Heft 2021/01 · ISSN 0175-0143
€ 7,40 · USD 8.90 · CHF 9,10

Pilot und Flugzeug

D 4910 E

www.pilotundflugzeug.de

Flugbetrieb:

Takeoff Flaps ... set

Wirkung und Nutzung der Klappen

LBA und ZUP: Muss ich mich selber hängen?

IFR-Praxis im Fernunterricht

Basic IR kommt, EIR geht

Pilot Training:

IFR Emergency – bereit sein für Notfälle

IFR Emergency – bereit sein für Notfälle

Verlust des Horizonts – Ausfall der Elektrik

Manchmal tritt ein Notfall zu einem sehr ungünstigen Zeitpunkt ein. Und was könnte ungünstiger sein als ein Notfall in IMC, also in „Instrument Meteorological Conditions“? In den Wolken kann man sich nicht schnell mal einen Notlandeplatz nach Sicht aussuchen. Man kann sich aber mental vorbereiten. Und dann sind manche Notfälle einfach nur Szenarien, die man schon mal gesehen hat. Entweder im Simulator oder – für einfache Flugzeuge – mit Fluglehrer im Cockpit oder zu Hause am Schreibtisch. Ich habe für Sie einen Blick auf zwei ausgewählte Notfälle geworfen, die einen in den Wolken kalt erwischen können ...

Ein Notfall über oder in den Wolken kann ganz andere Entscheidungen erfordern als an einem klaren Sommertag ... Foto Autor

IFR-Notfälle in einmotorigen Flugzeugen

In diesem Artikel möchte ich zwei Notfälle vorstellen, die das Fliegen in einmotorigen Flugzeugen mit nur einem Piloten unangenehm machen können. Meine Arrow hat zum Beispiel ein konventionelles Cockpit mit einem Vakuum-System, das den künstlichen Horizont und den HSI antreibt. Das elektrische System ist ein 12V-System mit einer Batterie und einem Alternator, der wie üblich vom Motor angetrieben wird. Als Navigations- und Funkgeräte sind eingebaut: NAV/COM1: Garmin GTN650, NAV/COM2: Garmin GNS 430. Das Fahrwerk fährt hydraulisch, die Pumpe wird mit einem Elektromotor angetrieben.

Es handelt sich also um ein Cockpit, das so oder so ähnlich in vielen IFR betriebenen Flugzeugen eingebaut ist. Daher ähneln sich auch die möglichen Notfall-Szenarien, egal ob man in einer Cessna, einer Piper oder einer Grumman sitzt.

Vorstellen möchte ich in diesem Artikel zwei Notfälle:

- Ausfall der Vakuum-Pumpe,
- größerer Ausfall im elektrischen System.

Ausfall der Vakuum-Pumpe

Am 3. Mai 2016 fiel bei einer Beechcraft V35 Bonanza in den USA auf einem IFR-Flug die Vakuum-Pumpe aus. Südlich von Long Island, in 7.000 Fuß über einer geschlossenen Wolkendecke fliegend, meldete der Pilot an New York Approach: „We've lost our vacuum system ...“ Aus dem Sprechfunkverkehr geht klar hervor, dass der Fluglotse nicht verstanden hatte, was das eigentliche Problem war. Auch nicht, als der Pilot sagte, er sei „on partial panel“. Der Fluglotse fragte mehrmals, ob der Pilot einen Emergency erklären wollte – und bekam darauf keine Antwort. Also half er dem Piloten so gut es ging mit Radar Vectors.

Die Bonanza zerbrach noch in der Luft. Dabei war nur ein kleines Bauteil defekt: die Vakuum-Pumpe. ASI-Video

Nur zwei Minuten nach dem Sinkflug in die Wolken verlor der Pilot die Kontrolle über die Bonanza. Augenzeugen sahen die Trümmerteile des Flugzeugs aus der Wolkendecke regnen. Alle drei Insassen kamen ums Leben.

Da unsere älteren SEP-Flugzeuge nahezu alle ähnlich wie die verunglückte Bonanza instrumentiert sind, lohnt es sich, zu überlegen, wie wir selbst mit so einem Notfall umgehen würden.

