56: Achsen und Rotationsbewegungen • Grafik: Papillon/Klaus Tillmann

Grund-Rotationsbewegungen eines Körpers im Raum zu beschreiben (Abbildung 56).

Um die Längsachse „rollt“, um die Querachse „nickt“ und um die Hochachse „giert“ das Luftfahrzeug – und auch der Gleitschirm. Jede Rotation um eine dieser Achsen kann auch Wechselwirkungen auf die Rotation um die anderen Achsen erzeugen. So verursacht zum Beispiel eine Drehung um die Hochachse („gieren“) auch eine Drehung um die Längsachse: Da die Fläche in der Kurvenaußenseite schneller fliegt als in der Kurveninnenseite, wird es auch eine Rollbewegung zu dieser Seite geben!

1.3.7 Pendelstabilität

(PF 91)

Eine Besonderheit des Gleitschirmes als Luftfahrzeug ist die hohe Position der (leichten) Tragfläche oberhalb des (schweren) Piloten. Diese Anordnung wirkt wie ein Pendel, welches bei Lageveränderungen um die Längsachse und die Querachse wieder in den „Ruhezustand“ zurück möchte. Die Schwerkraft wirkt als rückführende Kraft einer Lageveränderung entgegen.

Der tiefe Schwerpunkt unserer Pilotenposition ist einer der Gründe für die selbstneutralisierende Fähigkeit des Gleitschirmes, bei kleinen Störungen (Roll- und Nickbewegungen) ohne große Einwirkung des Piloten wieder in einen Gleichgewichtszustand zu kommen.



Abbildung 57: Skywalk optimiert Gleitschirm-Gurtzeuge im Windkanal • Foto: Skywalk

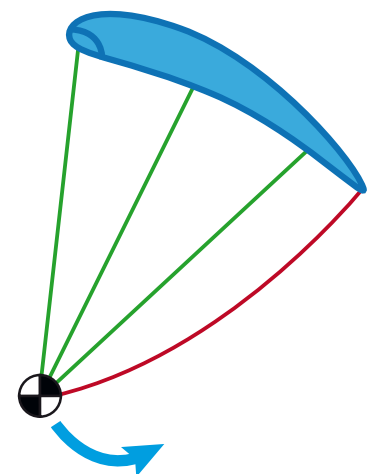


Abbildung 58: Pendelwirkung am Gleitschirm

1.3.8 Kräfte beim Kurvenflug

(Prüfungsfrage 100)

Im Kurvenflug wirkt auf den Gleitschirm neben den schon erwähnten Auftriebs-, Widerstands- und Schwerkraften aufgrund der kreisenden Bewegung die Zentrifugalkraft (FZ) ein. Damit erhöht sich das Kurvengewicht (FGK) (welches senkrecht zur Querachse wirkt), was zum Ausgleich zu einer höheren Vorwärtsgeschwindigkeit (im Kreisflug) und damit zusammenhängend zu einer höheren Sinkgeschwindigkeit führt. Das Auftretende Kurvengewicht wird durch die totale Luftkraft (FTL) kompensiert.

Diese Größe der Zentrifugalkraft ist abhängig vom (Gesamt-)Gewicht und dem geflogenen Kurvenradius: Je enger die Kurve wird, umso höher wird diese Kraft. Zusätzlich wirkt die Bahngeschwindigkeit quadratisch bei der Zentrifugalkraftzunahme mit!

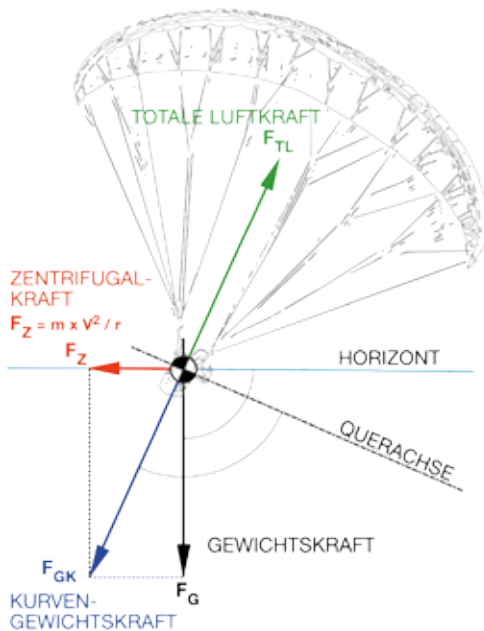


Abbildung 59: Zentrifugalkraft im Kurvenflug • Grafik: Papillon/Klaus Tillmann



Abbildung 60: Papillon Urlaubswoche: Talwind-Prallhangsoaring über der Seceda, im Hintergrund der Sellastock. • Foto: Andreas Schubert

2 Flugpraxis

So geht Fliegen: Zu allen Themen, vom Start über den Flug, die Abstieghilfen und die außergewöhnlichen Flugzustände bis hin zur Landung gibt es hier eine den Praxisunterricht begleitende Lektüre.

2.1 Vorflugroutine

(PF 2, 4-5, 16, 18, 30, 36-37, 167, 180, 212)

Informieren: Bevor der Pilot zum Fliegen geht, informiert er sich über das Wetter. Die Geländewahl hängt von den Wetter- und Windprognosen ab.

Ist die Entscheidung gefallen, erfolgt die nächste ausführliche mentale Vorbereitung am Landeplatz des Fluggebietes. Es gilt, stets alle möglichen Landerichtungen durchzudenken. In Alpentälern sind das meistens zwei Richtungen: taleinwärts und talauswärts.

Wir überlegen, in welchem Bereich wir unsere Höhe abbauen werden und wie die Landeinteilung und Landung bei schwachem oder auch bei starkem Wind funktionieren könnten. Besonders Anfänger holen sich möglichst viele geländespezifische Informationen über Infotafeln, im Internet und fragen idealerweise einen oder besser mehrere Piloten nach deren Wissen und Erfahrungen.

Empfehlenswert ist es auch, während der Bergfahrt mit der Gondel den Landeplatz ständig konzentriert im Blick zu behalten. Der Pilot macht sich mit einem ihm unbekanntem Gelände am besten vertraut, indem er zunächst einige Flüge in den ruhigen Morgenstunden macht.

Die Startplatzwahl ist mindestens genauso entscheidend. Auch hier gilt es, Neigung, Hindernisse, Flugrichtung und nochmals die Wetterverhältnisse genauestens zu checken. Ist der Startplatz gut ausgewählt, achten wir auf Ausweichwiesen in Flugrichtung und auf mögliche Hindernisse wie Stromleitungen, Materialeilbahnen, Häuser oder Baumreihen. Dabei sind immer auch die möglichen verschiedenen Windverhältnisse zu berücksichtigen.

Vor dem Auslegen müssen die Wetterbedingungen nochmals geprüft werden. Ein nochmaliger Blick auf die letzten Wind- und Wettermeldungen auf dem Smartphone ersetzt zwar nicht die eigene Wetterbeurteilung, kann aber helfen, unangenehme Erfahrungen zu vermeiden.

Ein über längere Zeit eng verpackter Gleitschirm sollte vor dem ersten Start mehrmals aufgezogen werden, damit sich die Falten im Tuch glätten.

Besonders in höher frequentierten Fluggebieten der europäischen Alpen bereiten sich die Piloten in der Regel zunächst neben dem Startplatz komplett vor. Vor dem Anlegen des Gurtes sind die Rettungsgerätesplinte routinemäßig immer nochmal mit einem kurzen Blick zu prüfen. Durch den Transport könnte sich ein Splint gelöst haben, was im Flug zur ungewollten Öffnung der Rettung führen kann. Mit angelegtem Gurtzeug, Helm und zusammengerafftem Schirm geht es dann zum Startplatz.

Wir empfehlen, das Gurtzeug nach einer Sichtkontrolle anzulegen, alle Gurte zu verschließen, den Helm aufzusetzen, das Vario vorzubereiten, die Handschuhe in den Ausschnitt der Jacke zu stecken und dann erst den Schirm auszulegen. Bei schwachen Verhältnissen legen wir die Kappe bogenförmig mit den Leinen in Startrichtung aus.

Die Leinen werden in der Reihenfolge Steuer-, (D-), C-, B- und A-Leinen sortiert. Dabei ist besonders auf das Vermeiden von Leinenknoten zu achten.



Autor der Kapitel
Flugpraxis und
Meteorologie:

Andreas Schubert, geboren 1970 und aufgewachsen in Fulda, ist staatlich geprüfter Pädagoge und Fluglehrer seit 1993.

1990 lernte er das Gleitschirmfliegen im Flugcenter auf der Wasserkuppe. Er belegte zahlreiche hervorragende Platzierungen in nationalen und internationalen Wettbewerben, darunter fünfmal Landesmeister und zweimal Deutscher Meister.

„Nur getragen von der Kraft des Aufwindes, stundenlang in der Thermik hoch über der Landschaft dahin zu gleiten, ist ein besonderes Privileg. Gleitschirmfliegen ist ein wunderschöner Natursport.“, schwärmt Schubert noch heute.

Er ist 1. Vorsitzender des Rhöner Drachen- und Gleitschirmfliegervereins Poppenhausen e.V., der mit knapp 1000 Mitgliedern als großer Sportverein weit über die Landesgrenzen hinaus bekannt ist. Als Ausbildungsleiter ist er auch Gesellschafter und Geschäftsführer von Papillon. Seine Erfahrung im Flugsport bringt er in der Konstruktion und Entwicklung neuer Gleitschirmgeräte ein.



Abbildung 1: In der Schulung führt auch der Fluglehrer den Startcheck durch • Foto: Boris Kiauka

Tipp: Gelegenheitspiloten, die selten in den Alpen fliegen, empfehlen wir fluglehrerbegleitete Touren. So bekommst du alle wichtigen Informationen, um Start- und Landeplätze, die Flugoptionen und auch das jeweilige Mikroklima einschätzen und besser beurteilen zu können.

Tipp: Vor dem Start zum ersten Thermikflug in einem neuen Gelände ist ein Abgleiter in ruhiger Luft zum Kennenlernen des Gebietes immer sehr sinnvoll.

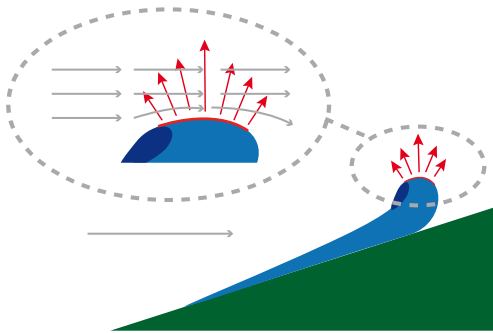


Abbildung 2: Durch einen angemessenen Startimpuls erhält die Kappe ihren benötigten Erstauftrieb: Der durch die ausgeprägte Wölbung des Profils an der Eintrittskante entstehende geringe Auftrieb reicht schon aus, einen Teil des Schirmes mit seinem Eigengewicht anzuheben.

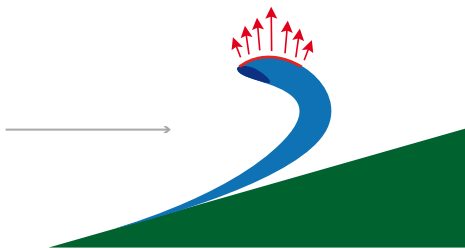


Abbildung 3: Durch dieses Anheben vergrößert sich die wirksame gewölbte Fläche, der Stoff „entwickelt“ sich, der Auftrieb auch, die Kraft reicht nach ein paar Augenblicken schon aus, das ganze Schirmgewicht anzuheben!

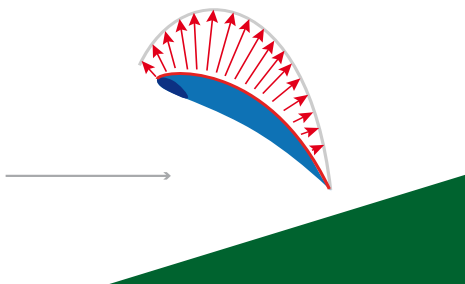


Abbildung 4: Dadurch und durch die einströmende Luft wird das Profil des Schirmes vollständig „aufgeblasen“. Die vorwärts gerichtete Kraft des Tragflügelprofils verhilft dem Schirm dabei nicht nur hoch, sondern beschleunigt ihn auch nach vorne. Um den Schirm über dem Piloten zu stabilisieren, wird der Schirm angebremst.

Hohe Temperaturen und hochgelegene Startplätze verlängern aufgrund des geringeren Druckes die Startstrecke.

! Startcheck: Wind und Luftraum müssen mehrmals im Wechsel kontrolliert werden!

2.2 Start

(PF 15, 34-35, 202-203, 208)

Das Gleitsegel wird symmetrisch bogenförmig ausgelegt, sodass sich die Kappe hinter dem Piloten gleichmäßig von der Mitte her füllen kann. Der Pilot startet das Segel durch dosierten Zug mit nach hinten und unten gestreckten Armen an den vorderen Tragegurten und Anlaufen gegen den Wind. Sobald das Segel über ihm steht, lässt er die Tragegurte los und hält nur noch die Steuerleinen in der Hand.

Er läuft der Windsituation angepasst zügig, aber nicht zu schnell weiter. Nach einem Kontrollblick zur Kappe, zu dem er das Segel gegebenenfalls etwas anbremst und damit stabilisiert, beginnt die Beschleunigungsphase, in der die Strömung aufgebaut wird. Mit großen, kräftigen Schritten und ruhiger Armhaltung erreicht der Pilot die Abhebegeschwindigkeit.

Er verliert den Boden unter sich, bleibt aber noch laufbereit, um ein unerwartetes Durchsacken mit den Beinen abfangen zu können. Erst mit ausreichendem Bodenabstand setzt er sich in das Gurtzeug. Die Steuerleinen werden nicht losgelassen.

In flachen Startgeländen achtet der Pilot auf die Beschleunigungsphase. Große, lange und raumgreifende Schritte bei wenig Bremse sind hier ideal. Im steilen Gelände hingegen zieht der Pilot behutsam auf und bremst zum Stabilisieren an. Der Schirm darf nicht zu weit nach vorn schießen, weil ein Einklappen in der Abhebephase im Steilhang unangenehm werden kann. Da es im steilen Gelände schon sehr schnell zum Abheben kommt, ist es gut, wenn ein erfahrener Fliegerfreund den Start beobachtet und schon in der Aufziehphase kontrollieren kann.

Das hört sich alles ziemlich kompliziert an. In der Ausbildung werden alle Phasen durchgesprochen und mehrfach geübt, sodass schnell eine gewisse Routine entsteht.

2.2.1 Der 5-Punkte-Startcheck

(PF 19-21, 204)

Der 5-Punkte-Startcheck muss vor jedem Flug durchgeführt werden, bevor der Pilot den Schirm aufzieht. Es ist hilfreich, den Startcheck zusätzlich von einem zweiten Piloten durchführen zu lassen (Partnercheck).

1. **PILOT:** Schuhe zugebunden? Alle Gurtzeugschnallen geschlossen? Beingurte geschlossen? Karabiner unverdreht und richtig geschlossen? Helm auf? Funk an?
2. **LEINEN:** Leinen frei? A-Leinen oben? Tragegurte unverdreht? Beschleuniger eingehängt und unverdreht? Steuerleine frei und unverdreht?
3. **KAPPE:** Bogenförmig ausgelegt? Alle Kammern offen?
4. **WIND:** Passt die Richtung? Passt die Windstärke?
5. **LUFTRAUM:** Auf allen Seiten weiträumig frei?

Kein Start ohne Startcheck!

Im flachen Gelände darf impulsiv gestartet werden. Nach dem Füllen und Aufstellen des Gleitsegels erfolgt ein ausführlicher Kontrollblick nach oben zur Kappe. Dabei wird die Laufgeschwindigkeit reduziert und der Wind-situation angepasst. Im steilen Startgelände wird mit geringem Impuls und anschließend deutlicher Bremse gestartet.

2.2.2 Rückwärts-Aufziehen

(PF 38, 78-79, 140-141, 146)

Bei starkem Wind und anspruchsvollen Bedingungen ist ein Rückwärtstart zu empfehlen, da dieser eine bessere Kontrolle des Schirmes ermöglicht. Bereits in der Aufziehphase werden mögliche Verhänger und Störungen der Kappe erkannt. Somit gestaltet sich die Kontrollphase einfacher und ein asymmetrisches Hochsteigen des Schirmes kann bereits im Ansatz korrigiert werden.

Um „rückwärts“ zu starten, stellt sich der Pilot mit dem Gesicht zur Kappe und überkreuzt die Tragegurte zum Einhängen. Das Ausdrehen erfolgt stets in die Richtung, in welcher der obenliegende Tragegurt am Gurtzeug befestigt ist. Vor dem Aufziehen werden zunächst die Steuerschlaufen in die Hände gelegt (darauf achten, dass diese nicht verdreht oder vertauscht werden!). Danach nimmt der Pilot alle A-Tragegurte in eine Hand. Mit der zweiten Hand wird das Hochsteigen der Kappe kontrolliert. Zur Perfektionierung der Rückwärtsstarttechnik empfehlen wir die Teilnahme an einem Rückwärtsstarttraining.

2.3 Flug

Die Bremssteuerung bestimmt Fluggeschwindigkeit und Flugrichtung. Kurven werden mit dosiertem Herunterziehen einer Steuerleine und zusätzlichem Verlagern des Körpergewichtes auf die Kurveninnenseite eingeleitet. Dabei wird das Gleitsegel auf der entsprechenden Seite verlangsamt und gelangt mit etwas Querneigung in eine Kurve. Der Kurvenflug mit Körpergewichtverlagerung beugt der Trudelgefahr vor. Die Bremsleinen sollten, abhängig vom Schirmtyp, nicht tiefer als 50% gezogen werden.

Idealerweise werden im Geradeaus- sowie im Kurvenflug die Bremsen stets leicht angezogen gehalten – auf etwa 10-20% des gesamten Steuerweges. Das vermindert das Gerätesinken und erhöht die Klappstabilität.

Im Kurvenflug ist die Körpergewichtverlagerung, bzw. die so genannte Sitzbrettsteuerung entscheidend: Die Innenbremse wird nur leicht stärker gezogen, während die Außenbremse etwas gelockert wird. Meist verbleiben etwa 10% Bremse auf dem Außenflügel und etwa 20-30% Bremse auf dem Innenflügel.

Die nachfolgenden Kapitel zeigen Möglichkeiten und Varianten des lautlosen Flugsportabenteuers.

2.3.1 Fliegen im Hangaufwind

(PF 54-55, 168, 170)

Neben einfachem Abfliegen von einem Berg kann man mit Achtern im Hangaufwind (Soaren) die Flugzeit deutlich erhöhen, weil so das Gerätesinken durch den Aufwind kompensiert wird. Die Vorfahrt- und Hangflugregeln sind Bestandteil der Theorieausbildung und spielen hierbei eine wichtige Rolle (siehe „4.6.1 Ausweichregeln“).



Abbildung 5: In Waldschneisen könnten sich bei Seitenwind gefährliche Turbulenzen bilden. Schon eine leichte Seitenwindtendenz macht das Starten deshalb kritisch. Bei Windstille ist die Startstrecke für ein sicheres Überfliegen der Bäume, die den Startplatz nach unten begrenzen, voraussichtlich zu kurz. Ideal wäre ein Wind von etwa 5–15 km/h direkt von vorne. • Foto: Boris Kiauka



Abbildung 6: Bei einem Wind von vorne mit 5–10 km/h herrschen ideale Startbedingungen. Bei stärkerem Wind ist mit Turbulenzen im Lee der Baumreihe zu rechnen. Bei Rückenwind darf nicht gestartet werden, weil die Startstrecke verlängert und der Aufwind zu schwach wäre, um über die Bäume zu fliegen. • Foto: Markus Fiedler



Abbildung 7: Groundhandling macht nicht nur Spaß, es bringt auch Sicherheit für Flüge in der Thermik und im Hangaufwind. • Foto: Andreas Schubert

Tipp: Im Anschluss an die Höhenflugschulung wird ein Thermik- und Techniktraining oder ein Thermik- und Streckenflugseminar zur B-Lizenz mit den entsprechenden flugtechnischen Inhalten und Übungen empfohlen.

So kannst du unter professioneller Anleitung Thermikfliegen und Hangaosaring in Seminaren erlernen, ohne den Risiken autodidaktischer Lernversuche im Flugsport ausgesetzt zu sein.

Das wichtigste Flugmanöver sind 180-Grad-Kehren vom Hang weg. Zunächst erfolgt ein Kontroll- bzw. Schulterblick in die beabsichtigte Flugrichtung. Mit Verlagerung seines Körpergewichtes gibt der Pilot den Impuls für die Einleitung der Kurve. Der Bremsdruck wird auf der Innenseite etwas erhöht und etwa um den gleichen Betrag auf der Außenseite gelockert. Solche Kurven trainieren die Flugschüler schon in den ersten Tagen der Ausbildung. Frei vom Wind angeströmte Schulungsgelände eignen sich besonders gut, um bei geringem Bodenabstand die ersten Kehren zu erfliegen und so die Steuerung des Gleitschirmes kennenzulernen. In Höhenflugkursen wird unter anderem auch in das Hangsegeln eingewiesen.

Die Einsteigergeräte der neuen Gerätegeneration entfalten sogar im Hangaufwind bemerkenswerte Leistungseigenschaften und sinken meist weniger als anspruchsvollere Schirme mit schnellen Hochleistungsprofilen. Auch für das stundenlange Fliegen im Hangaufwind ist es vollkommen ausreichend, einen Gleitschirm der Gerätekategorie EN-A zu fliegen.

2.3.2 Thermikfliegen

(PF 42-43, 50-52, 56, 61, 93-94, 96-97, 173)

Das Thermikfliegen stellt dieselben Grundvoraussetzungen an den Piloten wie das Fliegen am Hang. Zusätzlich sollte der Thermik-Pilot das „Aktive Fliegen“ beherrschen: An den Rändern einer Thermik entstehen Randturbulenzen, die den Schirm zum Klappen bringen können.

Zu ersten Thermikversuchen empfiehlt sich, stets eine „leichte Bremse“ von etwa 10-20% zu halten: Die Klappstabilität ist am höchsten, das Gerätesinken am geringsten. Jetzt spürt man das Auf und Ab in der Thermik und lernt, wie man sich darin sicher – nämlich aktiv – bewegt.

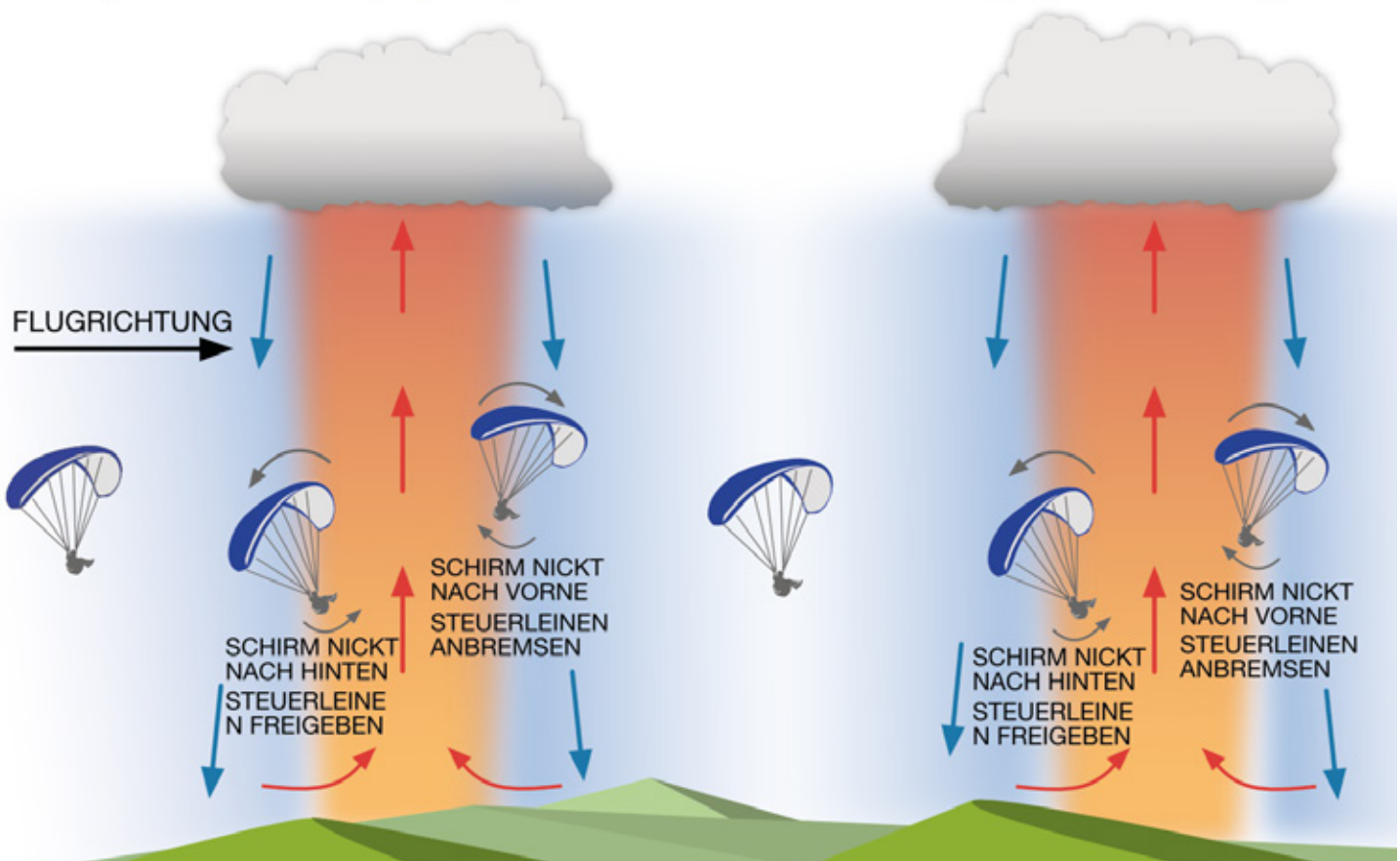


Abbildung 8: Aktiv fliegen heißt, seinen Gleitschirm ohne Pendeln immer genau über sich zu haben. • Grafik: Papillon/Klaus Tillmann

Beim Kreisen in einer Thermik mit Wind aus einer bestimmten Richtung muss der Pilot darauf achten, nicht versetzt zu werden. Das heißt: Beim Kreisen hat man sowohl Gegen- als auch Rückenwind. Mit Rückenwind fliegt man deutlich schneller als mit Gegenwind (Windversatz). Genau genommen werden also keine Kreise geflogen.

Damit der Windversatz nicht zu groß wird, muss der Pilot länger gegen den Wind als mit dem Wind fliegen. So ist es leichter, eine Thermik zu zentrieren und nicht auf der windabgewandten Seite, leeseitig, aus ihr „herauszufallen“. An der Leeseite windversetzter Thermik sind Scherungsturbulenzen zu erwarten. Gewinnt man in einer guten Thermik sehr schnell an Höhe, ist darauf zu achten, rechtzeitig den Aufwind zu verlassen, um nicht in die Wolke gezogen zu werden. Man kann leicht die Orientierung verlieren, in Panik geraten und in der Folge weitere Flugfehler begehen.

Ist das Steigen so stark, dass ein Wolkenflug unausweichlich wird, oder soll der Steigflug aus anderen Gründen beendet werden, empfiehlt es sich rechtzeitig die Ohren anzulegen oder andere Abstieghilfen zu verwenden (siehe 2.3.3).

Aktiv Fliegen (Abbildung 8): Der Pilot stabilisiert seinen Schirm aktiv durch entsprechenden Steuerleineneinsatz und wirkt somit Pendelbewegungen entgegen.

Beim Einfliegen in den Aufwind gibt er die Steuerleinen frei, weil sich der Anstellwinkel sonst vergrößert (bei zu großem Anstellwinkel reißt die Strömung ab). In der Thermik fliegt der Pilot am besten Vollkreise oder mit minimalem Sinken (leichter Steuerleinenzug), um Höhengewinn zu erzielen. Das Gleitsegel erzeugt dann maximalen Auftrieb und verfügt dabei über die höchste Kappenstabilität.

