



Flugtaktiken für Hubschrauber im Mittel- und Hochgebirge

FÜR HUBSCHRAUBERPILOTEN UND FLUGLEHRER

SCHULUNGSBROSCHÜRE



HE 7



EINFÜHRUNG	4	—
1. PLANUNG UND VORBEREITUNG	5	
2. WETTER	7	—
2.1 Wind	7	—
2.2 Wolken und Leewellen	10	—
2.3 Föhnwind	13	—
2.4 Cumulonimbuswolken	14	
2.5 Turbulenzen	14	—
2.6 Erwärmung durch Sonne, anabatische und katabatische Winde	15	—
2.7 Schnee	16	—
3. FLUGTAKTIKEN	17	—
3.1 Geschwindigkeitsmanagement	17	
3.2 Fluglagenmanagement	17	
3.3 Höhenmanagement	17	
3.4 Durchflug	17	
3.5 Landeplatzerkundung, -runde und -anflug	19	
3.6 Anflug auf Gebirgskämme oder Pässe	19	
3.7 Abflug von Gebirgskämmen oder Pässen	20	
3.8 An- und Abflug von Talkesseln	21	
4. GEFAHREN- UND FEHLERMANAGEMENT	23	
5. ZUSAMMENFASSUNG	24	

EINFÜHRUNG

Die Fähigkeit des Hubschraubers zum Fliegen und Manövrieren, Starten und Landen im Mittel- und Hochgebirge gehört zu den anspruchsvollsten Aufgaben des Hubschrauberbetriebs. Jeder Pilot steht eines Tages vor der Herausforderung, in einem Gelände mit schwierigen Umgebungsbedingungen zu fliegen; eine gute Kenntnis der Grundregeln, Gefahren (Bedrohungen), Fehler und potentiellen unerwünschten Luftfahrzeugzustände gewährleistet einen sicheren Flug.

Im Gebirge können Topographien, Gefahren, Höhenlagen und vorherrschende Wetterlagen sich von denen des Flachlands unterscheiden, die Grundtechniken bleiben jedoch gleich. Fliegen im Mittel- und Hochgebirge stellt höchste Ansprüche und hat wiederholt zu Hubschrauberunfällen geführt.

Diese Broschüre befasst sich ausschließlich mit den Grundtechniken, die beim Fliegen im Gebirge zu beherrschen sind. Jedem Piloten, der einen Flug im Gebirge plant, wird dringend ein Briefing am Boden sowie entsprechendes Flugtraining durch einen erfahrenen Fluglehrer empfohlen.

1. PLANUNG UND VORBEREITUNG

Die Grundregeln für die Planung und Vorbereitung laut Broschüre EHEST HE 3 "Off Airfield Landing Site Operations" (Landen auf Außenlandeplätzen) gelten weiterhin. Fliegen im Gebirge erfordert eine präzise Flugvorbereitung, die folgender Kurzaufstellung ("MATED brief") zu entnehmen ist:

- Met** - Da das Gelände vermutlich nicht an einem Flugfeld mit entsprechenden meteorologischen Einrichtungen liegt, muss der Pilot eine Intrapolation der von synoptischen Wetterkarten, Wettervorhersagen (TAF) und Wetterbeobachtungen (METAR) gelieferten Informationen durchführen. Im Gebirge kann jedoch ein Mikroklima herrschen, in dem das Wetter sehr schnell umschlagen kann. Windgeschwindigkeit und Windrichtung werden von der Geländeform beeinflusst, die lokalen Windbedingungen sind besonders genau zu identifizieren, insbesondere wenn Anzeichen für Ab- und Aufwinde vorliegen. Es können sich sehr schnell Wolken am Berggipfel oder in der Talsohle bilden, und der Pilot muss lernen, aus der Wolkenbildung wie Lenticulariswolken oder Rotorwolken Anhaltspunkte für das Wetter zu erkennen.
- Aircraft** - Bei einem An- und Abflug von Außenlandeplätzen ist die Kalkulation von Abfluggewicht, Schwerpunkt und Leistung erforderlich, insbesondere wenn Höhen- oder Lastunterschiede bestehen oder Passagiere abgeholt oder abgesetzt werden. Es ist sehr wichtig, die Luftdichtenhöhe (DA) zu errechnen, in der das Luftfahrzeug fliegen wird, da dies die Leistung des Luftfahrzeugs beeinflusst; eine hohe Luftdichtenhöhe kann die Leistungsreserve drastisch reduzieren. Dem Flughandbuch des Hubschraubers (RFM) sind die jeweiligen Leistungsreserven, Gipfelhöhen für Schwebeflug im und außerhalb des Bodeneffekts, minimale und maximale Geschwindigkeit und Einstellungen des Blattverstellhebels zu entnehmen. Hubschrauber, die bei hoher Luftdichtenhöhe operieren, werden im Allgemeinen mit einer erhöhten kollektiven Blattverstellung und somit höheren Anstellwinkeln geflogen. Dies führt zu einer verringerten Ansprechzeit der Steuerung, demzufolge zu einem verringerten Abstand zu einem Strömungsabriss am zurücklaufenden Blatt, Vortexzustand und Effizienzverlust des Heckrotors (LTE), die eine Gefahr darstellen.
- ATC** - Flugfeldinformationen und Flugverkehrsnachrichten (NOTAM) für Flugplätze (ob Unterwegs/Ausweichplätze/Abflug) werden über die üblichen Kanäle erhalten, wogegen Informationen zu Außenlandeplätzen eine umfassendere Suche und Landegenehmigungen erfordern können. Funkverbindungen im Gebirge können schlecht bzw. gestört sein, und daher sollte überlegt werden, ob der Einsatz eines Flugverfolgungssystems angebracht wäre. Bei Flügen über zerklüftetem Gelände ist stets ein Flugplan zu hinterlassen oder jemand über die geplante Flugroute und den Einsatzbereich zu informieren.

Exercises - Fliegen (ungeachtet der geplanten Landung) in Mittel- und Hochgebirge stellt hohe Ansprüche an das fliegerische Können des Piloten in Bezug auf Landetechniken auf Außenlandeplätzen, komplizierte Übergänge in andere Flugzustände, Flüge mit begrenzter Leistung und bei Windstille. Eine ausgezeichnete Kenntnis der in diesem Dokument aufgeführten Taktiken für Einsätze, Durchfliegen oder Landen in Talböden oder Talkesseln, auf Gebirgskämmen oder Pässen ist essentiell.

Duties - Obwohl der Flug von einem einzigen Piloten mit Flugerfahrung im Mittel- und Hochgebirge geflogen werden kann, wird weniger erfahrenen Piloten dringend zu Übungsflügen in Begleitung eines Piloten/Fluglehrers oder zumindest zu Flügen in Anwesenheit eines zweiten Besatzungsmitglieds geraten. Dies ist besonders wichtig, da der Pilot von bislang unbekanntem negativen physiologischen und psychischen Effekten überrascht werden kann:

Hypoxie darunter versteht man eine Sauerstoffunterversorgung, deren Erkennen am eigenen Körper sehr schwierig ist und die zu einer Selbstüberschätzung und mangelndem Urteilsvermögen führen kann.

Räumliche Desorientierung das Überfliegen hoher Gebirge oder tiefer Täler kann zur Desorientierung des Piloten führen.

Visuelle Täuschungen ein fehlender oder künstlicher Horizont, Whiteout- oder Greyout-Effekte sowie eine mangelnde Tiefenwahrnehmung können zu einer Desorientierung führen.

Befürchtungen Nervosität aufgrund unzureichender Erfahrung in der jeweiligen Umgebung können Unentschlossenheit oder Kontrollzwang hervorrufen.

Ermüdung Fliegen im Gebirge kann zu starker geistiger und körperlicher Erschöpfung führen.

Hinweis 1: Bei Flügen über zerklüftetem Gelände müssen für den Fall einer vorsorglichen Landung oder einer Notlandung Überlebensausrüstungen bzw. Notversorgungsgüter mitgeführt werden. Auch Kommunikationsmittel, Wasservorrat, warme Bekleidung, Feueranzünder sowie ein Signalmittel, um die Aufmerksamkeit von Suchflugzeugen auf sich zu lenken, sind zu berücksichtigen. Es sollte nicht davon ausgegangen werden, dass ein gestrandetes Luftfahrzeug mitsamt Besatzung schnell und leicht zu finden ist.