Jeder, der schon mal in seiner IFR-Ausbildung „Partial Panel“ geflogen ist, kennt das Setup: Der Fluglehrer bedeckt den künstlichen Horizont, und der Pilot unter der Haube muss sich nun mit dem Turn & Bank Indicator, dem Wendezeiger, zufrieden geben. Das mag im Training alles gut funktioniert haben, aber die Realität sieht wahrscheinlich anders aus. Niemand bedeckt für uns in den Wolken den künstlichen Horizont. Es ist sehr wahrscheinlich, dass man erst mal überhaupt nicht bemerkt, dass etwas faul ist. Die meisten luftbetriebenen Horizonte haben keine OFF-Flagge, Kurskreisel und auch nicht HSI für die Kreiselfunktion. Das Versagen der Vakuum-Pumpe lässt sich oft nur an der Druckanzeige erkennen. Bei der Bonanza ist die weit weg vom Horizont, bei meiner Arrow ist es eine winzige Anzeige direkt links über dem Horizont.

Simulation der Anzeigen in der Unglücksmaschine: Horizont zeigt große Querlage nach links. Turn & Bank Indicator zeigt aber Drehung nach rechts. Die Vacuum-Pressure-Anzeige (null) ist ganz rechts unten, weit weg vom Horizont. ASI Video

Wir sind es gewöhnt, im Geradeausflug die Flügel am Horizont zu halten. Machen wir das, wenn der Horizontkreisel langsam wegkippt, geht das Flugzeug unbemerkt in eine Kurve. Wir stellen fest: Das Flugzeug kurvt trotz wings-level, außerdem müssen wir plötzlich ziehen, um die Höhe zu halten. Vielleicht trimmen wir das weg ... Vielleicht bemerken wir das Wegdrehen aber auch nicht, weil ja auch der Kurskreisel langsam

ausfällt. Fliegen wir mit Autopilot, ist es egal, ob der seine Signale vom Horizont bekommt oder nicht: Irgendwann sehen alle Anzeigen merkwürdig aus, vielleicht ändert sich auch die angezeigte Geschwindigkeit, die Fahrtgeräusche, die Vertical Speed ...
Es ist schon ein großer und ein wichtiger Schritt, überhaupt zu erkennen, dass etwas nicht stimmt. Dann aber muss sofort gehandelt werden:
Vergleichen Sie alle Anzeigen, die Auskunft über die Lage im Raum geben können. Zuerst einmal sollte man den künstlichen Horizont mit dem Turn & Bank Indicator vergleichen sowie die Vacuum-Anzeige kontrollieren: War vorher alles in Ordnung und gibt es nun – mit einigen verwirrenden Anzeigen und Wahrnehmungen – unterschiedliche Anzeigen im Horizont und im Turn & Bank Indicator und womöglich eine Null-Anzeige im Vakuum Instrument – dann sollte man sich von Horizont losreißen und sich auf den Turn & Bank Indicator verlassen.

Hat man einmal den Ausfall des künstlichen Horizonts erkannt, muss man bedenken, dass das Flugzeug ungesteuert sehr schnell außer Kontrolle geraten kann. Die wichtigste Anzeige, um herauszufinden, in welcher Situation man ist, ist zuerst einmal die Geschwindigkeitsanzeige. Gleich danach schnell einen Blick auf den Höhenmesser: Geht es rauf? Oder runter? Vergessen Sie erst mal die Vertical-Speed-Anzeige. Nun gibt es verschiedene Möglichkeiten:

Fahranzeige ist noch nahe der normalen Geschwindigkeit, dann ist die Situation noch nicht ganz aus dem Ruder gelaufen:

- Autopilot ausschalten, Gashebel stehen lassen.
- Mit den Querrudern vorsichtig die Drehbewegung nach dem Wendezeiger stoppen: Zeigt der Zeiger nach rechts, dreht das Flugzeug nach rechts und man muss linkes Querruder geben. Ist der Zeiger in der Mitte, ist die Drehbewegung gestoppt, die Flügel wieder horizontal (jetzt bloß nicht auf den künstlichen Horizont gucken ...).
- Mit dem Höhenruder nach dem Höhenmesser – und einem gelegentlichen Blick auf den Vertical Speed Indicator – vorsichtig die Höhe wieder einfangen.
- Flugzeug austrimmen.

Ist aber die Geschwindigkeit abnormal hoch oder abnormal niedrig, hat sich schon eine „unusual attitude[1]“ eingestellt. Entweder ein Spiral Dive oder eine Annäherung an den Stall. Im schlimmsten Fall ein Spin.

