



# **MOTORPROBLEME**

Nr. 58, Dezember 2021

Das Triebwerk von Kleinflugzeugen der Allgemeinen Luftfahrt ist meist ein Kolbenmotor, wie wir ihn vom Auto her kennen. Allerdings dient der Flugzeugmotor hier dem Antrieb des Propellers, der letztlich den erforderlichen Vortrieb zum Fliegen erzeugt.

Wie beim Auto so kommen auch beim Flugzeug Motorprobleme zum Glück nur selten vor. Allerdings, wenn es während des Flugs Motorprobleme gibt, so ist sofortiges Handeln erforderlich.

Was zu tun ist, ist im Flughandbuch des jeweiligen Flugzeugs unter der Rubrik "Notverfahren" detailliert beschrieben, meist zusätzlich mit einer Checklist, welche die einzelnen zu befolgenden Schritte im Notfall auflistet. Diese "Notfall-Checklist" sollte man sich immer mal wieder anschauen und einprägen. Denn wenn es zu einem Motorproblem oder gar zu einem Motorausfall kommt, muss man wissen, was zu tun ist.

## PROBLEME BEIM ANLASSEN DES MOTORS

Damit ein Motor (und damit der Propeller) überhaupt erst einmal zum Laufen kommt, muss er mit Hilfe eines Anlassers gestartet werden. Der Anlasser ist ein kleiner Elektromotor, der von der Bordbatterie gespeist und über ein ausrückbares Ritzel (Zahnrad) mit der Schwungscheibe und damit mit der Kurbelwelle verbunden wird. Über die Pleuelstangen bewegen sich nun die Kolben in den Zylindern und saugen das Kraftstoff/Luft-Gemisch an. Gleichzeitig drehen sich die über Zahnräder mit der Kurbelwelle verbundenen Zündmagneten und erzeugen so die erforderlichen Zündfunken. Läuft der Motor, wird der Anlasser ausgeschaltet und die Zahnräder des Anlassers trennen sich von der Kurbelwelle.

Damit bei Benzinmotoren der Kraftstoff zündet, muss er vorher mit Luft gemischt werden, und zwar in einem ziemlich genau einzuhaltenden Verhältnis von 1:15 Masseanteilen. Nur wenn dieses Verhältnis stimmt, wird das Gemisch brennen, zu wenig (armes Gemisch) aber auch zu viel Kraftstoff (reiches Gemisch) verhindert, dass das Kraftstoff/Luft-Gemisch seine Kraft entfalten kann und der Motor anspringt.

Grundsätzlich gilt, dass der Motor gemäß dem im Flughandbuch unter dem Kapitel "Normale Betriebs-

verfahren" beschriebenen Anlassverfahren angelassen werden muss. Springt der Motor nicht an, so macht es keinen Sinn, den Anlasser immer und immer wieder zu betätigen. Das belastet die Batterie und den Anlasser selbst; der Anlasser ist für nur kurze und kraftvolle Einsätze dimensioniert. In einigen Flughandbüchern wird empfohlen, den Anlasser nur etwa 20 Sekunden zu betätigen und weitere 20 Sekunden zu warten, bis erneut ein weiterer Anlassvorgang gestartet wird.

Bei tiefen Temperaturen kann man mit einer Voreinspritzung von Kraftstoff das Starten des Motors erleichtern. Hierbei wird der Kraftstoff manuell in den Ansaugbereich gepumpt, weil der Unterdruck im Vergaser dazu noch nicht ausreicht. Wenn das nicht sofort klappt und der Motor nicht anspringen will, steht man vor der großen Frage: Hat er zu viel oder zu wenig Kraftstoff oder Luft? Ist man z.B. aufgrund starken Kraftstoffgeruchs sicher, zu viel Kraftstoff eingespritzt zu haben, bleibt nur folgendes Verfahren:

- Gemischregler arm, Gashebel Vollgas
- Anlasser starten, bis der Motor anspringt
- Gashebel Leerlauf
- Gemischregler reich

Ist das richtige Gemisch nun im Zylinder und verdichtet, muss es gezündet werden. Das besorgen bekanntermaßen die Zündkerzen, von denen in Flugmotoren immer zwei pro Zylinder verbaut sind. Zündkerzen können allerdings auch nur dann richtig funktionieren, wenn sie in ordnungsgemäßem Zustand sind. Sind sie nass oder verrußt, kann der Funke nicht überspringen.