Hinweis 2: Das GPS-Navigationssystem ist nur eine Navigationshilfe und ersetzt nicht das fliegerische Können des Piloten. Eine vom GPS-Navigationsgerät angezeigte Route kann im Gebirge unbrauchbar sein, da das GPS nicht Turbulenzen oder geeignete Flugwege erkennt.

2. WETTER

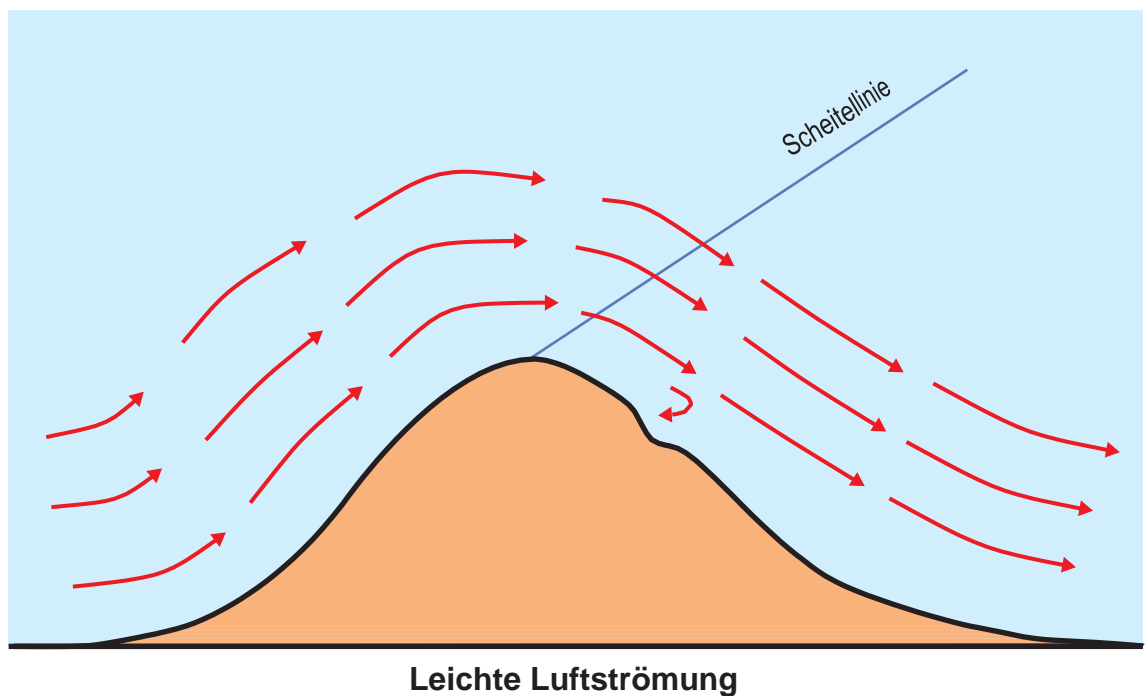
2.1 Wind

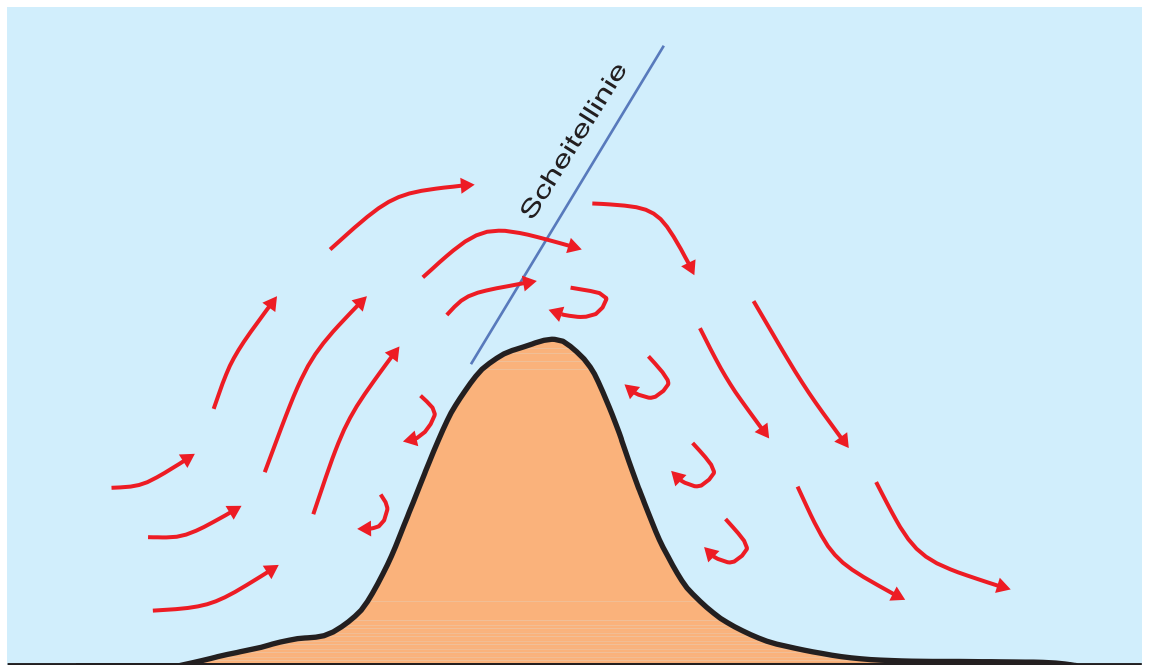
Die Beachtung der Windgeschwindigkeit und -richtung ist im Gebirge von kritischer Bedeutung, da der Wind der Geländekontur folgt. Bei Bodenerhebungen wird der Wind hangaufwärts gelenkt, diese wird als Luvseite bezeichnet. Auf der windabgewandten Seite des Hangs strömt die Luft abwärts, diese wird als Leeseite bezeichnet. Über Hügel oder Berge mit geringem Gefälle streicht der Wind. Beim Strömen der Luft über Felsvorsprünge entstehen turbulente Windverwirbelungen. Wird die Luft durch einen Hohlraum wie zum Beispiel ein Tal gezwungen, steigt die Windgeschwindigkeit durch den Venturi-Effekt.

Luvseitig treten selten Turbulenzen auf, die entstehenden Hangaufwinde wirken sich günstig auf den Auftrieb aus und erfordern somit weniger Steigleistung. Aus diesem Grunde ist vorzugsweise im Luv mit Aufwind zu fliegen.

Ein Fliegen auf der Leeseite, wo in aller Regel Turbulenzen und Abwinde herrschen, kann gefährlich sein und ist daher zu vermeiden.

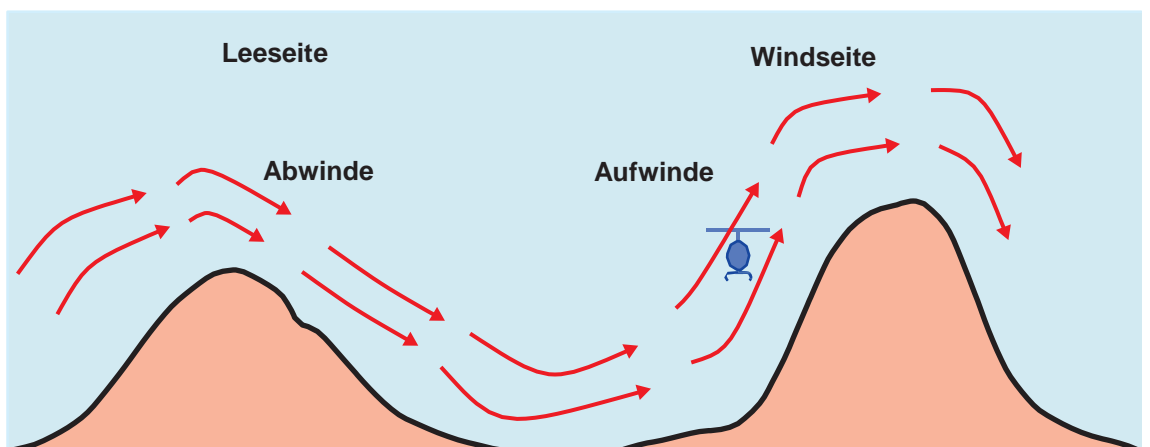
Der Bereich, in dem die Aufwind- in die Abwindzone übergeht, ist die Scheitellinie. Bei zunehmender Windgeschwindigkeit wird die Scheitellinie zwischen Hangauf- und Abwind normalerweise steiler und bewegt sich luvseitig.