Bevor ich die empfohlenen Verfahren für eine Recovery vorstelle, kurz ein Blick auf zwei manchmal unverstandene Begriffe. Den „Turn & Bank Indicator“ und den „Spiral Dive“.

Der Turn & Bank Indicator

Schon der Begriff ist falsch: Trotz des Namens „Turn & Bank Indicator“ zeigt das Instrument nämlich niemals die „Bank“, also die Querlage, an. Das deutsche Wort kommt der Anzeige des Geräts schon näher: „Wendezeiger“. Mehr ist es nicht. Auch wenn manche Varianten ein kleines Flugzeugsymbol zeigen, dessen Flügel sich nach rechts oder links neigen, so zeigt das Gerät niemals

1) Unusual attitude – ungewöhnliche Fluglage

eine Querlage an. Der Wendezeiger zeigt immer die Drehrichtung und die Drehgeschwindigkeit an. Entweder mit einem Zeiger („Pinsel“) oder mit einem Flugzeugsymbol.

Turn-and-Slip Indicator in meiner Arrow: Dieser Wendezeiger zeigt ausschließlich eine Drehung um die Hochachse des Flugzeugs an. Foto: Autor
Unten: Der Turn Coordinator zeigt sowohl Drehungen um die Hochachse als auch um die Längsachse an, allerdings nie die Querlage. Wikipedia

Der Turn Coordinator mit seinem kleinen Flugzeugsymbol ist eine Weiterentwicklung des klassischen Wendezeigers. Seine Kreiselachse ist gegenüber Ersterem um 30 Grad gedreht, so dass er auch auf Rollraten reagiert. Bei Einleitung einer Kurve zeigt er etwas schneller an als der Pinsel im Wendezeiger. Beide Anzeigen zeigen aber unterm Strich nur die Drehgeschwindigkeit. Und zwar zuverlässig, auch bei abnormalen Fluglagen, bei denen ein künstlicher Horizont mit seinem Kreisel längst ins Taumeln gerät.
Die Markierung zeigt eine Drehrate von 3° pro Sekunde. Fliegt man an der Markierung, dann fliegt man einen „Standard Turn“. Für 30 Grad Kursänderung braucht man dann zehn Sekunden, für einen Vollkreis zwei Minuten. Daher auch die Bezeichnung „2 Min Turn“ auf dem Instrument.
Und dann ist da noch die Kugel unten im Instrument: Sie zeigt, ob das Flugzeug schiebt und in welche Richtung. Zum koordinierten Fliegen heißt es für den Seitenrudereinsatz: „Kick the Ball“, also die Kugel zurück in die Mitte treten. Aber Vorsicht: Befindet sich das Flugzeug im Spin, also in einer Trudelbewegung, dann zeigt die Kugel wegen der seitlichen Beschleunigung falsch an und kann nicht verwendet werden. Darauf komme ich noch zurück.

Spiral Dive

Der Spiral Dive ist ein oft missverstandenes, faszinierendes, unfreiwilliges und sehr gefährliches Flugmanöver. Für Spiral Dive fällt mir kein deutsches Wort ein. Ich würde einfach den englischen Begriff „Graveyard Spiral“ übersetzten: also salopp „Todesspirale“.
Und tatsächlich kann ein Spiral Dive „unbehandelt“ in kürzester Zeit zum Luftzerleger, also zum Auseinanderbrechen des Flugzeugs in der Luft, führen. Jedes Flugzeug hat – wenn der Pilot mal nicht hinguckt – eine heimliche Tendenz zum Spiral Dive. Ein Spiral Dive hat nichts mit einem Spin, also mit

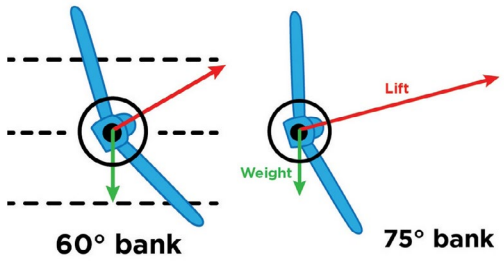
Ein Spiral Dive in den Wolken kann ein Flugzeug in kürzester Zeit zerstören – auch ohne „Hilfe“ des Piloten ...
FAA Airplane Flying Handbook

dem Trudeln, gemeinsam. Denn beim Spiral Dive liegt – anders als beim Spin – die Strömung an beiden Tragflächen ganz normal an.