Will ein Motor einfach nicht anspringen, so bleibt nichts anderes übrig, als den Mechaniker zu bitten, sich des Problems anzunehmen. Er wird vermutlich sehr schnell zum Kerzenschlüssel greifen, um den Zustand der Kerzen zu prüfen.

Jeder weiß es: Bei großer Kälte ist es schwieriger, die großvolumigen Flugmotoren in Gang zu setzen. Das liegt hauptsächlich an zwei Gründen. Bei Kälte ist das Öl im Motor sehr zäh und der Anlasser hat Mühe, die zum Starten minimale Drehzahl zu erzeugen. Weiterhin ist auch die Batterie bei Kälte deutlich weniger leistungsfähig. Beide Gründe verstärken sich gegenseitig und so kann es in wirklich kalten Gegenden passieren, dass ein Anlassvorgang nur nach Vorwärmung des Motors (und der Batterie) gelingt.

Am einfachsten anzulassen sind Motoren, die eine Einspritzanlage und eine elektronische Steuerung (Full Authority Digital Engine Control/FADEC) haben. Dort wird zu jedem Zustand die richtige Menge Kraftstoff ermittelt und der Anlassvorgang entspricht dem in einem modernen Auto.

# PROBLEME MIT DEN ZÜNDMAGNETEN

Wie bereits erwähnt ist bei Benzinmotoren der Zündfunke essentiell für ein einwandfreies Funktionieren. Anders als bei Automotoren verlässt man sich bei Flugmotoren nicht auf das elektrische Bordsystem, um diesen wichtigen Funken zu erzeugen. Aus Sicherheitsgründen wird bei Flugmotoren eine vom Rest des elektrischen Systems völlig getrennte Zündanlage eingesetzt, die die nötige Spannung selbst produziert. Doppelt ausgelegt, erreicht man eine hohe Ausfallsicherheit.

Die sogenannten Zündmagnete sind eigentlich kleine Generatoren, bei denen ein Permanentmagnet für die Induktion der Spannung sorgt. Daher der Name ,Magnet'. Der Aufbau ist recht einfach; außer einem Kondensator und einem Unterbrecherkontakt ist die Anzahl der Bauteile überschaubar. Angetrieben wird der Zündmagnet meist über das Schwungrad, das direkt mit der Kurbelwelle verbunden ist. Die Zündmagneten sind also mechanische Bauteile, die einem Verschleiß unterliegen. Meist müssen sie alle 500 Flugstunden überholt werden. Trotz einer hohen Zuverlässigkeit ist es allerdings nicht ausgeschlossen, dass Fehler auch vor Ablauf des Überholungsintervalls auftreten. Wenn z. B. der Kondensator defekt ist, wird der Unterbrecherkontakt durch unkontrollierten Funkenschlag sehr schnell verschleißen, wodurch er seine wichtige Aufgabe, nämlich die zeitgenaue Auslösung des Zündfunkens, nicht mehr erfüllen kann.

Um mögliche Fehler der Magneten feststellen zu können, wird vor dem Start gemäß Checklist bekanntermaßen der Magnetcheck durchgeführt. Um die einwandfreie Funktion der beiden Zündsysteme zu überprüfen, schaltet man abwechselnd eines der Systeme ab, was zu einem leichten Drehzahlabfall führt. Tritt beim Abschalten eines Systems ein rauer Motorlauf auf oder bleibt der Motor sogar stehen, ist das System defekt und der beabsichtigte Flug muss zunächst aufgeschoben werden.

Bei einem rauen Motorlauf muss allerdings noch nicht der totale Ausfall der Zündanlage vermutet werden. Auf dem Weg vom Magneten zum Zylinder befindet sich noch das Zündkabel und die Zündkerze; beide können u. U. defekt sein. Auch eine verölte oder verrußte Zündkerze kann dazu führen, dass der Magnetcheck nicht zur Zufriedenheit des Piloten ausfällt. Hier kann allerdings ein kleiner Trick helfen, die unerwünschten Ablagerungen an der Zündkerze zu beseitigen. Bei etwas erhöhter Leistung zieht man langsam den Gemischhebel, bis der Motor unruhig zu laufen beginnt. Durch Abmagerung des Gemischs erhöht sich die Verbrennungstemperatur und die Rückstände brennen im Idealfall ab. Gelingt das nicht, sollte eine Inspektion der Zündanlage durchgeführt werden, bevor der nächste Flug angetreten wird.