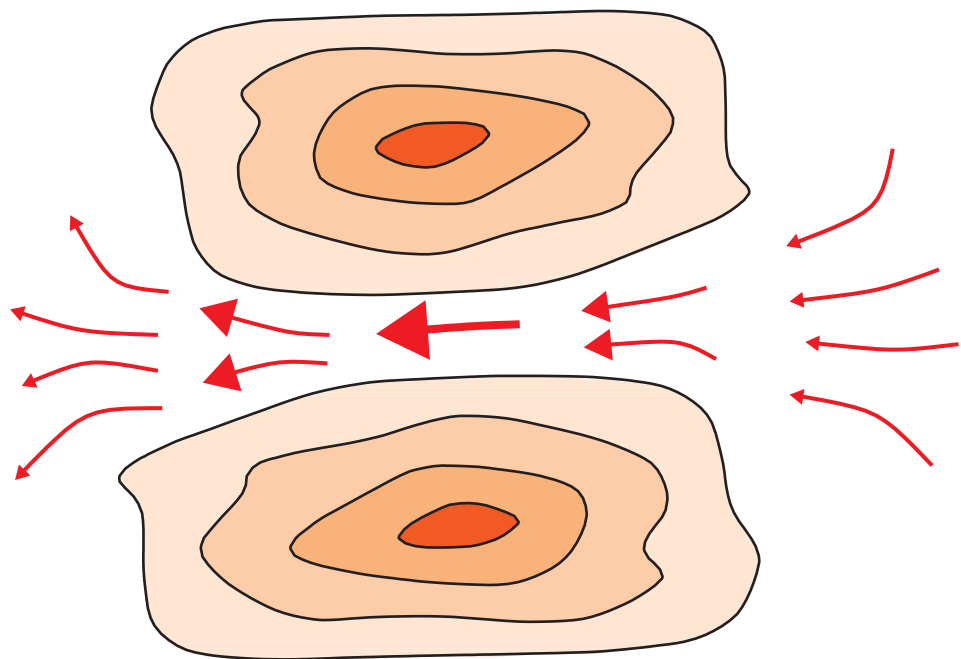
Starke Luftströmung über ein schroffes Hindernis

Beim Durchfliegen eines Tals ist es vorzuziehen, näher am Luv zu fliegen, um von den Aufwinden zu profitieren, statt in der Talmitte. Die Leeseite sollte aufgrund der Abwinde und des potentiellen Auftriebverlusts vermieden werden.



Fliegen durch ein Tal

Der Venturi-Effekt im Tal kann zu einer starken Erhöhung der Windgeschwindigkeit führen, bis hin zu deren Verdoppelung. Dieses Phänomen wird durch einen Druckabfall begleitet; dies kann dazu führen, dass der Höhenmesser eine zu große Flughöhe anzeigt.



Windbedingter Venturi-Effekt

Die Einschätzung der lokalen Windgeschwindigkeit und Windrichtung im Mittel- und Hochgebirge ist schwierig, jedoch sehr wichtig, und kann durch Einsatz folgender Techniken erfolgen:

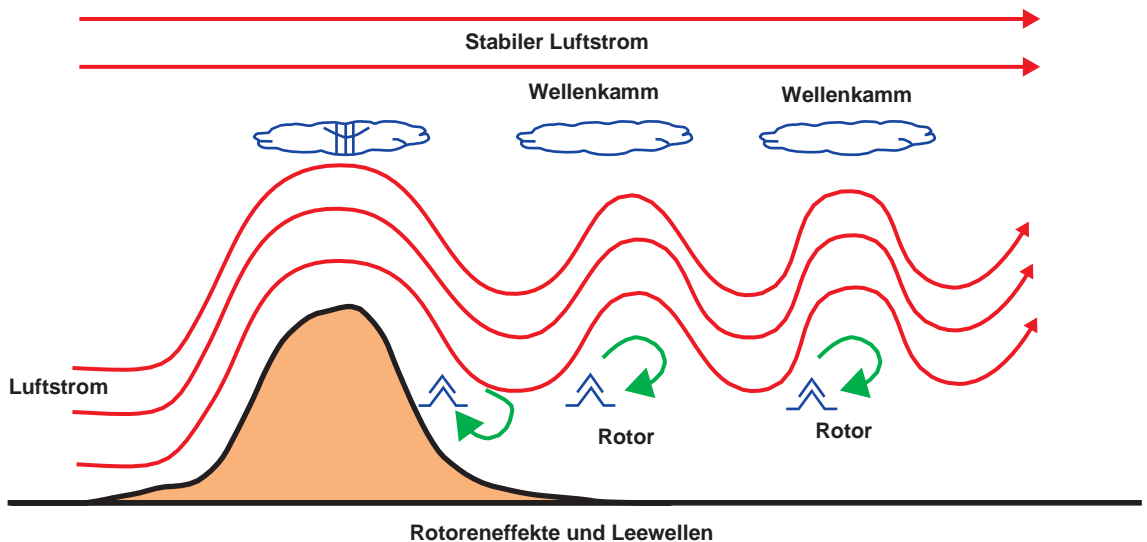
- Rauch
- Windpark
- Windstreifen auf Seen (glatte Oberfläche der Aufwindseite eines Sees und Wellen auf der Abwindseite)
- Vegetation, langes Gras, Bewegungen von Bäumen
- Bewegung der Wolken
- Fliegen Sie 360° im Kreis um eine Bodenreferenz in sicherer Höhe, halten Sie dabei eine konstante Schräglage und Geschwindigkeit. Der resultierende Auftrieb gibt Auskunft über Windrichtung und -stärke.
- Durch Vergleich der Geschwindigkeit über Grund und der Fluggeschwindigkeit, entweder visuell über dem Boden oder mit Hilfe des GPS.

2.2 Wolken und Leewellen

Leewellen bzw. Gebirgswellen sind wellenförmige Strömungen, die sich auf der Leeseite (Abwind) eines Gebirgszugs bilden und durch Auftreffen der horizontalen Luftströmung auf ein hohes Hindernis entstehen. Die Wellenlänge und -amplitude der Wellenströmungen hängen von zahlreichen Faktoren ab, wie der Höhe des Strömungshindernisses im Verhältnis zum umgebenden Gelände, der Windgeschwindigkeit und der Instabilität der Atmosphäre. Leewellen können sich unter folgenden Bedingungen bilden:

1. Windrichtung in einem +/- 30° Sektor quer zum Kamm des Hindernisses, ohne Änderung der Windrichtung nach oben hin.
2. Windgeschwindigkeiten am Bergkamm um 15 kt, diese nimmt nach oben hin zu.
3. Stabiler Luftstrom am Scheitelpunkt des Bergkamms mit weniger stabiler Luft über- und unterhalb dieser stabilen Schicht.

Vertikale Strömungen in den wellenförmigen Schwingungen können 2.000 ft/Min. erreichen. Durch das Zusammentreffen dieser starken vertikalen Strömungen und der Oberflächenreibung können sich unterhalb der Leewellen sogenannte Rotoren mit schwerer Turbulenz bilden.