Beim Verlassen einer Thermik bremst der Pilot den Schirm an, um ein Vorschießen der Kappe und anschließende Pendelbewegungen zu unterdrücken (ein kleiner Anstellwinkel könnte zu einem Fronklapper führen). „Aktives Fliegen“ bedeutet, auf Veränderungen an der Kappe so zu reagieren, dass der Schirm stets zentral über dem Piloten bleibt.

Tipp: Mit Übungen wie: **ROLLEN, NICKEN, flaches und enges Kreisen, OHRENANLEGEN mit und ohne Speedsystem** und kleinen **KLAPPERN** lernst du im Performance-, Thermik- oder Flugtechniktraining „**Aktives Fliegen**“ unter Anleitung. Nutze das Kursangebot im Stubai oder in Lüssen/ Südtirol.



Abbildung 9: Kreisen auf gleicher Höhe? Abstand halten und den/die Anderen beachten! • Illustration: chrissicomics.de

Kommentar von Andreas Schubert:
 „Thermikfliegen ist die Königsdisziplin des Gleitschirmfliegens. Es ist wirklich so wunderschön, dass einem der Atem stocken kann. Einmal aufdrehen und die Welt der Berge von oben sehen ist ein phantastisches Erlebnis. Allerdings birgt diese Art des Fliegens auch Risiken.“

Die ersten Flüge sollten nur mit EN-A Gleitsegeln geflogen werden. Sie können Pilotenfehler besser ausgleichen.

Einklapper sind mit EN-A Geräten sehr selten und entstehen nahezu ausnahmslos nur dann, wenn ein Pilot sein Gerät in unruhiger Luft noch nicht aktiv fliegt. Die ersten Thermikerlebnisse sammelst du am besten unter der Anleitung erfahrener Fluglehrer.“

Tipps zum Thermikfliegen:

- Erhöhtes Sinken und unruhige Luft signalisieren dem Piloten, dass er sich möglicherweise einem thermischen Aufwind nähert.
- Wenn das Variometer nach dem stärksten Steigen wieder nachlassende Steigwerte signalisiert, sollte mit dem Kreisen in der Thermik begonnen werden.
- Bei windversetzter Thermik müssen die Kreise im Gegenwindteil ausgeweitet werden und die Kreise im Rückenwindteil enger geflogen werden.



Abbildung 10: Kombination von Hangsoaring und anschließendem Steigen in einer Thermik • Grafik: Papillon



Abbildung 11: Spirale von schräg oben. Rechtzeitig ausleiten! Der B-Stall ist als Abstiegshilfe vorzuziehen. • Foto: Felix Wölk

2.3.3 Schnellabstiegshilfen

2.3.3.1 Steilspirale

(PF 74-77, 102-106, 193)

Die Steilspirale ist ein extremes Manöver und soll nur unter fachkundiger Anleitung über Wasser erfolgen werden. Wegen der hohen physischen Belastung ist das Manöver nur für geübte Piloten empfehlenswert.

Einleitung:

Eine Kurve wird mit Körpergewicht und Innenbremse immer enger gezogen und so ein erster Kreis geflogen. Zum 2. Kreis wird die Schräglage verschärft. Die Außenbremse wird mit zunehmender Geschwindigkeit ebenfalls angezogen. Zum 3. Kreis kippt der Schirm in die Spirale und erreicht Sinkwerte von über 10 m/s.

Spiralphase:

Über die Außenbremse (10 bis 30%) lassen sich die Schräglage, das Sinken und damit auch die Geschwindigkeit im Manöver kontrollieren. Auf den Körper wirkt dabei eine 2,5 bis 4fache G-Belastung.

Achtung: Der Schirm darf nicht zu schnell in die Spirale gezogen werden. Es könnte sowohl zum einseitigen Stall, als auch zum Abkippen („auf die Nase drehen“) in extremes Sinken kommen. Der rasche Höhenverlust kann unterstützt werden.

Ausleitung:

Mittels Nachlassen des Drucks auf der Innenbremse, Neutralisieren des Körpergewichts und Erhöhung des Druckes auf der Außenbremse lässt sich



Spiralen sind anspruchsvolle Flugmanöver, die nur unter fachkundiger Anleitung, am besten im Sicherheitstraining mit Schwimmweste über einem See trainiert werden sollen.



Die Spirale hat ihre Berechtigung als Abstiegshilfe nur für erfahrene Piloten mit schnellen Schirmen. Gelegenheitspiloten nutzen im Notfall einen B-Stall oder „Ohren anlegen“ als Abstiegshilfe.

der Schirm wieder aufrichten. Die Ausleitung erfolgt über ein bis zwei Kreise Nachdrehen. Dabei werden die Geschwindigkeit verlangsamt und die Schräglage reduziert. Die Regulation erfolgt über die Außenbremse.

Achtung: Zu rasches Ausleiten führt zum Hochschießen und kann zum Einklappen führen. Zu langsames Ausleiten kann zum Hängenbleiben und in der Folge zu raschem Höhenverlust führen. Der Bremsdruck nimmt wegen der erhöhten G-Belastung im Manöver zu. Bleibt der Schirm hängen, kann man mit beidseitigem Bremsen die Dynamik reduzieren und das Manöver ausleiten. Gelingt die Ausleitung nicht, ist die Rettung auszulösen.

2.3.3.2 Der B-Stall

(PF 113-114)

Dieses Manöver bietet die Möglichkeit, bequem und sicher abzusteigen: Durch das Herunterziehen der B-Gurte wird der Schirm zum Strömungsabriss geführt und sinkt mit entlang der Querachse eingeknickter Kappe mit etwa 6 bis 9 Meter pro Sekunde.

Einleitung

Der Pilot behält die Steuerleine ungewickelt und ungekürzt in der Hand. Er richtet sich auf und ergreift gleichzeitig die B-Gurte. Er hat darauf zu achten, dass auch wirklich die B-Gurte ergriffen werden und nicht etwa die C-Gurte. Dies kann passieren, wenn ein Pilot die Gurte fälschlicherweise zum Beispiel von hinten her alphabetisch abzählt (statt A-Gurt den D-Gurt, statt B-Gurt den C-Gurt...).

Einige Hersteller beschriften die Tragegurte, um Verwechslungen zu vermeiden. Die B-Gurte werden langsam gezogen, damit sich das gesamte System verlangsamt. Nach etwa 15-20 cm Zug tritt der Stall ein. So verlangsamt kommt es zu einem kaum merklichen Abkippen nach hinten mit zunehmenden Sinkwerten.

Das Manöver

Es ist unverzüglich nach oben zu schauen, ob sich die gewünschte B-Stallform am Gleitschirm einstellt. Sodann blickt der Pilot nach unten, um den Höhenverlust und den unter ihm liegenden Luftraum zu kontrollieren. Dann blickt er weiter wechselnd nach oben und nach unten.

Sollte es zu einer untypischen Deformation im Manöver kommen, sind die B-Gurte sofort zügig frei zu geben und das Manöver ist auszuleiten. Ein leichtes Wegdrehen im Sinken ist in der Regel normal, da bei einer nicht 100prozentig symmetrischen Einleitung ein Drehimpuls mit in das Manöver genommen wird. Außerdem kann der Wind noch einen Einfluss ausüben. Ist das Wegdrehen unangenehm, ist auszuleiten und das Manöver zu wiederholen.

Ausleitung

Durch zügiges, vor allem aber symmetrisches Freigeben der B-Leinen wird das Manöver beendet. Der Schirm nickt vor, um wieder Strömung aufzunehmen. Dieses Vornicken ist keinesfalls durch Bremsen zu verhindern. Piloten mit aktivem Flugstil neigen dazu, auch dieses Vornicken wegzubremsen.

Der Unterschied zum Vornicken beim Thermikflug besteht darin, dass der Schirm aus dem Stall erst wieder Fahrt aufnehmen muss, während er turbulenzbedingt sonst nur vor- oder zurückpendelt.

Rund 70-80% aller Piloten fliegen nur etwa 1-2 Wochen im Jahr und betreiben Gleitschirmfliegen als Breitensport. Für diese Pilotengruppe ist weder die Spirale, noch ein Sicherheitstraining zu empfehlen.

Nur ambitionierte Piloten besuchen nach einigen hundert Flügen und mit bereits nennenswerter Thermikerfahrung ein Flugpraxistraining über Wasser. Am einfachsten ist der B-Stall oder auch der das Ohrenanlegen mit Beschleuniger.



Abbildung 12: B-Stall. Foto: Markus Fiedler

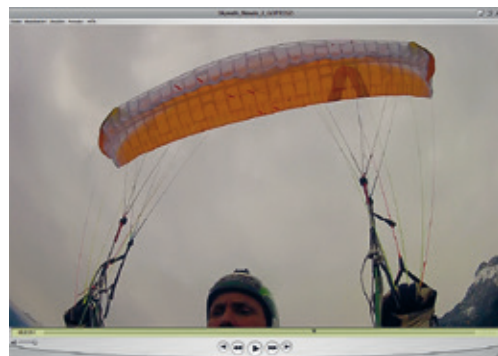


Abbildung 13: Mike Küng erfliegt den B-Stall mit dem Skywalk Masala 2 beim Gleitschirm-Praxistest



Nicht an den C-Gurten ziehen!
Während ein Gleitschirm im korrekt ausgeführten B-Stall einfach sinkt und alles unproblematisch ist, fliegt der Schirm durch ein Negativprofil im C-Stall kräftig, mitunter mit über 20km/h rückwärts.

Moderne Geräte verfügen über eine Markierung des B-Gurtes.

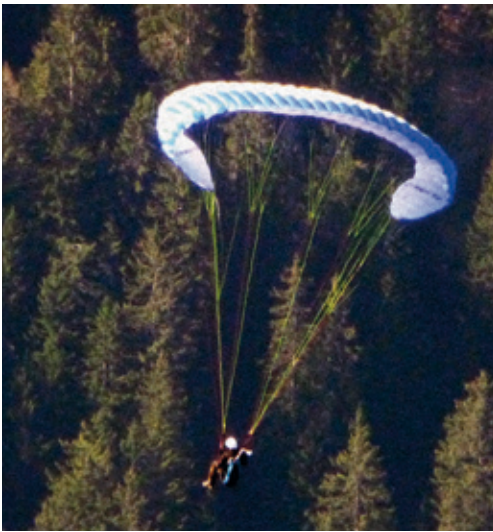


Abbildung 14: Ohrenanlegen. Gesteuert wird mit Körpergewichtsverlagerung. • Foto: Papillon



Abbildung 15: Ein zu Demonstrationszwecken extra provoziertes Einklapper. Keine Angst! Diese Modelle klappen extrem selten und nur in heftigen Turbulenzen. Selbst dann fliegt der Schirm bei etwa 50% Einklapptiefe noch geradeaus. Auch das Gerätesinken ließe noch eine stehende Landung zu. • Foto: Markus Fiedler



Beim Fliegen mit Beschleuniger verkleinert sich der Anstellwinkel und die Einklappgefahr steigt. Sollte der Schirm im beschleunigten Flug einklappen, muss das Beschleunigen sofort beendet werden!

Gleitschirme sollten nie über 50% einklappen. Der Pilot ist in einem solchen Fall sowohl mit dem Gerät, als auch mit den Bedingungen überfordert. Nach der Wiederöffnung bitte Landen gehen! Klappen die sicheren Schirme im Außenbereich, hat der Pilot noch zu geringe Thermikerfahrung und sollte nochmals „aktives Fliegen“ in einer Flugschule lernen. Landen. Weitere Flüge erst am Abend oder in ruhigeren Bedingungen durchführen.

2.3.3.3 Ohren Anlegen

(PF 108-112)

Eine weitere wichtige und in vielen Fällen empfehlenswerte Abstieghilfe ist das „Ohren Anlegen“ (Abbildung 14). Durch Einziehen der äußeren A-Leinen werden die „Ohren“ (meist zwei bis vier Zellen) des Gleitschirmes eingeklappt. Das Sinken wird bei etwa gleichbleibender Fluggeschwindigkeit größer. Man kann so beispielsweise aus dem Saugbereich einer Wolke fliehen, während man mittels Steilspirale im Saugbereich unter der Wolke bleiben würde.

Das Manöver wird durch Freigabe der A-Leinen beendet. Da die Flächenbelastung größer wird und die Fluggeschwindigkeit aufgrund des größeren Widerstandes ungefähr gleich bleibt, steigt die Stallgeschwindigkeit. Richtungsänderungen während des Manövers werden nur mit Körpergewichtsverlagerung durchgeführt.

EN-A-Schirme verhalten sich bei diesem Manöver unproblematisch. Mit Geräten ab EN-B sollten die Ohren nur in Verbindung mit Betätigung des Speedsystems angelegt werden. Die Wiederöffnung erfordert ebenfalls etwas Geschick, damit der Schirm nicht in den Stall abgebremst wird. Die meisten EN-A-Gleitschirme der neuen Gerätegeneration erleichtern heute das Ohren Anlegen mit Ohren-Einklapphilfen.

2.3.4 Extremflugsituationen

Der Gleitschirm hat wegen des Fehlens einer starren Struktur einige Eigenheiten, die ihn von anderen Luftfahrzeugen unterscheiden. Dazu gehören mit teilweiser Deformation und Entleerung der Kappe: Einklapper, Strömungsabriss, Sackflug und Trudeln.

2.3.4.1 Einklapper

(PF 57-60, 80-87, 158, 161)

Einklapper entstehen bei negativer Anströmung. Es gibt seitliche und frontale Klapper, die beispielsweise durch Fallböen am Rand einer Thermik entstehen. Die eingeklappte Fläche (siehe Abbildung 15) wird von innen mit quer strömender Luft durch die Druckausgleichsöffnungen selbständig geöffnet.

Der Pilot sollte dennoch gegensteuern, das heißt, die noch offene Seite leicht anbremsen, um das Wegdrehen des Gleitschirmes zu vermindern. In Hangnähe ist dies besonders wichtig. Der Einklapper ist für Fluganfänger die einzige Extremflugsituation, für die eine Reaktion wünschenswert ist.

Körpergewichtsverlagerung auf die offene Seite reicht in den allermeisten Fällen aus, um das Gerät zu stabilisieren. Nur bei Drehbewegungen in Richtung der eingeklappten Seite sollte das Gegensteuern auch durch zusätzliches Anbremsen der offenen Hälfte erfolgen. Bei allen anderen extremen Manövern, die praktisch nur durch grobe Pilotenfehler herbeigeführt werden können, gilt: Hände unverzüglich hoch und den Schirm nicht anbremsen.

Kommt es zu einem seitlichen Klapper mit Vorpendeln des Piloten, ist der Schirm noch nicht sofort gegenzusteuern. Erst wenn der Schirm über den Piloten kommt und nach vorn pendelt, ist ein Gegensteuern – mit Körpergewicht und ggf. dosiertem Bremsleineneinsatz wünschenswert. Im Falle

eines Klappers mit Vornicken und schnellem Wegdrehen ist eine schnelle Pilotenreaktion hilfreich, um das Wegdrehen zu vermeiden und um den Höhenverlust gering zu halten. Geräte der Kategorie B oder C sind hier schon anspruchsvoller und erfordern im Einklappfall ein aktives Gegensteuern.

EN-A Gleitschirme kompensieren einseitige Klapper mit etwa 50% ohne oder nur mit leichtem Wegdrehen. Darüber hinaus öffnen diese Geräte schneller. In der Regel drehen sie selbst bei massiven Flächenverlusten nur etwa 45 bis 90° bis zur Wiederöffnung weg. Ein solches Öffnungsverhalten nennt man „selbständig, sofort“. Der Höhenverlust ist gering.

Klapper mit klappstabilen EN-A Geräten sind äußerst selten und kündigen sich in der unruhigen Luft an. Es ist unwahrscheinlich, dass ein Schirm nennenswert einklappt, ohne dass er vorher die Unruhe in der Luft mit den Ohren bzw. den Stabilos anzeigen würde.

Da die sicheren Geräte im Falle eines Einklappers in Bruchteilen von Sekunden wieder öffnen (in der Regel so schnell, dass keine Pilotenreaktion notwendig ist), kommt es nur sehr selten zu Unfällen aus Einklappsituationen, die dann immer auf einen oder mehrere Pilotenfehler zurückzuführen sind. Selbst in thermischer Luft zeigt der Gleitschirmsport eine enorme Entwicklung zugunsten der Flugsicherheit in den letzten Jahren.

Klapper im Training

Mit einigen hundert Flügen und einigen dutzend Stunden Thermik- und Soaringerfahrung bietet sich für ambitionierte Flugsportler ein Sicherheitstraining über Wasser an. Insbesondere ein Umstieg auf einen B- oder C-Gleiter setzt ein solches Training voraus.

Frontale Klapper

(PF 100-101)

Bei frontalen Klappern reicht beidseitiges Anbremsen zum sofortigen Öffnen. Da ein frontaler Klapper ein Strömungsabriss ist, muss nach Wiederöffnung (in der Regel nach wenigen Zehntelsekunden) die Bremse wieder freigegeben werden, damit der Schirm wieder Fahrt aufnehmen kann und weiterfliegt. Die neuen, sicheren Schirme öffnen sich bei Notsituationen auch ohne aktives Verhalten des Piloten selbständig!

Klapper mit Verhänger

(PF 66)

Klappt der Schirm so heftig ein, dass ein Klapper mit Verhänger (Abbildung 16) erfolgt, wirft man die Rettung. Dies geschieht zum Glück mit A-Geräten extrem selten.

Ambitionierten Piloten stehen zur Störungskorrektur bei ausreichender Höhe noch folgende Möglichkeiten zur Verfügung:

- Fullstall: Das „nach-hinten-Abkippen“ des Flügels kann den von der Front eingeschlauchten Flügel befreien. Der Pilot sollte ausreichend hoch sein und muss über entsprechende Erfahrung aus einem Sicherheitstraining verfügen.
- Gegensteuern mit Einholen der Stabiloleine des verhängten Flügelendes: Die Stabiloleine ist in der Regel auf dem B-Gurt oder dem C-Gurt aufgehängt und andersfarbig markiert.



Tritt ein Klapper im beschleunigten Zustand auf, fällt die Schirmreaktion intensiver aus. Das Wegdrehen des Schirmes zur eingeklappten Seite ist beispielsweise erhöht.



Abbildung 16: Klapper mit Verhänger • Foto: Papillon

Gemäß einer Prüfungsfrage zur Stabiloleine, kann ein Verhänger mit dieser Leine behoben werden.

Ohrenanlegen auf der verhängten Seite kann den Verhänger aber ebenso lösen und wirkt stabilisierend auf die Flugrichtung.

Die verhängte Seite ist aktiv mit dem Tragegurt einzuklappen. Der so provozierte Klapper ist unproblematisch, da er kein Abtrieb erzeugendes Moment entwickelt. Er ist leicht mit Gegensteuern zu kontrollieren. Diese Maßnahme ist auch bei Verhängern anzuwenden, mit denen unbemerkt gestartet wurde.“

Andreas Schubert: „Ich kam in mehr als 5000 Flugstunden, teilweise unter extremen Bedingungen, auch mit Hochleistungsschirmen nie in einen ungewollten Strömungsabriss, ins Trudeln oder in einen Sackflug.“

Noch nie erlebte ich einen flächentiefen Einklapper. Einklapper, Stalls oder Rettungsgeräteöffnungen sind absolute Ausnahmezustände und kein integrierter Bestandteil des Thermikfliegens.“



Abbildung 17: Der Fullstall ist im Groundhandling (im Bild: Groundhandling-Seminar mit Mike Küng auf der Wasserkuppe) am Boden schön zu erleben. In der Luft liegt die minimale sichere und seriöse Fluggeschwindigkeit bei etwa 50% Steuerweg. Außer zum Abfangen bei extremem Vorschießen der Kappe gibt es keinen Grund, mehr zu bremsen. Einmal wird in jedem Flug durchgebremst: bei der Landung. • Foto: Papillon

EN-A Kappen haben keine Trudeltendenz mehr. Sie verzeihen auch grobe Pilotenfehler und verfügen über ein enormes Sicherheitspotential. Bevor sie in einen einseitigen Strömungsabriss geraten, kippen sie in eine Spirale.

Tipp: Fliege deine Kurven immer sowohl mit Körpergewichtsverlagerung beziehungsweise mit Sitzbrettsteuerung als auch mit Bremsensatz.



Abbildung 18: Vorsätzlich provoziertes, einseitiges Strömungsabriss • Foto: Papillon

2.3.4.2 Beidseitiger Strömungsabriss, Fullstall

(PF 118)

Der Strömungsabriss wird durch das Nachlassen der Windgeräusche und durch die hohe Sinkgeschwindigkeit (5 - 20 m/s) erkannt. Es gibt mehrere Ursachen, die von Flugfehlern (zu viel Bremsensatz) über wechselnde Windverhältnisse bis zu Mängeln am Gleitsegel (Luftdurchlässigkeit nach Alterung) reichen. Der Pilot sollte dem Schirm die Möglichkeit geben, wieder Strömung aufzubauen. Alle modernen Gleitschirme leiten einen solchen Flugzustand selbständig aus. Dazu muss der Pilot die Bremsen freigeben, ohne sie loszulassen, damit der Schirm wieder Fahrt aufnehmen kann.

2.3.4.3 Sackflug bzw. Sacken

(PF 49, 115, 117, 166)

Reißt die Strömung ab und das Segel bleibt noch mit Luft gefüllt, befindet man sich im Sackflug. Streng genommen ist das kein Flug, weil keine Strömung anliegt. Weiteres Bremsen führt zum Fullstall, einem Strömungsabriss mit teilweiser Entleerung der Kappe, nach vorn eingeklappten Ohren und Rückwärtsflug.

Um diesen Flugzustand zu beenden, gibt der Pilot ebenfalls zügig, aber nicht zu schnell die Bremsen frei. Aus dem Rückwärtsflug schießt der Schirm weit nach vorn. Ein Anbremsen des Schirmes kann das Einklappen verhindern.

EN-A Schirme müssen gutmütiges Stallverhalten haben. Das heißt, dass sie über einen langen Steuerweg verfügen, einen zum Stall zunehmend hohen und deutlichen Steuerdruck aufbauen und keine Trudeltendenz haben.

Ungewollte Stalls gibt es nahezu ausschließlich bei fehlerhaften Landeerteilungen und in den Endanflügen, wenn Piloten zu früh und zu viel bremsen. Daher gilt, auch bei der Landung darauf zu achten, die Bremsen erst in einer Höhe von etwa 1-2m ganz durchzuziehen. Stalls werden nur in größeren Höhen und nur im Sicherheitstraining über Wasser trainiert.

Die Sackfluggtendenz eines Gleitschirmes erhöht sich durch eine nasse Kappe, hohe Luftdichte und tiefe Temperaturen.

2.3.4.4 Einseitiger Strömungsabriss

(PF 70-71, 116)

Ein Strömungsabriss kann auch einseitig durch schnelles starkes Herunterziehen einer Bremse erfolgen. Der Schirm gerät in eine plötzliche, stark beschleunigte Drehung um seine Hochachse, fast ohne Querneigung. Dieser unkontrollierbare Flugzustand heißt Trudeln, negativ Drehen oder Vrilte. Der Pilot gibt die Bremsen zügig frei. Die sicheren Schirme der neuen Generation leiten Trudeln sofort selbständig aus. Bei stabilem Trudeln mit ausreichender Höhe könnte das Manöver auch mit einem Fullstall ausgeleitet werden, in geringer Höhe wirft man das Rettungsgerät.

2.4 Landung

(PF 142-143, 149-152, 176-179)

Die Landung sollte immer gegen den Wind erfolgen. Schon in sicherer Höhe beurteilt man Windrichtung und Stärke und plant die Landevolte (Abbildung 19, Abbildung 20). Dabei fliegt man aus der Position, im Falle einer Linksvolte, in Linkskreisen in den Gegen-, Quer- und schließlich gegen den Wind in den Endanflug.

LANDEVOLTE

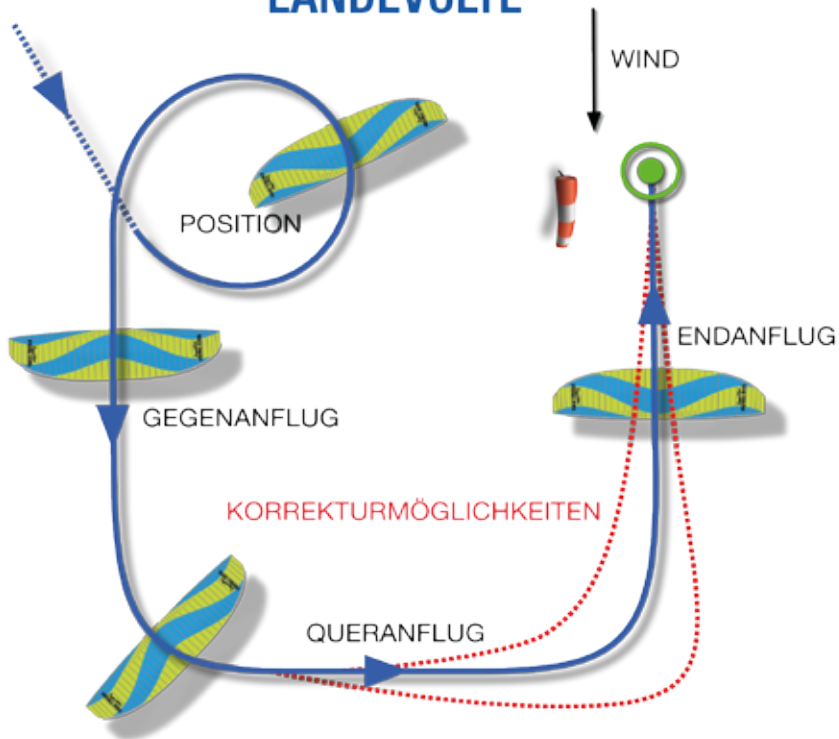


Abbildung 19: Standard-Landevolte. • Grafik: Papillon/Klaus Tillmann

Die Peilmethode sollte nicht nur bei der Landung ihre Anwendung finden, sondern auch schon während des Fluges verwendet werden, um das mögliche Überfliegen von Hindernissen zu gewährleisten. Wenn ein Hindernis deutlich Richtung Hintergrund wandert oder seine Position beibehält, ist ein sicherer Überflug nicht möglich.



Abbildung 21: Landebereit • Foto: Papillon

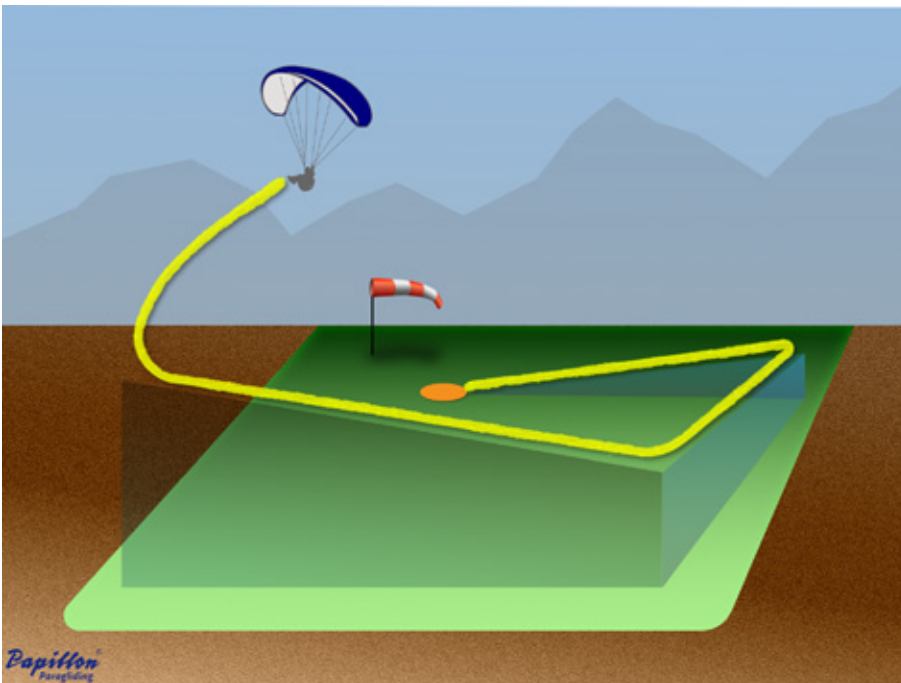


Abbildung 20: 3D-Modell von Gegen-, Quer- und Endanflug • Grafik: Papillon

Während der gesamten Landevolte wird das Gleitsegel leicht abgebremst mit maximaler Kappenstabilität geflogen. Der Landepunkt dient als Peilpunkt und wird ständig beobachtet.

