



BESONDERE WETTERVERHÄLTNISSE

Nr. 42, April 2019

Wetter ist das bestimmende Thema in der Fliegerei, insbesondere dann, wenn man nach den Sichtflugregeln fliegt und damit mehr oder weniger von guten Wetterverhältnissen abhängig ist.

Während man als Pilot gelernt hat, mit dem täglich wechselnden Wetter umzugehen, insbesondere was die Sichtverhältnisse und den Wind angeht, so gibt es Wetterverhältnisse, wie z. B. Nebel, Gewitter oder gar Windscherungen, die nicht jeden Tag auftreten und die eine ganz besondere Flugplanung und Umsicht erfordern.

Dieser AOPA Safety Letter beschreibt einige dieser besonderen, nicht alltäglichen Wetterverhältnisse, die eine außerordentliche fliegerische Herausforderung darstellen können. Sind die Herausforderungen zu groß bzw. lässt das Wetter keinen sicheren Flug zu, so sollte man im Zweifel mit dem Flugzeug am Boden bleiben.

NEBEL

Von Nebel (Fog) spricht der Meteorologe, wenn durch Kondensationsvorgänge in Bodennähe die Sichtweite unter 1 km abgesunken ist. Nebel ist also im Grunde genommen eine am Boden aufliegende Wolke. Fliegen nach Sichtflugregeln ist nicht möglich. Die besondere Gefahr für die Luftfahrt liegt darin, dass Nebel plötzlich auftreten kann und innerhalb kurzer Zeit nicht nur der Zielflugplatz, sondern auch benachbarte Flugplätze im Nebel verschwinden können.

Voraussetzung für Nebel, egal welcher Art, ist ein großer Feuchtigkeitsgehalt der Luft und die Abkühlung der Luft auf die Sättigungsgrenze für Wasserdampf. Die Sättigungsgrenze wird durch den Taupunkt (Dew Point) angegeben. Fallen Lufttemperatur und Taupunkt zusammen, dann entsteht Nebel (bzw. Wolken). Die Differenz zwischen Temperatur und Taupunkt, die Taupunktdifferenz (Spread), ist ein wichtiger Hinweis auf die mögliche Entstehung von Nebel. Je geringer die Taupunktdifferenz, umso größer ist die Gefahr, dass sich Nebel bildet.

Bei einem Spread von 15 °C wird man in den nächsten Stunden nicht mit Nebel rechnen müssen. Wenn aber innerhalb der letzten Stunden der Spread kontinuierlich

abgenommen hat und nun vielleicht nur noch 2 °C beträgt, dann ist die Wahrscheinlichkeit sehr groß, dass sich bald Nebel bildet. Allgemein kann man sagen: kleiner Spread am Morgen = geringe Wahrscheinlichkeit der Nebelbildung; kleiner Spread am Abend = große Wahrscheinlichkeit der Nebelbildung.

Nach der Art der Entstehung lassen sich verschiedene Formen von Nebel unterscheiden. Die am häufigsten auftretenden Nebelformen sind der Strahlungsnebel und der Advektionsnebel.

Strahlungsnebel entsteht vor allem in der kalten Jahreszeit über Festland, wenn in klaren Nächten und geringer Luftbewegung durch Abstrahlung des Erdbodens die bodennahen Luftschichten stark abkühlen. Die Nebelbildung beginnt oft erst in der zweiten Nachthälfte oder am frühen Morgen, kann aber auch schon am späten Nachmittag lange vor Sonnenuntergang einsetzen. Im Spätherbst oder im Winter kann sich Strahlungsnebel oft tagelang halten und die Luftfahrt extrem behindern.

Advektionsnebel bildet sich, wenn verhältnismäßig warme und feuchte Luft über einen kälteren Untergrund geschoben und dabei der Taupunkt erreicht wird. Advektionsnebel kann zu jeder Tageszeit entstehen und sich wie Strahlungsnebel tagelang halten. An der Küste kann sich Advektionsnebel bilden, wenn feuchtwarmer Luft durch Wind vom Festland auf das kalte Meer getragen wird. Ändert sich nun die Windrichtung, dann wird der Nebel zurück auf das Festland getrieben und kann dort zu einem plötzlichen Nebelbruch führen. An Flugplätzen im Bereich der Küste muss also selbst im Sommer mit Nebel gerechnet werden.