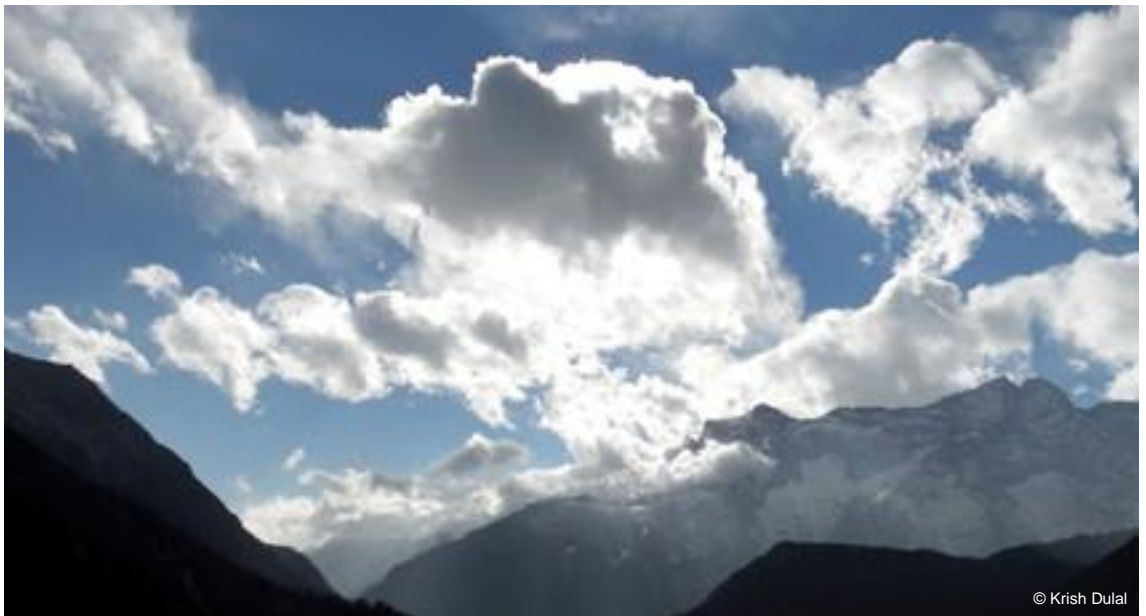


Leewellen gehen mit schweren Turbulenzen, starken vertikalen Luftströmungen und Vereisung einher. Die vertikalen Strömungen in den Wellen können zu bedeutenden Fluktuationen der Fluggeschwindigkeit und somit, im Extremfall, zu einem Kontrollverlust führen. Der Kontrollverlust kann ebenfalls in Bodennähe vor der Landung oder nach dem Abflug erfolgen, verbunden mit dem Risiko eines Bodenkontakts oder einer harten Landung, wenn die Besatzung nicht umgehend korrigierend auf einen Abwind reagiert.

Schwere Vereisung kann bei Wolken in Verbindung mit Wellenkämmen erfolgen.

Eine gute Kenntnis der lokalen Bedingungen, die die Bildung von Leewellen begünstigen, unterstützt die Prognose einer potentiellen Wellenausbreitung. Am Gipfel von Leewellen können sich bei hoher Luftfeuchtigkeit Lenticulariswolken (linsenförmige Wolken) bilden. Bei hoher Feuchte können sich in den Rotoren unterhalb der Wellen ebenfalls Rollwolken bilden. Rollwolken weisen auf die Anwesenheit von Leewellen hin; bei trockener Luft können jedoch keine Wolken zu sehen sein.

Wolkenbildung





© Laura Riley

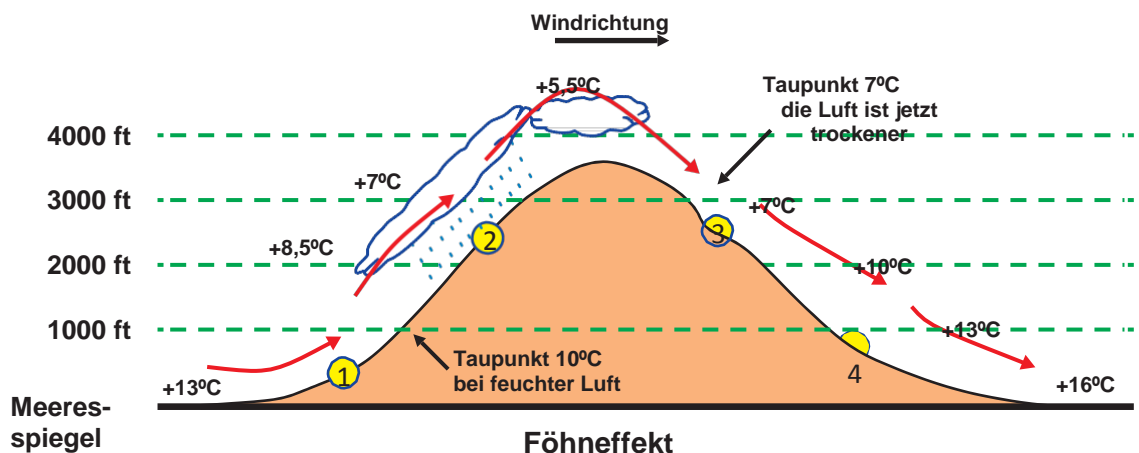


© Jessie Eastland

2.3 Föhnwind

Föhnwind ist ein warmer trockener Fallwind, der auf der Leeseite eines Gebirges auftritt. Wenn große Luftmassen zum Aufsteigen und Überströmen einer Gebirgskette gezwungen werden (orographische Effekte), kühlt sich die Luft trockenadiabatisch und es entstehen Wolken und Regen. Erreichen die Luftmassen den höchsten Punkt des Gebirges, haben sich die Wolken abgeregnet und der Taupunkt ist somit niedriger. Die Luftmassen sinken an der Leeseite des Gebirges ab, der Luftdruck nimmt zu und es erfolgt eine adiabatische Aufwärmung. Der daraus resultierende Wind ist trocken und warm und führt zu klaren Wetterbedingungen auf leeseitigen Landeplätzen von Gebirgsketten. Diese trockenen Winde führen zu einer Erwärmung des Klimas und können in den Sommermonaten zu Bränden führen, die den Flugbetrieb beeinträchtigen können.

Eine andere Konsequenz des Föhnwindes ist, dass der Pilot beim leeseitigen Anfliegen eines Berges nur die Form des oberen Wolkenbereichs sehen kann, nicht jedoch die komplette Wolke, die sich auf der Luvseite befindet.



1. Die Luft kühlt auf 3°C ab / 1000 ft bis sie gesättigt ist, dann auf $1,5^{\circ}\text{C} / 1000\text{ ft}^1$ bis der höchste Punkt des Berges erreicht ist
2. Regen entzieht Feuchtigkeit aus der Luft
3. Die Luft erwärmt, wird schnell ungesättigt bei einer Rate von $3^{\circ}\text{C} / 1000\text{ ft}$
4. Die Luft auf der Leeseite eines Berges ist trockener als die auf der Windseite, und der Taupunkt ist niedriger

¹ Der feuchtadiabatische Temperaturgradient (SALR) ist eine Variable, die in aller Regel auf $1,5$ bis $1,8^{\circ}\text{C}$ fällt/ 1000 ft .

2.4 Cumulonimbuswolken

Cumulonimbuswolken und andere Wolken mit vertikaler Ausdehnung können heftige Niederschläge und Gewitter hervorrufen, insbesondere wenn die Luftmassen durch orographische Effekte zum Aufsteigen gezwungen werden. Die Konvektionsströmungen der Cumulonimbuswolken führen zu starken unvorhersehbaren Winden, insbesondere Ab- und Aufwinden, die extrem gefährlich sind. Luftfahrzeuge müssen aus diesem Grunde einen Flug in Nähe von Cumulonimbuswolken vermeiden.



2.5 Turbulenzen

Im Gebirge treten häufig Turbulenzen auf. Dabei kann es sich um mechanische Turbulenzen (Reibung der Luft an rauen Oberflächen auf geringer Höhe) oder thermische Turbulenzen (Instabilität der Temperatur auf mittlerer Höhe) handeln. Turbulenzen beeinflussen das Verhalten von Luftfahrzeugen im Flug und Erhöhen die Gefahr eines Strömungsabrisses am zurücklaufenden Blatt, eines Vortexzustands und Effizienzverlustes des Heckrotors (LTE). Bei Hubschraubern mit Kipprotoren besteht zudem die Gefahr des Anschlags des Rotors am Rotormast und einer Kollision des Rotors/Heckrotors.