Auf den Anflugschenkeln hat man gute Korrekturmöglichkeiten (gestrichelte Linien). So gelingt es nicht wenigen Piloten, bereits nach der Höhenflugausbildung auf oder nur wenige Meter entfernt von einem handtuchgroßen Punkt zu landen.

In deinen ersten Flügen bremsst du zur Landung in etwa 1 bis 2 Meter Höhe erst halb, nach einem Augenblick dann ganz durch. Im Höhenflugtraining verwenden manche Lehrer die Begriffe „**Abfangen**“ und „**Durchbremsen**“.



Der Pilot muss sich spätestens in 5 Metern Höhe vollständig zur Landung aufrichten. In etwa einem Meter Höhe zieht er die Bremsleinen zum Landestall zügig durch, sodass Sinkgeschwindigkeit und Fluggeschwindigkeit reduziert werden. Das Aufsetzen wird vereinfacht und stehende Landungen sind leicht möglich. Der Pilot darf nicht zu früh bremsen.

Gerade im Endanflug wäre es gefährlich, wenn ein Strömungsabriss bereits in 3, 4 oder 5 Metern Höhe erfolgen würde. Die schönsten Landungen sind solche, die kräftig „ausgeflart“ werden können. Der Endanflug erfolgt nach Möglichkeit im Trimmspeed. Erst in einem Meter Höhe wird durch langsames Durchbremsen die Dynamik des Geradeausfluges in Höhe umgesetzt. Dann wird die Fahrt weiter verringert und es erfolgt eine stehende Landung.

In thermischen Verhältnissen empfiehlt sich auch der Endanflug mit maximaler Klappstabilität (10-20% Bremse).



2.4.1 Starkwindlandung

(PF 160, 219)

Bei starkem Wind fliegt man vor dem Landepunkt, vom Wind aus gesehen leicht leeseitig des Landepunktes, mehrere Queranflüge mit Halbkreisen gegen den Wind („Achter“).

In etwa 10 bis 20 Meter Höhe erfolgt dann, leicht angebremsst, ein kurzer Endanflug gegen den Wind. Auf keinen Fall darf man hier in den Wind drehen. Wind- und Eigengeschwindigkeit addieren sich. Eine Landung könnte mit zu hoher Geschwindigkeit über Grund gefährlich werden. Ist der Wind extrem stark, können die sicheren 1er auch mit angelegten Ohren bis zum Aufsetzen ohne weiteres Durchbremsen geflogen werden. Der Pilot dreht sich blitzschnell um, läuft zum Schirm und greift am besten in die C-Ebene, damit er nicht von seinem Gerät über den Boden geschleift wird.



2.4.2 Hanglandung

(PF 46)

Eine Landung am Hang erfolgt immer seitlich zum Gefälle, aufgrund des steigenden Verletzungsrisikos nie gegen den Anstieg. Außerdem erfordert sie in der Regel einige Routine. Am Anfang der Fliegerkarriere sind die Fluggebiete mit großen Landeplätzen, wie im Stubai oder in Lüsen zu empfehlen.

2.4.3 Toplandung

Landungen am Startplatz (Abbildung 22, 1-3) setzen Wind oder Thermik voraus. Daher sind sie nur für geübte Piloten mit viel Groundhandlingerfahrung zu empfehlen.

Abbildung 22: Toplandung auf der Lüsener Alm, nur für sehr erfahrene Piloten! • Fotos: Papillon

2.5 Verhalten in besonderen Fällen

(PF 45, 47, 67-68, 119, 129-134, 137, 153, 156, 162-163, 175, 198-200, 211)

Wechselt ein mäßiger Rückenwind mit deutlichen thermischen Ablösungen von vorne, darf nicht gestartet werden, da die Verhältnisse auf eine Leesituation hindeuten.

Liegt der Landeplatz in einer leichten Geländemulde, muss der Pilot auch bei schwachem Wind, wegen des starken Windgradienten, mit einem deutlichen Durchsacken auf den letzten Metern rechnen.

Zeigt der Windsack nach dem Eindrehen in den Endanflug plötzlich einen leichten Rückenwind, wird die Landerichtung trotzdem beibehalten, besondere Laufbereitschaft hergestellt und die Landetechnik mit einem stärkeren Abfangimpuls durchgeführt.

Bemerkt der Pilot, dass der Gegenwind auf seiner Flughöhe stark ist, der Windsack am Landeplatz aber nur einen schwachen Wind anzeigt, so muss er damit rechnen, dass die Strömungsgeschwindigkeit am Gleitschirm abnimmt und er deshalb nicht zu stark angebremst fliegen darf.

Beim Ausfall einer Steuerleine bleibt der Schirm über die hinteren Tragegurte, bei deutlich kürzeren Steuerwegen, steuerbar.

Bemerkt der Pilot nach dem Start, dass sein Schirm deutlich zu einer Seite zieht, weil mehrere Leinen der C- und D-Ebene miteinander verknotet sind, muss er mit Gewichtsverlagerung und dosierter Gegenbremse die Richtung korrigieren. Erst mit größerem Hang- und Bodenabstand sollte versucht werden, durch Ziehen an den betreffenden Stammleinen den Knoten zu lösen. Gelingt dies nicht, sollte der Pilot abrupte Steuerbewegungen unterlassen und zum nächsten geeigneten Landeplatz oder Außenlandefeld fliegen. Gekurvt wird dabei möglichst in Richtung des Knotens.

Geht der Gleitschirm nach einer Extremflugsituation in einen Spiralsturz über, muss sofort der Rettungsschirm ausgelöst werden. Dazu wird der Innencontainer am Griff aus dem Außencontainer herausgezogen und kraftvoll in den freien Luftraum geschleudert. Griff dabei loslassen! Bei der Landung an einem modernen Rettungsgerät im richtigen Gewichtsbereich kann der Pilot damit rechnen, unverletzt zu bleiben. Nach einer unverletzt überstandenen Not- oder Rettungsgerätelandung sollte der Pilot möglichen Beobachtern durch Aktivität (z.B. Zusammenpacken der Ausrüstung) seine Unverletztheit signalisieren und, wenn möglich, Bergrettung und Polizei verständigen, um einen unnötigen Rettungseinsatz zu verhindern.

Sollte sich der Rettungsschirm in den Fangleinen des Gleitschirmes verfangen, muss versucht werden, mit kräftigem Zug und Schütteln an der Rettungsgeräte-Verbindungsleine die Verhängung zu lösen.

Als Ersthelfer bei einem verunfallten Piloten müssen zunächst folgende Feststellungen getroffen werden:

- Ist der Pilot ansprechbar?
- Atmung okay?
- Puls okay?
- Gibt es Blutungen, die zu stillen sind?

Ist der Verunglückte bewusstlos und hat keine offenen Verletzungen, bringt man ihn in die stabile Seitenlage und kontrolliert Puls und Atmung ständig.

Wenn ein verunfallter Pilot über Schmerzen im Rücken klagt oder seine Beine nicht mehr spürt, besteht Verdacht auf eine Verletzung der Wirbelsäule. Er sollte sich nicht bewegen, nicht aufsetzen und keine Gehversuche unternehmen.



Abbildung 23: Sollte eine Landung im Wald einmal unvermeidbar werden, muss der Pilot gezielt und frontal in einen Baum hineinfliegen und sich anschließend an einem stabilen Ast sichern. Er muss auf sich aufmerksam machen (durch Rufe, Trillerpfeife, Handy) und warten, bis Rettung eintrifft. Nahezu immer überstehen Pilot und Schirm eine solche Baumlandung unbeschadet. Deshalb ist eine Landung in z.B. einem dichten Nadelwald einer Landung auf einer kleinen Waldlichtung, in einem See oder auf einem Steilhang vorzuziehen. • Foto: Norbert Fleisch



Abbildung 24: Ist eine Landung in einem Gewässer nicht zu verhindern, müssen die Gurtzeug-Verschlässe kurz vor der Landung geöffnet werden, damit der Pilot bei Wasserberührung aus dem Gurtzeug rutschen und wegschwimmen kann. Wird ein Pilot durch mangelhafte Flugplanung doch einmal von einem Regenschauer überrascht, muss das Niederschlagsgebiet schnellstmöglich verlassen werden, jedoch ohne Abstieghilfen mit dem nassen Schirm durchzuführen. Die Steuerleinen dürfen nur sehr dosiert eingesetzt werden. Zur Kompensierung der Sack- und Trudelgefahr sollte beschleunigt werden. • Foto: Norbert Fleisch

Die europaweite Notrufnummer ist 112.

Das „alpine Notsignal“ besteht aus 6 optischen oder akustischen Zeichen in der Minute (also 1 pro 10 sec.) in gleichmäßigem Abstand und einer Minute Pause.

• • • • • • • • • • • •
1 min 1 min 1 min

Solltest du beim Fliegen einmal eine kritische Situation erleben, ist es wichtig anschließend den Ablauf, der zu der Situation geführt hat, auf eigene Fehler zu analysieren, um diese bei künftigen Flügen zu vermeiden.

! Lieber einmal am Boden stehen und dir
• wünschen, in der Luft zu sein, als in der
Luft zu sein und dir wünschen, am Boden
zu stehen.



Bedenke, dass die Landung noch einmal höchste Konzentration erfordert. Plane deine Landung also so ein, dass du sicher am Boden stehst, bevor deine geistige und körperliche Leistungsfähigkeit nachlässt.

2.6 Menschliche Leistungsfähigkeit

(PF 122-128, 192, 213-214)

Vor jedem Flug muss der Pilot sich die Frage stellen, ob er sich fit genug fühlt, um sicher und entspannt fliegen zu können. Schon eine Erkältung vermindert die Leistungsfähigkeit deutlich und kann dazu führen, dass der Druckausgleich im Mittelohr stark erschwert wird. In kräftiger Thermik können Steigwerte über 5m/s und Höhenunterschiede bis über 1000 Meter erreicht werden. Findet bei schnellen Änderungen des Luftdrucks kein Druckausgleich im Mittelohr statt, können starke Schmerzen und Schwindel auftreten.

Manchmal verleitet Gruppendruck dazu, dass gegen eigene Sicherheitsbedenken gestartet wird, weil der Einzelne sich nicht traut, diese Bedenken in der Gruppe zu äußern. Auch ist die Gefahr am größten, riskant zu fliegen und sich selbst zu überschätzen, wenn man von anderen beobachtet wird und bewundert werden will.

Ein Erwachsener hat bei sportlicher Betätigung einen täglichen Flüssigkeitsbedarf von ca. 4 Litern. Konzentrations- und Koordinationsstörungen oder Kreislaufbeschwerden können ein Anzeichen von einem Flüssigkeitsmangel sein.

Eine Unterkühlung verlangsamt die Motorik und Reaktionsfähigkeit. Beachte: Wind hat einen kühlenden Effekt auf die Temperaturwahrnehmung (Wind-Chill). Beispiel: Bei einer Fluggeschwindigkeit von 35 km/h mit einer Lufttemperatur von 0 °C, entspricht die gefühlte Temperatur ca. -15 °C.



Abbildung 25: Gut gerüstet für die Höhe – Andreas Schubert und Alex Füg vom Papillon ExpeditionsTeam am Mount Everest 2011



Abbildung 26: Papillon-Expedition 2011 am Mount Everest. Ab einer Höhe von etwa 3500 Metern MSL muss ein Pilot damit rechnen, dass der verminderte Sauerstoffpartialdruck der Luft körperliche Auswirkungen hat. Mögliche Auswirkungen sind ein trügerisches Wohlbefinden (Euphorie), ein eingeschränktes Urteilsvermögen, Schläfrigkeit, veränderte Farbwahrnehmung und ein eingeschränktes Sichtfeld. Bemerkt ein Pilot erste Auswirkungen eines Sauerstoffmangels muss er den thermischen Aufwind verlassen und Höhe abbauen, ggf. mit einer Abstiegshilfe, die den Körper nicht belastet (z.B. Ohren Anlegen). • Foto: Daniel Müller, Pilot: Janis Stübenrath



Abbildung 27: Seevögelschwarm an der Südspanischen Atlantikküste bei Matalascañas. • Foto: Hauke Scholz / FLY-ALGODONALES.COM

2.7 Natur- und Umweltschutz

(PF 181-190)

Gleitschirmfliegen ist eine Natursportart und verlangt daher von den Piloten eine besondere Disziplin bei der Ausübung des Flugsports, um nicht mit den Interessen von Bauern oder denen des Naturschutzes in Konflikt zu geraten.

Es sollte selbstverständlich sein, die Tier- und Pflanzenwelt bestmöglich zu schützen, keinen Abfall herumliegen zu lassen und keinen unnötigen Lärm zu erzeugen.

Vieh und Wild scheuen Lärm und bedürfen im Winter, Frühjahr und Frühsommer besonderer Rücksicht. Zwingen wir Wildtiere im Winter zur Flucht, ist das für sie im Schnee besonders energiezehrend.

Vögel brüten im Frühjahr und Frühsommer. Auf Flüge in der Nähe brütender Greifvögel ist zu verzichten. Mit einem „Girlandenflug“ zeigt ein Adler Revierverhalten an, um Eindringlinge in Horstnähe zu vertreiben. In diesem Fall sollte man abdrehen und den Bereich möglichst schnell verlassen. Befindet man sich dagegen im Hochsommer mit mehreren Hundert Metern Startüberhöhung mit einem Greifvogel im selben Aufwindbereich, kann man normal weiterfliegen, sollte aber auf hektische Flugmanöver verzichten.

Wildtiere dürfen nicht niedriger als 150 Meter überflogen werden. Wenn möglich, sollte der Kurs geändert werden, um Wildtiere weiträumig zu umfliegen.

Reaktionen von Wildtieren auf Gleitschirmflieger sind abhängig von der Regelmäßigkeit des Überfliegens (Gewöhnungseffekt), von der Geländestruktur (Mulden, Gräben, etc.) und von der Vegetation, da Bäume und Sträucher Deckung bieten können.



Abbildung 28: Edelweiß am Wegrand, entdeckt während einer Hike & Fly-Tour.
Foto: Felix Wölk

3 Meteorologie

(PF 24, 47, 54, 70)

Gleitschirmfliegen ist die einfachste und vor allem die sicherste Art zu fliegen. Für einen sicheren Flugsport ist die genaue Beurteilung geeigneter Wetterlagen und -verhältnisse erforderlich, aber auch recht anspruchsvoll.

Nach der Zusammenfassung der wichtigsten physikalischen Parameter folgen Ausführungen über die Luftzirkulationen und die Gefahren bei Gewitter, Thermik, Föhn und Talwind. Wo liegen die Grenzen zwischen stundenlangem, freiem und sicherem Fliegen und lebensbedrohlichen Wetterentwicklungen?

Zu Beginn der Pilotenkarriere entscheiden die Fluglehrer über den Flugbetrieb. In der rund 14-tägigen Ausbildung zur A-Lizenz erfahren die angehenden Piloten schon viel über das Wetter und mögliche Gefahren. Im Anschluss

Die Stratosphäre ist mit dem Gleitschirm noch nicht erreicht worden.

In der Troposphäre spielt sich das Wettergeschehen ab.

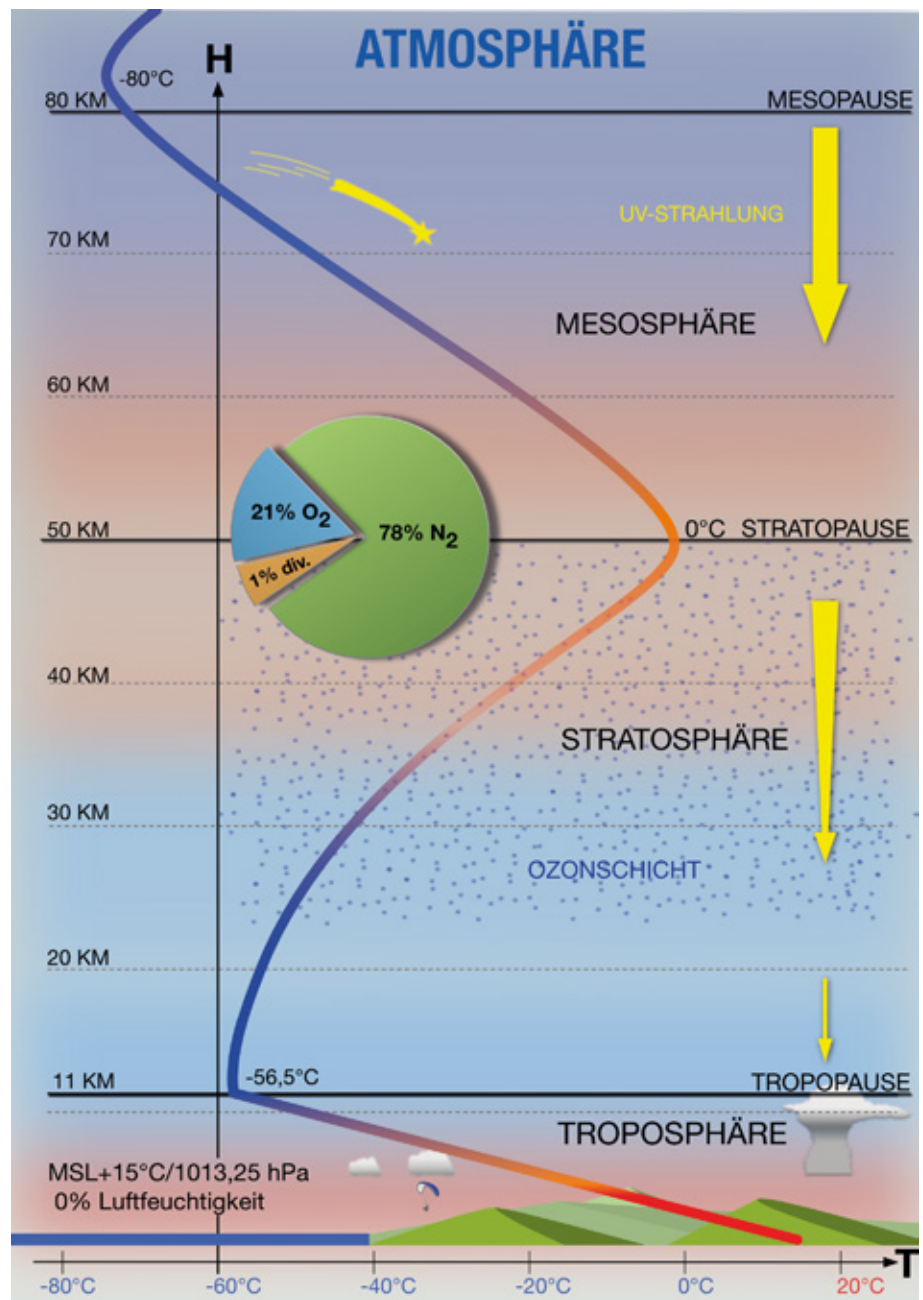


Abbildung 1: Unsere Atmosphäre • Grafik: Papillon/Klaus Tillmann

bieten Thermikkurse und Urlaubsausfahrten in ausgewählte Fluggebiete Europas und der übrigen Welt auch Einsteigern die Möglichkeit, in Fluggebieten rund um den Globus mit fachkundiger Betreuung abzuheben.

Das Erkennen von gefährlichen Wettersituationen ist für die Sicherheit im Flugsport außerordentlich wichtig. Wetterinformationen erhält der Pilot über verschiedene Wetterberichte und -dienste im Internet. Manche Fluggebiete verfügen über Wetterkameras, die hilfreiche Zusatzinformationen über momentane Wetterverhältnisse liefern. Eingblendete Windwerte können vom tatsächlichen Wind allerdings abweichen.

3.1 Physikalische Grundlagen

3.1.1 Die Troposphäre

(PF 88, 90-92)

Die Lufthülle um die Erde heißt Atmosphäre. Das Wettergeschehen spielt sich jedoch nur in der untersten Schicht der Atmosphäre, der Troposphäre ab (vgl. Abbildung 1). In unseren Breiten reicht sie, abhängig von der Jahreszeit, zwischen 8 und 12 Kilometer hoch. Charakterisiert wird die Troposphäre durch eine mittlere Temperaturabnahme mit der Höhe von $0,65\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$.

Nach oben hin wird sie durch die Tropopause, eine wetterwirksame Sperrschicht, begrenzt. Dort herrschen in unseren Breiten Temperaturen zwischen -50°C und -60°C , wobei es mit zunehmender Höhe nicht mehr kälter wird.

Die Tropopause kann man sich wie einen Kochtopfdeckel vorstellen, unter dem sich das ganze „Auf und Ab“ von warmen und kalten Luftmassen mit Wolkenbildungen und Wolkenauflösungen abspielt.

3.1.2 Temperatur

(PF 96)

Das tägliche Wettergeschehen bringt meist aber keinen homogenen Temperaturverlauf mit sich: Bleibt die Temperatur mit der Höhe gleich, liegt eine Isothermie vor, steigt sie mit der Höhe, ist eine Inversion vorhanden. Die Temperaturentwicklung mit der Höhe heißt Schichtungsgradient (vgl. Abbildung 2).

Im Zentrum von Hochdruckgebieten reicht die Temperaturumkehrschicht oft bis zum Boden, es entsteht eine Bodeninversion. Eine Bodeninversion kann auch über Nacht entstehen, wenn sich der Erdboden – und damit auch die aufliegende Luftschicht – durch Ausstrahlung abkühlt. Im Luftmassensinken in Hochdruckgebieten kommt es zu einer Kompression mit Erwärmung.

3.1.3 Luftdruck

(PF 1, 59)

Die Atmosphäre unterliegt der Erdanziehungskraft. Durch das Gewicht der Lufthülle wird Druck auf die Erdoberfläche ausgeübt, der Luftdruck. Die untersten Luftschichten werden am stärksten verdichtet, weil sie vom Gewicht der darüber liegenden Luftmassen zusammengepresst werden.

Die Abbildung 3 zeigt, dass der höchste Luftdruck an der Erdoberfläche herrscht und mit der Höhe logarithmisch abnimmt. Diese Luftdruckabnahme wird in Variometern genutzt, um den Piloten Höhengewinn, Höhenverlust und die Flughöhe anzuzeigen. Durchschnittlich beträgt der Luftdruck in Meereshöhe $1013,25\text{ hPa}$. Vereinfacht kann man sagen, dass er sich alle 5500 Meter halbiert.

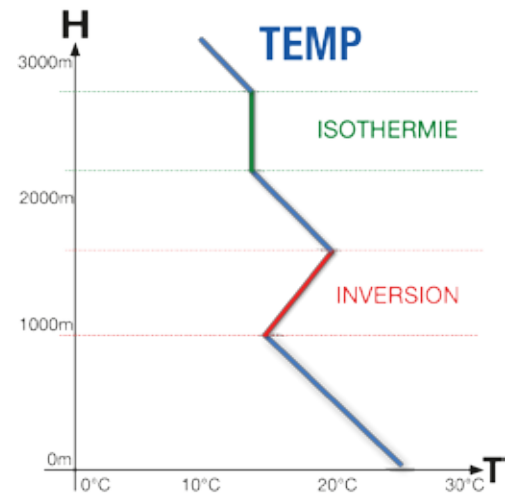


Abbildung 2: Temperaturzustandskurve

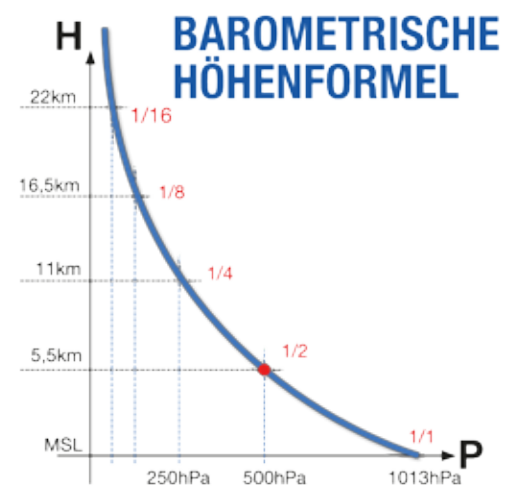


Abbildung 3: Luftdruckabnahme mit der Höhe

Als Faustregel gilt:

Alle tausend Meter verringert sich der Luftdruck um etwa 10%.

Gleitschirmfliegen ist einfach. Schon im Schnupperkurs heben die Flugschüler am ersten Tag ab und fliegen allein eine flache Übungswiese hinunter. Schwieriger ist da schon die selbstständige Entscheidung vor einem Alleinflug in den Alpen.

Daher empfehlen wir:

1. regelmäßiges Surfen auf Wetterseiten
2. Lesen von Wetterbüchern
3. Besuch eines Meteo-Seminars



Abbildung 4: Sichtbare Luftfeuchtigkeit am Fliegerdenkmal auf der Wasserkuppe • Foto: Lisa Gast

Exkurs: Überlegungen zur Klimaentwicklung

Die Klimaerwärmung nimmt zunehmend Einfluss auf diese Zirkulationen:

Es besteht Anlass zur Sorge, dass sich der Golfstrom infolge des enormen Frischwasserintrages im Nordatlantik abschwächt, möglicherweise sogar schon in wenigen Jahren ganz zusammenfällt.

Messungen der Tiefenausgleichsströmung im Nordatlantik haben ergeben, dass die Strömung bereits um mehr als 30% schwächer geworden ist. Ein Zusammenbruch des Golfstromes würde für Mittel- und Nordeuropa zunehmend kalte und trockene Winter und heiße Sommer mit zum Teil lang anhaltenden Dürreperioden bedeuten.

Die momentane Klimaerwärmung führt seit den 1970er Jahren zum größten Artensterben der Erdgeschichte. Tiere und Pflanzen können sich weder anpassen, noch neue Lebensräume erschließen. Nur eine sofortige drastische Reduzierung der CO₂-Emissionen kann dem Klimawandel noch entgegenwirken.

Gleitschirmfliegen als modernster Flugsport ist ein umweltverträgliches Erlebnis, ohne Motorlärm oder CO₂-Eintrag. Die Flugschulbusse wurden in der Saison 2007 auf Biodiesel umgestellt. Das Flugcenter auf der Wasserkuppe ist ein Holzbau heimischer Holzwirtschaft.

Der Klimawandel nimmt auch auf die Fliegerei seinen Einfluss: Mehr Flugtage, wärmeres Wetter, bessere Thermik. Zunehmende Gefahren sind häufigere und heftigere Überentwicklungen und verheerendere Stürme.

Für den Piloten ist es wichtig zu wissen, dass in Höhen über 3000 Meter ohne Akklimatisierung die Wahrnehmungs- und Handlungsfähigkeit bereits beeinträchtigt wird. Daher sollten untrainierte Piloten nicht zu lange thermisch in solchen Höhen fliegen.

3.1.4 Luftdichte

(PF 3)

Die Luftdichte beschreibt das Verhältnis von Anzahl der Luftteilchen bzw. deren Masse zu einem Volumen. Bezüglich der Standardatmosphäre wiegt ein Kubikmeter Luft 1,225 kg. Das Volumen der Luft nimmt mit der Höhe aufgrund der Druckabnahme zu. Kalte Luft ist wegen geringerer Molekularbewegung dichter und damit schwerer als warme Luft, die mit einem Temperaturvorsprung gegenüber kälterer Umgebungsluft leichter ist und als Thermik aufsteigt.

Die Luftdichte ist auch abhängig von der Luftfeuchtigkeit: Wassergas ist leichter als die anderen Gase des Luftgemisches. Aufgrund geringerer Dichte ist feuchte Luft leichter als trockene und steigt auf. Wäre dies anders, würde es beispielsweise keine Wolken, sondern nur Nebel geben.

3.1.5 Luftfeuchtigkeit

(PF 73, 89)

Innerhalb der Troposphäre befinden sich veränderliche Mengen von gasförmigem Wasser in der Luft. Die Höchstmenge Wassergas, die in der Luft sein kann, hängt von der Temperatur der Luft ab.