Foto: © Fotolia.com – Pascal

Fliegen bei Wetterlagen mit Neigung zur Nebelbildung ist nicht ungefährlich. Auch wenn man vor dem Flug eine ausführliche Wetterberatung eingeholt hat und sich während des Fluges ständig über die Wetterentwicklung informiert, so kann man doch plötzlich von Nebel überrascht werden. Bei Gefahr von Nebelbildung sollte man grundsätzlich nur mit einem vollgetankten Flugzeug fliegen, denn möglicherweise muss man einen großen Umweg machen und auf einem weit entfernten Ausweichflugplatz landen. Allerdings ist es besser, bei Gefahr von Nebel erst gar nicht ins Flugzeug zu steigen.

GEWITTER

Gewitter (Thunderstorm) gehören zu den gefährlichsten Wettererscheinungen in der Luftfahrt. Vereisung, Hagel, Blitzschlag, vor allem aber extreme Turbulenzen sind nicht nur für kleine Flugzeuge, sondern auch für große Verkehrsflugzeuge eine große Gefahr. Jeder Pilot, ob von einer Piper PA28 oder einem Jumbo Jet, wird den Durchflug durch ein Gewitter unter allen Umständen vermeiden und es weiträumig umfliegen.

Voraussetzung für ein Gewitter ist eine feucht-labile Schichtung der Atmosphäre. Die Luft muss also reichlich Feuchtigkeit enthalten und eine große, hochreichende Labilität aufweisen. Daher sind Gewitter vor allem in den Sommermonaten zu erwarten.

Gewitter lassen sich in zwei Hauptgruppen aufteilen: Wärmegewitter und Frontgewitter. Wärmegewitter bilden sich im Sommer, am häufigsten im Juli und August, über dem Festland. Ursache sind durch starke Sonneneinstrahlung erwärmte, untere Luftschichten.

Deswegen entstehen Wärmegewitter erst in den Nachmittagsstunden und am frühen Abend, mitunter auch erst nachts. Wärmegewitter sind ortsgebunden und treten im Gegensatz zu Frontgewittern meist einzeln auf.

Der Durchmesser eines Wärmegewitters kann 20 bis 50 km betragen. Ein Umfliegen ist daher meistens möglich.

Ein Sonderfall des Wärmegewitters ist das orographische Gewitter. Hier wird feucht-labile Luft durch ein Hindernis (Berg bzw. Gebirge) angehoben und dadurch zu der für die Gewitterbildung erforderlichen Labilität gebracht.



Anders als bei nur lokal auftretenden Wärmegewittern vollzieht sich die Gewitterbildung an Fronten. Hier sind besonders die Eigenschaften der durch die Front voneinander getrennten Luftmassen ausschlaggebend. Im Prinzip sind Frontgewitter bei allen Arten von Fronten möglich, sofern ausreichend labile Luftmassen vorhanden sind. Am häufigsten sind Frontgewitter in Verbindung mit Kaltfronten zu beobachten.

Frontgewitter können sich über mehrere 100 km hinweg als fast geschlossene Formation bilden. Sie sind daher nur schwer zu umfliegen. Hinzu kommt, im Unterschied zum Wärmegewitter, dass sie mit der Front mitziehen, sich also verlagern – ein wichtiger Gesichtspunkt bei der Flugplanung.

Innerhalb der Gewitterwolken (Cumulonimbus, CB) ist mit Hagel, Vereisung, Blitzschlag, kräftigen Auf- und Abwinden und extrem starker Turbulenz zu rechnen. Aber auch am Rand eines Gewitters, viele Kilometer entfernt von der Gewitterwolke, und unterhalb der Wolkenbasis, treten starke Turbulenzen, Böen und heftige Niederschläge auf, die nicht weniger gefährlich sind, vor allem für kleinere Flugzeuge. Aus dem Cumulonimbus nach unten austretende Fallwinde (Downburst) stellen eine weitere Gefahr dar, da diese Abwinde eine solche Stärke erreichen können, dass das Flugzeug nach unten gedrückt wird.