Schweregrad der Turbulenzen:

- Schwache Turbulenz:
minimaler Schweregrad, mit leichten, unregelmäßigen Änderungen des Flugverhaltens und/oder der Flughöhe.
- Mäßige Turbulenz:
einer schwachen Turbulenz ähnlich, jedoch mit größerer Intensität - Änderungen der Geschwindigkeit, der Flughöhe und des Flugverhaltens können auftreten, das Luftfahrzeug bleibt jedoch jederzeit steuerbar.
- Starke Turbulenz:
wird durch starke, abrupte Änderungen des Flugverhaltens und der Flughöhe mit starken Schwankungen der Fluggeschwindigkeit charakterisiert. Es kann vorübergehend unmöglich sein, das Luftfahrzeug effektiv zu kontrollieren. Lose Gegenstände können sich in der Kabine bewegen und es kann zu einer Beschädigung der Strukturen des Luftfahrzeugs kommen.

- Sehr starke Turbulenz:
kann Strukturschäden verursachen, die direkt in einen lang anhaltenden und möglicherweise endgültigen Verlust der Kontrolle über das Luftfahrzeug führen können.

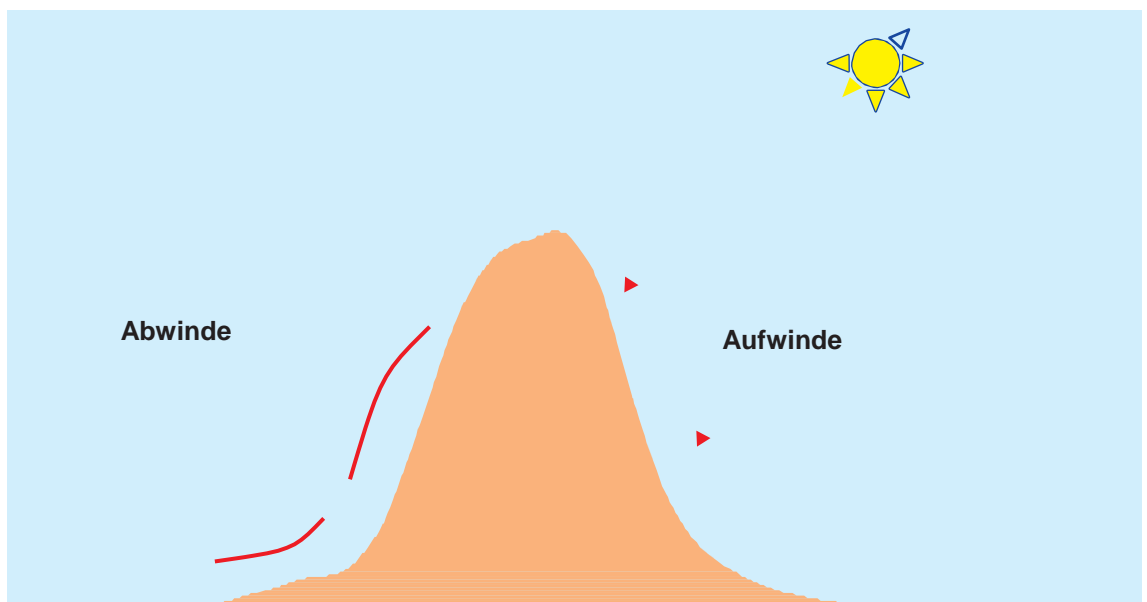
Turbulenzen können überall und ohne Vorwarnung auftreten und müssen daher stets einkalkuliert werden, insbesondere im Gebirge. Piloten müssen stets auf Turbulenzen vorbereitet sein, indem sie die Flugsteuerungen gut im Griff haben und die Fluggeschwindigkeit auf die im Flughandbuch empfohlene sogenannte Turbulenz-Fluggeschwindigkeit reduzieren.

2.6 Erwärmung durch Sonne, anabatische und katabatische Winde

An windarmen oder windstillen Tagen sind orographisch bedingte Auf- oder Abwinde relativ unerheblich; aus diesem Grunde kann die Bodenaufwärmung durch Sonneneinstrahlung zum gegenteiligen Effekt führen, mit Aufwinden auf der Sonnenseite und Abwinden auf der Schattenseite eines Bergs.

Die gleiche Wechselwirkung kann zwischen Tag und Nacht auftreten. Am Tag bildet sich durch die am Boden erwärmte Luft eine aufsteigende Luftmasse (anabatischer Hangaufwind). Diese Brise ist ca. eine halbe Stunde nach Sonnenaufgang erkennbar. In der Nacht kühlt die Luft in Bodennähe ab und bildet einen Fallwind (katabatischen Wind). Diese nächtliche Brise kann eine Stunde vor Sonnenuntergang auftreten und die ganze Nacht andauern.

Hinweis: bei aufsteigender Luft liegt ebenfalls absinkende Luft vor.



Erwärmung durch Sonne, anabatische und katabatische Winde

2.7 Schnee

Schnee ist besonders gefährlich, insbesondere im Gebirge. Bei Schneefall, verbunden mit der Gefahr einer Vereisung und verschlechterter visueller Umgebung sollte nicht geflogen werden. Sind Gebiete mit Schnee bedeckt, ist das Tragen einer Schutzbrille ratsam, da bei Blendung Geschwindigkeit, Geländekontur, Wind und Höhe nur schwer einzuschätzen sind.

Durch Aufwirbeln von Schnee (Whiteout) ist das Landen im Schnee im Gebirge extrem gefährlich. Aus diesem Grunde ist dieser Vorgang Piloten vorbehalten, die die Landetechnik einer Reduzierung von Geschwindigkeit/Sinkgeschwindigkeit auf null anwenden und entsprechendes Training absolviert haben.

3. FLUG- TECHNIKEN



3.1 Geschwindigkeitsmanagement

Im Gebirge kann das Halten der richtigen Fluggeschwindigkeit eine echte Herausforderung darstellen. Piloten müssen die Geschwindigkeitsbegrenzungen laut Flughandbuch beachten, insbesondere hinsichtlich der Geschwindigkeit in Turbulenzen und der zulässigen Höchstgeschwindigkeit. Es wird empfohlen, die Geschwindigkeit stets konstant zu halten, unter Einberechnung einer maximalen Leistungsreserve.

3.2 Fluglagenmanagement

Bei einem Flug im Mittel- oder Hochgebirge kann der echte Horizont nur schwer von den Hängen des umliegenden Geländes zu unterscheiden sein. In diesem Falle kann es zu einem Verlust von vertikalen und horizontalen Bezugspunkten kommen und es ist schwer festzustellen, ob der Hubschrauber steigt, sinkt oder horizontal geradeaus fliegt. Der Pilot muss sich regelmäßig am Höhenmesser, Variometer (ASI), Fahrtmesser (VSI) und Fluglageanzeiger orientieren.

3.3 Höhenmanagement

Gerät das Luftfahrzeug in eine Windscherung oder einen starken Abwind und ist es nicht möglich, anhand der Leistung die Höhe zu halten, muss der Pilot umkehren und zu einem freien Gelände fliegen, die Rotorblätter ausgleichen, die maximale Leistung und die Nicklage für die Geschwindigkeit des besten Steigens V_y so einstellen, dass sichere Flugbedingungen aufrechterhalten oder erreicht werden.