Je höher die Lufttemperatur ist, desto mehr Wassergas kann die Luft aufnehmen. Das gasförmige Wasser in der Luft wird in Gramm pro Kubikmeter angegeben und heißt absolute Luftfeuchte. Die relative Feuchte drückt den Sättigungsgrad der Luft in Prozent aus. Die aktuell vorhandene absolute Luftfeuchte wird in Verhältnis gesetzt zur maximal möglichen Luftfeuchte:

$$\text{relative Feuchte} = \frac{\text{absolute Feuchte}}{\text{maximal mögliche Feuchte}} \times 100$$

Ist genau so viel absolute Luftfeuchte in der Luft, wie die Luft bei der vorhandenen Temperatur maximal in sich aufnehmen kann, ist eine relative Luftfeuchte von 100% gegeben, die Luft ist gesättigt. Am Boden beträgt die Luftfeuchtigkeit durchschnittlich 60 - 80%.

Die Temperatur, bei der Sättigung erreicht wird, heißt Taupunkt. Der Abstand zwischen der aktuell vorhandenen Temperatur und dem Taupunkt sagt aus, wie nahe die Luft der Sättigung ist. Dieser Wert wird als Taupunktdifferenz (Spread) bezeichnet.

Ungesättigte Luft erreicht ihren Taupunkt durch Abkühlung, beispielsweise durch thermisches Aufsteigen, oder durch Feuchteanreicherung.

Dann ist mehr Wassergas in der Luft, als diese maximal in sich aufnehmen kann. Die überschüssige Feuchte kondensiert und es bildet sich eine Wolke. Das Kondensationsniveau ist erreicht. An Kondensationskernen, das sind Schwebepartikel in der Luft, zum Beispiel Rauch, Salz und Pflanzenpollen etc., setzen sich Wassertröpfchen ab, die als Wolken oder Nebel sichtbar werden.

Bei hohen Temperaturen enthält die Luft bis zu 4% Wassergas. Die Prozentanteile der anderen Gase verringern sich entsprechend auf 20% Anteil Sauerstoff und 75% Anteil Stickstoff (statt 21% und 78%).

Als Messinstrument zur Feststellung der relativen Luftfeuchte dient das Haarygrometer. Das Wassergas gelangt durch Verdunstung in die Luft. Verdunstung findet bei jeder Temperatur statt.

Während der Verdunstung wird die dazu benötigte Energie in Form von Wärme der direkten Umgebung des verdunstenden Wassers entzogen. Verdunstung hat somit einen kühlenden Effekt. Die Energie geht nicht verloren, sie wird bei Kondensation wieder freigesetzt.

Bei Kondensation wird Wärme frei, die an die Umgebung abgegeben wird. Diese Erscheinung sorgt, neben dem Austausch von Warm- und Kaltluft, für großräumigen Wärmetransport: 3/4 der Erdoberfläche sind mit Wasser bedeckt.

Durch Sonnenwärme werden gewaltige Mengen Wasser verdunstet. Mit den großen Zirkulationsströmungen der Erde werden das Wassergas und die darin geborgene Wärme weitertransportiert und später bei Kondensation wieder freigesetzt.

Ein Luftpaket von einem Kubikmeter mit einer Temperatur von 20° C kann 20 Gramm Wasser aufnehmen.

Das heißt: Enthält dieses Luftpaket 10 Gramm Wasser, beträgt die relative Luftfeuchte 50%.

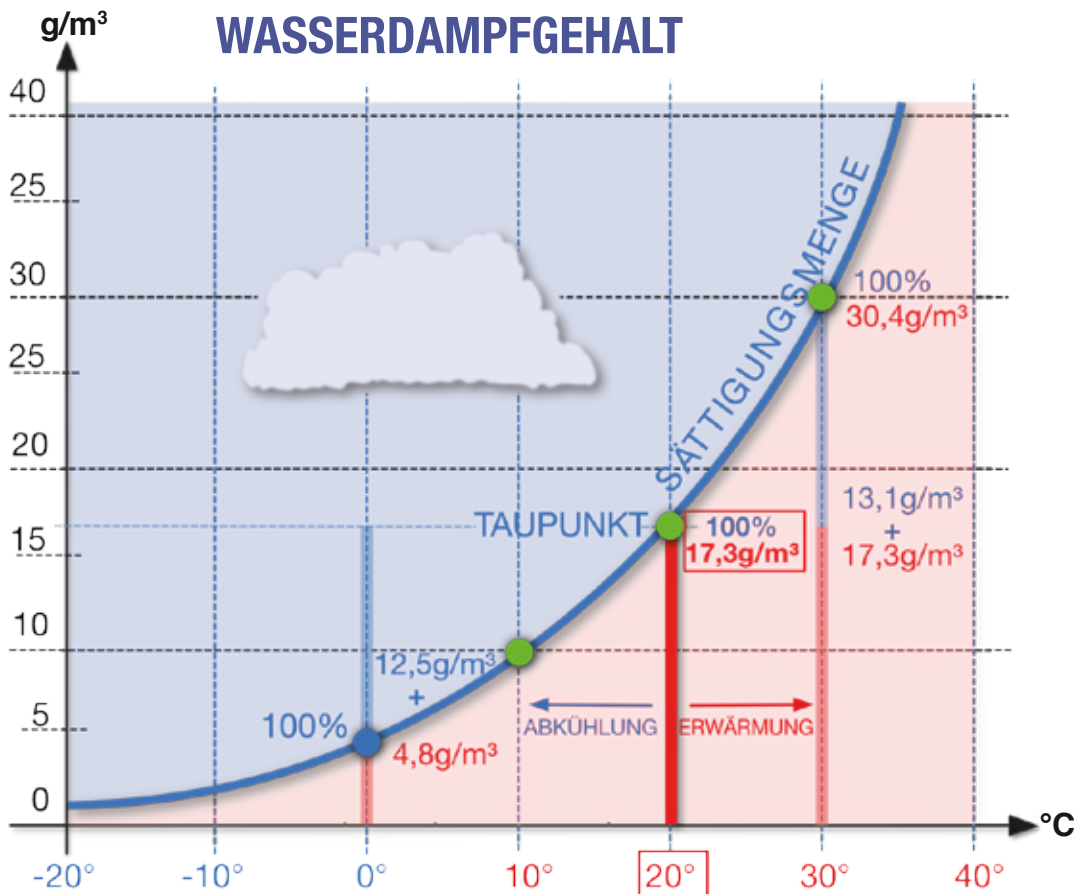


Abbildung 5: Wasserdampfgehalt • Grafik: Papillon/Klaus Tillmann

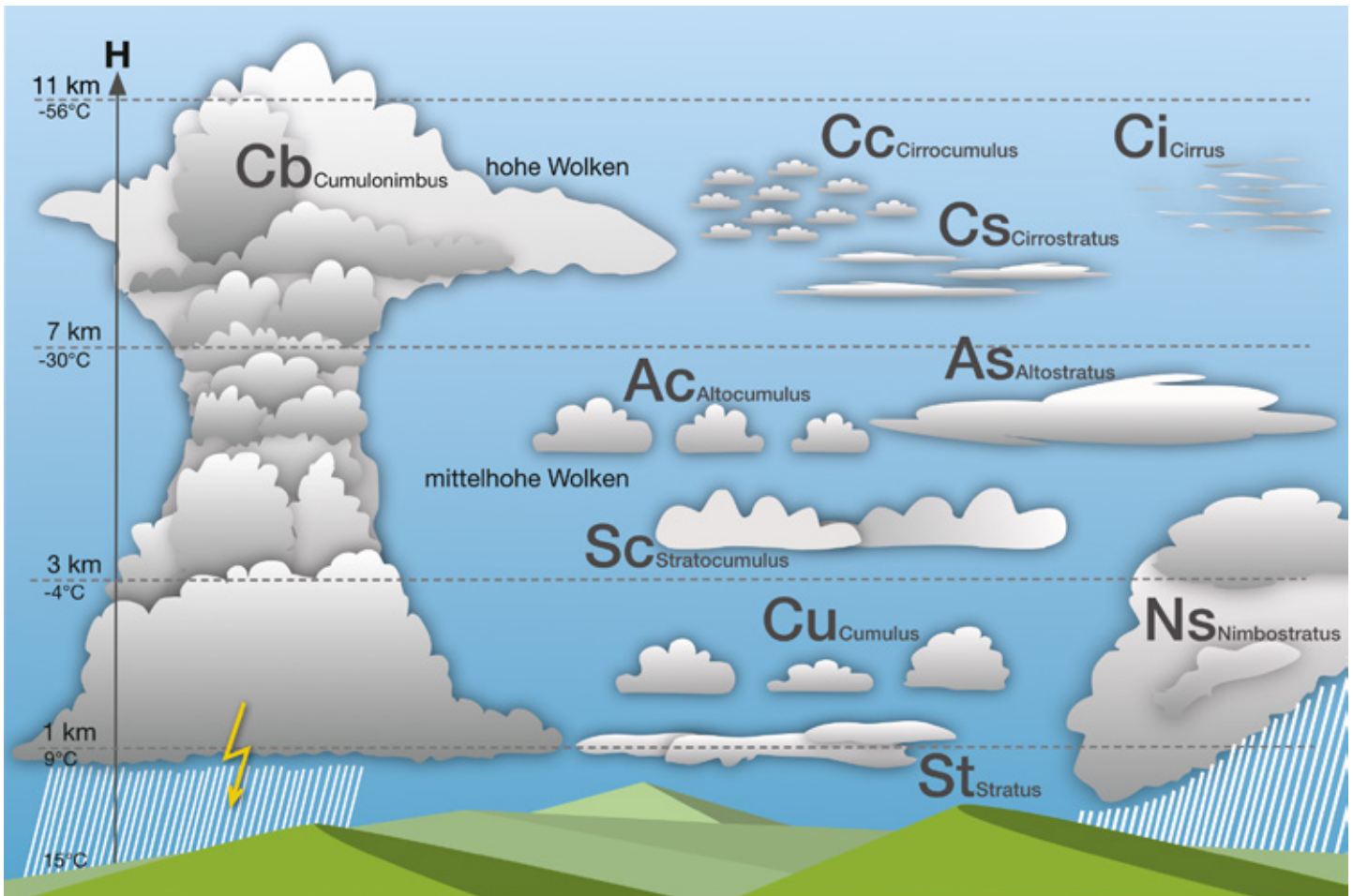


Abbildung 6: Wolkenstockwerke und -typen • Grafik: Papillon/Klaus Tillmann

3.2 Thermodynamik

(PF 13, 48, 112-115, 124)

Ein mit einem Temperaturvorsprung von 5°C gegenüber der Umgebungsluft aufsteigendes trockenes Luftpaket dehnt sich aufgrund der Luftdruckabnahme mit zunehmender Höhe aus.

Diese Expansion bewirkt eine Temperaturabnahme um 1°C pro 100 Höhenmeter. Man bezeichnet diese Temperaturänderung als trockenadiabatischen Temperaturgradienten, wenn der Wärmeaustausch des aufsteigenden Luftpaketes mit der Umgebungsluft vernachlässigt wird.

Analog dazu bewirkt Kompression die Erwärmung um denselben Temperaturgradienten, womit der Föhnwind und die Entstehung von Hochdruckabsinken erklärt werden können.

Die relative Luftfeuchtigkeit eines aufsteigenden Luftvolumens nimmt mit zunehmender Höhe aufgrund der Temperaturabnahme zu, bis sie 100 Prozent beträgt. Der Taupunkt (das Kondensationsniveau) ist erreicht und das in der Luft enthaltene Wassergas kondensiert.

Die durch Kondensation frei werdende Wärme gleicht die Abkühlung der aufsteigenden Luft teilweise aus. Hierdurch nimmt die Temperatur keine 1°C pro 100 Höhenmeter mehr ab, sondern nur noch $0,6^{\circ}\text{C}$. Diesen neuen Abkühlungsgradienten nennt man feuchtadiabatischen Temperaturgradienten.



Abbildung 7: Castellanus-Wolken sind wachsende Wolkentürme, die sich weiter zu einer Cumulonimbuswolke auftürmen können und damit Vorbote eines Gewitters sind. Sehr gefährlich! Werden die Wolken so groß wie im Bild, sofort landen!



Abbildung 8: Das Hoch altert, in großer Höhe nimmt der Luftdruck ab. Der Wind nimmt vor dem Tief zu. In Wellenbergen entstehen Wolken, in den Alpen weht der Föhn.

Das Aufsteigen der Luftmassen ist erst beendet, wenn sie keinen Temperaturvorsprung mehr gegenüber der Umgebungsluft haben.

Das ist für den Gleitschirmpiloten im gefährlichsten Fall in einem Gewitter möglich, dessen Aufwinde erst durch die Tropopause gestoppt werden. Beide Begriffe stammen aus der Physik und sind für die theoretische Abschlussprüfung des DHV von Belang.

Wolkenstockwerke:

- 1) **NN - 3000m:** tiefe Wolken
- 2) **3000m - 7000m:** mittelhohe Wolken (Alto)
- 3) **ab 7000m:** hohe Wolken (Cirrus)

Stratusbewölkung = Schichtwolken

Cumulusbewölkung = Haufenwolken

Nimbostratus = Wolke mit größter vertikaler Ausdehnung

Schäfchenwolken weisen nach schönem Wetter auf eine baldige Wetterverschlechterung und nach Schlechtwetter auf eine Wetterverbesserung hin.

Unter Schauerniederschlägen versteht man heftige, lokal und zeitlich begrenzte Starkniederschläge mit Platzregen und/oder Hagel. Im oberen Bereich einer Gewitterwolke bildet sich ein Amboss aus.

Es kommt zu extremer Sogwirkung, die auch thermikfremde Luft aus der Umgebung aufsaugt. Die Aufwinde steigen auf Geschwindigkeiten von bis zu 50 m/s. Eine weitere Gefahr bildet die Böenwalze, die einem reifen Gewitter voraus eilt. Flieger sind dann auch noch in einigen Kilometern Entfernung in Gefahr. Daher gilt generell absolutes Flugverbot in der Nähe von Gewittern.

Tage mit Gewitterneigung im Tagesverlauf sind mitunter morgens noch nutzbar. Sobald sich jedoch Thermikwolken über den Startplätzen entwickeln, die turmförmig (Castellanuswolken) in die Höhe schießen, muss umgehend gelandet und der Flugbetrieb eingestellt werden.

Aus großer Höhe fällt kalte Luft im Niederschlagsbereich aus und schiebt sich, aufgrund der höheren Dichte, unter die am Boden liegende Warmluft, die angehoben wird und die Zelle mit Warmluftnachschub versorgt. Es entsteht eine extrem turbulente Böenwalze.



Ein Gewitter kann zu jeder Tageszeit bei hochreichender Kaltluft entstehen. 9 von 10 Blitzen gleichen Ladungsunterschiede zwischen Auf- und Abwindkanälen aus. Nur jeder 10. Blitz erreicht die Erde.

3.3 Gewitter, Thermische Überentwicklung

(PF 45-46, 49-50, 107, 109, 131)

Die aufsteigenden Luftmassen bleiben trotz ständiger Abkühlung immer wärmer als die Umgebungsluft. Die Atmosphäre ist labil.

Kalte Luft in der Höhe begünstigt die Gewitterentwicklung, da der Temperaturvorsprung der aufsteigenden Luft in der Wolke noch größer wird. Die vertikalen Windgeschwindigkeiten nehmen zu. Aus Cumuluswolken, Quellwolken, können in Minutenschnelle voluminöse, blumenkohlartige Cumuluskongestuswolken und kilometerhohe Cumulusnimbuswolken (Cb) (Gewitterwolken, Schauerniederschläge) entstehen. Domeffekt: Im Zentrum der Steigzone wird das Kondensationsniveau später erreicht.

Nicht jede aufsteigende Warmluft endet mit einem Gewitter. Hochdruckeinfluss reduziert die Gewitterneigung.

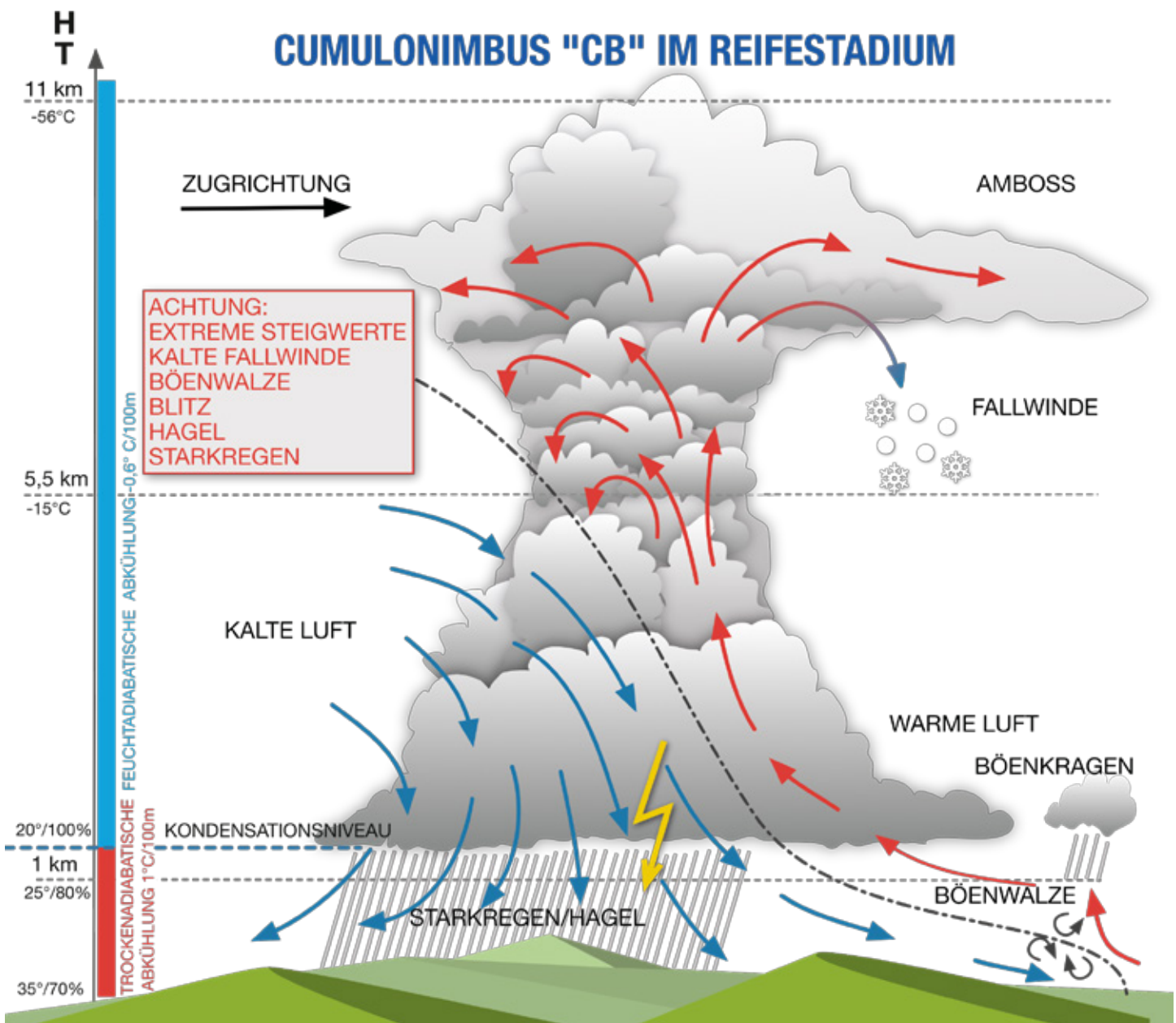


Abbildung 9: Schematische Darstellung einer Überentwicklung • Grafik: Papillon/Klaus Tillmann

3.4 Luftzirkulationen auf der Nordhalbkugel – Dynamische Winde

(PF 33, 103, 107, 122)

Verschiedene Einstrahlungswinkel der Sonne, Bewölkungsgrade, unterschiedliche orographische Gegebenheiten und verschiedene weitere Faktoren führen zu unterschiedlich starker Aufheizung von Luftmassen. Temperaturänderungen wirken sich auf Luftdichte und Luftdruck aus. Es bilden sich Zonen mit unterschiedlichem Luftdruck: Hoch- und Tiefdruckgebiete.

Zwischen den entstehenden Druckgefällen (Druckgradienten) stellen sich Ausgleichsströmungen von Hoch- zu Tiefdruckgebieten ein. Es entstehen Winde, die immer nach der Richtung benannt werden, aus der sie wehen. Linien gleichen Drucks werden Isobaren genannt und sind in den meisten Wetterkarten eingezeichnet. Diese geben Aufschluss über die Windrichtung und -stärke sowie Hoch- oder Tiefdruckeinfluss. Je weiter die Isobaren voneinander entfernt sind, desto schwächer ist der Wind.

Die Erddrehung bewirkt einen Effekt, die den Wind auf der nördlichen Halbkugel nach rechts und auf der südlichen Halbkugel nach links ablenkt. Er heißt Corioliseffekt (Abbildung 12). Die Rechtsablenkung wirkt in der Höhe so stark, dass es zum Umströmen eines Hochdruckgebietes im Uhrzeigersinn parallel zu den Isobaren kommt.

Die in ein Tiefdruckgebiet hineinströmende Luft wird ebenfalls nach rechts abgelenkt, sodass es zum Umströmen eines Tiefdruckgebietes gegen den Uhrzeigersinn kommt. Am Boden fällt der Corioliseffekt aufgrund der Reibung deutlich geringer aus, wobei zwischen Land und Meer unterschieden wird. Über Land ist die Reibung stärker als über dem Meer.



Abbildung 10: Eine Überentwicklung mit charakteristischer Amboss-Form: In der Atmosphäre gibt es starke vertikale Luftbewegung – nicht fliegen! • Foto: Marc Niedermeier

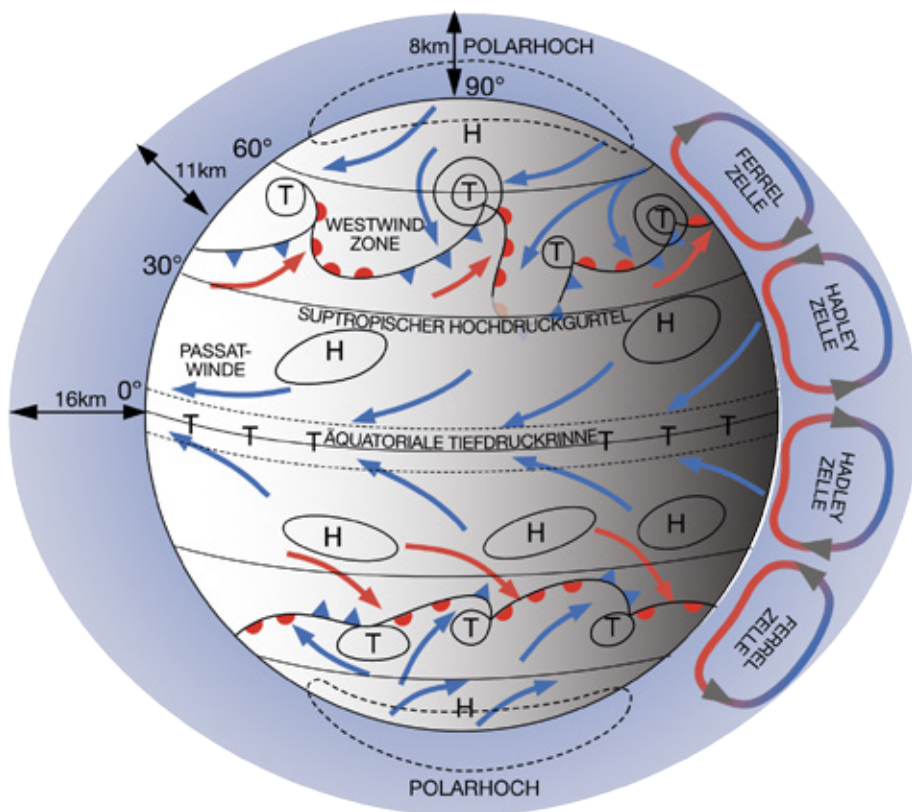


Abbildung 11: Globale Entstehung von Hoch- und Tiefdruckgebieten • Grafik: Papillon/Klaus Tillmann

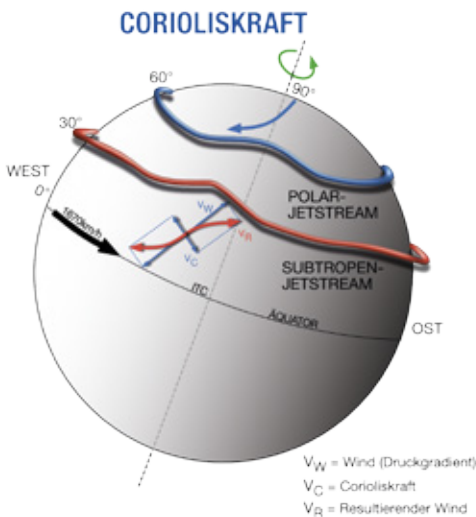


Abbildung 12: Corioliskraft • Grafik: Papillon

3.4.1 Das Tief / Zyklone

(PF 4, 43-44, 61, 71-72, 107-108, 130)

Die Luftmassenkonvergenz im Zentrum eines Tiefs führt zu großflächiger Hebung von Luft. Es kommt durch Abkühlung zu Kondensation und Niederschlagsbildung. Grenzen verschiedener Luftmassen werden als **Fronten** oder Tiefdruckausläufer bezeichnet.

Eine Warmfront ist der Vorstoß wärmerer Luft (WL) gegen kältere Luft (KL). Wegen der geringeren Dichte der warmen Luft gleitet sie auf die kalte Luft auf. Während dieses Hebungsvorganges kommt es zu Kondensation und Ausbildung eines breiten Niederschlagsgebietes.

Die Warmfront kündigt sich so schon mehrere hundert Kilometer vorher an und ist daher rechtzeitig zu erkennen. In Wetterkarten wird sie mit (roten) Halbkreisen am Frontverlauf gekennzeichnet. Für den Gleitschirmflieger sind in den Sommermonaten Warm- und Kaltfronten gleichermaßen gefährlich.

Schwere, kalte Luft (KL) schiebt sich unter die warme Luft und hebt diese, wobei es nach adiabatischer Abkühlung mit cumulusartiger Wolkenbildung oft zu kilometerhohen Frontgewittern, Cbs und gefährlichen Böenwalzen kommt. Bereits die voraus eilende Kaltluft ist gefährlich, da sie sich kilometerweit am Boden und durch die Täler ausbreitet. Folgen einer Kaltfront sind großflächiges, turbulentes Steigen und eine erhebliche Windzunahme.

Der Kaltfront kann auch hohe Cirrusbewölkung voraus eilen, womit man sie irrtümlich mit einer harmloseren Warmfront verwechseln kann. In manchen Fällen kündigt sich eine Kaltfront auch durch Altocumulus (Ac) castellani (turmformige Wolken), Ac floccus (Schäfchenwolken) oder Überentwicklung an. Auch ohne große Vorboten kann eine solche Front vordringen. In Flugwetterberichten können sie allerdings sehr zuverlässig prognostiziert werden.

Der Verlauf einer Kaltfront wird in Wetterkarten mit schwarzen oder blauen Dreiecken gekennzeichnet. Wenn eine Kaltfront aufgrund der höheren Geschwindigkeit eine vorausgehende Warmfront einholt und sich beide „vermischen“, spricht man von einer Okklusion. Diese werden in der Wetterkarte mit (pinkfarbenen) Dreiecken und Halbkreisen gekennzeichnet.

Eine Wetterbesserung nach einer Kaltfront oder Okklusion ist erst zu erwarten, wenn auch in der Höhe die kalte Luft (Höhentrog) ein Gebiet überquert hat. Auf Europa greifen die Fronten sowohl getrennt als auch als Okklusion über.