Auf gar keinen Fall darf man versuchen, im Gewitter zu landen (und natürlich auch nicht zu starten). Nicht kalkulierbare Turbulenzen, Fallwinde und die sich ständig ändernde Windrichtung lassen keinen sicheren Anflug zu. Die Gefahr, die Kontrolle über das Flugzeug zu verlieren oder durch Fallwinde auf den Boden ge-

drückt zu werden, ist sehr groß. Warten Sie also ab, bis das Gewitter am Flugplatz vorbeigezogen ist oder sich aufgelöst hat.

Eine besonders gefährliche, zum Glück aber nur sehr selten auftretende Erscheinung im Zusammenhang mit Frontgewitter ist die Böenwalze (Squall Line). Sie kann sich vor einer labilen aktiven Kaltfront entwickeln und enthält stärkste Böen, die in extremen Fällen 60 kt und mehr betragen können. Die Böenwalze wird oftmals durch eine zerfetzt aussehende rotierende Wolke sichtbar.

Sind schon die Turbulenzen unterhalb der Gewitterwolken sehr gefährlich, kann sich die Situation durch heftige Regenschauer oder durch Hagel weiter verschärfen. Hierbei wird nicht nur die Sicht stark eingeschränkt. Außerdem kann Hagel dem Flugzeug schweren Schaden zufügen. Bei sehr starkem Regen kann Wasser in das Pitotrohr eindringen und die Fahrtmesseranzeige verfälschen.

Einen Hinweis auf die Stärke des Gewitters gibt die Anzahl der Blitze. Allgemein ist bekannt, dass Blitze das Flugzeug nicht ernstlich gefährden können und die Flugzeuginsassen vor Blitzschlag geschützt sind, da die Flugzeugzelle wie ein Faraday'scher Käfig wirkt. Dennoch können Blitze und Blitzeinschlag am Flugzeug den weiteren Flug erheblich beeinträchtigen.

Im Extremfall können Blitzeinschläge Materialabschmelzungen an den Einschlagstellen und somit Verformungen an der Außenhaut des Flugzeugs verursachen.

Nicht zu unterschätzen ist die psychologische Wirkung von Blitzen, insbesondere von Blitzeinschlag, auf Passagiere und Piloten. Angst, Schock, im schlimmsten Fall auch Panik können beim Piloten falsche und damit folgenschwere Reaktionen hervorrufen. Nahe Blitze blenden so stark, dass der Pilot vorübergehend nichts mehr sehen kann.

Gefahren lauern nicht nur innerhalb der Gewitterwolken, sondern auch außerhalb am Rand und unterhalb. Allerdings muss ein VFR-Pilot nicht von einem Gewitter überrascht werden. Wer die Wettermeldungen aufmerksam verfolgt, vor jedem Flug eine Wetterberatung einholt, die bei Gewitter herausgegebenen Wetterwarnungen ernst nimmt und während des



Foto: © naba.gov

Fluges aufpasst, kann Gewittergefahren vermeiden. Sichtbare Zeichen für Gewitter sind hochreichende Cumulonimbuswolken.

Auch wenn vielleicht die Flugsicht noch ausreichend und die Wolkenuntergrenze hoch genug ist, sollte man sich nicht dazu verleiten lassen, ein Gewitter zu unterfliegen. Plötzlich auftretender heftiger Niederschlag und starke Turbulenzen können besonders gefährlich werden.

Höchste Vorsicht ist bei Gewittern im Gebirge geboten. Sehr schnell kann es den Flugweg oder den Rückweg versperren – man sitzt in der Falle. Kann man einem Gewitter nicht mehr ausweichen, sollte man nicht zögern, auf dem nächsten Flugplatz zu landen oder eine Sicherheitslandung auf geeignetem Gelände durchzuführen.

HAGEL

Hagel (Hail) entsteht in den Gewitterwolken aus den in den Aufwindzonen in die Höhe transportierten unterkühlten Wassertröpfchen. Mit zunehmender Höhe gefrieren sie und wachsen weiter, bis das Gewicht des Eiskorns von dem Aufwind nicht mehr getragen werden kann. Das Korn fällt aus dem Aufwindbereich heraus und gelangt in tiefere Schichten, wobei die Oberfläche des Kornes anschmilzt. Das Korn gelangt wieder in eine Aufwindzone und wird in ihr erneut in die Höhe getragen. Dabei vergrößert sich sein Durchmesser durch weiteren Eisansatz. Dieser Vorgang wiederholt sich so lange, bis das Korn so schwer geworden ist, dass es von keinem

Aufwind mehr getragen werden kann und aus der Wolke herausfällt.