Ein Ausfall eines Zündsystems während eines Flugs ist zwar selten, aber nicht ausgeschlossen. Zum Glück gibt es immer zwei Systeme, so dass man nicht in Panik geraten muss. In diesem Fall ist die baldige Landung auf einem passenden Flugplatz angezeigt.

## **VERGASERVEREISUNG**

Vergaservereisung kann grundsätzlich in jeder Phase des Flugs auftreten, und das vor allem bei Temperaturen über 0°C. Deshalb ist es so wichtig, vor jedem Start im Rahmen des Motorchecks auch die Funktionsweise der Vergaservorwärmung (Carburetor Heat) zu überprüfen.

Bei einem Vergasermotor wird die Luft durch eine Verengung im Vergaser geführt und dadurch beschleunigt, was zu einer Verringerung des Luftdrucks in dem verengten Bereich führt. Durch diesen Unterdruck wird Kraftstoff in den Luftstrom angesaugt. Der Kraftstoff verdampft und es bildet sich ein Kraftstoff/Luft-Gemisch, das den Zylindern des Motors zugeführt wird.

Die Verringerung des Luftdrucks sowie die Verdunstung des Kraftstoffs im Vergaser entzieht der Umgebung Wärme und es kommt dadurch zu einer Absenkung der Temperatur. Diese Temperaturabsenkung im Vergaser kann durchaus 10 °C bis 20 °C betragen.

Sinkt die Temperatur, kann die Luft weniger Wasser aufnehmen. Das kann dazu führen, dass das in der Luft gebundene Wasser in Form von Nebel ausfällt. Das ist solange unproblematisch, solange die Temperatur im Vergaser über 0°C bleibt. Bei niedrigeren Temperaturen setzt sich die Feuchtigkeit in Form von Eis an den Innenwänden des Vergasers ab. Der Vergaser vereist, obwohl die Außentemperatur weit über 0°C liegt.

Als Folge der Eisbildung verringert sich der Querschnitt im Vergaser, insbesondere im Bereich der Drosselklappe und im nachfolgenden Krümmer. Dadurch wird zunächst das Kraftstoff/Luft-Gemisch fetter (mehr Kraftstoffanteil) und die Motorleistung nimmt ab. Hält die Vereisung an, kann sich immer mehr Eis aufbauen und im schlimmsten Fall zum Motorausfall führen.

Um diese Störung zu vermeiden, sind alle Vergasermotoren von Flugzeugen mit einer Vergaservorwärmung ausgerüstet. Wird die Vergaservorwärmung vom
Piloten eingeschaltet (gezogen), wird die angesaugte
Luft über einen mit dem Auspuffrohr verbundenen
Wärmetauscher geführt und dann zum Vergaser geleitet. Die nun erwärmte Luft lässt das im Vergaser
entstandene Eis schmelzen und verhindert, solange
die Vorwärmung eingeschaltet bleibt, neuen Eisansatz.

Vergaservereisung in der Anfangsphase macht sich durch rauen Motorlauf und bei einem Motor mit Fest-propeller durch Abnahme der Motordrehzahl bemerkbar. Bei einem Motor mit Verstellpropeller zeigt sie sich durch Abnahme des Ladedrucks. Vermutet man Vergaservereisung, sollte die Vergaservorwärmung eingeschaltet werden. Steigt die Drehzahl bzw. der Ladedruck wieder an, war der Vergaser tatsächlich vereist.

Vergaservereisung kann bei Wetterlagen mit hoher relativer Luftfeuchtigkeit und bei Temperaturen bis zu etwa +20°C entstehen. Einen Hinweis auf den Grad der Luftfeuchtigkeit gibt die Differenz zwischen Lufttemperatur und Taupunkt (Dew Point), der so genannte "Spread" Je geringer der Spread, desto höher die relative Luftfeuchtigkeit. In starkem Dunst, bei Nebelbildung, in der Nähe von Wolken (oder in den Wolken bei einem IFR-Flug) und bei Regen muss man mit Vergaservereisung rechnen.

Da wärmere Luft sehr viel mehr Feuchtigkeit als kalte Luft enthalten kann, wird die Gefahr von Vergaservereisung mit abnehmender Temperatur immer geringer. Unter -5 °C bindet die Luft nur noch wenig Wasser, und es kommt kaum zu Vergaservereisung. Die Wahrscheinlichkeit von Vergaservereisung ist in unseren Breiten also im Sommerhalbjahr größer als im Winterhalbjahr.