Abbildung 13: Wolkenschichtung in unterschiedlicher Höhe • Foto: Elvira Chevalier

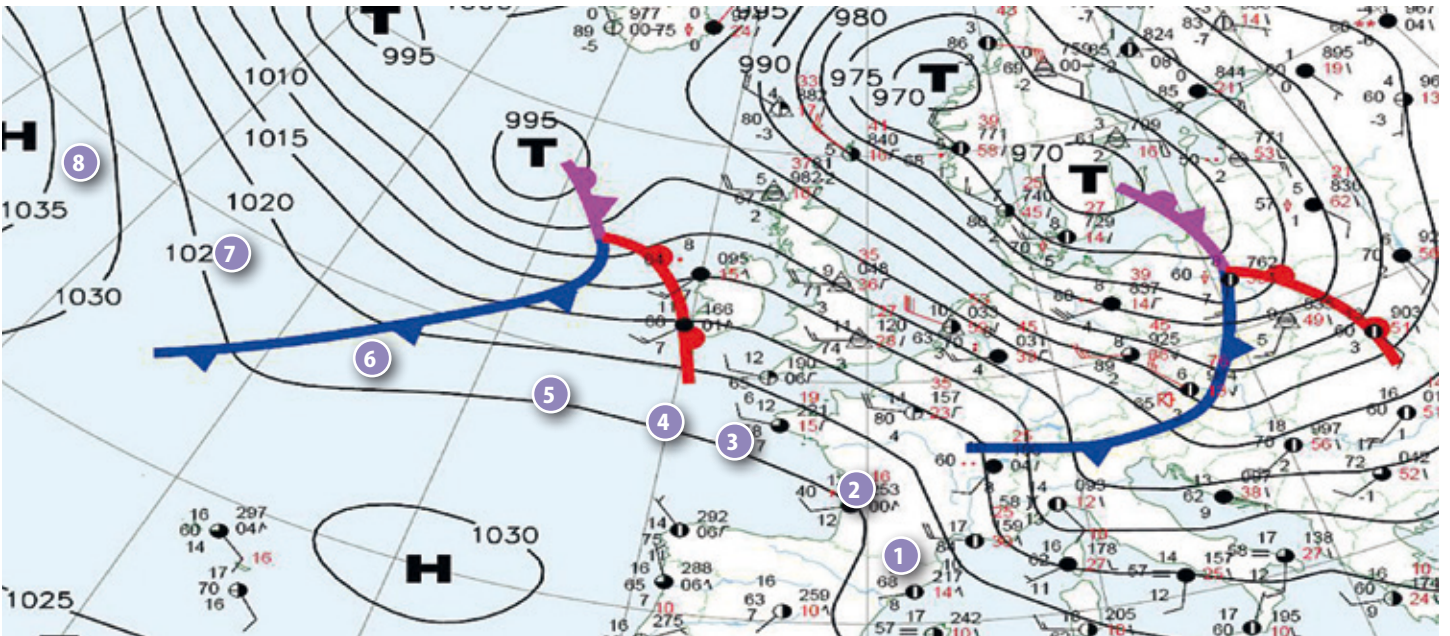


Abbildung 14: Wetterkarte - mit freundlicher Genehmigung des Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz

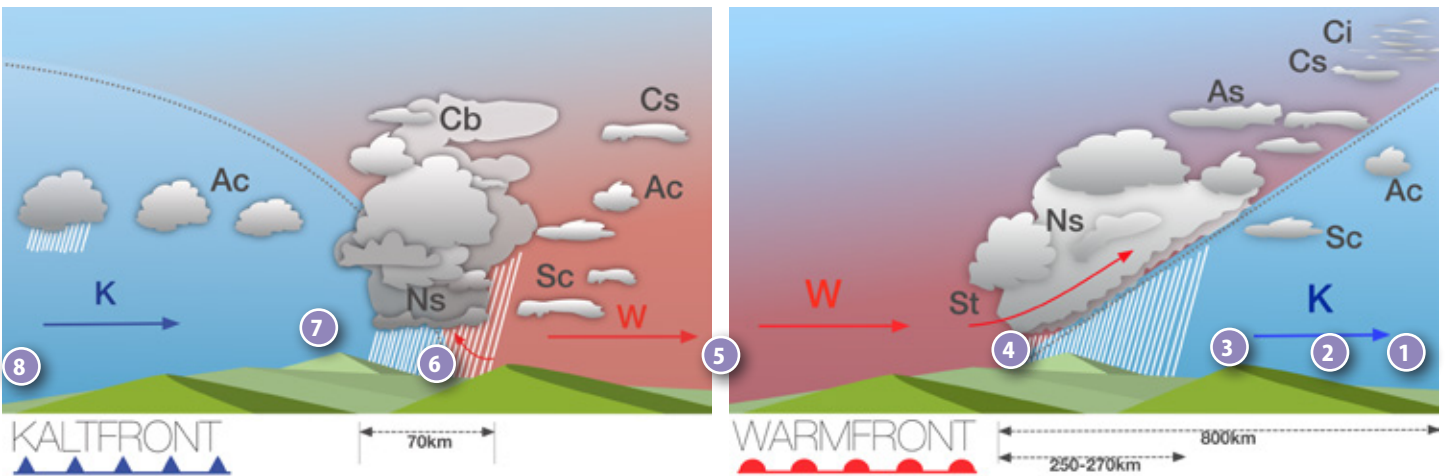


Abbildung 15: Idealzyklon und Frontensystem. Die Abbildung zeigt, dass sich die Wolken von ersten Cirren Ci (Federwölkchen) über Cirro- Cs und Altostratus As (Schichtwolken) nach unten bis zum Nimbostratus Ns (Regenwolke, Nieselniederschläge) verdichten. • Grafik: Papillon/Klaus Tillmann

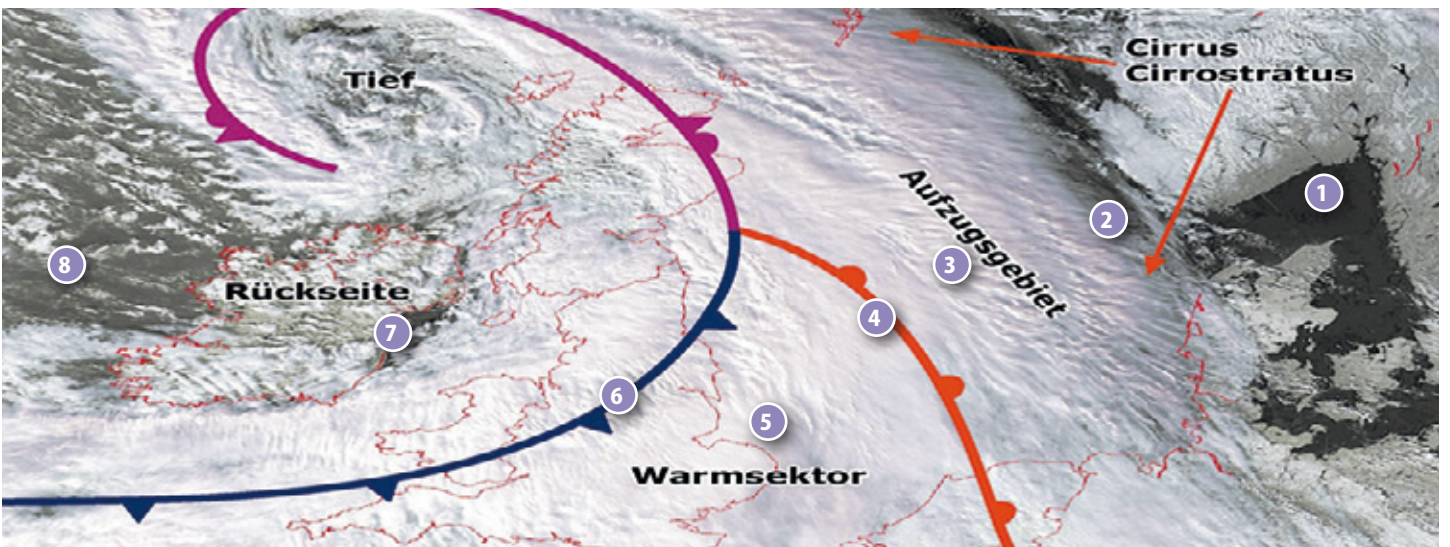


Abbildung 16: Satellitenbild mit eingezeichnetem Frontensystem

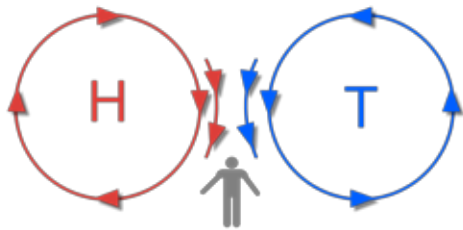


Abbildung 17: Barisches Windgesetz. • Grafik: Papillon/Klaus Tillmann

Eselsbrücke: Hoch -> h -> hour -> Uhrzeigersinn)



Am Ende einer Hochdrucklage und während Änderungslagen sind Flugwetterbedingungen grundsätzlich kritisch zu beurteilen.



Abbildung 18: Blauthermik in Algodonales • Foto: Norbert Fleisch



Abbildung 19: Unterwegs in den Zentraldolomiten. • Foto: Andreas Schubert

3.4.2 Das Hoch / Antizyklone

(PF 53, 55, 120)

Im Hochdruckgebiet sinkt die Luft großflächig ab und erwärmt sich dabei durch Kompression. Der Absinkvorgang reicht im Hochdruckzentrum bis in Bodennähe hinunter. Es bildet sich eine Absinkinversion. Oberhalb der Inversion, der Temperaturumkehrschicht, hat die aus großer Höhe abgesunkene, sehr trockene und erwärmte Luft die Wolken aufgelöst und lässt darüber keine neue Wolkenbildung zu. In großen Höhen können trotzdem im Laufe des Tages einzelne Cirren entstehen.

Unterhalb der Inversion kann durch ungehinderte Sonneneinstrahlung Thermik entstehen. Der Aufstieg der Thermik wird durch die Inversion begrenzt, da der Temperaturvorsprung des Aufwindes gegenüber der Umgebungsluft geringer wird, bis die Temperaturen und somit der Druck schließlich gleich sind. Die Inversion wird auch als wetterwirksame Sperrschicht bezeichnet. Liegt die Sperrschicht ausreichend hoch, können sich unterhalb der Sperrschicht Cumuluswolken bilden.

Bleibt die Wolkenbildung aus, spricht man von Blauthermik. Thermikentwicklung bei Hochdruckeinfluss mit schwachem Wind stellt für Gelegenheitspiloten eine Herausforderung dar. Gute Flieger können diese Verhältnisse gut meistern.

3.5 Thermik

(PF 13-15, 18-19, 20-22, 25, 27-28, 74, 77, 101, 110-111)

Aufgeheizter Boden erwärmt die darüber liegende Luftschicht. Die Dicke dieser Schicht und die Möglichkeit, als Thermikblase aufzusteigen, hängt vor allem von der Einstrahlungsintensität, der Art des Untergrundes und des dynamischen überregionalen Windes ab.

Wird eine Luftmasse um mehr als 2°C gegenüber der Umgebungsluft erwärmt, reicht der aufgrund der geringeren Dichte entstehende Auftrieb, um die darüber liegende kältere Luft zu durchdringen. Es entsteht eine Thermikblase. Begünstigt wird das „Abreißen der Thermik“ durch Wind, der das Warmluftpaket an ein Hindernis drückt, wodurch es schließlich abreißt und aufsteigt.

An solchen Abrisskanten steigt häufiger Warmluft auf; es entsteht eine pulserende Thermik, die einen Thermikschlauch oder Thermikbart ausbilden kann. Abrisskanten können zum Beispiel Kammlinien, Hangknicke, Schneegrenzen, Waldkanten, Gewässer (Wasserfläche erwärmt sich langsamer als Landoberfläche) oder Wolkenshatten sein.

Im Gebirge liegen sie normalerweise oberhalb des Warmluftentstehungsgebietes. Abhängig vom Temperaturvorsprung entstehen Steigwerte von bis zu 10 m/s. In thermischen Überentwicklungen (Cb) sind bis zu 50m/s möglich! Grundsätzlich gilt: Je höher der Temperaturvorsprung am Boden, desto stärker ist die Thermik.

Gleitschirmflieger sollten bei Steigwerten von mehr als 5m/s aus der Thermik aussteigen und zum Landen gehen. Stärkere Thermiken sind nur erfahrenen Piloten vorbehalten. Entsprechend stark können die Turbulenzen im Randbereich der Thermik sein, was zu Störungen am Fluggerät führen kann. Das geringe Eigensinken eines Gleitschirmes ist in einer Thermik schnell kompensiert, sodass stundenlange Flüge möglich werden. Ungeübte Piloten sollten vorsichtig mit der Thermik umgehen.

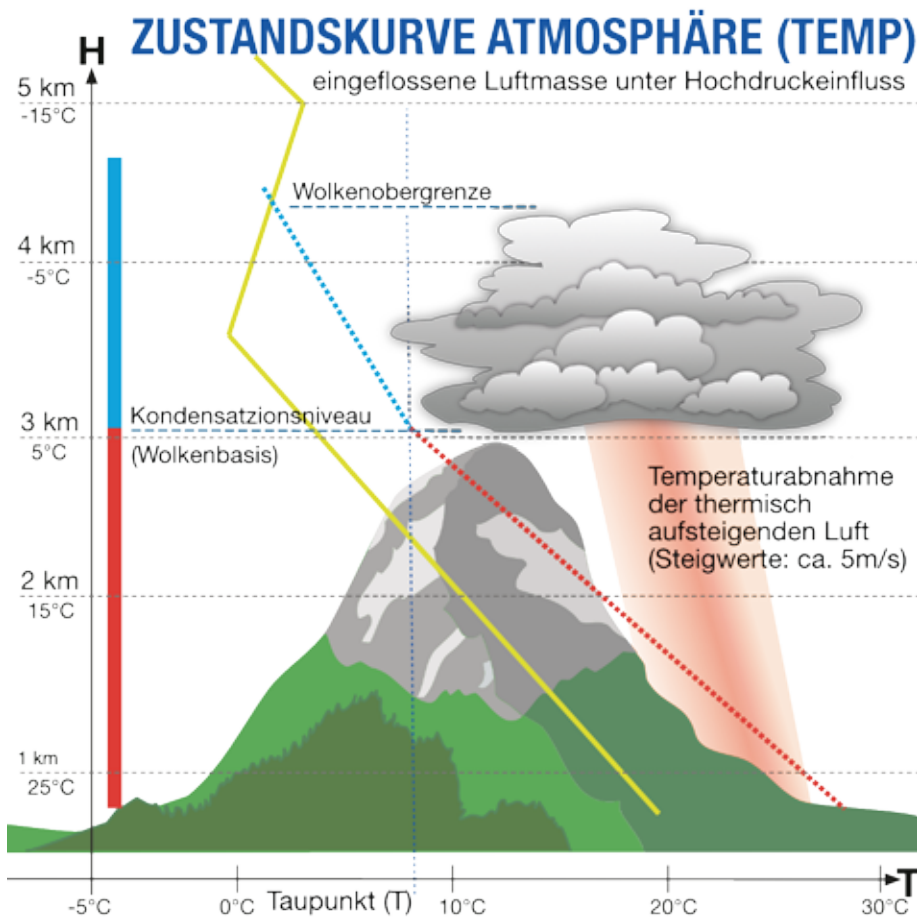


Abbildung 20: Temperaturzustandskurve • Grafik: Papillon/Klaus Tillmann

Die Thermik ist massenträge. Ein guter Aufwind wiegt viele 100 Tonnen. Die Thermik steigt mit dem Winkel der Hangneigung weiter auf. So liegt das Kondensationsniveau, abhängig von der Basishöhe, oft hinter den Startplätzen. Einen relativ hohen Druck zwischen zwei Tiefdruckgebieten nennt man Zwischenhoch.

Trockene, windgeschützte Bodenflächen (vor allem trocknende Wiesen und Kornfelder) erwärmen sich beispielsweise besser als feuchte Waldflächen, in denen ein großer Teil der Sonnenenergie für Verdunstung benötigt wird, die Verdunstungskälte hemmt nämlich die Warmluftbildung.



Abbildung 22: Flug über Monaco



Abbildung 21: Thermikabrissskanten - Der Pilot kann die Thermikaufwindquellen nacheinander abfliegen und hat so in diesem Fluggebiet mindestens zwei Möglichkeiten, einen erfolgreichen Thermikeinstieg zu finden. Bei ausreichender Höhe kann er über der vorderen Thermikquelle eindreihen, über der unteren darf nur vom Hang weg geachtet werden. Grafik: Papillon

Bevor ein Pilot einen Thermikflug startet, sollte er sich über Landemöglichkeiten im Falle eines „Absaufens“ informieren. Beim Landen ist zu beachten, dass sich oberhalb der Landewiese kleinräumig ausgeprägte Auf- und Abwinde ausbilden können. Auch abrupte Änderungen der Windstärke sind möglich.

Das Thermikfliegen erlernt man am besten in speziellen Thermikseminaren. Gelegenheitspiloten, die ruhige Gleitflüge anstreben, sollten morgens, am frühen Nachmittag und/oder, abhängig vom Fluggelände, am späteren Nachmittag starten, wenn die Thermik nicht so stark ist. Abbildung 20 zeigt eine für einen Hochdruckeinfluss im Sommer typische Temperaturzustandskurve (Emagramm) und gestrichelt eine mit einem Temperaturvorsprung von 5°C aufsteigende Thermik mit Erreichen des Cumuluskondensationsniveaus.



Abbildung 23: Tulperhof Lüssen • Grafik: Papillon

In 1500m Höhe gleichen sich die Temperaturen in der Inversion des Hochdruckgebietes aus. Das Aufsteigen der Thermik wird beendet. Es handelt sich um eine stabile Wetterlage, die unterhalb ihrer Sperrschicht gute Flugbedingungen zulässt. Man kann solche Inversionen sehen, wenn man auf Berggipfeln steht. Unterhalb der Inversion ist es aufgrund höherer Luftfeuchtigkeit und Luftverunreinigung trüb, während die Luft darüber sehr klar ist.

Wie sich die Thermik mit der Höhe entwickelt, ist abhängig von der Temperaturzustandskurve, also vom Schichtungsgradienten der Umgebungsluft. Je nach Temperaturdifferenz der Thermik und der umliegenden Luft steigt ein Luftpaket langsamer oder schneller auf.

Ein Beispiel: Ist der Schichtungsgradient der Umgebungsluft größer als der adiabatische Temperaturgradient der aufsteigenden Luft, ist die Schichtung labil. Trotz Abkühlung durch Ausdehnung wird die Temperaturdifferenz größer. Die Aufwinde werden stärker. Es entstehen stark turbulente Verhältnisse, wenn diese Aufwinde an eine Inversionsuntergrenze stoßen.

Thermik lässt sich in Wolken- und Blauthermik unterscheiden. Das Wolkenbild bei der Wolken-thermik kann genutzt werden, um die Aufwindverteilung, -höhe, -versetzung und -phase zu erkennen.

Bei Blauthermik sind eine Überentwicklung und somit Gewitter ausgeschlossen. Es gibt weder Abschattung durch Wolken, die die Thermik beeinflussen kann, noch kann ein Pilot in eine Wolke einfliegen.

3.6 Wind

(PF 2, 33-34, 37, 40-42, 52, 56, 63-65, 97-100, 103-104, 118-119, 122, 125-126)

Wind ist bewegte Luft und wird von barometrischen Druckunterschieden hervorgerufen. Die Windrichtung wird oft in Grad angegeben. Dabei entsprechen 0° Nord, 90° Ost, 180° Süd und 270° West.

Im Flachland können die Windrichtung und -stärke in Bodennähe aus der Zugrichtung der Cumuluswolken grob abgeleitet werden. In den Bergen ist dies nicht möglich, da lokale Windsysteme, wie Talwinde oder Düseneffekte, den Wind im unteren Bereich bestimmen.

Es wird zwischen dynamischen, großräumig-überregionalen und lokalen, beispielsweise thermischen Winden unterschieden. Für den Gleitschirmpiloten ist das Verständnis für lokal auftretende Winde bedeutungsvoll, da er ohne Motor nur auf Thermik und dynamische Hangaufwinde angewiesen ist und nie eine Frontdurchquerung oder Ähnliches erfliegen könnte.



Bei Ostwindlagen muss mit starker und turbulenter Thermik gerechnet werden, da die herangeführten Luftmassen trocken und kalt sind. Die Böigkeit des Windes ist stark ausgeprägt.

Diese Kennzeichen verschiedener Windstärken sollte man sich gut einprägen:

Windstärke 15 - 20 km/h: Windsack pendelt in leicht hängender und getreckter Position

Windstärke 20 - 25 km/h: Bewegung dünnerer Äste und Zweige mit hörbarem Rauschen

Windstärke ca. 30 km/h: Bildung von Schaumkronen auf einem See
Windstärke 35 km/h: Fahnen sind deutlich zu hören (knattern)

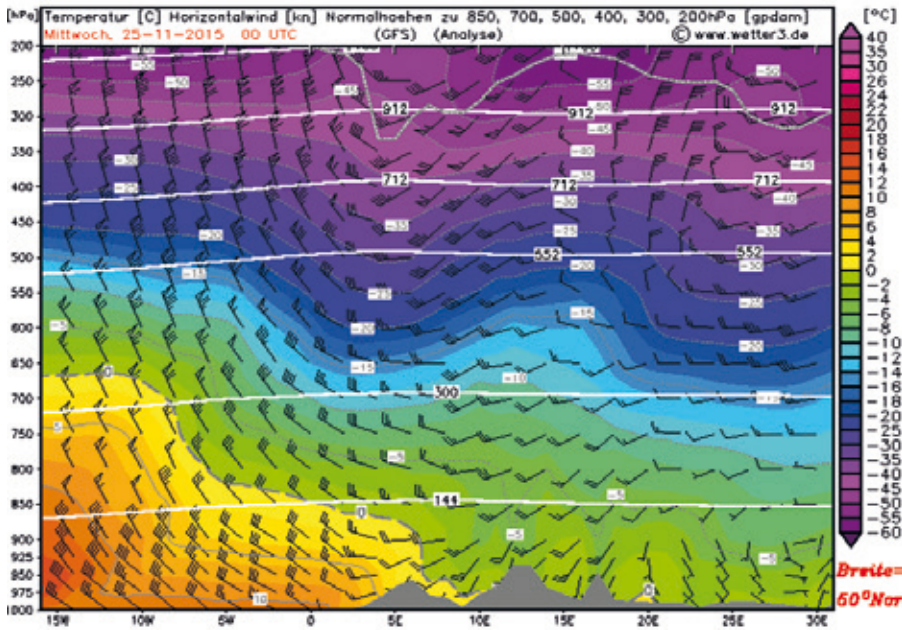


Abbildung 24: Wind-Vorhersagekarte für verschiedene hPa-Druckflächen - Die Pfeile geben die Windrichtung an: Die Spitze des Pfeils zeigt die Richtung an, in die der Wind weht. Ein halber Strich am hinteren Ende steht für 5 Knoten, ein Strich für 10 Knoten und ein Dreieck für 50 Knoten. • Grafik: wetter3.de

3.6.1 Dynamischer Hangaufwind

(PF 17, 26, 29-32, 62, 116)

Wenn ein Berg angeströmt wird, bilden sich im Luv Aufwind und im Lee Abwind. Der Gleitschirmflieger nutzt die Aufwindkomponente im Luv, um sein Gerätesinken zu kompensieren und soart. Die Beschaffenheit des Aufwindes hängt neben der Windstärke von der Geländebeschaffenheit ab. Die größte Höhe wird im dynamischen Aufwindfeld deutlich vor dem Hangscheitel erreicht.

Beim Hangsoaring sollte auf die Geländebeschaffenheit geachtet werden. Unregelmäßigkeiten im Hangprofil und Hindernisse können Turbulenzen erzeugen. Leeseitig eines Hindernisses können diese bis zu einem Abstand des Zehnfachen der Hindernishöhe erwartet werden. An Einkerbungen, Flach-

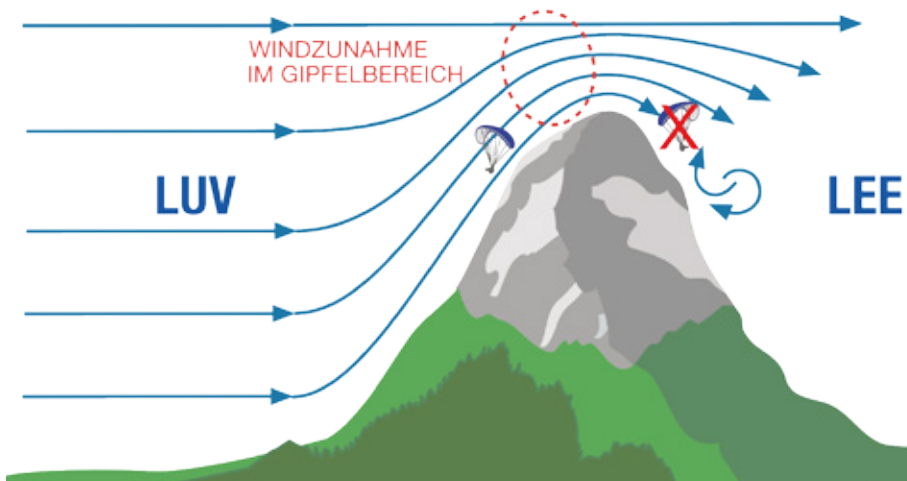


Abbildung 25: Dynamischer Hangaufwind. Der Gleitschirmflieger fliegt links im Luv und meidet den turbulenten Lee-Bereich an der windabgewandten Seite des Berges (rechts im Bild). • Grafik: Papillon/Klaus Tillmann

Luv: windzugewandte Seite

Lee: windabgewandte Seite

An windschwachen Tagen ist auf einem Gletscher mit Abwind zu rechnen.

Je langsamer die Luft strömt, desto geringer ist der Einfluss des ablenkenden Corioliseffektes. In Bodennähe ist der Einfluss des Corioliseffektes aufgrund der durch Bodenreibung langsameren Windgeschwindigkeit geringer als in der Höhe.

Es kommt zum bodennahen Druckausgleich von Hoch- zu Tiefdruckgebieten, wobei der Wind um ein Hochdruckgebiet herum mit Komponente zum tieferen Druck weht.

Gebirge wirken auf den überregionalen Wind und bilden lokale Windphänomene aus. Seitlich angeströmt wird der Druckgradientwind am Alpennordrand durch den sog. Leitplankeneffekt beschleunigt, ebenso bei Überströmung.



Abbildung 26: Im Moment befindet sich der Pilot auf der Luvseite im Aufwindband. Wird der Wind stärker, muss der Pilot darauf achten, nicht ins Lee abgetrieben zu werden, da mit zunehmender Höhe die Aufwindkomponente schwächer und die horizontale Windgeschwindigkeit größer werden.
• Foto: Norbert Fleisch, aufgenommen beim XC-Seminar in Slowenien

Der Föhnsturm entsteht durch einen Düseneffekt im Kammniveau, über Pässen und Taleinschnitten. In Gebirgsschneisen kann der Wind besonders stark werden, da horizontale und vertikale Beschleunigungen wirken.



Abbildung 27: Lenticularis = klar abgegrenzte linsenförmige Wolke, ortsfest trotz starkem Wind durch ständige Neubildung, treten bei Föhn auf. Sehr gefährlich durch starke Winde! Der Pilot dürfte hier keinesfalls fliegen! • Foto: Andreas Schubert



Bemerkt ein Pilot aus größerer Höhe, dass im Tal immer heftigere Windböhen eines Kaltlufteinbruchs (Nordföhn) durchgehen, muss er mit extremen Turbulenzen beim Landen im Tal rechnen und damit, dass in Kürze die abgespaltene, aufsteigende Warmluft großflächig starkes Steigen verursacht. Er sollte nicht ins Tal fliegen, sondern schnellstmöglich am Hang notlanden.

stücken, den seitlichen Rändern des Hanges und im Gipfelbereich muss der Pilot mit einer Abnahme des Aufwindes und gleichzeitiger Zunahme des Horizontalwindes rechnen. Das Aufziehen, Landen und Groundhandling verlangen daher eine saubere Technik.

Der Berg sollte dynamisch frei angeströmt und ausreichend breit sein, damit es nicht zum Umströmen des Berges kommt. Schroffe Abrisskanten verursachen Leeturbulenzen im Startbereich. Über der Hangkante herrschen erhöhte Windgeschwindigkeiten, die den Gleitschirm schnell in das Lee treiben können. Auch im Lee kann sich Thermik ausbilden. Diese ist meist stärker als Luvthermik. Wegen der gefährlichen Turbulenzen sollte Leethermik allerdings gemieden werden. Fliegt man oberhalb des Berges mit der Luvthermik, die sich am Grad ablöst, auf die Leeseite muss daher bei Aufwindverlust oder -ende und verstärktem Sinken problemlos auf die Luvseite vorgeflogen werden können.