Meist schmelzen die Hagelkörner beim Fallen und treffen am Boden dann als großtropfiger Regen auf. Sind die Körner aber sehr groß, fallen sie als Graupel oder Hagel bis zur Erde. Man wird also Hagel in der Höhe (Flughöhe) öfter als am Boden antreffen.

Mit Hagelschauer muss man bei jedem Gewitter rechnen. Dabei ist der Hagel nicht nur unmittelbar unter den Gewitterwolken, sondern auch noch in einiger Entfernung anzutreffen. Die Größe eines Hagelkorns reicht vom Volumen eines Getreidekorns bis zu einem Korn von einigen Zentimetern Durchmesser. Deshalb kann das Flugzeug beim Durchflug durch einen Hagelschauer erheblich mechanisch beschädigt werden. Besonders gefährdet sind der Bug, die Cockpitscheiben, die Vorderkanten von Tragflügeln und Leitwerk sowie der Propeller.

Das Durchfliegen von Hagelschauern ist also auf jeden Fall zu vermeiden. Durch die örtliche Begrenzung lassen sie sich leicht umfliegen. Gerät man doch einmal in einen Hagelschauer, sollte man die Flugeschwindigkeit reduzieren, um die Wirkung des Hagelschlags zu verringern.

An durch Hagelschlag zerbeulten Tragflächen kann die Strömung so beeinflusst werden, dass sich die Überziehgeschwindigkeit erhöht. Der Anflug muss in diesem Fall, mit aller Vorsicht und erhöhter Anflugeschwindigkeit durchgeführt werden.



Foto: © Fotolia.com – PNPimages

TURBULENZEN

Luftströmungen in der Atmosphäre verlaufen nicht gleichmäßig (laminar), sondern sind verschiedenen Strömungen unterworfen, die zu Strömungsschwankungen und Wirbelbildungen führen. Diese Unruhen in der Atmosphäre bezeichnet man als Turbulenz (Turbulence) oder auch als Böigkeit. Turbulenzen können im Zusammenhang mit Fronten auftreten, aber auch durch Hindernisse oder thermische Konvektion entstehen. Auswirkungen auf das Fliegen reichen von unruhigem Flugverlauf und leichter Übelkeit bei den Flugzeuginsassen bis zum Verlust der Steuerbarkeit und dem Absturz des Flugzeuges bei schwerster Turbulenz.

In den Sommermonaten treten Turbulenzen bis in große Höhen durch thermische Konvektion (Hebung durch Wärme) auf. Durch starke Sonneneinstrahlung wird der Boden aufgeheizt und es bilden sich Warmluftblasen, die wegen geringerer Dichte aufsteigen. Bei starker Labilisierung der Luft und Bildung von Gewitterwolken kann es zu starken Turbulenzen kommen.

Die Stärke der thermischen Konvektion ist neben der labilen Luftschichtung von der Bodenbeschaffenheit abhängig. Trockene Erdoberflächen wie große Sandflächen, Ackerflächen, Felsen, Stadtgebiete oder ausgedehnte Betonflächen (z. B. Start- und Landebahnen) erwärmen sich sehr viel stärker als Gewässer und bewachsene Flächen wie z. B. feuchte Wiesen und Waldgebiete. Die Luft in Bodennähe erwärmt sich dadurch ungleichmäßig, und die Stärke der thermischen Konvektion variiert abhängig von der Bodenbeschaffenheit. Bei einem Flug über topographisch unterschiedliche Gebiete werden die Konvektion und damit auch die Turbulenz verschieden stark sein.

Reibung an unterschiedlichen Oberflächen, vor allem aber Strömungsumlenkung an Hindernissen wie Bäumen, Häusern, Bergen oder Tälern können die Luftströmung in Bodennähe stören und so zur Entstehung von Turbulenzen führen.