Nun zur Aerodynamik des Spiral Dive. Beginnen wir im Reiseflug: Das Flugzeug ist in der Pitch ausgetrimmt, hält also die Höhe, wenn man die Steuerung loslässt. Die angezeigte Geschwindigkeit sei – zum Beispiel bei meiner Arrow – 120 Knoten. Nun muss man wissen, dass man optisch zwar auf eine bestimmte Geschwindigkeit ausgetrimmt hat. Aerodynamisch jedoch hat man mit der Trimmung lediglich einen bestimmten Anstellwinkel eingestellt. Das Flugzeug wird durch Eigenstabilität versuchen, diesen Anstellwinkel beizubehalten.

Wenn man nun die Steuerung loslässt oder nach einem defekten künstlichen Horizont versucht, die Flügel gerade zu halten, geht das Flugzeug in eine Querlage über. War vorher der Auftriebs-Vektor senkrecht zur Längsachse und exakt so groß wie das Gewicht des Flugzeugs, so neigt sich der Vektor nun zur Seite. Seine Vertikal-Komponente wird nun kleiner und kann das Gewicht des Flugzeugs nicht mehr ausgleichen. Das Flugzeug beginnt einen Sinkflug und nimmt dabei von selbst die Nase runter (in einer normalen gewollten Kurve würden wir nun ziehen, damit den Anstellwinkel und den Auftrieb vergrößern und die Höhe halten).

Während die Nase nun mehr und mehr nach unten zeigt und sich die Querlage weiter vergrößert, bleibt der Anstellwinkel konstant. Den haben wir mit der Trimmung ja selbst eingestellt. Weil aber das Flugzeug nun schneller wird, steigt der Auftrieb und damit auch die g-Load. Das Flugzeug beginnt, zu kurven, die Nase geht immer weiter runter mit rapide steigender Fahrtanzeige.



Im Spiral Dive steigen Lift, g-load und Geschwindigkeit rasend schnell an. **AOPA Magazin November 2020**

Bei 60 Grad Querlage ist die g-load schon auf 2 g angestiegen, die Fahrt hat sich um etwa 41 % erhöht – also von 120 auf ca. 160 Knoten. Bei 75 Grad Bank ist die g-load bereits bei 4 g, die Fahrt hat sich nahezu ver-

doppelt – von 120 auf 240 Knoten– und liegt damit bereits bei vielen SEP Flugzeugen jenseits der VNE (bei meiner Arrow ist die VNE 215 Knoten). Das alles passiert, ohne dass der Pilot am Höhenruder zieht.
Die größte Gefahr bei der Beendigung des Sturzfluges ist, dass man instinktiv zieht, um den Sturzflug zu beenden. Daher: Niemals versuchen, einen Sturzflug durch Ziehen zu beenden, vor allem nicht, solange noch eine Querlage besteht! Manchen tödlichen Loss-off-Control Unfall mit Strukturversagen hätte der Pilot durch dieses simple „Nichtstun“ in der Pitch verhindern können.

Recovery from Upset – das Beenden ungewöhnlicher Fluglagen

Hat man einmal erkannt, dass man sich in einer ungewöhnlichen Fluglage befindet, hat man den halben Kuchen schon gegessen. Mancher Pilot hat sein Leben und das seiner Mitflieger verloren, weil er diese wichtige Erkenntnis nicht rechtzeitig gewonnen hat.
Zum Beenden ungewöhnlicher Fluglagen gibt es mittlerweile ein einheitliches, empfohlenes Verfahren, das man sowohl in einer Cessna als auch in großen Jets bis hin zum Airbus A380 anwenden kann. Das noch recht neue Verfahren, das auch der Beendigung oder der Verhinderung eines Stalls dient, unterscheidet sich gravierend von dem, was man früher gelehrt hat. War früher der geringste mögliche Höhenverlust oberstes Ziel aller Recovery-Bemühungen, so ist heute das Ziel, sowohl die Überlastung der Zelle als auch einen Stall zu verhindern. Früher hat man z.B. bei der Stall Recovery viel öfter einen sog. Secondary Stall gesehen als heute mit dem neuen Verfahren.