3.6.2 Föhn

(PF 5-12, 58, 123)

Der Föhn ist ein warmer Fallwind in den Alpen und ein für den Gleitschirmflieger gefährliches Wetterphänomen, bei dem absolutes Flugverbot herrscht.

Ein Beispiel: Zwischen einem Tief über der Biskaya und einem Hoch über dem Balkan wird feuchte Luft aus dem Mittelmeerraum an die Alpen geführt. Es kommt zum Südföhn. Zu einer Föhnlage kann es schon bei Druckdifferenzen von 4 hPa (im Norden und Süden der Gebirgskette) kommen.

Die Luft muss auf der Alpensüdseite aufsteigen und kühlt sich dabei zunächst trockenadiabatisch ($-1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$) bis zum Kondensationsniveau und dann weiter feuchtadiabatisch ($-0,6^{\circ}\text{C}/100\text{m}$) ab. Es entsteht eine Föhnmauer (Wolkenmauer) mit Niederschlag auf der Alpensüdseite. Dieses Ereignis wird auch als Südstau bezeichnet.

Beginnt die Luft nach Überströmen des Gebirgshindernisses abzusinken, lösen sich die Wolken auf, da die Feuchtigkeit weitgehend auf der Luvseite abgereget ist. Die Luft erwärmt sich nur trockenadiabatisch, was zur Erwärmung auf der Leeseite führt und Föhn genannt wird. Wenn vom Einschlagen des Föhns geredet wird, ist ein Anheben der wärmeren und leichteren Föhnströmung durch lokale Kaltluftbildung gemeint. Starke Föhnböen können trotzdem bis zum Boden durchbrechen.

Häufig treten mittelhohe, linsenförmige Wellenwolken (Lenticularis) auf. Sie entstehen über und hinter dem Gebirge, das die strömende Luft in vertikale Schwingungen versetzt. Die schwingende Luft kondensiert durch die Abkühlung beim Aufstieg und verdunstet wieder beim Wellenabstieg. So täuschen auf der Stelle stehende Wolken in der Höhe Windstille und Rotorwolken an den Berghängen oder über dem Tal Thermikentwicklung vor!

Anstelle von Linsenwolken können auch zerrissene Cumumli auf eine Föhnwetterlage hindeuten. In manchen Fällen bleiben Wolken sogar ganz aus. Um also einen sicheren Hinweis auf eine Föhnlage zu erhalten, muss der Pilot die aktuelle Wetterlage anschauen (Wetterberichte, Föhnprognosen als Druckdiagramm, aktuelle Windwerte).

Täler mit Längsausrichtung zum Wind (Föhnschneisen) haben große Risiken für rasch bodennah durchgreifende Föhnwinde. Doch auch in abgekoppelten Tälern darf nicht geflogen werden, selbst wenn alles ruhig ist.

Die Gefahr für plötzlichen Starkwind ist zu groß. Thermikentwicklung auf der Leeseite des Gebirges fördert in aller Regel das Risiko zum Föhndurchbruch. Mit dem Eintreffen des Niederschlagsgebietes der nahenden Tiefdruckrinne wird der Föhn in der Regel beendet, er bricht zusammen.

Neben dem Südföhn gibt es noch weitere Föhnwinde. Überall, wo eine stärkere großräumige Strömung auf den Berg trifft, sind Föhnerscheinungen möglich. Diese werden zum Beispiel in Frankreich als Mistral, in der Schweiz als Bise und Slowenien als Bora bezeichnet. In den Alpen existieren neben Südföhn- auch Nordföhnwetterlagen.

Bei Föhn gilt für Gleitschirmpiloten immer absolutes Flugverbot!

Das Gefährliche für den Gleitschirmflieger sind die starken Winde mit Geschwindigkeiten von **50 bis über 200km/h** im Föhnsturm und die Rotoren, also Verwirbelungen, die sich zwischen den Gebirgskämmen bilden und gelegentlich als Rotorwolken sichtbar werden.

Der Föhn entsteht vor jeder Front, die den Alpenhauptkamm überquert. Je größer die Druckunterschiede über den Alpen werden, desto stärker werden die Windgeschwindigkeiten. Die Gefahr des Föhnsturmdurchbruchs in die Täler steigt.

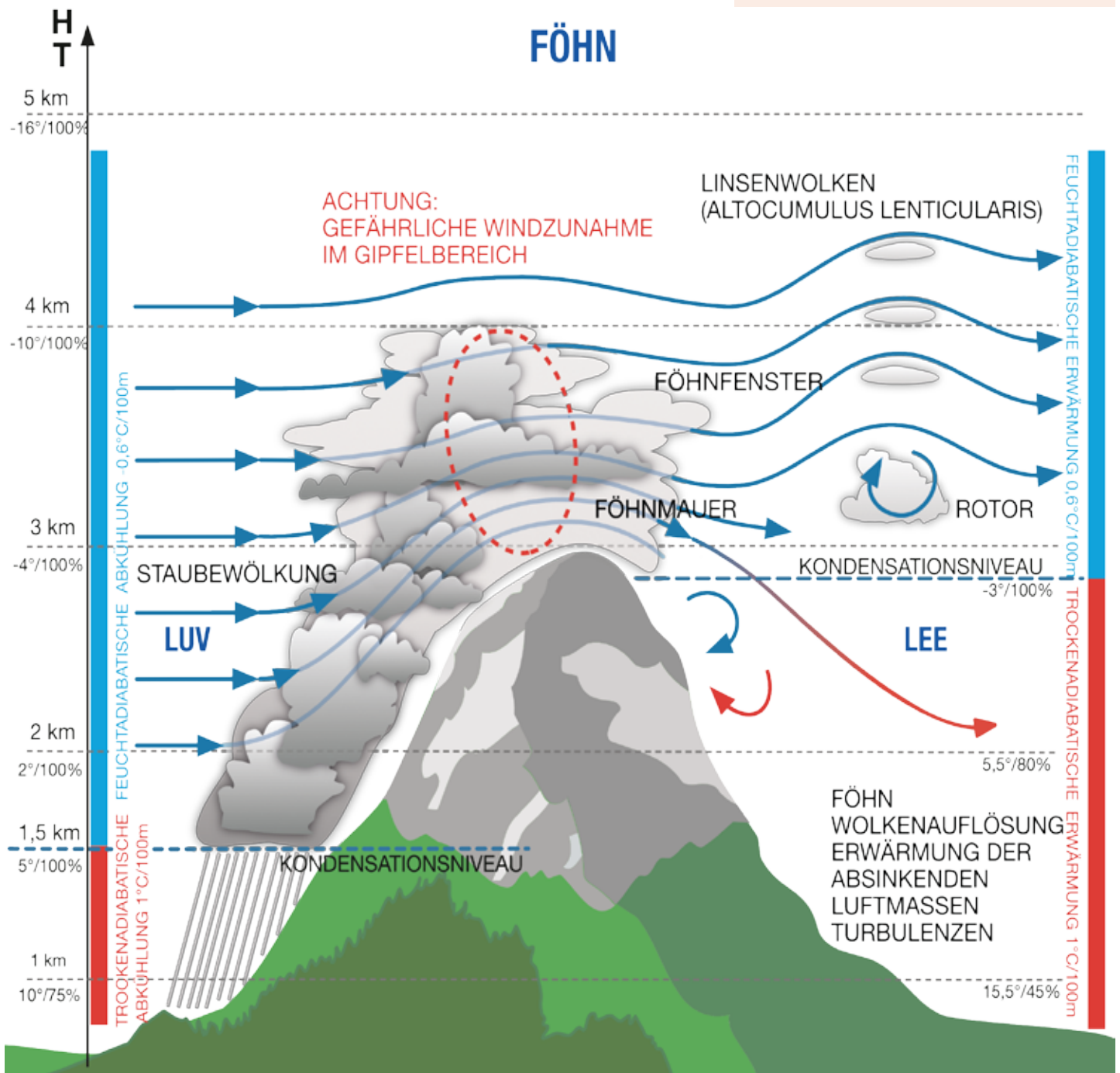


Abbildung 28: Entstehung von Föhn • Grafik: Papillon/Klaus Tillmann

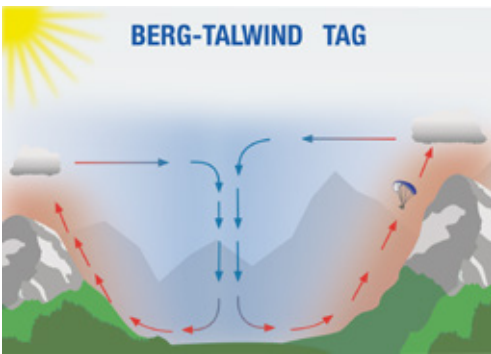


Abbildung 29: Talwind am Tag

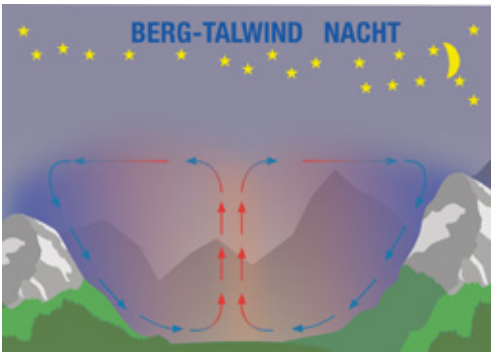


Abbildung 30: Bergwind bei Nacht

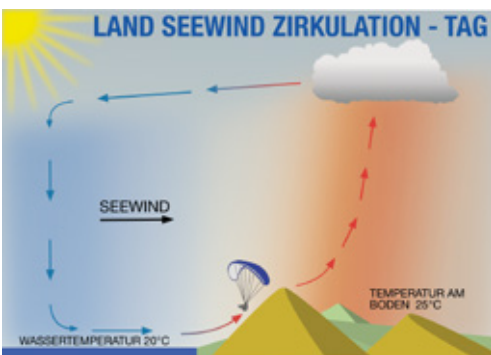


Abbildung 31: Seewind bei Tag

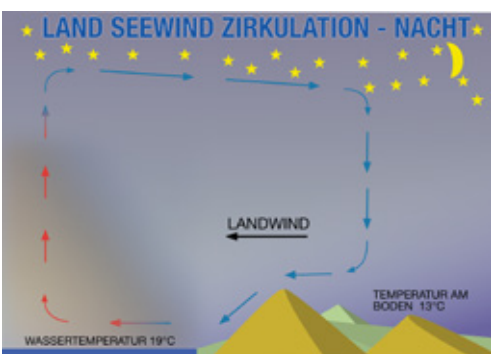


Abbildung 32: Landwind bei Nacht • Grafiken: Papillon/Klaus Tillmann

3.6.3 Berg- und Talwind

(PF 35, 38, 102)

Bei Hochdruckeinfluss mit ausreichender Sonneneinstrahlung stellt sich im Sommer eine ganz typische Windzirkulation ein, die in vielen Gebirgen entsteht und sich der überregionalen Wettersituation einlagert. Typischer Talwind weht an Tagen mit schwachen Höhenwinden. Höhenwinde über 20 km/h beeinflussen den Talwind: Sie lösen ihn ab oder können ihn bereits gefährlich verstärken.

Herrscht ein starker Talwind, ist es besonders wichtig, dass das Gelände luvseitig des Landeplatzes möglichst frei von Hindernissen ist. Ist der Talwind so stark, dass der Pilot mit Trimmgeschwindigkeit rückwärts fliegt, muss er konzentriert aktiv fliegen, nicht oder nur leicht beschleunigen und landen ohne durchzubremsen.

Der berühmteste Talwind in den Europäischen Alpen ist die „Ora“ am Gardasee, eine Talwinddüse am nördlichen Seeufer zwischen Torbole und Malcesine.

Luft strömt an den Hängen aufgrund der stärkeren Erwärmung nach oben und zieht kältere Luft aus dem Tal nach. Sind die Bergflanken eines Gebirges am späten Vormittag soweit erwärmt, dass die Luft im gesamten Bergland aufsteigt, strömt aus dem Flachland (oder Gebirgsvorland) Luft die Täler hinauf. Es stellt sich der Talwind ein.

Er weht zwischen Talgrund bis in etwa 1500m Höhe GND (zum Beispiel der Inntalostwind) und kann die Eigengeschwindigkeit eines Gleitsegels übersteigen (zum Beispiel Ora). Erst in Bodennähe lässt die Geschwindigkeit deutlich nach.

In den Nordalpen muss aufgrund des aus Norden in die Alpen wehenden Windes aber mit gefährlichen Leepartien an Südhängen gerechnet werden, sodass man hier fast ausschließlich an Nordhängen im dynamischen Hangaufwind fliegt. Sämtliche Flugberge entlang der Nordalpen bieten bei Hochdruckwetterlagen mit den Nordstartplätzen für Fluganfänger ausgezeichnete Bedingungen. Abends kühlen die Hangflächen schneller aus. Die kalte Luft fließt die Hänge hinab und es entsteht der Bergwind. Nun steigt über den warmen Talflächen Luft auf und bildet die Umkehrthermik, die oft bis in die Nachtstunden hält.



Abbildung 33: Gegenverkehr am Berg? Berg RECHTS hat Vorfahrt, Berg LINKS muss ausweichen! • Illustration: chrissicomics.de

Luftrechtlich sind zwar Flüge bei Nacht verboten, physikalisch ist es aber aus diesem Grund möglich, stundenlang in sanfter Umkehrthermik zu fliegen. Durch die großflächig absinkende Luft im Gebirge stellt sich ein Wind bis hinaus ins Flachland ein, der bei sternenklarer Nacht am stärksten wird.

3.6.4 Gefahren

(PF 36, 39)

Der Talwind kann an windzugewandten Bergketten stundenlange Flüge im Talwindprallhang ermöglichen, auf den windabgewandten Hängen allerdings sogenannte Leefallen ausbilden.

1. Beispiel:

Im Stubai liegen die Startplätze an der Schlick oder der Übungshang quer zum Tal und nach Süden ausgerichtet. Daher sind die Flugmöglichkeiten dort in den Frühstunden am besten. Ab dem Mittag kommt der Talwind auf. Zwischen 14 Uhr und 16 Uhr erreicht er sein Maximum, 20 - 25 km/h aus Osten.

Dann hat man ideale Bedingungen am Elfer. Der Startplatz dort ist nach Osten ausgerichtet und ermöglicht nun Talwindsoaring in einer, verglichen mit der Thermik an Südhängen gleichmäßigen, laminaren Talwindströmung. Die Landung erfolgt bei Talwindeinfluss am besten durch Abachtern gegen den Wind.

2. Beispiel:

In Lüssen strömen die Talwinde vom Eisacktal aus Süden in die Zentralalpen. Auch die Thermiken steigen aus den Südhängen auf.

Somit sind dort beide Winde zum „oben bleiben“ nutzbar: Morgens die Thermik, am späten Nachmittag der Talwind. Die Überlagerung beider Winde ist zwar fliegbar, aber einigermaßen anspruchsvoll und somit nur von den Erfahrenen zu nutzen.

3.6.5 Windverhältnisse im Gebirge

In Gebirgsregionen ist es aufgrund der lokalen Windsysteme schwierig, die Windverhältnisse exakt vorauszusagen. Der tatsächliche Wind weicht wegen der blockierenden, kanalisierenden und umlenkenden Wirkung der Berge, des Talwindsystems und der Thermik meist vom vorausgesagten Wind deutlich ab.

In manchen Tälern treffen bis zu drei Lokalwinde aus verschiedenen Richtungen aufeinander. Diese bilden sogenannte Konvergenzbereiche. Es gibt sowohl ortsfeste als auch wandernde Konvergenzen. Oberhalb dieser Bereiche sind Aufwinde anzutreffen. In Bodennähe sind die Windverhältnisse allerdings unkalkulierbar.

In Kammnähe kann das Aufeinandertreffen von Wind aus verschiedenen Richtungen zu starken Turbulenzen führen.

In schmalen Gebirgstälern erhöhen sich die Windgeschwindigkeiten – der Wind wird kanalisiert. Man spricht vom so genannten Düseneffekt.

Im Gebirge ist die Sicht durch die Berge eingeschränkt. Aufgrund der lokalen Wetterphänomene ist ein herannahender Wettersturz nur schlecht zu erkennen.

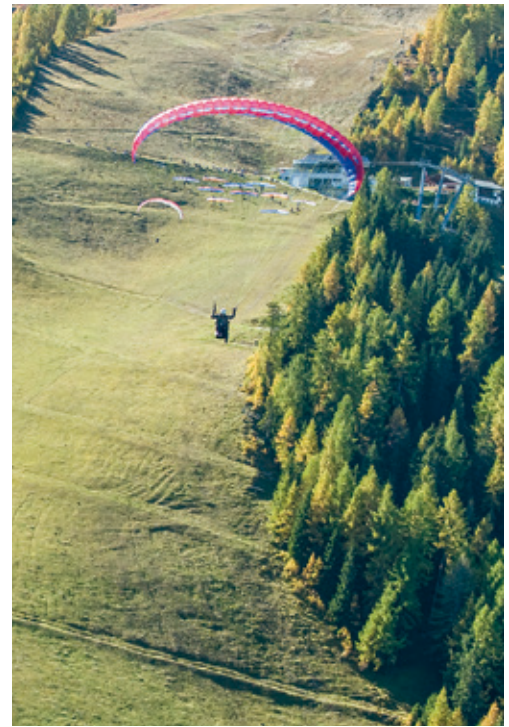


Abbildung 34: Start vom Elfer zum Flug nach Neustift • Foto: Viaframe



Autorin des Kapitels
Luftrecht:

Anna-Lena Trabert, geboren 1985 und aufgewachsen in Fulda, studierte Dipl. Ing. für Landschaftsarchitektur und war lange im Raum Augsburg tätig, bevor es sie zur Fluglehrerausbildung wieder in ihre Rhöner Heimat zog.

„Warum ich fliege? Fliegen ist wie eine Art Meditation. Als Pilot musst du ganz bei dir und im Augenblick sein. Was war und was kommt tritt in den Hintergrund; es zählen nur du selbst und die wunderschöne Natur, die dich umgibt. Für mich der ultimative Weg in die Freiheit und Leichtigkeit.“

Fluggelände müssen in Deutschland vom DHV oder der zuständigen Landesluftfahrtbehörde zugelassen werden.

In Österreich muss der Grundstückseigentümer dem Fliegen zustimmen. Fluggelände unterliegen nur der Bewilligungspflicht durch den ÖAeC, wenn sie von einer Flugschule als Schul- und Übungsgelände beantragt werden.

4 Luftrecht

(PF 38)

Als Gleitschirmpiloten befinden wir uns, meist gemeinsam mit anderen Fliegern, im Element Luft. Hierbei ist es wichtig zu wissen, unter welchen Voraussetzungen wir wo, wann, wie fliegen dürfen. Im Luftrecht werden daher die vielfältigen Belange der Fliegerei reglementiert und strukturiert.

Deutschland und Österreich erkennen als Nachbarländer im hoch frequentierten Alpenraum die Gleitschirmlicenzen des jeweils anderen Landes ohne Einschränkung an. Aus diesem Anlass beleuchten wir im folgenden Kapitel auch das österreichische Luftrecht genauer. Für das Gleitschirmfliegen im Ausland gelten ansonsten stets die luftrechtlichen Bestimmungen des entsprechenden Landes.

4.1 Behörden und Zuständigkeiten

4.1.1 Behörden und Zuständigkeiten in Deutschland

(PF 1, 3, 5, 62, 63)

Das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) ist die oberste Luftbehörde in Deutschland. Während das Ministerium unter anderem Luftsperrgebiete und Gebiete mit Luftraumbeschränkungen festlegt, wurde die Verwaltung der Luftsportgeräte an untergeordnete Verbände, wie den DHV, übertragen.

Das Luftfahrtbundesamt (LBA) ist mit den Aufgaben der zivilen Luftfahrt betraut. Hier ist es unter anderem für Bußgeld- und Widerspruchsangelegenheiten zuständig.

Die Deutsche Flugsicherung (DFS) übt die Flugverkehrskontrolle in Deutschland aus. Darunter fällt vor allem die Kontrolle des Zivilluftverkehrs. Weiterhin ist die DFS Herausgeberin der jährlich erscheinenden ICAO-Karte für Deutschland.

Der Deutsche Hängegleiterverband hat vom übergeordneten BMVI sämtliche Belange des Drachen- und Gleitschirmfliegens übertragen bekommen. Der DHV ist somit unter anderem zuständig für Prüfungen im Rahmen der Flugausbildung, Scheinerteilungen, Geländezulassungen, Unfalluntersuchungen und die Gebührenordnung. Weiterhin ist der DHV Herausgeber der Zeitschrift „DHV-INFO“ mit wichtigen Informationen rund um den Flugsport.

4.1.2 Behörden und Zuständigkeiten in Österreich

(PF 2, 4, 6, 64)

Ebenso wie in Deutschland ist das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technik (BMVIT) die oberste Luftbehörde in Österreich. Die Belange für Drachen- und Gleitschirmflieger, sowie alle anderen Luftsportarten, sind vom BMVIT an den österreichischen Aeroclub delegiert worden.

Das Unternehmen Austro Control (ACG) ist zuständig für den sicheren und wirtschaftlichen Ablauf des österreichischen Flugverkehrs. Neben der Flugverkehrskontrolle übernimmt ACG unter anderem den Such- und Rettungsdienst, Flugunfallmeldungen, Flugwetterberatung und den Fluginformationssdienst. Zudem ist Austro Control der Herausgeber der österreichischen ICAO-Karte.

Analog zum DHV in Deutschland ist der Österreichische Aeroclub (ÖAeC) der Ansprechpartner für alle Drachen- und Gleitschirmangelegenheiten in Österreich. Neben der Ausstellung und Erweiterung von Luftfahrerscheinen übernimmt der ÖAeC Flugschulangelegenheiten und die Zulassung von Schul- und Übungsgeländen.

4.2 Gesetze und Rechtsverordnungen

(PF 7-10, 54, 57-59)

Die gesetzlichen Rechtsgrundlagen für die Benutzung des Luftraums mit Luftfahrzeugen sind in Deutschland im Luftverkehrsgesetz (LuftVG) festgehalten. Das LuftVG definiert hierbei Gleitschirme, Hängegleiter, Fallschirme und Ultraleichtflugzeuge als Luftsportgeräte.

In Österreich gilt das Luftfahrtgesetz (LFG) als gesetzliche Grundlage. Gemäß LFG werden Hänge- und Paragleiter im Unterschied zu Deutschland als Luftfahrzeuge definiert. Die wichtigsten deutschen Gesetze zu allen Belangen des Flugsports in tabellarischer Übersicht:

Gesetz		Inhalt
LuftVG	Luftverkehrsgesetz	
LuftPersV	Verordnung über Luftfahrpersonal	Ausbildung und Lizenzen
LuftVZO	Luftverkehrs-Zulassungs-Ordnung	Zulassungskriterien
LuftGerPV	Prüfordnung für Luftfahrtgerät	Kriterien zur Lufttüchtigkeit
LuftBO	Betriebsordnung für Luftfahrtgerät	Regelungen für Halter zum Betrieb von Luftfahrtgeräten
LuftVO (Deutschland)	Luftverkehrsordnung (Deutschland)	Regeln zur Abwicklung des Luftverkehrs, z.B. Ausweichregeln
LVR (Österreich)	Luftverkehrsregeln (Österreich)	

4.3 Ausbildung und Lizenzbestimmungen

(PF 45-49)

4.3.1 Ausbildung und Lizenzbestimmungen in Deutschland

(PF 36, 140)

Um Pilot bzw. Gleitschirmpilot in Deutschland zu werden, benötigt man gemäß LuftVG eine Erlaubnis für Luftfahrer. Für den sogenannten „Luftfahrerschein für Luftgeräteführer“ müssen angehende Piloten deshalb bei einer zugelassenen Flugschule eine Ausbildung mit abschließender theoretischer und praktischer Prüfung absolvieren.

Für die Teilnahme an dieser Ausbildung und den entsprechenden Prüfungen wurde ein Mindestalter festgelegt. In Deutschland darf die Ausbildung mit 14 Jahren begonnen werden. Für die abschließende Lizenzerteilung ist jedoch ein Mindestalter von 16 Jahren festgelegt.



Abbildung 1: Mike Küng

Mindestalter	Deutschland	Österreich
Ausbildungsbeginn	14 Jahre	14 Jahre
Scheinerteilung	16 Jahre	15 Jahre

Sollte die theoretische Prüfung ausnahmsweise nicht beim ersten Mal bestanden werden, kann die Prüfung bis zu drei Mal wiederholt werden.



Abbildung 2: Luftfahrerschein, A-Lizenz



Abbildung 3: IPPI-Card

Die Ausbildung zum Lizenzpiloten gliedert sich in folgende Abschnitte:

4.3.1.1 Die A-Lizenz (Beschränkter Luftfahrerschein)

Der erste Abschnitt ist die Grundausbildung. Ziel ist das Erreichen der Höhenflugreife. Hierzu werden im theoretischen Bereich die ersten Grundkenntnisse in den Sachgebieten Luftrecht, Meteorologie, Technik und Verhalten in besonderen Fällen vermittelt. Im praktischen Bereich gilt es zunächst, Ausrüstung und Schirmverhalten kennenzulernen. Mit ersten Aufzieh-, Lauf-, Steuer- und Landeübungen am Boden werden daher wichtige, praktische Grundlagen gelegt. Nach diesen Bodenübungen folgt das erste Abheben.

Zum Erreichen der Höhenflugreife sind in der Grundausbildung nun 15 Alleinflüge mit einer Höhendifferenz zwischen 30 und 100m zu absolvieren. Hierbei werden die Flugschüler natürlich stets am Funk von erfahrenen Fluglehrern/ Fluglehrerassistenten betreut.

Der beschränkte Luftfahrerschein (A-Lizenz) ist die erste und auch am häufigsten ausgestellte Lizenz im Gleitschirmsport. Mit dieser unbefristet gültigen Lizenz sind Piloten zum freien Fliegen in der Umgebung des Fluggeländes berechtigt.

Nach erfolgreichem Abschluss der Grundausbildung wird zum Erlangen der A-Lizenz das Basiswissen in Theorie und Praxis erweitert.

Im Theorieunterricht werden in insgesamt 20 Unterrichtsstunden à 45 Minuten die Fachbereiche Luftrecht, Meteorologie, Technik und Verhalten in besonderen Fällen beleuchtet. Ein vom DHV beauftragter Prüfer prüft dieses Wissen anschließend mit einer Theorieprüfung im Multiple-Choice-Verfahren.

Im praktischen Bereich werden mindestens 40 Höhenflüge mit mindestens 100m Höhendifferenz, sowie verschiedene Flugmanöver absolviert. Maximal 10 dieser Flüge dürfen 100m-Flüge sein, während mindestens 15 Flüge über 500m Höhendifferenz aufweisen müssen. Die Praxisausbildung schließt mit einer praktischen Prüfung durch den DHV ab.

4.3.1.2 Die B-Lizenz (Unbeschränkter Luftfahrerschein)

Der unbeschränkte Luftfahrerschein (B-Lizenz) ist eine optionale Erweiterung für A-Lizenzinhaber. Mit dieser, ebenfalls unbefristet gültigen Lizenz sind Piloten zudem zum freien Fliegen mit Überlandflügen berechtigt. Die B-Lizenz ist somit vor allem für Piloten mit Streckenflugambitionen interessant.

Neben einer weiteren Theorieprüfung müssen zum Erlangen der B-Lizenz noch verschiedene Manöver- und Überlandflüge nachgewiesen werden.

Auch wenn die erteilten Lizenzen unbefristet sind, können diese bei berechtigten Zweifeln am praktischen Können oder fachlichen Wissen des Lizenzinhabers und verweigertem oder nicht bestandenem Überprüfungsflug durch die Erlaubnisbehörde (DHV, ÖAeC) widerrufen werden. Die Flugtauglichkeit kann bei einer Nachschulung wiederhergestellt werden.

4.3.2 Ausbildung und Lizenzbestimmungen in Österreich

(PF 37, 54)

Ebenso wie in Deutschland besteht auch in Österreich gemäß LFG eine Ausbildungs- und Lizenzpflicht für Piloten. Die Ausbildung dürfen hierbei nur Personen mit Lehrberechtigung durchführen.