In hügeligem oder gebirgigem Gelände wird man immer mit mehr oder weniger starker Turbulenz rechnen müssen, da hier die Luftströmung stärker als über flachem Gelände gestört wird. In Kammhöhe und auf der Leeseite der Berge entstehen die intensivsten Turbulenzen. Bei einer Föhnlage kommt es auf der Leeseite zur Bildung von Rotoren bzw. Rotorwolken

und damit zu extrem starken Turbulenzen. Turbulente Luftströmungen beeinflussen die Fluglage und verursachen einen unruhigen Flug. Das Flugzeug wird wechselnd angeströmt. Dadurch entstehen Schwankungen im Auftrieb und im Widerstand. Es geht rauf und runter, harte Stöße und abrupte Richtungsänderungen treten auf. Vor allem deshalb wird es schwierig, die Höhe zu halten. Den Passagieren, vielleicht aber auch dem Piloten, kann übel werden. Schwere Turbulenzen (severe Turbulences) können das Flugzeug bis zum Bruch strukturell überbeanspruchen. Aufgrund der geringen Masse werden kleinere Flugzeuge sehr viel stärker von Turbulenzen beeinflusst als große. Piloten von einmotorigen Flugzeugen haben daher im Allgemeinen sehr viel mehr mit deren Auswirkungen zu tun als Piloten von Verkehrsflugzeugen.

Turbulenzen werden in die drei Stufen schwach (light), mäßig (moderate) und stark (severe) eingeteilt. Starke Turbulenzen werden folgendermaßen beschrieben: Turbulente Bedingung, bei der sich das Luftfahrzeug vorübergehend außer Kontrolle befinden kann. Die Fluggäste werden kräftig gegen die Gurte und wieder zurück in den Sitz geworfen, unbefestigte Gegenstände werden im Luftfahrzeug hin- und her geschleudert.

Im Gewitter bzw. in Gewitternähe und in den Rotoren an der Leeseite von Gebirgen können so starke Turbulenzen auftreten, dass eine Kontrolle des Flugzeuges unmöglich wird und Absturzgefahr besteht.

Beim Auftreten starker Turbulenzen muss die Fluggeschwindigkeit auf bzw. unter die im Flughandbuch angegebene Fluggeschwindigkeit V_A (Maneuvering Speed) reduziert werden. Dadurch wird die durch die Turbulenz entstehende Belastung für das Flugzeug (und auch für die Flugzeuginsassen) verringert. Es nützt nichts, jede Fluglageänderung sofort mit der Steuerung ausgleichen zu wollen.

Besser ist es, die Steuerung möglichst wenig zu benutzen und das Flugzeug auf den Böen „reiten“ zu lassen. Alle Flugzeuginsassen müssen sich fest angurten, da sonst Verletzungsgefahr besteht. Lose Gegenstände müssen verstaut oder befestigt werden. Nach Möglichkeit sollte man umkehren bzw. schnellstmöglich die Turbulenzzone verlassen. Sind starke Turbulenzen vorhergesagt, sollte man auf keinen Fall fliegen.

Während des Landeanflugs können starke Turbulenzen und Böen den Piloten in große Schwierigkeiten bringen. Das Flugzeug tanzt hin und her und der Pilot hat alle Hände (und Füße) voll zu tun, um die Fluglage stabil zu halten. In diesem Fall ist es zweckmäßig, mit erhöhter Anfluggeschwindigkeit und nicht vollgesetzten Landeklappen anzufiegen. Als Faustregel wählt man einen Geschwindigkeitszuschlag, der etwa 50 % der in Böen auftretenden Windgeschwindigkeitsdifferenz beträgt.

Die Hand des Piloten gehört bei einem Anflug mit starken Turbulenzen an den Gashebel, um sofort auf abrupte Höhenänderungen reagieren zu können. Sind selbst über der Landebahn noch Turbulenzen spürbar, sollte man das Flugzeug bald aufsetzen und auf ein langes Ausschweben verzichten.

WINDSCHERUNG

Unter Windscherung (Windshear) versteht man die plötzliche Änderung der Windgeschwindigkeit und/oder der Windrichtung. In geringer Flughöhe können Windscherungen ein Flugzeug in höchste Gefahr bringen, da es durch die plötzliche Änderung der Anströmgeschwindigkeit an Fahrt verlieren und in einen überzogenen Flugzustand geraten kann.