Das neue Verfahren wurde in ähnlicher Form erstmals 2002 bei Delta Airlines trainiert. Nach dem Absturz des Air France A330 über dem Atlantik (2009) fand das Verfahren weltweit Anwendung in der Verkehrsfliegerei. Inzwischen wird es auch in der General Aviation gelehrt. Es besteht – völlig unabhängig von der Fluglage – aus diesen einfachen vier Schritten:

- Push
- Roll
- Power
- Stabilize

Wichtigster neuer Punkt heute bei dem Verfahren zur Beendigung ungewöhnlicher Fluglagen – auch wenn die Fahrt hoch ist und die Nase deutlich nach unten zeigt – ist der allererste Punkt: Nachdrücken! Die anglophile Bezeichnung dazu lautet auch „Unload“ und trifft es viel besser: Mit dem Nachdrücken verringert man die g-load und den Anstellwinkel. Gleichzeitig verbessert sich die Steuerbarkeit um die Längsachse (Querruder), was für den zweiten Schritt von Bedeutung ist.

Bevor ich die Anwendung dieser Schritte genauer für eine Recovery nach Ausfall des künstlichen Horizonts beschreibe, noch ein paar Bemerkungen zum Upset Recovery Training: Weder ein Simulator noch „kleine“ Upset-Übungen im eigenen Flugzeug können einen darauf vorbereiten, wie sich ein drastischer Upset im Cockpit anfühlt. Die optischen Eindrücke (Fluglage) und die sensorischen (hohe g-load, Lärm) sind für den Piloten überwältigend und können durchaus zu einem „Freeze“, also zu einer Art Schockstarre, führen. Das ist ebenso wenig wünschenswert wie eine Reaktionsverzögerung

durch den „Startling Effect“, also den Überraschungsmoment, in dem man erst mal nicht wahrhaben will, was einem gerade passiert.
Das beste Mittel gegen solche bösen Überraschungen und für das Antrainieren der vier Recovery-Punkte ist die Teilnahme an einem professionellen Upset-Recovery-Training mit einem Fluglehrer, das einige Flugschulen in voll kunstflugtauglichen Flugzeugen anbieten.

Erschwerend für die nun beschriebene Recovery nach Ausfall des Vakuum-Systems ist natürlich, dass man keinen künstlichen Horizont für das Ausleiten hat. Und in den Wolken auch keinen natürlichen. Aber das kann in IMC auch von Vorteil sein: Die Wahrheit über die aktuelle Fluglage würde vielleicht den einen oder anderen Piloten verunsichern und beängstigen ...

Wie oben erwähnt, ist nach dem Ausfall des Horizonts für die Einschätzung der Situation die Geschwindigkeitsanzeige das wichtigste Instrument. Empfohlen ist folgende Recovery:

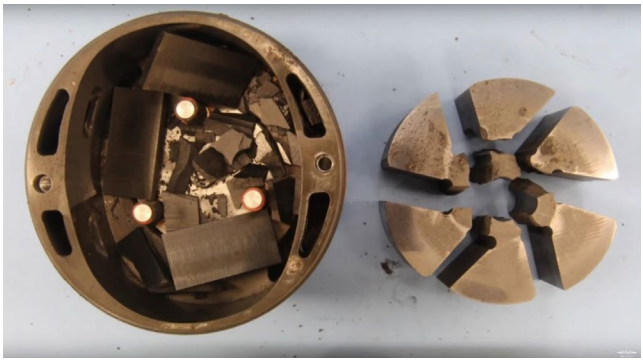
Ist die Geschwindigkeit abnormal niedrig:

- Push – nachdrücken, und zwar deutlich (allerdings nicht, bis man schwerelos ist oder alles an die Decke fliegt). Und dann das Höhenruder gedrückt halten. Es kann sein, dass die Steuerung völlig vertrimmt ist.[2]
- Roll – mit dem Querruder (koordiniert mit dem Seitenruder) die Drehbewegung nach dem Wendezeiger stoppen.
- Power – Vollgas geben. Bei normalen SEP-Flugzeugen, die kein Nose-up-Moment beim Gasgeben erzeugen, kann man das auch schon während der Rollbewegung machen.
- Stabilize – jetzt den Höhenmesser kontrollieren: Ist der Steigflug gestoppt, vorsichtig das Höhenruder nachlassen (nicht loslassen, es könnte vertrimmt sein), um die Höhe zu halten. Ist die Geschwindigkeit wieder normal, Gashebel zurückziehen, Flugzeug austrimmen und auf die ursprüngliche Höhe zurückkehren.