3.4 Durchflug

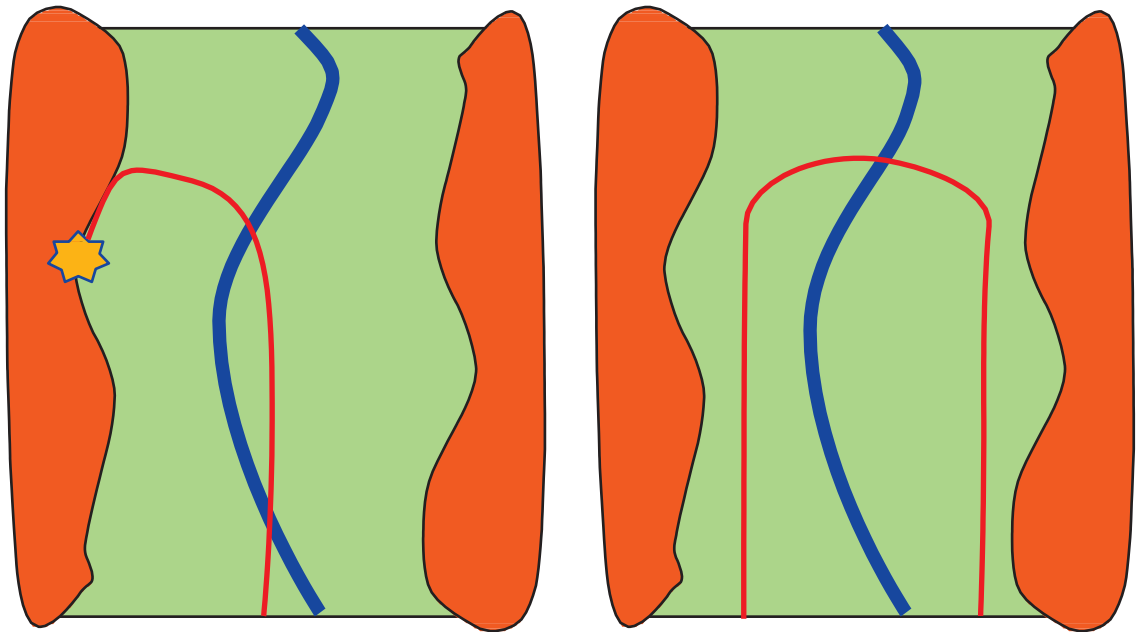
Beim Fliegen durch hügeliges oder bergiges Gelände muss die Route unter Berücksichtigung der lokalen meteorologischen Bedingungen geplant werden, um widrige Witterungsverhältnisse zu vermeiden, wie zuvor beschrieben. Beim Überfliegen eines Gebirges, insbesondere bei starkem Wind, muss ein Gipfelabstand von mindestens 500 ft. eingehalten werden. Ist die Einhaltung einer sicheren Bodenfreiheit nicht möglich, ist eine alternative Route bzw. eine Ausweichroute zu wählen.

Gebirgszüge, auf denen sich Wolken gebildet haben, müssen parallel zum Berggipfel angefliegen werden um die Größe der Wolken besser beobachten zu können. Ist die Wolkendecke hinter der Anhöhe sehr ausgeprägt, ist eine alternative Route bzw. eine Ausweichroute zu wählen.

Beim Durchfliegen eines Tals ist es vorzuziehen, auf der rechten Talseite näher am Luv zu fliegen statt in der Talmitte. Der leeseitige Hang sollte aufgrund der Abwinde und des potentiellen Auftriebsverlusts nicht überflogen werden. Ist ein Flug auf der Leeseite erforderlich, ist es ratsam mit der V_y zu fliegen, um über eine optimale Leistungsreserve zu verfügen.

Eine besondere Gefahr stellen Stromleitungen, Seilbahnkabel, Drahtseile bei Holzarbeiten usw. dar, die oft quer durch Täler gespannt und teilweise nicht auf Karten vermerkt sind.

Beim Durchfliegen eines Tales ist der normale Fluchtweg eine 180° Umkehrkurve. Erscheint es daher dem Piloten nicht ratsam, das ganze Tal zu durchfliegen, zum Beispiel wegen tiefhängender Wolken, verschlechterter visueller Umgebung oder Hindernissen, kann die rechtzeitige Entscheidung zum Abdrehen entscheidend über dessen Gelingen sein.



180°-Wende in einem Tal



Gebirgstal

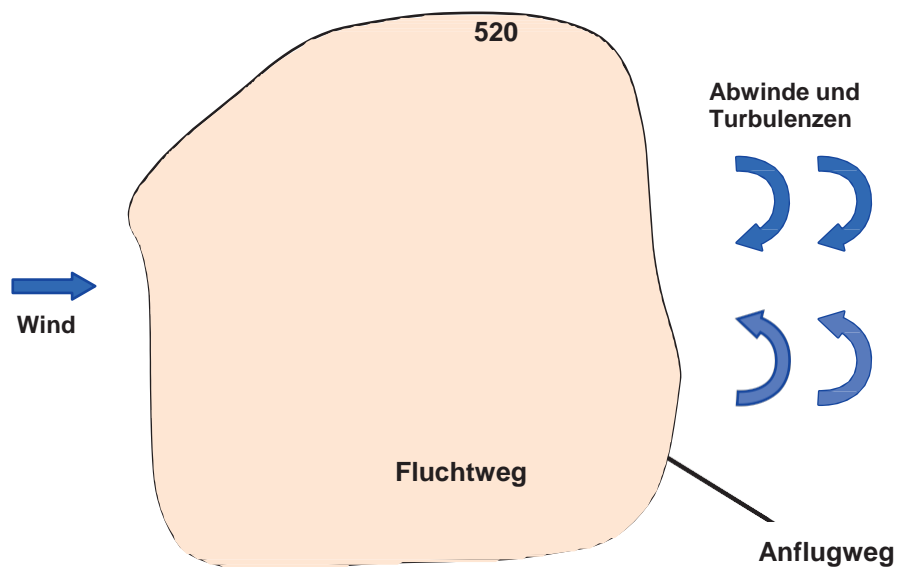
3.5 Landeplatzerkundung, -runde und -anflug

Vor der Landung auf einem Außengelände muss eine Erkundung durchgeführt werden, bei der die Windgeschwindigkeit und Windrichtung, Hindernisse, der An-/Abflugweg, eventuelle Fluchtwege und eine Bewertung der Höhe und Eignung des Landeplatzes durchgeführt werden. Die Technik der Landeplatzerkundung in 5 Punkten (Abmessung, Form, Umgebung, Neigung, Oberfläche) sowie die Durchführung von Power Checks wird HE 3 Off Airfield Landing Site Operations (Landen auf Außenlandeplätzen) beschrieben.

3.6 Anflug auf Gebirgskämme oder Pässe

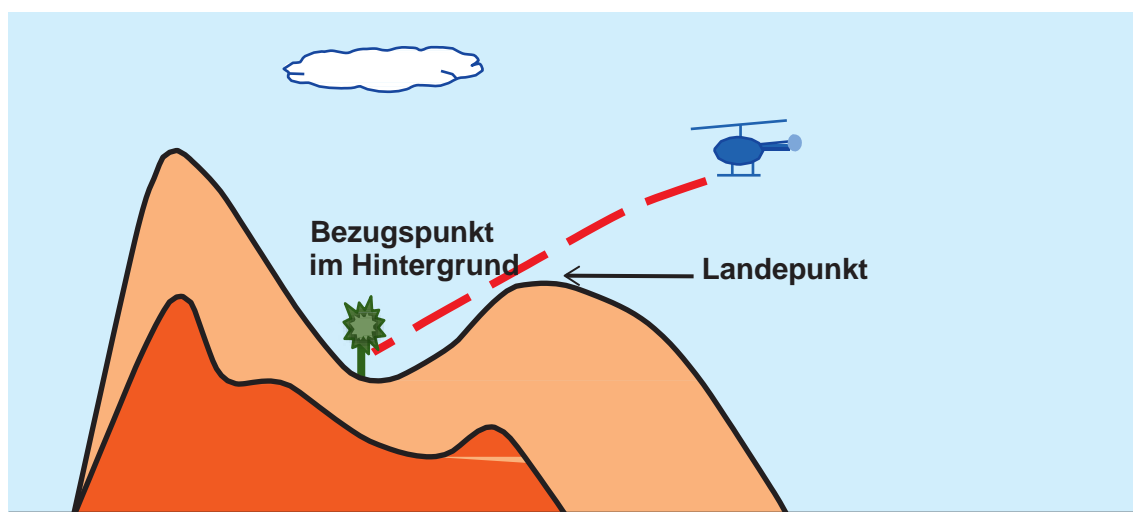
Gebirgskämme und -pässe bieten keine Hindernisse und die Möglichkeit eines Fluchtwegs, aus diesem Grunde stellen sie eine gute Wahl für einen Landeplatz dar. Wie zuvor beschrieben sind Gebirgskämme und -pässe häufig turbulenten auf- und absteigenden Luftströmen ausgesetzt, aus diesem Grunde ist stets die Scheitellinie zwischen Auf- und Abwinden zu bestimmen.