Windscherungen sind sehr tückisch, da sie nicht sichtbar sind und nicht immer genau vorhergesagt werden können. Zum Glück kommen extreme Windscherungen in unseren Breiten nur sehr selten vor. Windscherungen können durch Fallwinde unterhalb von Gewittern, an Fronten, starken Inversionen oder durch Umlenkung der Luftströmung an Bergen (z. B. Mountain Waves) hervorgerufen werden. Die Gefährdung ist umso größer, je schneller und je stärker die Änderung der Windrichtung und/oder der Windgeschwindigkeit erfolgt.

Im Allgemeinen hat Wind keinen Einfluss auf die Eigengeschwindigkeit (True Air Speed, TAS) des Flugzeuges. Wenn sich der Wind jedoch sehr schnell ändert, kann sich das Flugzeug aufgrund der Massenträgheit nicht so schnell der geänderten Windgeschwindigkeit anpassen. Erfährt das Flugzeug Rückenwind und dann plötzlich Gegenwind, wird das Flugzeug stärker angeströmt: Die Eigengeschwindigkeit und damit auch der Auftrieb nehmen zu – das Flugzeug steigt. Schlägt der Gegenwind in Rückenwind um, nehmen Eigenge-

schwindigkeit und Auftrieb ab – in Bodennähe eine gefährliche Situation.

Ein Flugzeug mit einer Eigengeschwindigkeit von z. B. 80 kt fliegt einen Flugplatz an. Es herrscht ein Gegenwind von 30 kt. Das Flugzeug fliegt also mit einer Geschwindigkeit über Grund (Ground Speed, GS) von 50 kt.

Durch eine Windscherung geht der Gegenwind von 30 kt plötzlich auf 0 kt zurück. Da sich das Flugzeug nicht so schnell der abrupten Windgeschwindigkeitsveränderung anpassen kann, behält es noch eine Weile die Geschwindigkeit über Grund von 50 kt bei und – da kein Gegenwind mehr weht – geht nun die Eigengeschwindigkeit auf 50 kt zurück.

Das Flugzeug verliert Auftrieb und sinkt, im schlimmsten Fall gerät es in einen überzogenen Flugzustand.

Windscherungen sind nicht einfach vorherzusagen. Der Pilot wird in den meisten Fällen davon überrascht und muss dann sehr schnell reagieren, d. h. durch Änderung der Motorleistung eine sichere Geschwindigkeit halten und mit dem Steuer die (schwierige) Fluglage kontrollieren. Die Gefahr einer Überreaktion mit abrupten Steuerausschlägen ist sehr groß.

Windscherungen können, vor allem im An- und Abflugbereich, zu einer tödlichen Gefahr werden und sind deshalb sehr ernst zu nehmen. Sind sie im Bereich des Zielflugplatzes vorhergesagt, ist es das Beste (und Sicherste), einen Ausweichflugplatz anzufiegen und zu warten, bis sich die Situation am Zielflugplatz gebessert hat. Auf keinen Fall darf man bei angekündigten Windscherungen starten.

Trifft man im Flug auf sie, sollte man die Luftaufsicht bzw. die Flugsicherung unverzüglich informieren, damit andere Piloten gewarnt werden können.

VEREISUNG

Wassertropfen in Wolken können sich weit unter 0°C abkühlen, ohne zu gefrieren. Werden diese unterkühlten Wassertropfen erschüttert, wie es beim Durchflug eines Flugzeuges durch eine Wolke der Fall sein kann, dann gehen sie schlagartig in den Eiszustand über und frieren an der Flugzeugoberfläche fest. Das Flugzeug vereist.

Die Vereisungsgefahr hängt vor allem vom Flüssigwassergehalt der Wolken, der Temperatur des unterkühlten Wassers und natürlich von der Aufenthaltsdauer unter Vereisungsbedingungen ab.

Am häufigsten tritt Vereisung beim Flug durch Wolken, also unter IFR-Bedingungen, auf. Es sind aber Umstände möglich bei denen die Flugzeugzelle auch außerhalb von Wolken vereisen kann. Fällt aus einer aufgleitenden Warmfront Regen in darunterliegende Kaltluft, deren Temperatur weniger als 0°C beträgt, dann werden die ausfallenden Regentropfen unterkühlt. Beim Auftreffen auf das Flugzeug bildet sich sofort Klareis.