Ist die Geschwindigkeit abnormal hoch:

- Push – nachdrücken (ja, auch im Sturzflug), und zwar deutlich (allerdings nicht, bis man schwerelos ist oder alles an die Decke fliegt). Und dann das Höhenruder gedrückt halten. Es kann sein, dass die Steuerung völlig vertrimmt ist.
- Roll – mit dem Querruder (koordiniert mit dem Seitenruder) die Drehbewegung nach dem Wendezeiger stoppen.
- Power – Gashebel auf Leerlauf zurückziehen. Kann man schon mit dem „Push“ machen.
- Stabilize – jetzt den Höhenmesser kontrollieren: Bei einem Spiralsturz ist es nicht notwendig, viel am Höhenruder zu ziehen, um den Sturzflug abzufangen. Die Nase wird von selber hochkommen. Nach dem Ausrollen behält das Flugzeug die anliegende g-Load bei und fängt von alleine ab. Ist der Sinkflug beendet und liegt eine ange-

2) Beim Absturz einer Mooney nach Kontrollverlust in der Schweiz (2017) wurde im Wrack die Höhenrudertrimmung am hinteren Autopilot-Limit vorgefunden.



Die defekte Vakuum-Pumpe der Bonanza. Das Versagen des Piloten, mit diesem Einzelfehler umzugehen, hat zum Tod dreier Menschen geführt. ASI Video

messene Steigrate an, nachdrücken, um die Steigrate zu stabilisieren. Ist die Fahrt wieder im normalen Bereich, Full Power. Auf normale Geschwindigkeit austrimmen und auf die ursprüngliche Höhe zurücksteigen. Power wieder für Reiseflug einstellen.

Es kann sein, dass das Flugzeug nach dem Stoppen der Drehbewegung im Höhenruder völlig „nose-up“ vertrimmt ist. Entweder hat man den Ausfall des Horizonts nicht rechtzeitig bemerkt und das selber gemacht oder der Autopilot war's. Egal, erwarten Sie hohe Steuerdrücke, die sie erst mal zurücktrimmen müssen.

Der US-amerikanische Autor und Fluglehrer John Denker[3] schlägt alternativ vor, aus einem Spiral Dive ohne Nachdrücken auszurollen und das Abfangen dem Flugzeug selbst zu überlassen. Das ist nicht die gängige Lehrmeinung. Und zwar aus zwei Gründen: Zum einen ist die Struktur des Flugzeugs im Sturzflug mit einer Geschwindigkeit womöglich jenseits der VNE und einer hohen g-load schon extrem belastet. Schlägt man nun das Querruder zum Ausrollen aus, erhöht sich auf einer Seite zusätzlich der Auftrieb, was der Zelle den Rest geben könnte. Zum anderen wird ein Flugzeug, das im Spiral Dive z.B. mit 4 g belastet ist, nach dem Ausrollen – wenn der extrem lange Liftvektor senkrecht steht – extrem schnell die Nase hochnehmen, bei 4 g u.U. mit nahezu 15 Grad pro Sekunde.[4] Das würde in IMC ohne künstlichen Horizont in Sekunden zu einer extremen „nose-up“ Fluglage führen. Also immer schön nachdrücken. So empfiehlt auch es das Airplane Flying Handbook der FAA und die AOPA.

Nicht unerwähnt lassen möchte ich hier, dass besonders „giftige“ Flugzeuge – und dazu gehört die Bonanza – im Stall ganz rasant über eine Fläche gehen und in einen Spin gehen können. Der US-amerikanische Fluglehrer Rich Stowell[5] erinnert daran, dass in einem Spin die Kugel im Wendezeiger zur Recovery nicht verwendet werden darf. Sie zeigt einen Sideslip ausschließlich im Normalflug korrekt an. „Kick the Ball“ wäre also in einem Spin genau verkehrt! Egal, wie das Flugzeug liegt, auch in Rückenfluglage: Nur der „Pinsel“ – oder bei anderen Wendezeigern das Flugzeugsymbol – zeigt die korrekte Drehrichtung. Richtig wäre also im Spin: volles Seitenruder gegen die angezeigte Drehbewegung und Höhen- und Querruder entsprechend dem Handbuch.