Beim ersten Anzeichen von Vergaservereisung muss die Vergaservorwärmung sofort gezogen werden; und sie bleibt gezogen, bis die Vereisungsgefahr vorbei ist.

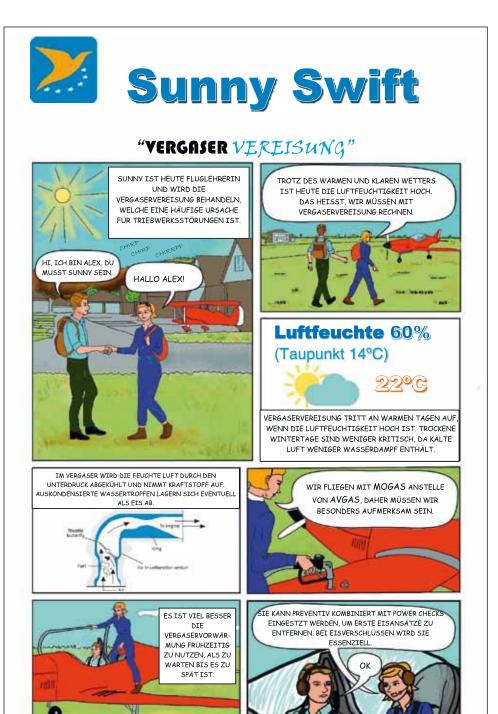
Die Ansaugluft, welche die Vorwärmanlage passiert, hat eine höhere Temperatur und damit eine geringere Dichte als die normale Ansaugluft. Bei gleichem Ansaugvolumen steht dem Motor also eine geringere Luftmasse zur Leistungserzeugung zur Verfügung. Bei Betätigung der Vergaservorwärmung wird daher die Drehzahl bzw. der Ladedruck und damit die Motorleistung etwas abnehmen.

Wie bereits erwähnt, ist für die Entstehung der Vergaservereisung u.a. die relativ große Druckabsenkung im Vergaser verantwortlich. Die größte Druckabsenkung tritt bei geringer Leistung des Motors auf. Der Motor zieht Luft, die aber durch die geschlossene Drosselklappe begrenzt ist, was zu einem größeren Unterdruck als bei Normal- oder Maximalleistung führt. Das ist der Grund, warum die Vergaservorwärmung grundsätzlich

während des Sink- und Anflugs gezogen sein sollte. Eine Vereisung bemerkt man bei verringerter Leistung zunächst nicht, wenn allerdings ein Durchstartvorgang notwendig wird, steht die maximale Leistung möglicherweise nicht mehr zur Verfügung.

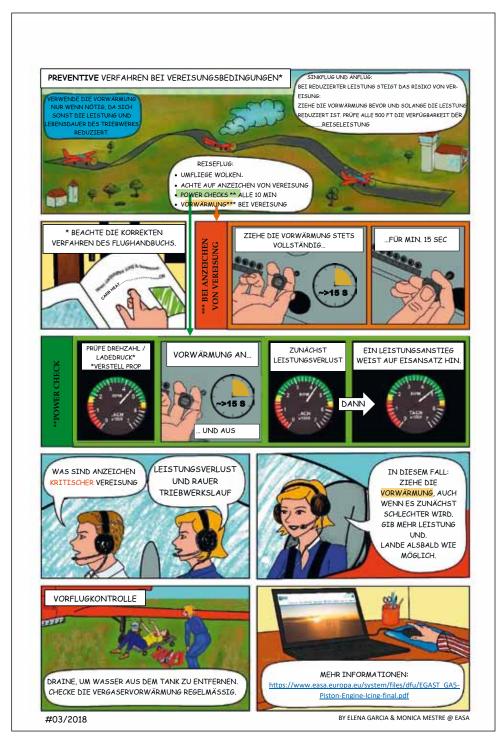
#03/2018

Bei Reiseleistung ist die Gefahr einer Vergaservereisung geringer als bei Sinkflug- oder Anflugleistung, dennoch kann es bei besonders feuchter Luft auch im Reiseflug passieren. Hat man den Verdacht, dass Luftfeuchte und Temperatur auch bei Reiseleistung zu einer Vergaservereisung führen könnte, spricht nichts dagegen, die



Vergaservorwärmung auch dauerhaft eingeschaltet zu lassen. Die damit verbundene Leistungsreduzierung ist im Reiseflug meist verkraftbar.