Eisansatz beginnt in der Regel an den Stirnflächen des Flugzeuges: an der Bugspitze, an den Nasenradien der aerodynamischen Profile, an den Vorderkanten von Streben und Antennen. Gerade diese Bereiche haben eine große Bedeutung für die Umströmung des gesamten Körpers. Es tritt eine starke Widerstandszunahme auf.

Die Widerstands- und Auftriebsänderung von Tragflügel- und Leitwerksprofilen hängt natürlich stark von der Form des Eisaufbaues am Nasenradius ab. Versuche haben gezeigt, dass Eisansatz an einem Tragflügelprofil eines kleinen Flugzeuges den Widerstand auf einen bis zu fünffachen Wert gegenüber dem eisfreien Profil anwachsen lässt. Außerdem bricht bei den durch Eisansatz beeinträchtigten Tragflügel- und Leitwerkprofilen der Auftrieb infolge der Strömungsablösung bei schon geringer Anstellwinkeländerung abrupt ab.

Als Folge der aerodynamischen Veränderungen an den Tragflügelprofilen ergibt sich eine Erhöhung der Mindestfluggeschwindigkeit bzw. Überziehgeschwindigkeit (Stalling Speed) und – wegen der nur begrenzt zur Verfügung stehenden Motorleistung – eine Verringerung der größten fliegbaren Horizontalgeschwindigkeit. Der Fluggeschwindigkeitsbereich wird also stark eingengt. Es kann sogar dazu kommen, dass die beiden Geschwindigkeitsgrenzen ineinanderlaufen und ein sicherer Flug nur durch Höhengabe möglich ist.

Nicht zu unterschätzen ist eine mögliche Gewichtszunahme durch fortwährenden Eisansatz, damit einhergehend eine Veränderung der Schwerpunktlage sowie ggf. Vibrationserscheinungen durch asymmetrischen Eisansatz an Propellerblättern oder auch Rudern. Außerdem können Ruder durch Eisansatz blockieren. Ganz

abgesehen davon, dass die Frontscheibe zufriert und zu einem Sichtverlust nach vorne führt.

Vereisung muss daher unbedingt vermieden werden, insbesondere wenn das Flugzeug über keinen entsprechenden Vereisungsschutz verfügt.

Am wirksamsten vermeidet man die Vereisungsgefahr, wenn man überhaupt nicht in Gebiete einfliegt, in denen mit Vereisungsgefahr gerechnet werden muss. Dazu ist es notwendig, dass man vor jedem Flug, der in Flughöhen oberhalb der 0°C-Grenze durchgeführt werden soll, ein ausführliches MET-Briefing durchführt. Hinweise auf Vereisung bzw. Vereisungsgebiete und auf den möglichen Schweregrad der Vereisung müssen ernst genommen werden. Die Flugroute muss auf jeden Fall so geplant werden, dass in vorhergesagte Vereisungsgebiete nicht eingeflogen wird. Unter Umständen muss der Flug verschoben werden.

Sollte trotz aller Vorsicht das Flugzeug unerwartet vereisen, befindet man sich in einer Notlage und sollte nicht zögern, wenn erforderlich, sofort über Funk den Luftnotfall zu erklären. Wenn nicht bereits geschehen, schaltet man, soweit möglich und vorhanden, die Flugzeugheizungen ein (Staurohrheizung, Vergaservorwärmung, Überziehwarnung usw.).

Soweit möglich sollte man sofort wärmere Luftmassen aufsuchen. Ein Abstieg in geringere Höhen ist meistens, aber nicht immer richtig und ausreichend. Eine sofortige Umkehr verhindert fast immer weitere Vereisung. Dabei muss man auf ausreichende Geschwindigkeit achten.

Auch wenn eine Vereisungslage glücklich durchstanden wurde, muss man damit rechnen, dass die Steuerung durch Eisansatz im Bewegungsbereich eingeschränkt sein kann. Zur Landung benötigt man unter Umständen den vollen Ruderausschlag. Deshalb sollte man sich vor Beginn der Landung von der vollen Ausschlagfähigkeit sämtlicher Ruder überzeugen. Notfalls muss man mit maßvollem Kraftaufwand die Ruder „losbrechen“.

Der Landeanflug mit einem vereisten Flugzeug sollte hoch und schnell erfolgen. Deshalb sollte man nach Möglichkeit zur Landung einen Flugplatz mit ausreichend langer Piste auswählen. Besonders bei einem vereisten Flugzeug gilt: Fahrt ist das halbe Leben!