Anders als in Deutschland ist in Österreich das Mindestalter für Ausbildungsbeginn auf 14 Jahre und für die Lizenzerteilung auf 15 Jahre festgelegt.

Dank der beiderseitigen Lizenzanerkennung der Nachbarländer finden sich auch in der Ausbildung und bei den Lizenzen Vereinheitlichungen.

Analog zum deutschen beschränkten Luftfahrerschein berechtigt der österreichische Paraglerschein den Piloten zum freien Fliegen in der Umgebung des Fluggeländes. Der Paraglerschein mit Überlandberechtigung entspricht der deutschen B-Lizenz.

4.3.3 Zusatzlizenzen

(PF 86, 89)

Neben der A- und B-Lizenz kann in Deutschland und Österreich die Passagierflugberechtigung erworben werden. Erst dann ist ein Pilot befugt, einen Tandemflug durchzuführen. Voraussetzung für den Ausbildungsbeginn ist der Beschränkte Luftfahrerschein, den ein Bewerber seit mindestens 24 Monaten besitzt. Der Pilot muss insgesamt schon 200 Höhenflüge durchgeführt haben, die im Flugbuch eingetragen sind. Zusätzlich findet eine Auswahlprüfung statt. In Österreich muss der Bewerber zusätzlich noch ein fliegerärztliches Tauglichkeitszeugnis vorlegen.

Wird eine Flugausbildung zur A-Lizenz am Hang absolviert, so wird im ausgestellten Flugschein die Startart „Hang“ vermerkt. Möchte ein Pilot auch an der Winde starten (Windenschleppstart), muss eine (zusätzliche) Einweisung bei einer Flugschule absolviert werden. Es erfolgen sowohl eine theoretische als auch eine praktische Prüfung. Bei erfolgreichem Abschluss wird die neue Startart in der bereits vorhandenen Lizenz ergänzt.

4.4 Ausrüstung

(PF 11-13, 15, 17, 19-20, 22, 25, 29, 55-56, 97)

Zum Fliegen werden verschiedene Ausrüstungsgegenstände benötigt, die zum Teil mit behördlichen Auflagen versehen sind. Vorgeschrieben für Deutschland sind: Gleitschirm, Gurtzeug, Protektor, Rettungsschirm und die Rettungsschnur. Für Gleitschirme muss aufgrund der Gefährdungshaftung eine Haftpflichtversicherung abgeschlossen werden. Weiterhin muss der Schirm muster- und stückgeprüft sein.

Die Stückprüfung wird vom Hersteller durchgeführt und auf dem Gerät mit Datum und Unterschrift dokumentiert. Hierbei wird ein fabrikneuer Gleitschirm vom Hersteller oder Verkäufer (Fachhändler) eingeflogen (Erstflug). Dabei wird die Übereinstimmung jedes Geräts mit dem von der DAKKS-akkreditierten Prüfstelle getesteten Muster überprüft und bestätigt. Gleitschirme müssen regelmäßig nachgeprüft werden.

In Deutschland dürfen der Hersteller, vom Hersteller anerkannte Nachprüfbetriebe und bei eigengenutzten Geräten der Halter selbst (sofern er diese in der Betriebsanweisung des Geräts aufgeführten Vorgaben des Herstellers erfüllt) die Nachprüfung durchführen.



Abbildung 4: Windenschleppstart. Möchte ein Pilot an der Winde starten, ist eine zusätzliche Ausbildung an einer Flugschule vorgeschrieben.



Abbildung 5: Mit Tandemschein dürfen Passagierflüge durchgeführt werden. • Foto: Markus Fiedler



Abbildung 6: Nach einer etwa einwöchigen Zusatzausbildung darf auch mit einem Motorschirm geflogen werden. • Foto: Simplify

Vorgeschriebene Ausrüstung	Deutschland	Österreich
Helm	x	x
Gleitschirm (versichert)	x	x
Protektor	x	x
Rettungsschirm (ab 50m)	x	x
Rettungsschnur	x	



Abbildung 7: Gleitschirmcheck im Luftfahrttechnischen Betrieb Wasserkuppe • Foto: Papillon



Abbildung 8: vor dem Start auf der Lüsener Alm • Foto: Marc Niedermeier

In Österreich hingegen dürfen nur vom Hersteller autorisierte Personen, die besondere Kenntnisse in dieser Tätigkeit nachweisen können, diese Aufgabe übernehmen. Alle Angaben zur Durchführung der Nachprüfung und zur dafür erforderlichen technischen Ausstattung sind Bestandteil jeder Betriebsanleitung.

Halter und Pilot sind für die Verkehrstüchtigkeit verantwortlich und müssen daher den Schirm regelmäßig gemäß Herstellerangaben zum Beispiel durch einen Fachbetrieb nachprüfen lassen.

Zudem ist der Halter verpflichtet, sich über bestehende Sicherheitsmitteilungen der Hersteller zu seiner Ausrüstung zu informieren und diese zu befolgen.

Neben Gurtzeug mit geeignetem Protektor ist auch eine Rettung bei Flügen ab 50m über Grund vorgeschrieben. Da Rettungsschirme eine gewisse Zeit und somit Fallhöhe zum Öffnen benötigen, sind sie für Flüge mit weniger als 50m Bodenabstand nicht explizit verpflichtend. Der Rettungsschirm sollte ebenfalls gemäß Herstellerangaben regelmäßig gelüftet und neu gepackt werden.

Im Unterschied zu Österreich ist in Deutschland noch das Mitführen einer Rettungsschnur vorgeschrieben. Diese dünne Schnur mit Bleigewicht kann im Falle einer Baumlandung o.ä. zum Heraufziehen von Material dienen. Sie ist jedoch nicht zum Abseilen des Piloten geeignet!

Um sich beim Fliegen entsprechend ausweisen zu können, sind Piloten zudem verpflichtet, Lizenz, Versicherungsnachweis, Personalausweis und ggf. ein Flugbuch mitzuführen.

Für Flüge im Ausland muss die Lizenz durch die IPPI-Card ergänzt werden. Sie ist ein internationaler Anerkennungsschein des Weltluftsportverbandes FAI und wird vom nationalen Mitgliedsverband der FAI (DHV, ÖAeC) ausgestellt. Die IPPI-Card umfasst mehrere Stufen. Stufe 4 entspricht dem Beschränkten und Stufe 5 dem Unbeschränkten Luftfahrerschein.

4.5 Versicherungen und Straf- und Busgeldvorschriften im Gleitschirmsport

(PF 26, 28, 30-34, 91, 94-96)

Zu den oben genannten notwendigen Ausrüstungsgegenständen gibt es auch Vorschriften bezüglich deren Versicherung.

Da durch einen Gleitschirm zum Beispiel im Falle einer Außenlandung ein Schaden für Andere entstehen kann, ist in Deutschland eine Halterhaftpflichtversicherung für Gleitschirme zwingend vorgeschrieben. Für Piloten mit österreichischem Wohnsitz ist neben der Halterhaftpflichtversicherung zudem eine Flugunfalluntersuchungsversicherung verpflichtend.

Die Halterhaftpflichtversicherung dient zur Deckung von Schadensersatzforderungen aus der Haftung für Personen und Sachen, die nicht im Luftfahrzeug bzw. Luftsportgerät befördert werden.

Wird ein Personen- oder Sachschaden vom Piloten schuldhaft verursacht (Verschuldenshaftung), haftet dieser unbegrenzt. Tritt der Schaden durch nicht schuldhaftes Verhalten des Verursachers ein, haftet der Pilot auf-

grund der Gefährdungshaftung bis 750.000 SZR (Sonderziehungsrechte) in Deutschland und bis 500.000 SZR in Österreich.

Neben diesen Pflichtversicherungen ist es sinnvoll, seine weiteren persönlichen Absicherungen auf den Flugsport abzustimmen.

Um den Versicherungsschutz nicht zu gefährden, ist es natürlich wichtig zu wissen, welches Verhalten im Flugsport negative Konsequenzen nach sich ziehen würde.

Versicherungen	Deutschland	Österreich
Halterhaftpflicht	x	x
Unfalluntersuchungsversicherung		x

Als Ordnungswidrigkeiten gelten im Flugsport:

- Unterlassen der Schirmnachprüfung
- Fliegen ohne Helm
- Fliegen ohne Rettungsschirm
- technische Änderungen an der Ausrüstung
- Fliegen außerhalb der Betriebsgrenzen; Fliegen, ohne die Sicherheitsmitteilung zu beachten
- Fliegen mit defekter Ausrüstung.
- Unterlassen einer Unfallmeldung an den DHV (In Österreich muss ein Flugunfall im Schul- und Übungsbereich einer Flugschule vom Piloten der Flugschule und vom Halter des Gerätes der Austro Control GmbH gemeldet werden.)

Als Straftaten gelten im Flugsport:

- unzureichende Hilfeleistung bei Unfällen (Bei manchen Unfällen ist es möglich, dass der Betroffene ein alpines Notsignal abgibt.)
- Fliegen ohne Luftfahrerschein
- Trunkenheit
- Einflug in kontrollierte Lufträume C und D ohne Einflugfreigabe

4.6 Regelungen im Flugbetrieb

(PF 39, 65, 115)

Zum Fliegen ist im Allgemeinen zu sagen, dass die Piloten und Halter von Gleitschirmen stets für die Lufttüchtigkeit des Luftfahrzeuges verantwortlich sind. Zudem muss natürlich auch der Pilot selbst bei jedem Flug entsprechend „lufttauglich“ sein.

Neben dem Mitführen der vorgeschriebenen Ausrüstung ist es Pflicht, sich beim Vorflugcheck vor jedem Flug mit den Luftfahrtinformationen, den Wettermeldungen und seinem Flugplan vertraut zu machen.

Muss der Pilot eine Außenlandung mit geringem Flurschaden durchführen, muss dieser dem Grundstücksbesitzer den Namen und die Adresse vom Halter und vom Versicherer geben oder den verursachten Schaden sofort bezahlen. Führt der Pilot eine Notlandung durch und versäumt es, die Polizei oder Bergrettung davon zu informieren, müssen die Kosten für Such- und Bergungsaktion vom Piloten voll bezahlt werden.



RECHTS vor LINKS!



Wir fliegen so, dass wir weder uns noch andere gefährden und vergewissern uns vor jedem Kurswechsel durch einen Schulterblick, dass unser Flugweg frei ist!

4.6.1 Ausweichregeln

(PF 60, 66-77, 1116-119, 123, 125, 128)

Da man beim Fliegen selten allein in der Luft ist, gibt es gemäß § 13 LuftVO auch in der Luft Ausweichregeln. Hierbei wird festgelegt, wer in welcher Situation Vorrang hat bzw. in welche Richtung auszuweichen ist. Ähnlich wie beim Autofahren ist dabei der Leitsatz „Rechts vor Links“ meist richtig.

Prinzipiell sollte aber immer gelten: Wir fliegen so, dass wir weder uns noch Andere gefährden und wir vergewissern uns vor jedem Kurswechsel durch einen Schulterblick, dass unser Flugweg frei ist. Es sollte immer ausreichend Abstand gehalten werden, sodass es nicht zu gefährlichen Annäherungen kommen kann.

Kreuzen sich die Flugrichtungen zweier Luftfahrzeuge in nahezu gleicher Höhe, so hat das Luftfahrzeug, das von links kommt, auszuweichen. Die Ausweichrichtung ist jedoch nicht vorgeschrieben.



Abbildung 9: Sich kreuzende Wege? Wer von RECHTS kommt hat VORFAHRT!
Illustration: chrissicomics.de

Da es aber unterschiedlich wendige Luftfahrzeuge gibt, gilt folgende Ausweichhierarchie.

Es weichen aus:

- motorgetriebene Luftfahrzeuge, die schwerer sind als Luft,
 - den Luftschiffen
 - den Segelflugzeugen, Hängegleiter und Gleitsegeln
 - den Ballonen.

Somit gilt generell: Wendigere Luftfahrzeuge müssen immer den weniger wendigen ausweichen.

Nähern sich zwei Luftfahrzeuge in ähnlicher Höhe im Gegenflug aneinander an, müssen beide bei Kollisionsgefahr nach rechts ausweichen.

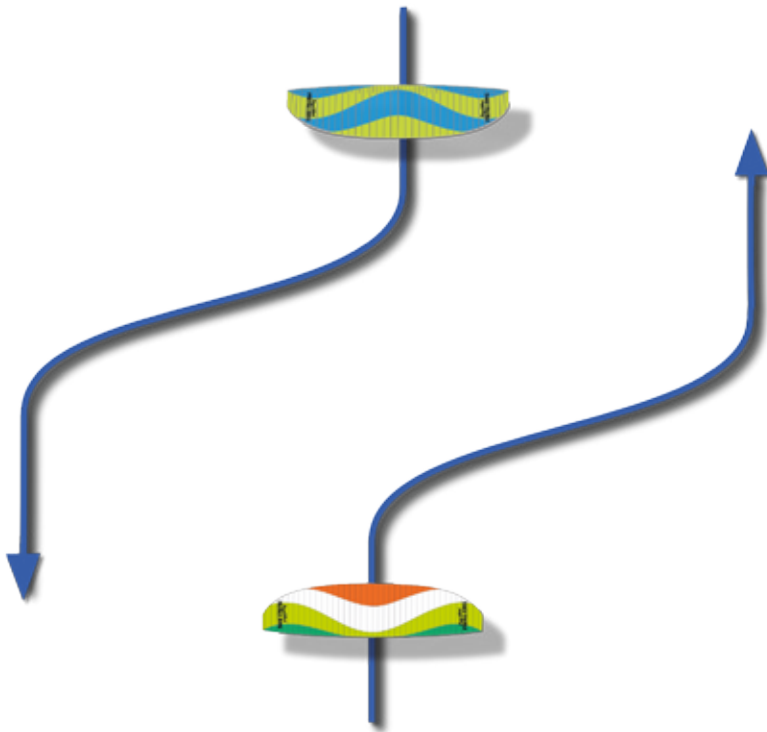


Abbildung 10: Fliegen zwei Luftfahrzeuge in etwa gleicher Höhe aufeinander zu, so müssen beide nach RECHTS ausweichen! • Grafik: Papillon/Klaus Tillmann

! Wenigere Luftfahrzeuge weichen den weniger wendigen aus!

Auf Kollisionskurs weichen beide nach RECHTS aus!

Die Ausweichregeln finden keine Anwendung, wenn ein Pilot in seiner Manövrierfähigkeit, z.B. durch Leinenknoten, behindert ist. Diesen Gleitschirmen ist immer auszuweichen.

Am Hang: Der Pilot, der den Hang links von sich hat, muss dem entgegenkommenden Piloten nach rechts ausweichen.

Beim Fliegen sollte generell auf Drachen geachtet werden. Sie haben eine eingeschränkte Sicht nach oben, fliegen mit einer höheren Geschwindigkeit und brauchen für ein Ausweichmanöver deutlich mehr Zeit als ein Gleitschirm.

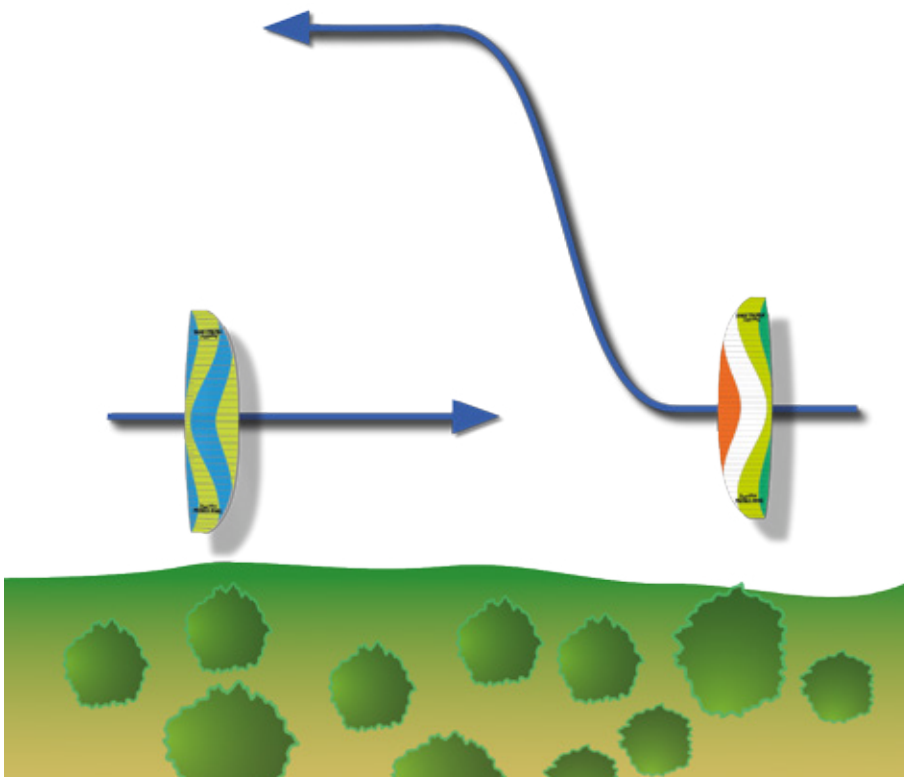


Abbildung 11: Bei Gegenflug am Berg kann das Luftfahrzeug, was den Berg rechts von sich hat nicht ausweichen und hat deshalb Vorflugrecht. Das Luftfahrzeug, welches den Berg LINKS von sich hat muss ausweichen! • Grafik: Papillon/Klaus Tillmann

! Auch im Hangaufwind: Der Pilot, der den Leebereich an seiner linken Seite hat, muss nach rechts ausweichen!



Abbildung 14: Der erste in einem Thermikband fliegende Pilot bestimmt die Drehrichtung in der Thermik. Die in der Thermik kreisende Piloten haben Vorflug gegenüber den Piloten, die in die Thermik einfliegen möchten. • Illustration: chrissi-comics.de

Findet diese Annäherung zweier Luftfahrzeuge parallel zu einem Hang, einem Hindernis oder oberhalb des Hangs im Hangaufwind statt, so muss das Luftfahrzeug ausweichen, welches den Hang auf der linken Seite hat. Das Luftfahrzeug, das den Hang o.ä. rechts von sich hat, kann gemäß der Rechtsausweichregel nicht ausweichen, da hier ein Hindernis ist. Befinden sich zwei Piloten oberhalb des Hanges im Hangaufwind, muss der Pilot ausweichen, der den Leebereich an seiner linken Seite hat.

Kommt es in der Luft zu einem Überholvorgang, so kann das überholende Luftfahrzeug den Flugweg des anderen meiden und seinen Kurs nach rechts ändern. Sollte das Vorbeifliegen auf der rechten Seite nicht möglich sein, dann kann es auch links vorbei. Wichtig ist die Einhaltung von ausreichend viel Abstand!

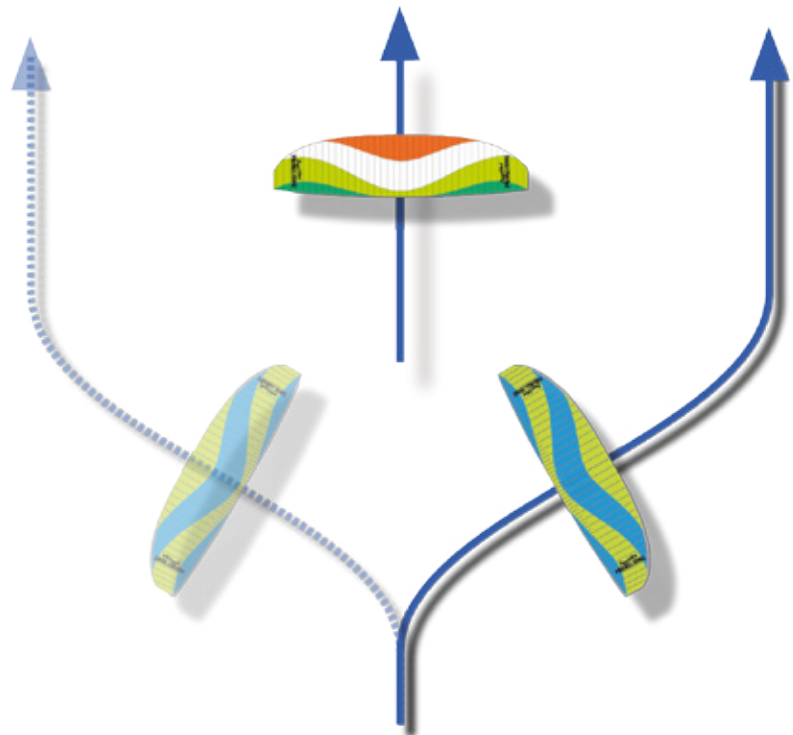


Abbildung 12: Beim Überholen: Rechts vorbei! Wenn es nicht anders möglich ist gegebenenfalls auch links, jedoch immer mit ausreichend Abstand! • Grafik: Papillon/Klaus Tillmann

Für das Fliegen in Aufwinden ist festgelegt, dass der Pilot, der zuerst in eine Thermik einfliegt, die Drehrichtung vorgibt. Alle später einfliegenden Piloten haben diese Drehrichtung aufzunehmen.

Befinden sich innerhalb einer Thermik nun unterschiedlich stark steigende Luftfahrzeuge, so hat in der gängigen Praxis das langsamer steigende dem schneller steigenden Gerät auszuweichen. Befindet sich ein Thermikbart im Hangaufwind, gelten zunächst die Hangflugregeln.

Allgemein gilt beim Thermikfliegen zudem, dass Piloten in der Thermik Vorflug haben und annähernde Piloten somit ausweichen müssen.

Bei der Verwendung von Schnellabstiegshilfen, z.B. Steilspirale, muss der Pilot, der sich im Schnellabstieg befindet, jede Kollisionsgefahr ausschließen können.

Abschließend ist auch der letzte Teil des Fluges, die Landung geregelt, um alle sicher auf den Boden zu bringen. Hierbei gilt, dass landenden Luftfahrzeugen immer ausgewichen werden muss, da sie in der Regel nur noch geringe Höhe haben. Sollten sich mehrere Piloten zeitgleich im Landeanflug befinden, so gilt daher auch, dass der höher Fliegende auszuweichen hat.

4.6.2 Allgemeine Festlegungen

(PF 78-79, 81-85, 141)

Neben den oben genannten Vorflugregeln gibt es weitere Festsetzungen, die regeln, wann, wo oder wie geflogen werden darf bzw. nicht geflogen werden darf. Da zum Gleitschirmfliegen stets gute Sicht vorhanden sein muss und Gleitschirmflieger ohne entsprechende Fluginstrumente für andere nicht ortbar sind, herrscht ein Nachtflugverbot. Flugfenster sind von 30min vor Sonnenaufgang bis 30min nach Sonnenuntergang möglich.

Ebenso ist es verboten, in Wolken einzufliegen, da die Orientierung verloren geht und man für andere nicht gut sichtbar ist.

Flugzustände, die eine Neigung von mehr als 135 Grad um die Längs- oder Querachse aufweisen, sind in Deutschland gemäß LuftVO als Kunstflug definiert. Kunstflug ist in Deutschland ebenso verboten.

Neben den Flugverboten ist es wichtig zu wissen, welche Abstände von Hindernissen während des Fliegens festgelegt sind (siehe Randspalte).

In **Deutschland** gilt ein Sicherheits-Mindestabstand von **50m** für:

- Straßen mit Fahrverkehr
- Bahnlinien
- betriebene Skipisten
- betriebene Lifte, Seil- und Bergbahnen

! Ein Unterfliegen von Leitungen ist generell verboten.

! Ein erhöhter Sicherheits-Mindestabstand von **100m** gilt in Deutschland bei Autobahnen.

In **Österreich** gilt der Mindestabstand von **50m** für:

- Personen
- Gebäude
- Freileitungen
- Skipisten und -liften
- Seilbahnen

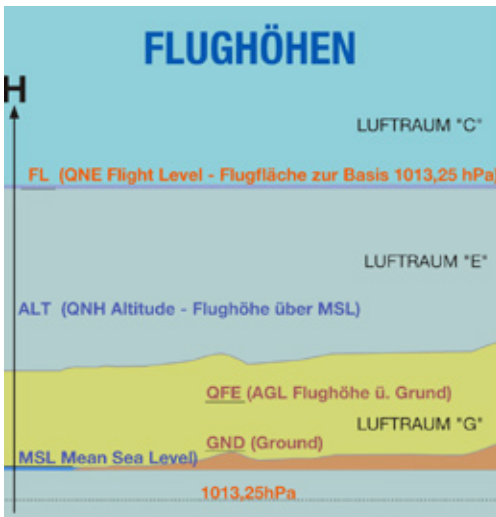


Abbildung 13: Überholen? Hauptsächlich rechts vorbei und immer mit ausreichend Abstand! • Illustration: chrissicomics.de

AMSL: above mean sea level

AGL: above ground level

Faustregel: 1 Meter (m) entspricht etwa 3 Fuß (ft).



4.7 Luftraumstruktur

(PF 100)

Um den vielfältigen Luftverkehr sicher zu ordnen, hat die Internationale Zivilluftfahrt-Organisation (ICAO) eine Luftraumstruktur mit unterschiedlichen Luftraumklassen festgelegt.

Die verschiedenen Lufträume werden grob durch die Art ihrer Kontrolle (kontrollierter/unkontrollierter Luftraum) unterschieden. Nur durch die Einführung von kontrollierten, also durch Tower überwachte Lufträume ist es möglich, den Instrumentenflugbetrieb zueinander zu staffeln.

Detaillierte Richtlinien zu Geschwindigkeiten, Mindestsichtweiten und Wolkenabständen regeln den Durchflug durch alle kontrollierten oder unkontrollierten Räume. In den jährlich herausgegebenen ICAO-Karten werden die wichtigsten Lufträume und Beschränkungsgebiete bekannt gegeben.

4.7.1 Sichten

(PF 113-114)

Damit die detaillierten Festlegungen der einzelnen Lufträume verständlich werden, müssen Gleitschirmpiloten als „Sichtflieger“ zunächst verstehen, welche Sichten beim Fliegen vorherrschen.

Die Flugsicht bezeichnet die Sicht, die der Pilot horizontal in Flugrichtung hat, während die Erdsicht die Sicht senkrecht nach unten in Richtung Erdoberfläche ist. Die Bodensicht beschreibt die horizontale Sicht auf einem

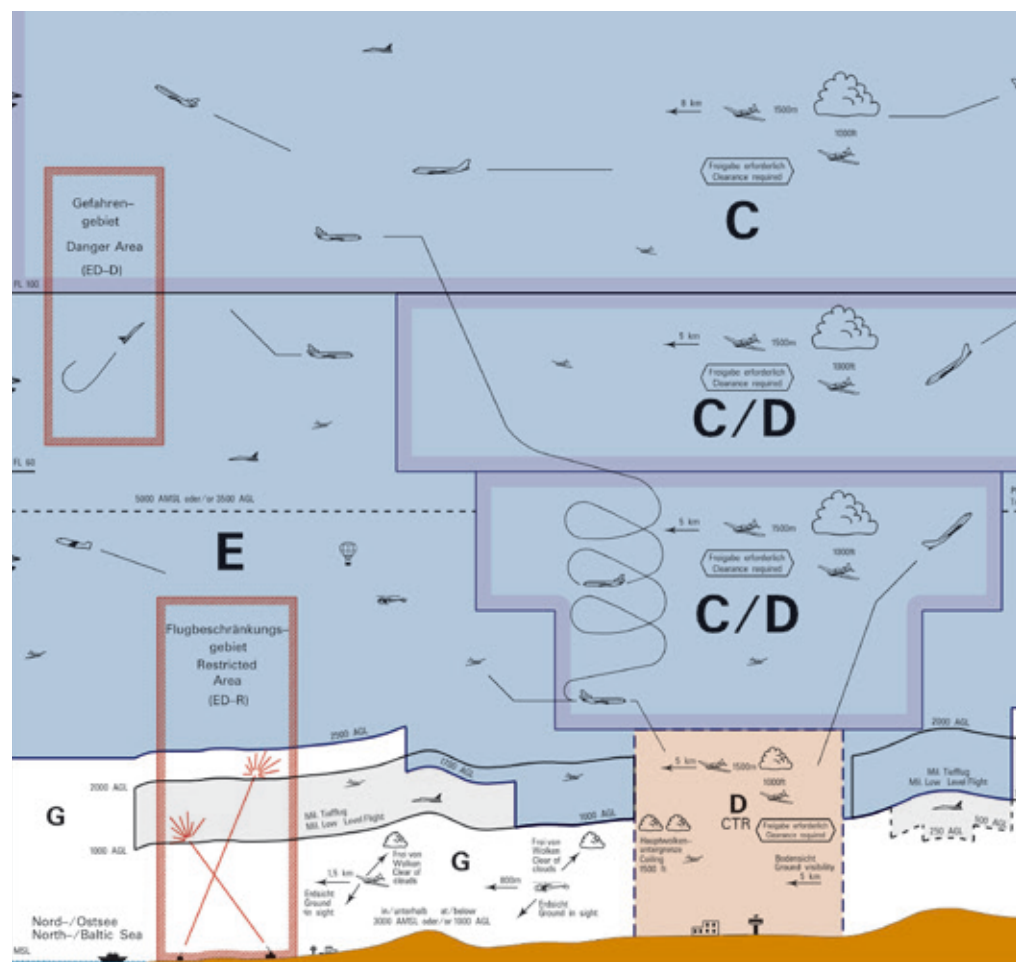


Abbildung 15: Luftraumstruktur/Sichtflugregeln in Deutschland • Mit freundlicher Genehmigung der DF

Flugplatz. So darf an Nebeltagen nur gestartet werden, wenn sich der Nebel im Flugbereich großflächig und nachhaltig aufgelöst hat.