Übrigens, wenn die Vergaservorwärmung gezogen ist, geht die Außenluft über den Wärmeaustauscher unter Umgehung des Luftfilters unmittelbar zum Vergaser; d. h. die Luft gelangt ungefiltert in den Motor. Deshalb sollte man beim Rollen am Boden die Vergaservorwämung nicht betätigen, damit nicht ungewünschte Partikel in den Motor gelangen und dort zu einem höheren Verschleiß führen.



des Motors muss sich der Öldruck sofort aufbauen und die Öldruckanzeige in den grünen Bereich gehen. Ist das nicht der Fall, muss der Motor sofort wieder abgestellt werden. Nur so kann verhindert werden, dass es zu einem größeren Motorschaden kommt. Auf keinen Fall sollte der Motor noch einmal gestartet werden. Am besten holt man einen Flugzeugmechaniker zu Hilfe oder zieht das Flugzeug in eine (hoffentlich am Flugplatz gelegene) Werft.

Geht während des Flugs die Öldruckanzeige auf Null zurück und steigt gleichzeitig die Öltemperatur (und auch die Zylinderkopftemperatur) an, ist das Grund genug, einen bevorstehenden Motorausfall zu vermuten. Vielleicht ist die Öldruckpumpe defekt, der Ölfilter verstopft oder der Ölstand zu gering. Vom Cockpit aus ist das nicht festzustellen. Man muss damit rechnen, dass der Motor ohne Öldruck nur noch wenige Minuten läuft.

Unter Umständen blockiert der Motor ruckartig, und es besteht die Gefahr, dass er dabei aus der Verankerung

gerissen wird. Man sollte also so weit wie möglich die Leistung reduzieren und sofort eine Sicherheitslandung auf dem nächstgelegenen geeigneten Gelände durchführen.

Zeigt die Öldruckanzeige einen zu niedrigen Druck, die Öltemperaturanzeige aber eine normale Temperatur, deutet das auf eine Störung des Öldruckmessers oder des Öldruckventils hin. Dennoch sollte man die Öldrucktemperaturanzeige weiterhin sorgfältig beobachten, auf dem nächsten Flugplatz landen und die Ursache der Störung untersuchen lassen.

## ÖLDRUCKABFALL

Ohne ausreichende Ölschmierung läuft kein Automotor und auch kein Flugzeugmotor. Nicht umsonst prüft der Pilot daher vor jedem Flug den Ölstand und füllt ggf. Öl nach. Ein ölverschmutzter Motor oder sichtbar aus dem Motor tropfendes Öl sind durchaus Gründe, den Flug nicht anzutreten.

Im Cockpit geben zwei Instrumente Auskunft über den Zustand des-Öl-Schmiersystems: Die Öldruck- und die Öltemperaturanzeige. Unmittelbar nach dem Anlassen

## ARBEITSWEISE EINES KOLBENMOTORS

Die Arbeitsweise eines Kolbenmotors, wie er heute noch in den meisten Flugzeugen der Allgemeinen Luftfahrt standardmäßig Verwendung findet, basiert auf der Verbrennung eines Gemischs aus Kraftstoff und Luft in einem Zylinder. Das Kraftstoff/Luft-Gemisch wird dabei entweder in einem dem Zylinder vorgeschalteten Vergaser gebildet, oder durch Einspritzung von Kraftstoff in das Luftansaugrohr erzeugt. Je nach der Bildung des Kraftstoff/Luft-Gemischs spricht man von einem Vergasermotor oder einem Einspritzmotor.

Das Kraftstoff/Luft-Gemisch im Zylinder wird verdichtet und durch in dem Zylinder eingelassene Zündkerzen zur explosionsartigen Verbrennung gebracht. Dabei dehnt sich das Gas aus und drückt einen im Zylinder geführten Kolben nach unten. Über eine am Kolben beweglich angebrachte Pleuelstange wird die Abwärtsbewegung auf die Kurbelwelle übertragen und diese dadurch in Drehung versetzt. Die Kurbelwelle schließlich ist unmittelbar mit dem Propeller verbunden und treibt diesen an.

Die Vorgänge in einem Zylinder lassen sich in vier Schritte, sogenannte Takte, unterteilen (Viertakt-Kolbenmotor).

## 1. Takt (Ansaugtakt)

Der Kolben im Zylinder bewegt sich nach unten. Gleichzeitig wird ein Einlassventil am Zylinderkopf geöffnet. Durch den nach unten gehenden Kolben wird ein Unterdruck erzeugt und durch das geöffnete Einlassventil wird das Kraftstoff/Luft-Gemisch über den Vergaser in den über den Kolben befindlichen Zylinderraum gesogen. Hat der Kolben die unterste Stellung erreicht, schließt sich das Einlassventil.