ZUSAMMENFASSUNG

Nebel

- Fliegen im Nebel kann tödlich sein. Deshalb: Bei Nebel oder bei Gefahr von Nebelbildung nicht fliegen.
- Nebel kann plötzlich auftreten und innerhalb kurzer Zeit den Zielflugplatz sowie benachbarte Flugplätze nicht mehr anfliegbar machen.
- Die Tendenz zur Nebelbildung erkennt man an der Taupunktdifferenz (Spread), der Differenz zwischen der aktuellen Temperatur und dem Taupunkt (Dew Point). Je geringer die Taupunktdifferenz, umso größer ist die Gefahr, dass sich Nebel bildet.
- Besondere Vorsicht ist bei Flugplätzen an der Küste geboten. Hier kann es unter bestimmten Voraussetzungen selbst im Sommer zu plötzlichen Nebeleinbruch kommen.

Gewitter

- Gewitter ist eine der gefährlichsten Wettererscheinungen für die Luftfahrt. Wenn immer möglich, muss einem Gewitter weiträumig ausgewichen werden.
- Ist schon vor Beginn des Fluges ein Gewitter vorhergesagt, sollten bereits mögliche Umwege eingeplant, Ausweichflugplätze vorgesehen und eine zusätzliche Kraftstoffreserve berücksichtigt werden.
- Bei herannahendem oder in der Nähe befindlichen Gewitter nach Möglichkeit weder landen noch starten. Die auftretenden plötzlichen Windböen und Turbulenzen können ein Flugzeug sehr schnell in eine unkontrollierbare Lage bringen.
- Hagel und Turbulenzen können auch im wolkenfreien Raum unmittelbar um das Gewitter herum sehr gefährlich werden.

Hagel

- Hagel tritt nur bei Gewitter auf. Durchflug durch Hagel muss unbedingt vermieden werden.

Turbulenzen

- Die Gefahren durch Turbulenzen sollte man nicht unterschätzen.
- Bei Turbulenzen die Fluggeschwindigkeit auf Manövergeschwindigkeit reduzieren.
- Flugzeuginsassen fest angurten, lose Gegenstände sichern.
- Anflug mit erhöhter Anfluggeschwindigkeit durchführen.

Windscherung

- Windscherungen sind plötzliche Änderungen der Windgeschwindigkeit und/oder der Windrichtung.
- Fliegt ein Flugzeug durch eine Windscherung, so ändert sich abrupt die Anströmgeschwindigkeit. Im schlimmsten Fall kann das Flugzeug dadurch rasch an Höhe verlieren und in den überzogenen Flugzustand geraten.
- Bei Gefahr von Windscherung nicht starten und landen.

Vereisung

- Vereisung bei einem Flugzeug ohne Vereisungsschutz muss unbedingt vermieden werden!
- Wenn möglich sollte man das Gebiet mit Vereisungsgefahr sofort verlassen (ggf. umkehren) und wärmere Luftschichten aufsuchen.
- Staurohrheizung, Vergaservorwärmung und Windschutzscheibenentfrosteranlage einschalten.
- Besonders auf die Fluggeschwindigkeit achten.

Autor:

Jürgen Mies

Quellen:

„Gewitter und Flugbetrieb“; Flugsicherheitsmitteilung, fsm 3/79, Luftfahrtbundesamt, Braunschweig, Oktober 1979

„Vereisung“; Flugsicherheitsmitteilung, fsm 2/81, Luftfahrtbundesamt, Braunschweig, Oktober 1981

„Gefahrenhandbuch für Piloten“; Jürgen Mies, Motorbuch Verlag, Stuttgart, 2006

Haftungsausschluss:

Die Informationen und Daten in diesem AOPA Safety Letter sind vom Autor und der AOPA-Germany sorgfältig erwogen und geprüft. Dennoch kann eine Garantie für Richtigkeit und Vollständigkeit nicht übernommen werden. Eine Haftung des Autors bzw. von AOPA-Germany und seiner Beauftragten für Personen-, Sach- und Vermögensschäden ist ausgeschlossen.

HERAUSGEBER

AOPA-Germany e.V.
Flugplatz, Haus 10
63329 Egelsbach

www.aopa.de