Der Pilot führt eine normale Hoherkundung des Landeplatzes durch. Für den Endanflug sollte, statt das Ziel gegen die Windrichtung anzufiegen, das Ziel in einem versetzten 45°-Winkel und im Windschatten angeflogen werden, damit das Luftfahrzeug nicht in einen Abwind gerät und stets ein Fluchtweg offen bleibt. Bei geringem Wind oder Windstille wird ein normaler Anflugwinkel gewählt, jedoch ist ein zu frühes Reduzieren der Geschwindigkeit unbedingt zu vermeiden, um nicht den Übergangsauftrieb zu verlieren, bevor sich der Bodeneffekt bemerkbar macht. Bei mäßigem oder starkem Wind erfolgt der Anflug mit einem normalen bis steilen Winkel, da der Wind für den Übergangsauftrieb sorgt, bis der Bodeneffekt entsteht (Flüge durch Turbulenzbereich im Aufwind von Landeplätzen vermeiden).



Anflug eines Gebirgskamms oder Passes

Zur Aufrechterhaltung eines konstanten Anflugwinkels kann der Hintergrund einbezogen werden: es wird ein zusätzlicher Referenzpunkt im Hintergrund des Landeplatzes ausgewählt. Scheint während des Endanflugs der Referenzpunkt sich im Verhältnis zum Landeplatz nach oben oder unten zu bewegen, weist dies auf ein vorzeitiges oder zu spätes Aufsetzen hin und muss korrigiert werden (siehe unten).



Anflug eines Gebirgskamms

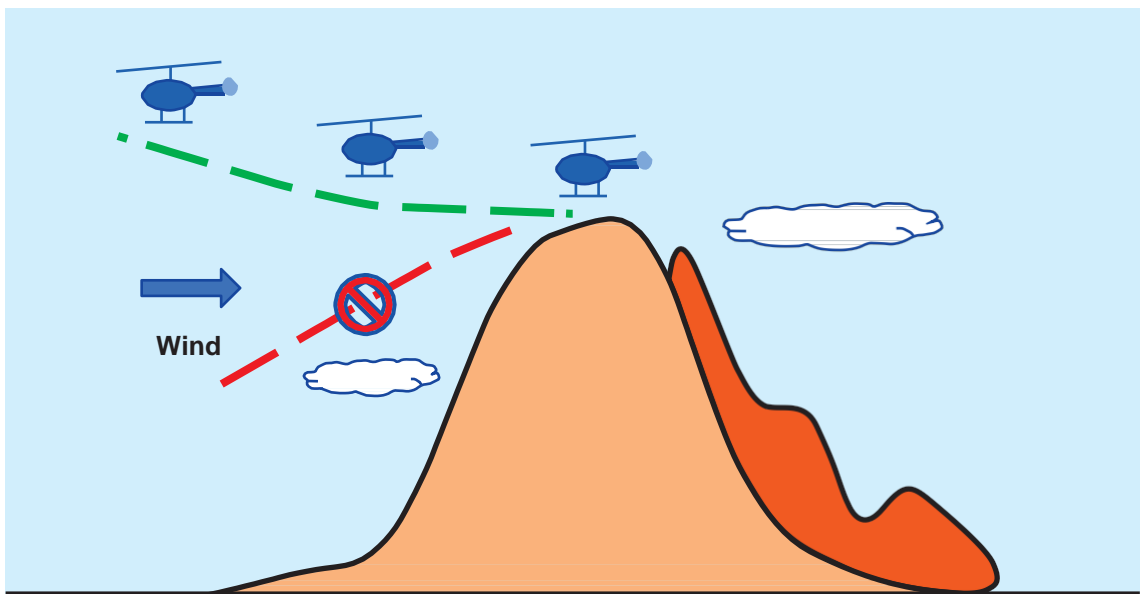
Als Fluchtweg bei einem Anflug auf einen Gebirgskamm oder Pass muss eine Umkehrkurve vom Ziel weg eingeplant werden, die kein abruptes oder starkes Manövrieren erfordert, in ein hindernisfreies Gebiet, das während der Landeplatzerkundung bereits identifiziert wurde.

3.7 Abflug von Gebirgskämmen oder Pässen

Beim Abflug von einem Gebirgskamm oder Pass wird gleichermaßen verfahren. Idealerweise liegt der Abflugpunkt so nahe wie möglich an der Windseite des Hangs, um vom Aufwind zu profitieren. Beim Schwebeflug und vor dem Übergang in den Vorwärtsflug wird ein Power Check durchgeführt um sicherzustellen, dass genügend Leistung für einen Übergang abseits des Landeplatzes zur Verfügung steht. Soweit möglich einen normalen Übergang in den Vorwärtsflug durchführen, um genügend Geschwindigkeit zu gewinnen, dabei eine ausreichende Flughöhe halten, um eventuelle Hindernisse zu überfliegen, bis die V_y erreicht wird. Liegen Hindernisse vor führt der Pilot entweder einen Steigflug vor Übergang in den Vorwärtsflug oder die jeweilige Abflugtechnik für hochgelegene Hubschrauberlandeplätze durch.

Beim Übergang zum Steigflug muss der Pilot sich regelmäßig an den Instrumenten, insbesondere Variometer (ASI), Fahrtmesser (VSI), Höhenmesser und der verwendeten Leistung orientieren. Der Versuch, den Berg einfach herunterzufliegen, kann sich als gefährlich erweisen: dies ist kein geeigneter Abflugweg.

Da es nicht möglich ist, auf dem Abflugpunkt erneut zu landen, muss ein Fluchtweg in freies Gelände eingeplant werden.



Abflug von einem Gebirgskamm

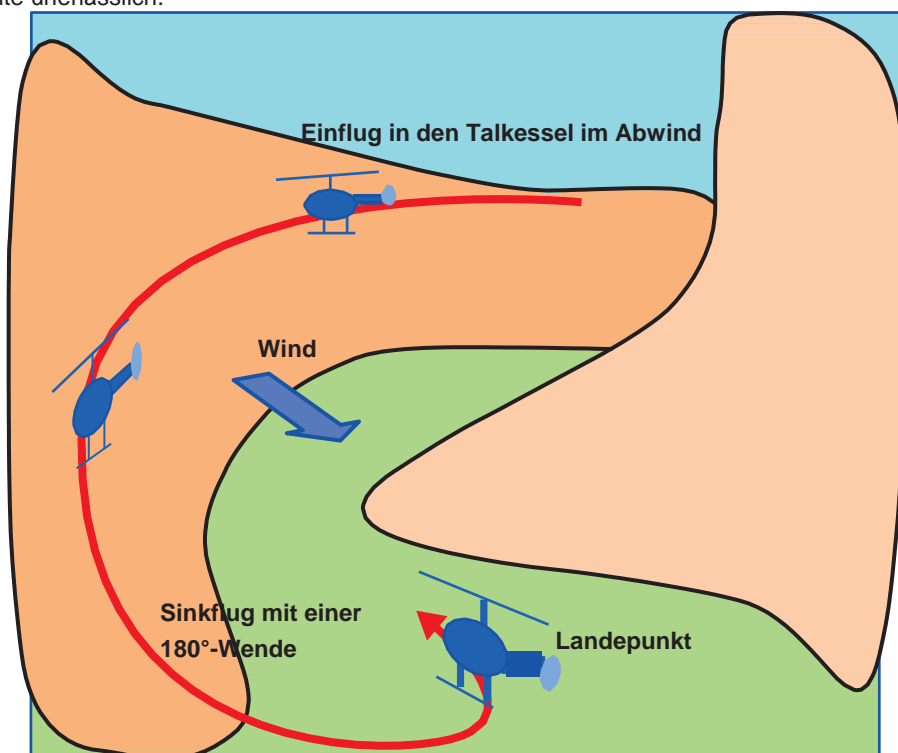
3.8 An- und Abflug von Talkesseln

Als Talkessel wird ein von Bergen eingeschlossener Bereich bezeichnet, der häufig durch einen schmalen See oder Fluss gebildet wurde und auf einer Seite in das Tal geöffnet ist. Die umliegenden Bergwände können steil und hoch sein und nur wenig Fluchtmöglichkeiten bieten; aus diesem Grunde erfordert Fliegen in Talkesseln ein besonders hohes Maß an fliegerischem Können und ist erfahrenen Piloten vorbehalten.