## 2. Takt (Verdichtungstakt)

Der Kolben bewegt sich wieder nach oben und drückt, da nun Einlass- und Auslassventil geschlossen sind, das Gasgemisch extrem stark zusammen (Kompression).

## 3. Takt (Arbeitstakt)

Kurz vor Erreichen der oberen Stellung des Kolbens wird das Gemisch durch einen Funken der Zündkerze gezündet. Das Gemisch verbrennt explosionsartig, dehnt sich aus, drückt den Kolben nach unten und treibt über die am Kolben beweglich angebrachte Pleuelstange die Kurbelwelle an.

## 4. Takt (Ausstoß- bzw. Auspufftakt)

Durch die sich drehende Kurbelwelle wird der Kolben über die Pleuelstange wieder nach oben bewegt. Das Auslassventil öffnet sich, das verbrannte Gemisch wird aus dem Zylinder gestoßen und verlässt über den Auspuff den Motor.

Hat der Kolben die oberste Stellung erreicht, schließt das Auslassventil. Der Kolben bewegt sich wieder nach unten und saugt über das nun wieder geöffnete Einlassventil neues Kraftstoff/Luft-Gemisch ein. Es beginnt ein neuer Zyklus von vier Takten.

Flugzeugmotoren wie auch Automotoren verfügen über mehrere Zylinder, meist vier oder sechs. Jeder Zylinder arbeitet in einem anderen Takt, aber so aufeinander abgestimmt, dass die Kurbelwelle kontinuierlich durch einen Arbeitstakt angetrieben wird.

## **MOTORAUSFALL**

Flugzeugmotoren fallen zum Glück nur selten aus. Die meisten Motorausfälle sind auf Kraftstoffmangel, falsche Bedienung des Tankwahlschalters oder auf Vergaservereisung zurückzuführen.

Wer vor jedem Flug eine gründliche Vorflugkontrolle durchführt, die Checks vor dem Start anhand der im Flughandbuch angegebenen Punkte abarbeitet, immer auf eine ausreichende Kraftstoffmenge achtet und während des Flugs in regelmäßigen Abständen die Motorüberwachungsinstrumente und Tankanzeigen kontrolliert, hat sehr gute Chancen, nie mit einem Motorausfall konfrontiert zu werden.

Nur selten bleibt der Motor plötzlich stehen. Meist kündigt sich der Motorausfall schon lange vorher an. Rauer Motor-

lauf, Motorstottern, ungewohnte Geräusche des Motors, plötzlich auftretende Vibrationen, starker Leistungsabfall, eine zu hohe Öl- oder Zylinderkopftemperatur, Abfall des Kraftstoffdruckes – all das kann auf einen sich anbahnenden Motorausfall hinweisen. Kann man die Ursache der Störung nicht finden bzw. die Störung nicht beheben, sollte man den Flug möglichst bald beenden und nicht warten, bis der Motor stehenbleibt.

Vielleicht muss man sich sogar zu einer Sicherheitslandung weit weg vom nächsten Flugplatz entschließen. Aber besser ist eine Landung mit (noch) laufendem Motor und mit der Möglichkeit, das Landegebiet auswählen zu können, als eine durch Motorausfall erzwungene Landung irgendwo im Gelände.

Fällt der Motor während des Flugs plötzlich aus, wird man bestimmt versuchen, ihn wieder anzulassen und – wenn

es die Zeit erlaubt – nach der Ursache für den Ausfall suchen. Viele Möglichkeiten hat man allerdings nicht, vom Cockpit aus, die Ursache zu finden. Ein technischer Defekt, selbst wenn man ihn entdeckt hat, wird man kaum beheben können. Bei Vergaservereisung als Ursache hilft auch das Ziehen der Vergaservorwärmung nicht mehr. Dafür ist es dann zu spät.

Meist fällt ein Motor aus, weil der Kraftstoffdurchfluss unterbrochen ist. Der erste Blick des Piloten gilt daher der Tankanzeige und der Tankschaltung: Auf vollen Tank schalten, Gemischhebel auf "reich" stellen und (falls das Flugzeug damit ausgerüstet ist) die elektrische Kraftstoffpumpe einschalten. Ist der Motor wegen kurzzeitigem Kraftstoffmangels stehengeblieben, wird er nach einigen Sekunden wieder anspringen – entweder von allein durch den sich im Fahrtwind drehenden Propeller oder durch Betätigung des Anlassers.