3) John Denker: See how it flies, www.av8n.com

4) Die normale Rotationsrate beim Start eines Verkehrsflugzeugs ist ca. 2 bis 3°/s.

5) Rich Stowell: Emergency Maneuver Training – Controlling Your Airplane During a Crisis – Ventura, California 2006

Für eine Bonanza im Spin gilt jedenfalls: „Aileron only makes it worse ...“
Wie kann man einen Spin in IMC von einen Spiral Dive (mit anliegender Strömung) unterscheiden? Im Spiral Dive wird der Pilot gerade in den Sitz gepresst, bei einem Spin zur Seite.
Ob die Bonanza in New York in einen Spin oder einen Spiral Dive geraten ist, blieb ungeklärt. Jedenfalls wurde das Flugzeug im Sturzflug strukturell überlastet. Die Bonanza hatte nach dem Kontrollverlust in nur 20 Sekunden über 4.000 Fuß Höhe verloren. Es ist daher sehr wichtig, einen Instrumentenausfall so früh wie möglich zu erkennen.

Wenn Sie nun bezweifeln sollten, dass normale Piloten wie Sie und ich ein solches Recovery Manöver fliegen können, sollten Sie Folgendes bedenken. Niemals aufgeben! Nur wer entschlossen handelt, kann – im wahrsten Sinne des Wortes – im Notfall noch das Ruder herumreißen. Außerdem wurde das neue Upset Recovery Procedure so entwickelt, dass es extrem einfach ist. Es wurde für Airline-Piloten erdacht, hat sich bewährt und ist mittlerweile ein weltweiter Standard. Und weil es so einfach ist, können Sie das auch. Einfach nur die vier Dinge machen:

Push – Roll – Power – Stabilize

Okay, jetzt haben Sie das Flugzeug wieder unter Kontrolle. Zeit mal das Zauberwort zu sagen. Bei dem Unfallflug in New York hat sich der Pilot erst nach mehrmaligem Drängen durch den Fluglotsen überreden lassen, eine Emergency zu erklären. Halten Sie sich damit nicht auf. Der Ausfall des wichtigsten Fluglagegeräts und des Kurskreisels oder HSI ist ein Notfall. Rufen Sie „Mayday, Mayday, Mayday“ und Sie werden jede Unterstützung von den Lotsen erhalten, die Sie

Besseres Layout in meiner Arrow: Die „Suction“-Anzeige ist zwar klein, aber sie ist direkt links über dem künstlichen Horizont. Und besser noch als nur der werksmäßig eingebaute Turn & Bank Indicator hat der Vorbesitzer einen elektrischen Horizont als Backup nachgerüstet. **Foto Autor**

brauchen. Beim Unfallflug war eine Erschwernis, dass die Fluglotsen nicht verstanden haben, was das Problem war. Ein Fluglotse muss nicht verstehen, was eine Vakuum-Pumpe ist. Sagen Sie ihm einfach, was sie nicht mehr können, und vor allem, was Sie wollen. Der Bonanza-Pilot hätte also sagen können: „Instrumentenausfall, habe Schwierigkeiten, die Fluglage zu kontrollieren, will so lange wie möglich in VMC bleiben."