4.7.2 Luftraumgliederung

(PF 101-112, 120-122, 129-136)

Der unterste Luftraum, der sich ab dem Boden (GND) erstreckt, ist Luftraum G (Golf). Luftraum G ist unkontrolliert und nur für Sichtflieger (VFR-Flieger) freigegeben. Er hat seine Obergrenze in der Regel bei 2500f GND.

Im Luftraum G variieren die Flugbedingungen je nach Flughöhe. Bis zu einer Flughöhe von 3000 ft AMSL oder 1000 ft AGL gilt: 1,5 km Flugsicht, Erdsicht und keine Berührung von Wolken. Ab 3000 ft AMSL oder 1000 ft AGL gilt: 5 km Flugsicht, mindestens 1500 m horizontaler Wolkenabstand und 1000 ft vertikaler Wolkenabstand.

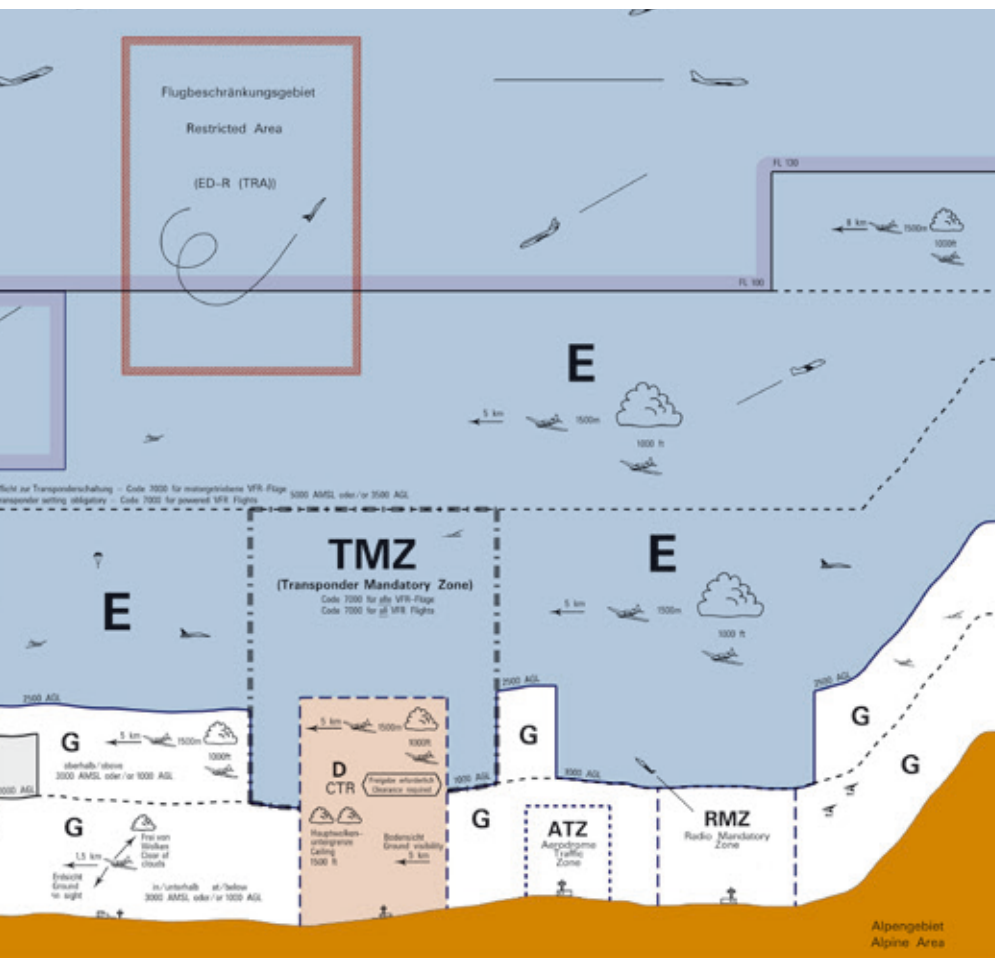
Auf Luftraum G folgt Luftraum E (Ecco). Er ist kontrollierter Luftraum, wobei sich hier Sicht- und Instrumentenflugbetrieb mischen. Luftraum E erstreckt sich oberhalb Luftraum G (also 2500 ft GND) bis zu FL 100 (10000ft über 1013hPa). Im Alpenraum ist die Obergrenze auf FL 130 angehoben.

Aufgrund des Mischflugbetriebes herrschen hier erhöhte Sichtflugminima für VFR-Flüge. Es ist eine Flugsicht von 5km, sowie ein vertikaler Abstand zu Wolken von 300m (1000ft) und horizontal von 1,5km vorgeschrieben. Oberhalb FL 100 ist die Flugsicht auf 8 km erhöht. Der Wolkenabstand bleibt unverändert.

Bezugshöhen:

Die Luftraumstrukturen besitzen alle Ober- und Untergrenzen. Es werden dabei drei wichtige Bezugshöhen unterschieden, auf welchen die Grenzhöhen aufbauen.

- GND (Ground) als Erdoberfläche mit ihren topographischen Höhen-änderungen.
- MSL (Mean Sea Level) als Linie des mittleren Meeresspiegel und Bezugshöhe 0.
- 1013hPa als von der ICAO standartisierte Höhenmesseinstellung/Druckfläche. FL (Flight Level) als Druckfläche. Die angefügte Zahl definiert, in welcher Höhe, ausgehend von der Druckfläche 1013hPa, die FL liegt.



Luft- raum:	Höhe:	Flug- sicht:	Abstand von Wolken:	Hörberei- tschaft und Kontroll- freigabe:	Umfang der Dienste:
<p>D (nicht CTR)</p>	Kontrollierter Luftraum D	in/oberhalb FL 100	8 km		erforderlich
		unterhalb FL 100	5 km		
<p>E</p>	Kontrollierter Luftraum E	in/oberhalb FL 100	8 km		
		unterhalb FL 100	5 km		
<p>G</p>	Unkontrollierter Luftraum G	oberhalb 3000 ft AMSL oder 1000 ft AGL	5 km	nicht erforderlich	Fluginfor- mations- dienst auf Anforde- rung
		in/unterhalb 3000 ft AMSL oder 1000 ft AGL	1,5 km		

Abbildung 16: Flugsichtminima auf einen Blick

Über Luftraum E schließt der kontrollierte Luftraum C (Charly) an. Er erstreckt sich somit oberhalb FL 100 bzw. FL 130 im Alpenraum. In diesem Luftraum sind primär IFR-Flüge vorgesehen. VFR Flüge können in Ausnahmefällen unter besonderer Flugverkehrskontrollfreigabe erfolgen.

Damit IFR-Flüge, die nur im kontrollierten Luftraum stattfinden können, an Flughäfen starten bzw. landen können, muss ein Raum geschaffen werden, wo diese Flüge bis an den Boden kommen. Am Boden ist nämlich in der Regel der unkontrollierte Luftraum G. Es bedarf somit eines abgesenkten, kontrollierten Luftraums.

Hierzu wurde im Umfeld von Flughäfen Luftraum D geschaffen. In diesem Luftraum sind ebenfalls IFR und VFR Flüge erlaubt und auch hier bedarf es für einen Einflug einer Flugverkehrskontrollfreigabe. Beginnt Luftraum D auf Grundhöhe GND handelt es sich um eine Kontrollzone (CTR), wo IFR Flüge sicher an den Boden gelangen. In eine solche Kontrollzone darf ein Gleitschirm nicht einfliegen.

Um nun den IFR- Flugbetrieb von Luftraum C über FL 100 bis zum Luftraum D CTR lotsen zu können, wird Luftraum C stufenartig trichterförmig abgesenkt oder Luftraum D angeboten. Auf diese Weise entsteht ein nach oben

öffnender Flugsektor, durch den IFR-Flüge den verhältnismäßig kleinen Start-/ Landeplatz erreichen. Im Bereich dieser Staffelung erhalten auch die umliegenden Lufträume gestaffelte Grenzen (Obergrenze Luftraum G z.B. 1000ft oder 1700ft).

Um IFR-Flüge auch an kleineren unkontrollierten Flugplätzen zu ermöglichen, wurden Radio Mandatory Zonen (RMZ) in Luftraum G oder E eingeführt. Hier sind das Mitführen und der Betrieb einer Funkkommunikationsausrüstung für alle Flüge verpflichtend. Vor Einflug in eine RMZ ist eine Erstmeldung auf der entsprechenden festgelegten Frequenz erforderlich. Darüber hinaus erfolgt (dort, wo noch nicht vorhanden) eine lokale Absenkung des Luftraums der Klasse E auf 1000ft AGL.

Für uns Gleitschirm-Piloten sind zusammenfassend fast nur die Lufträume G und E nutzbar. Luftraum D kann im Einzelfall nur mit Flugfreigabe befliegen werden. Der Einflug in Luftraum C ist hingegen tabu. Die in SERA.5005 vorgeschriebene Mindestflughöhe von 150m über Grund darf beim Gleitschirmfliegen unterschritten werden, wenn weder Luftfahrzeuge oder deren Insassen noch Personen oder Sachen auf der Erde gefährdet werden.

Neben dieser Grundstruktur gibt es noch zwei gesonderte Lufträume:

Flugbeschränkungsgebiete ED-R (Europe Deutschland- Restricted Area) werden eingerichtet, wenn in diesem Gebiet Gefahren für die Luftfahrt bestehen oder Anlagen am Boden geschützt werden. Beispiele hierfür sind Truppenübungsplätze oder Regierungsbezirke. Ein Durchflug ist während der Aktivierungszeit dieser Gebiete nicht erlaubt. In Österreich werden diese Räume mit LO-R gekennzeichnet.

In **Gefahrengebieten ED-D** (Europe Deutschland- Danger Area) herrschen grundsätzlich die gleichen Gefahren wie in einer ED-R. Ein Durchflug ist jedoch auf eigene Gefahr möglich. In Österreich werden diese Räume mit LO-D gekennzeichnet.

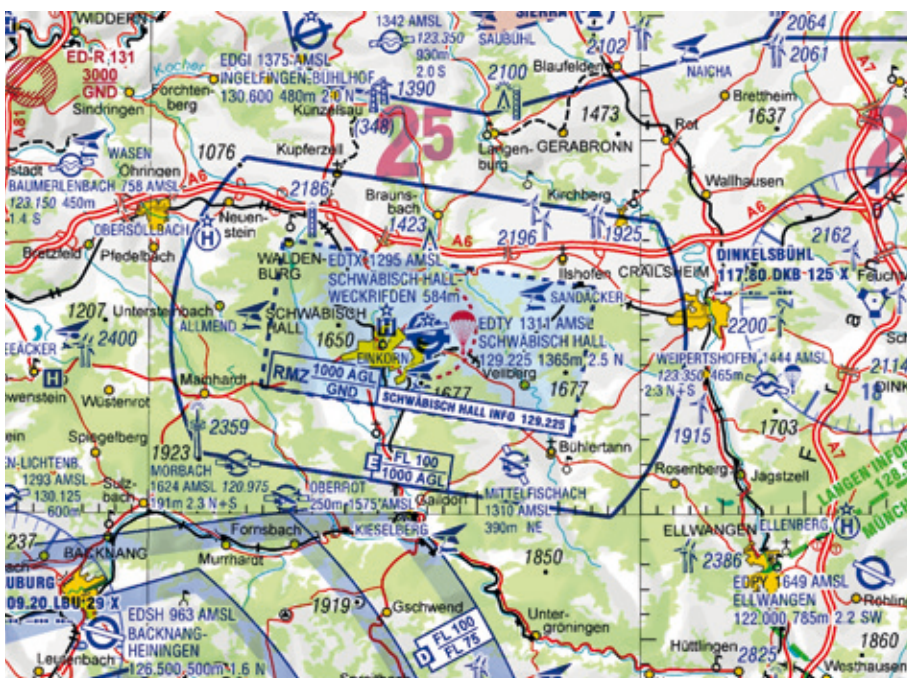


Abbildung 17: Ausschnitt aus der ICAO-Luftfahrtkarte 1:500.000 • Mit freundlicher Genehmigung der DFS (Deutsche Flugsicherung GmbH). Nicht für navigatorische Zwecke geeignet.

Umrechnungstabellen

Streckenangaben

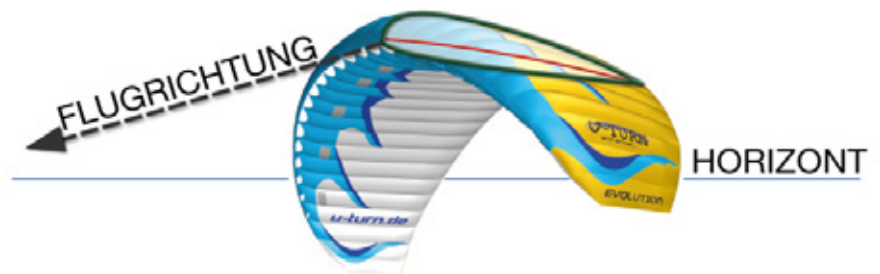
von	nach	Faustformel	Beispiel
NM	km	$[\text{NM}] \times 2 - 10\%$	1 NM ~ 1,8 km
km	NM	$[\text{km}] / 2 + 10\%$	10 km ~ 5,5 NM
ft	m	$[\text{ft}] / 3 - 10\%$	1000 ft ~ 300 m
m	ft	$[\text{m}] \times 3 + 10\%$	300 m ~ 990 ft

Geschwindigkeiten

ft/min	m/s	$[\text{ft}/\text{min}] / 200$	500 ft/min ~ 2,5 m/s
m/s	ft/min	$[\text{m}/\text{s}] \times 200$	5 m/s ~ 1000 ft/min
m/s	km/h	$[\text{m}/\text{s}] \times 4 - 10\%$	10 m/s = 36 km/h
km/h	m/s	$[\text{km}/\text{h}] : 4 + 10\%$	20 km/h = 5.5 m/s
kt	km/h	$[\text{kt}] \times 2 - 10\%$	20 kt ~ 36 km/h
km/h	kt	$[\text{km}/\text{h}] / 2 + 10\%$	20 km/h ~ 11 kt
kt	NM/h	$[\text{NM}/\text{h}]$	1 kt = 1 NM/h

BEISPIEL

Geschwindigkeit
des „Besten Gleitens“ = 36 km/h
≈ 20 kt
≈ 10 m/s
= 2000ft/min



Warum fliegen glücklich macht

„Ich spüre den Wind im Gesicht, meine Füße baumeln über Bergen, Tälern und dem Meer, die freie Sicht nach unten, getragen nur von den Kräften der Natur. Die Stille, kein Motorengeräusch, kein Benzingeruch. So nah am uralten Menschheitstraum vom Fliegen wie mit keinem anderen Fluggerät sonst. Das hohe Piepsen meines Variometers bestätigt, was ich ohnehin schon fühle: Ich steige.



Und mit jedem Piepsen steigt auch mein Glücksgefühl. Das ist es! Jetzt weiß ich es; weiß, warum Fliegen glücklich macht: weil es den Kopf befreit. Kaum bin ich gestartet, ist jeder überflüssige Gedanke verflogen. Ein Shortcut ins Hier und Jetzt. Weil es etwas ist, das ich nur für mich tue; etwas, das keinen anderen Zweck erfüllt, als meine Lebensfreude zu steigern.

Einen Flug lang keine Verpflichtungen, nur ich und der Wind, der Hang hinter mir, das Meer vor mir, die anderen Glücklichen um mich herum, die einmal für einen Flug lang nicht Vater oder Mutter, Chef oder Angestellter sind, sondern einfach Pilot. Weil es die Perspektive verändert, einmal zurückzoomen, draufschaun auf die Welt und staunen, wie schön sie ist und wie unbedeutend auf einmal das Gewusel nur wenige hundert Meter unter mir.“

– aus: Lisa Gast: Ein Jahr auf den Kanaren, www.lisa-gast.com

See you UP in the sky!



Winter-Sunset-Soaring auf der Wasserkuppe • Foto: Lisa Gast



Wenn du mit dem Gleitschirmfliegen beginnst, stehen dir eine ganze Reihe überwältigend schöner Erlebnisse bevor:

Zum ersten Mal den Boden unter den Füßen verlieren... Schon die ersten Flüge sind eine gewaltige Erfahrung. Dann dein erster Höhenflug, über Wälder und Felder, erstmals nicht nur der sanft geneigten Wiese abwärts folgen.

Dein erster alpiner Höhenflug in der zweiten Ausbildungswoche. Vor einer Kulisse und in einer Höhe, die dir vermutlich die Sprache verschlagen.

Und dann, einige Flüge später – deine erste Startplatzüberhöhung, dein erster Thermikflug. Und schließlich: Deine ersten Streckenflüge oder stundenlanges Soaring an der Küste...

Das Potential für Glücksmomente ist dabei endlos.

Willkommen in der Welt des Paragliding!

Andreas Schubert
und das Papillon-Team

DAS PAPILLON FLIEGERHANDBUCH 7. Neuauflage 2017 - Version 7.0

Herausgeber: Papillon Paragliding
Wasserkuppe 46
36129 Gersfeld

V.i.s.d.P.: Andreas Schubert

Redaktion: Lisa Gast

Autoren: Paul Seren
Andreas Schubert
Anna-Lena Trabert

Lektorat: Sinje Meyer

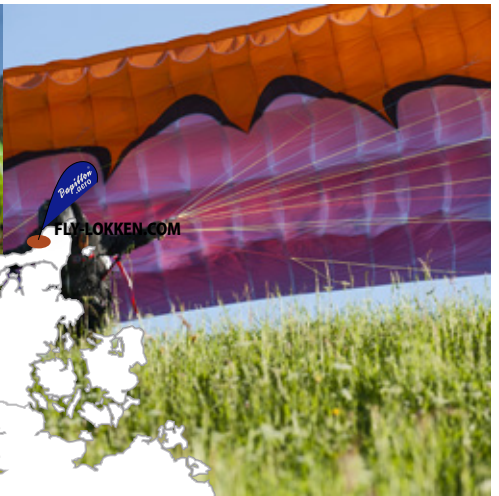
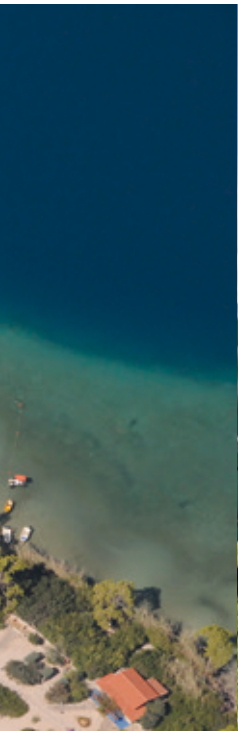
Gestaltung: Lisa Gast
Marc Niedermeier
Elvira Chevalier

Illustrationen: Chrissi Wagner
Marc Niedermeier
Klaus Tillmann

Trotz sorgfältiger Prüfung sind alle Angaben ohne Gewähr; Irrtum und Änderung vorbehalten. © MMXVII by Papillon Paragliding, alle Rechte vorbehalten. Andere als private Nutzung, auch auszugsweise, nur mit unserer schriftlichen Genehmigung. Errata, Aktualisierungen und Ergänzungen:

papillon.de/go/fliegerhandbuch





ZOUTELANDE

FLUGSCHULE-SAUERLAND.DE

WASSERKUPPE.COM

ELSASS

APC-STUBAI.AT

FLUGSCHULE-RUHPOLDING.DE

FLY-PYLA.COM

ANNECY

TRENTINO

FLY-LUESEN.COM

KÄRNTEN

NORDSLOWENIEN

VENETIEN

LEVICO

MEDUNO

SOCATAL

ST. ANDRÉ

FLY-MONACO.COM

CASTELLUCCIO

NORMA

FLY-PORTUGAL.COM

FLY-ALGODONALES
THE BEST PARAGLIDING IN CANE
FLY-ALGODONALES.COM

LANZAROTE

FLY-WILDERNESS.COM
SÜDAFRIKA



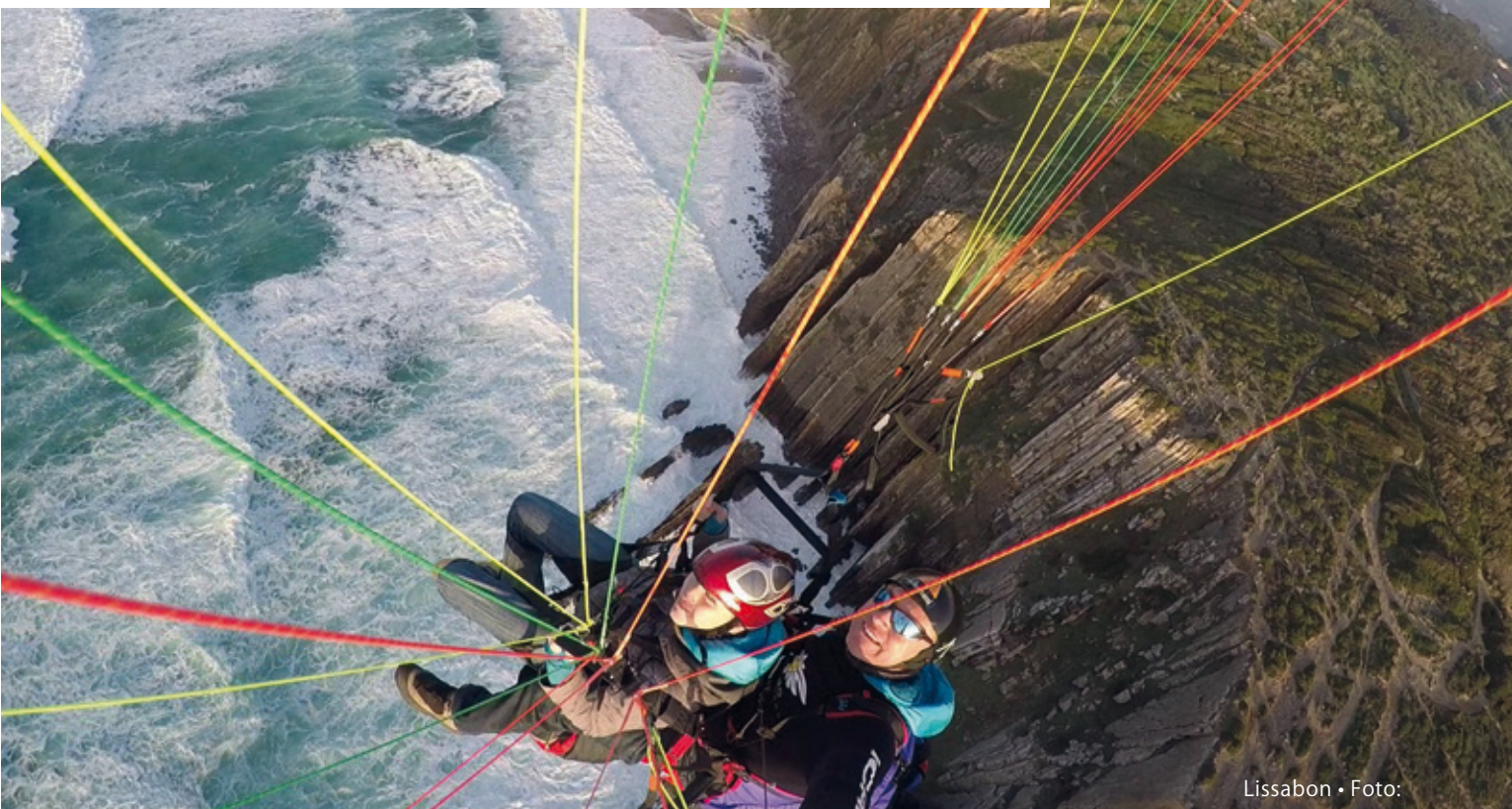
Notizen

Notizen

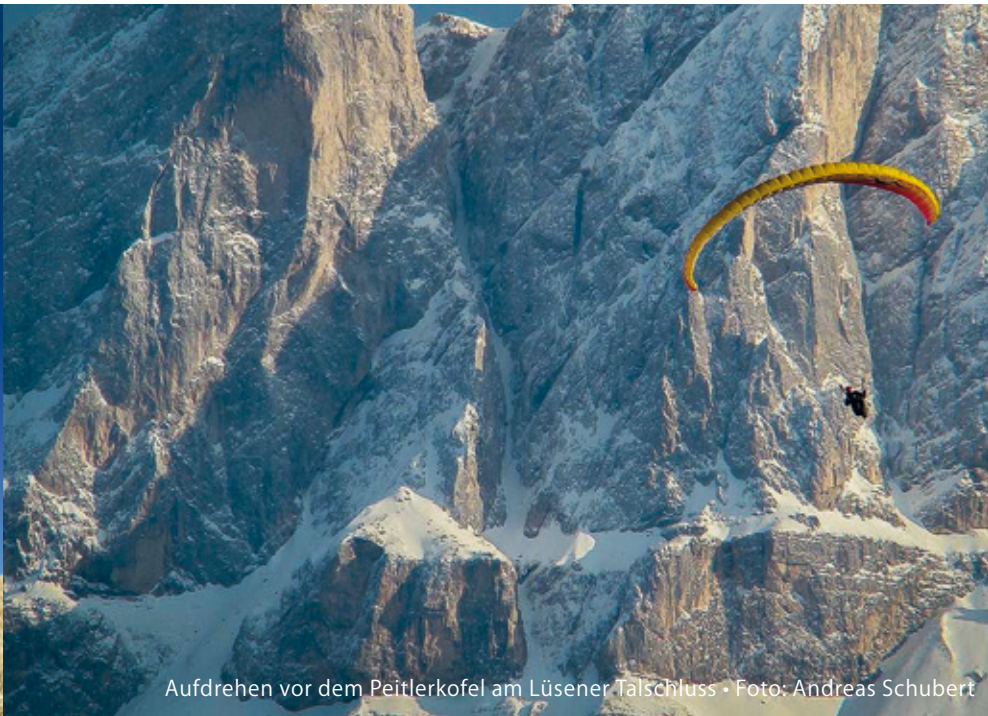


„Wenn du das Fliegen einmal erlebt hast, wirst du für immer auf Erden wandeln, mit deinen Augen himmelwärts gerichtet. Denn dort bist du gewesen und dort wird es dich immer wieder hinziehen.“

Leonardo da Vinci (1452 - 1519)



Lissabon • Foto:



Aufdrehen vor dem Peitlerkofel am Lüsener Talschluss • Foto: Andreas Schubert



Hike & Fly-Tour mit Papillon • Foto & Guide: Felix Wölk



Unvergessliche Eindrücke, wie sie nur Gleitschirmflieger erleben können

Papillon[®]
Paragliding



© 2017 by PAPILLON PARAGLIDING
Alle Rechte vorbehalten – Alle Angaben ohne Gewähr
Papillon Paragliding • Wasserkuppe 46 • 36129 Gersfeld

PAPILLON.DE