Stellt man nun die elektrische Kraftstoffpumpe wieder ab und beobachtet gleichzeitig einen Abfall des Kraftstoffdrucks, liegt die Ursache sehr wahrscheinlich in einem Defekt der mechanischen Kraftstoffpumpe. In diesem Fall muss die elektrische Kraftstoffpumpe während des weiteren Fluges eingeschaltet bleiben. Aus Sicherheitsgründen sollte man aber möglichst bald landen.

Springt der Motor nicht wieder an, hat es keinen Zweck, noch länger zu experimentieren. Man muss sich mit dem Ausfall abfinden und die Notlandung vorbereiten, je eher desto besser.

Die Suche nach dem Grund für den Triebwerksausfall und der Versuch, den Motor wieder anzulassen, brauchen Zeit. Das Flugzeug wird in dieser Zeit an Höhe verlieren, und der Spielraum für eine kontrollierte Notlandung wird immer mehr eingeengt. Was immer man auch macht, um den Motorausfall zu beheben: Die Führung des Flugzeugs und die Einhaltung einer sicheren Fluggeschwindigkeit dürfen nicht vernachlässigt werden.

Bei einem Motorausfall in geringer Höhe, z.B. kurz nach dem Start, bleibt kaum Zeit, die Störung zu beseitigen und das Triebwerk wieder anzulassen. Selbst wenn man die Ursache, z.B. eine falsche Tankschaltung, sofort entdeckt und den Motor zum Laufen bringt, ist die Gefahr doch sehr groß, dass das Flugzeug inzwischen so viel Höhe verloren hat und es deswegen zu einer unkontrollierten Bodenberührung kommt. Es ist zwecklos, einen Motorausfall unmittelbar nach dem Start beseitigen zu wollen – die Zeit ist zu knapp. Viel wichtiger ist es, sich

auf die Kontrolle des Flugzeugs und auf die Notlandung zu konzentrieren.

Das Thema "Motorausfall" ist in jedem Flughandbuch ausführlich beschrieben. Man sollte sich die einzelnen dort genannten Punkte und Handgriffe genau ansehen. Im Ernstfall weiß man dann genau, was zu tun ist.

## **MOTORBRAND**

## **Brand im Flug**

Unter den wenigen Flugzeugbränden, die in der Allgemeinen Luftfahrt vorkommen, rangiert an erster Stelle der Motorbrand (Engine Fire). Äußerst selten wird ein Feuer in der Flugzeugkabine, z.B. durch einen Kabelbrand, ausgelöst.

Feuer verlangt sofortiges Handeln des Piloten. Die Gefahr, dass es sich ausbreitet und größere Teile des Flugzeugs erfasst, besteht grundsätzlich bei jedem Motorbrand.

Ein Motorbrand während des Flugs lässt sich häufig durch Unterbrechen der Kraftstoffzufuhr stoppen. Beim ersten Anzeichen eines Motorbrandes muss daher der Tankwahlschalter auf "aus" (falls Brandhahn: auf "zu") gestellt, der Gashebel in Schnellstopp-Stellung gebracht und die elektrische Kraftstoffpumpe abgestellt werden.

In welcher Reihenfolge die einzelnen Schalter und Hebel zu bedienen sind, variiert von Flugzeugtyp zu Flugzeugtyp. Die richtige Reihenfolge ist im entsprechenden Flughandbuch zu finden. Wichtig ist, dass kein Kraftstoff mehr zum Motor fließen kann, und die Verbindung zwischen Motor und Tank unterbrochen ist.

Nachdem die Kraftstoffzufuhr und der Motor abgestellt sind, sollte auch die elektrische Anlage weitgehend stillgelegt werden. Den Hauptschalter wird man wohl nicht ausschalten können, denn es wird weiterhin Strom für das Funkgerät (Absetzen der Notmeldung) und ggf. für das Ausfahren der Landeklappen benötigt.

Schließlich ist zu prüfen, ob die Kabinenheizung ausgeschaltet ist. Sehr leicht können bei eingeschalteter Kabinenheizung Rauch und giftige Gase in die Flugzeugkabine gelangen und die Flugzeuginsassen zusätzlich gefährden.