Zum Anflug in den Talkessel einfliegen, die Talseiten entlang fliegen und dann einen Anflug gegen die Windrichtung in einen flachen Bereich durchführen, der nahe am Ausgang aus dem Talkessel liegt.

Normalerweise führt der Pilot einen kreisförmigen Erkundungsflug im Talkessel durch, dazu fliegt er durch den offenen Bereich in den Kessel, so hoch und nah wie möglich zu den Seitenwänden des Talkessels. Zur Gewährleistung einer maximalen Leistungsreserve wird die V_y -Geschwindigkeit empfohlen, die für den Horizontalflug erforderliche Leistung muss ständig überwacht werden, um Bereiche mit Ab- und Aufwinden zu identifizieren. Das Luftfahrzeug kann dann den Talkessel durch den offenen Bereich verlassen und den geplanten Landeplatz überfliegen. Wenn erforderlich können zusätzliche Tieferkundungen des Landeplatzes durchgeführt werden, bis eine sichere Runde geflogen und somit der Landeplatz angefliegen werden kann. Die Landetechnik ähnelt der des Anflugs von Gebirgskämmen und Pässen. Der Abflug erfolgt idealerweise durch den offenen Ausgang in freies Gelände. Es kann jedoch erforderlich sein, im Talkessel zu steigen, um ausreichende Hindernisfreiheit zu schaffen.

Der Fluchtweg aus einem Talkessel besteht darin, das Luftfahrzeug von den Seitenwänden des Talkessels zu entfernen, indem erst zur Kesselmitte geflogen und dann aus dem Kessel heraus durch den offenen Bereich geflogen wird. Ein Luftfahrzeug, das sich im Talkessel befindet, hat wenige Bezugspunkte nach außen, aus diesem Grunde ist ein regelmäßiges Ablesen der relevanten Instrumente unerlässlich.



4. GEFAHREN- UND FEHLERMANAGEMENT

Vor einem Flug im Mittel- oder Hochgebirge ist eine Risikoanalyse durchzuführen, bei der Gefahren, Fehler und Unerwünschte Luftfahrzeugzustände identifiziert und von geeigneten Maßnahmen zur Verminderung des Risikos begleitet werden.

Eine **Gefahr** ist eine Bedrohung in Form eines Ereignisses oder Fehlers, die unabhängig vom Einfluss der Flugbesatzung erfolgt, die betriebliche Komplexität erhöht und die kontrolliert werden muss, um Sicherheitsmargen zu bewahren.

Fehler werden als von der Flugbesatzung durchgeführte Aktionen oder unterlassene Aktionen definiert, die zu Abweichungen von organisatorischen Absichten oder Erwartungen bzw. denen der Flugbesatzung führen.

Unerwünschte Luftfahrzeugzustände werden als von der Flugbesatzung induzierte Luftfahrzeugpositions- oder Geschwindigkeitsabweichungen, falsche Handhabung der Flugsteuerungen oder fehlerhafte Konfiguration des Systems definiert, die mit einer Reduzierung der Sicherheitsmargen einher gehen.

Beispiel:

Gefahr (Bedrohung): Turbulenz, Windscherung, Auf- und Abwinde

Fehler: Flug mit unangepasster Geschwindigkeit

Unerwünschter Luftfahrzeugzustand: Strömungsabriss am zurücklaufenden Blatt, Effizienzverlust des Heckrotors, Vortezzustand, Anschläge an Rotormast, vorübergehender Kontrollverlust

Gegenmaßnahme: Flug mit angepasster Geschwindigkeit für bestes Steigen/Vy.

5. ZUSAMMENFASSUNG

Wer einen sicheren und angenehmen Flug durch und über Gebirge genießen möchte, muss sich entsprechende fachliche und sachliche Fähigkeiten aneignen und stets alle Faktoren berücksichtigen. Vor allem aber muss jeder Pilot seine eigenen Grenzen und die des Luftfahrzeugs kennen und respektieren.

Bei Flügen im Mittel- und Hochgebirge ist folgendes zu beachten:

- Stets die Leistungen und Grenzen des Luftfahrzeugs berücksichtigen
- Einen Flugplan hinterlassen oder jemanden über Ihre Absichten informieren
- Aufmerksam die Navigationskarten lesen - sich nie allein auf das GPS verlassen
- Aktuelle Wetterinformationen einholen und erst dann über die Durchführung des Flug entscheiden
- Nie bei Windstärken über 25 Knoten fliegen
- Stets in sicherer Flughöhe fliegen
- Windrichtung und Windgeschwindigkeit beachten
- Anzeichen für einen Wetterumschwung beobachten
- Nie psychologische und physiologische Herausforderungen von Gebirgsflügen außer Acht lassen
- Immer einen Fluchtweg einplanen
- Auf Windscherungen achten und entsprechende Korrekturmaßnahmen beherrschen
- **Vor einem Flug im Mittel- und Hochgebirge eine Ausbildung im Gebirgsflug durch einen spezialisierten Fluglehrer, der Erfahrung mit Gebirgsflugtaktiken aufweist, absolvieren.**

REFERENZEN DER VERÖFFENTLICHUNGEN

Hinweis:

Die in dieser Broschüre aufgeführten Ansichten unterliegen der alleinigen Verantwortung der EHEST. Alle Informationen sind ausschließlich allgemeiner Art und beziehen sich nicht auf spezifische Umstände einer bestimmten Person oder Einrichtung. Zweck dieser Broschüre ist es, Anleitung zu geben, ohne dass der Status von offiziell erlassenen Rechts- und Verwaltungsvorschriften, einschließlich akzeptierter Nachweisfahren (AMC) und Anleitungen (GM), in irgendeiner Weise betroffen ist. Sie ist nicht als eine Form von Gewährleistung, Zusage, Vereinbarung oder Vertragsverhältnis oder rechtlich verbindende Verpflichtung für das EHEST, seine Mitwirkenden und verbundenen Organisation vorgesehen und dient nicht zu diesem Zweck. Die Aneignung dieser Empfehlungen kann nur eine freiwillige Verpflichtung sein und steht unter der alleinigen Verantwortung derjenigen, welche diese Aktionen übernehmen.

Aus diesem Grunde übernehmen das EHEST, seine Mitwirkenden bzw. verbundenen Organisationen keinerlei Garantie, Zusicherung oder sonstige Gewährleistung für die Genauigkeit, Vollständigkeit oder Verwendbarkeit der in dieser Broschüre dargestellten Informationen oder Empfehlungen. Soweit gesetzlich zulässig haftet das EHEST, seine Mitwirkenden bzw. verbundenen Organisationen nicht für Schäden welcher Art auch immer oder andere Ansprüche oder Forderungen, die aus oder in Verbindung mit dem Gebrauch, der Vervielfältigung oder Darstellung dieser Broschüre ergeben.

Quelle der Fotos:

A. Talamona, Airlift, J. Eastland, K. Dulal, Laura Riley

Kontaktadresse für Nachfragen:

Europäisches Team für Hubschraubersicherheit EHEST
E-mail: ehest@easa.europa.eu, www.easa.europa.eu/essi/ehest

Weitere Auskünfte über:

EHEST HE 1 Training Leaflet – Safety considerations
<http://easa.europa.eu/HE1>

EHEST HE 2 Training Leaflet – Helicopter airmanship
<http://easa.europa.eu/HE2>

EHEST HE 3 Training Leaflet – Off airfield landing site operations
<http://easa.europa.eu/HE3>

EHEST HE 4 Training Leaflet – Decision making
<http://easa.europa.eu/HE4>

EHEST HE 5 Training Leaflet – Risk Management in Training
<http://easa.europa.eu/HE5>

EHEST HE 6 Training Leaflet – Advantages of simulators in Helicopter Flight Training
<http://easa.europa.eu/HE6>

Mai 2014

EUROPÄISCHES TEAM FÜR HUBSCHRAUBERSICHERHEIT (EHEST)
Komponente der ESSI

**European Aviation Safety Agency
(EASA)** Safety Analysis and Research
Department Ottoplatz 1, 50679 Köln, Germany

Mail ehest@easa.europa.eu
Web www.easa.europa.eu/essi/ehest