Ist das Feuer erloschen, darf man auf keinen Fall versuchen, den Motor wieder anzulassen. Was immer den

Motorbrand ausgelöst haben mag: Die Gefahr, dass beim Wiederanlassen das Feuer erneut ausbricht, ist sehr groß. Da keine andere Wahl bleibt, muss man sich auf eine Notlandung mit stehendem Triebwerk einrichten.

Brennt das Feuer trotz aller Maßnahmen weiter, kann eventuell ein Seitengleitfug (Slip) helfen, die Flammen von der Flugzeugkabine fernzuhalten. Unter Umständen gelingt es, durch einen Gleitflug mit erhöhter Geschwindigkeit das Feuer "auszublasen".

Ob für alle diese Maßnahmen genügend Zeit bleibt, hängt entscheidend von der Flughöhe ab. Bei allen Bemühungen, den Motorbrand unter Kontrolle zu bringen, darf man nicht vergessen, dass eine Notlandung unausweichlich ist und man sich rechtzeitig nach einem geeigneten Notlandegelände umschauen muss.

## **Brand am Boden**

Zu einem Motorbrand kann es auch am Boden bei Anlassen des Motors kommen. Vor allem in der kalten Jahreszeit ist man versucht, durch reichliches Einspritzen von Kraftstoff den Motor in Gang zu bringen. Ein Flammenrückschlag im Motor kann dabei den im Ansaugrohr und im Vergaser angesammelten Kraftstoff entzünden und einen Brand auslösen.

Wichtig ist auch hier, die Kraftstoffzufuhr zu unterbrechen und vom Cockpit aus zu versuchen, den Brand zu stoppen. Läuft der Motor, sollte man Vollgas geben, damit der im Schwimmergehäuse des Vergasers befindliche Kraftstoff schnell verbrennt.

Läuft der Motor nicht, lässt man bei geöffneter Drosselklappe (Gashebel auf "Vollgas"") den Anlasser ein paar Sekunden weiter durchdrehen. In der Regel wird das Feuer schnell erlöschen. Anschließend sind Zündung und Hauptschalter auszuschalten und das Flugzeug schnell zu verlassen. Das Flughandbuch enthält im Allgemeinen detaillierte Angaben, wie man sich bei einem Vergaserbrand zu verhalten hat. Es lohnt sich (gerade vor Flügen in der kalten Jahreszeit), diese Angaben wieder einmal genau zu studieren.

Gelingt es nicht, das Feuer vom Cockpit aus zu löschen, so muss es von außen mit einem Feuerlöscher bekämpft werden. Dabei sollte man nun nicht wahllos den Motorraum besprühen. Mit einem gezielten und dosierten Einsatz des Feuerlöschers wird meistens die beste Wirkung erzielt. Unter keinen Umständen sollte man in den Luftansaugkanal sprühen. Der hierdurch angerichtete Schaden kann erheblich sein, und es müssen nachher viele Teile des Motors zerlegt und gereinigt werden. Natürlich darf man nicht zögern, den Feuerlöscher einzusetzen, wenn der Motor in hellen Flammen steht und das Feuer bereits auf andere Teile des Flugzeugs übergreift. Steht kein Feuerlöscher zur Verfügung, muss wohl oder übel versucht werden, dass Feuer mit Hilfe von Decken oder Kleidungsstücken zu ersticken.

Bei übermäßigem Einspritzen kann Kraftstoff aus dem Motor tropfen und eine Lache am Boden bilden. Heiße Auspuffgase können eventuell diese Kraftstofflache entzünden. Die Flammen greifen dann schnell auf das Flugzeug über. In diesem muss der Brand umgehend mit Hilfe eines Feuerlöschers bekämpft werden. Falls dies nicht möglich ist, wird das Flugzeug vom Brandherd weggeschoben.

Es versteht sich von selbst, dass der Motor nach einem Motorbrand – und sei dieser auch noch so "klein" gewesen – nicht erneut gestartet werden darf. Zuerst ist eine gründliche Untersuchung der Brandschäden (am besten durch einen Fachmann) und ggf. eine Reparatur erforderlich.

#### Autoren:

Jürgen Mies, Hans-Peter Walluf

#### Abbildung:

Sunny Swift "Vergaser Vereisung", EASA, 03/2018

#### Quellen:

- "Gefahrenhandbuch für Piloten", Jürgen Mies, Motorbuch Verlag, Stuttgart, 2006
- "Flugtechnik", Jürgen Mies, Motorbuch Verlag, Stuttgart, 1996

## 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