Nun wollen Sie wahrscheinlich irgendwohin. Aber Sie können nichts mit normalen Radar Vectors anfangen. Denn eine Kurve auf einen Heading in den Wolken nach einem wild tanzenden Whisky-Kompass werden Sie nicht hinkriegen. Also müssen Sie auch das dem Lotsen sagen. Das Zauberwort hierfür ist „request no gyro vectors", denn Sie haben keinen Kurskreisel mehr. Der Fluglotse wird Ihnen nun statt Headings Anweisungen zum Ein- und Ausleiten der Kurven geben. Also zum Beispiel: „This is a no-gyro vector to ILS 26. Turn right now … Stop turn." Alles, was Sie als Pilot machen müssen, ist zum Einleiten der Kurve sanft Querruder geben, bis der Turn & Bank Indicator eine „Pinselbreite" anzeigt. Das ergibt eine „Standard Rate" Kurve mit 3 Grad Kursänderung pro Sekunde. Für 30 Grad Kursänderung brauchen Sie also zehn Sekunden. Immer schön langsam machen. In der Ruhe liegt die Kraft.
Nun werden Sie aber vermutlich – sie sind ja IFR in einem dafür zugelassenen Flugzeug unterwegs – auch ein IFR-GPS an Bord haben. Das erleichtert das Fliegen mit dem Turn & Bank Indicator ungemein. Denn wenn Sie mal rüber auf Ihr GPS gucken, können Sie da direkt den Track ablesen – womöglich auch auf Ihrer Moving Map auf dem iPad. Das heißt, auch ohne Hilfe von ATC sind Sie in der Lage, mit vorsichtigen Steuerbewegungen Tracks zu fliegen und so z.B. auch später einem Localizer zu folgen. Dazu sollten Sie aber nur kleine – sprich zeitlich kurze – Kurskorrekturen vornehmen. Für den Endanflug sind Korrekturen nur mit halber Pinselbreite des Turn & Bank Indicators empfohlen.
Die vertikale Flugführung geht auch ganz gut ohne Horizont. Sie sollten ein paar Powersettings kennen, das macht es einfacher. Ansonsten trimmen Sie die Maschine im Endanflug auf die richtige Geschwindigkeit aus und steuern die Sinkrate mit vorsichtigen Leistungsänderungen. Es geht. Kann man immer wieder mal ausprobieren.
Requesten Sie einen langen Endanflug und fahren Sie frühzeitig Klappen und Fahrwerk. Das erleichtert, einen stabilisierten Endanflug zu erfliegen.
Und zu guter Letzt: Nicht den Helden spielen und übermütig werden. Nicht versuchen, mit so einem Fehler noch stundenlang nach Hause zu fliegen. Suchen Sie sich in der Nähe einen Platz mit dem besten Wetter aus. Dabei nicht hetzen. Wenn Sie den Dreh mit dem Turn & Bank Indicator noch nicht raus haben, bleiben Sie noch ein wenig oben und üben, bevor Sie den Anflug beginnen. Leute, die das Rentenalter noch erreichen wollen, gucken dabei auch mal auf die Tankanzeigen ...

Ein wichtiger Punkt darf nicht unerwähnt bleiben: Decken Sie den ausgefallenen künstlichen Horizont ab. Es ist zu verlockend, danach zu fliegen! Selbst wenn man weiß, dass er defekt ist! Einige Piloten, die einen Vakuum-Pumpen-Ausfall im Flug hatten, berichten übereinstimmend, dass das Abdecken der falschen Anzeige sehr hilfreich

war. Auch die Crew der „Voyager“, die 1986 auf ihrem Rekordflug einen Ausfall des Attitude Indicator hatte, hat die Anzeige mit Tape zugeklebt, damit sie nicht versehentlich benutzt wurde (Voyager – Nonstop um die Welt, *Pilot und Flugzeug* 2016-12). Also kleben Sie mit was immer verfügbar ist: Ein abgerissener Zettel vom Kniebrett, ein Stück Butterbrotpapier ... Entweder mit Kaugummi, Spucke oder was immer verfügbar ist.

Nun haben Sie einen Plan für den Ausfall der Vakuum-Pumpe. Aber wie immer in der Fliegerei ist der beste Notfall der, der gar nicht eintritt. Was kann man vorbeugend machen? Da ist erst mal die Wartung. Das Air Safety Institute schrieb zu dem Unfallflugzeug, dass dort eine „dry vacuum pump“ eingebaut gewesen sei, die erfahrungsgemäß keine so große Lebenserwartung habe. Sie hätte längst ausgetauscht werden müssen. Machen Sie sich also mal schlau, was bei Ihnen eingebaut ist und wie lange das Teil schon an Bord mitfliegt.
Dann das Training: Wie lange ist es her, dass Sie zuletzt nur nach dem Turn & Bank Indicator und der Vertical-Speed-Anzeige geflogen sind? Nachdem ich den Bericht über den Bonanza-Unfall gesehen habe, habe ich das erst mal auf dem PC mit einem Flugsimulator mit einer ziemlich guten Arrow wiederholt. Ich habe etliche Übungen in den Wolken geflogen, bei denen der Horizont abgeklebt war. Man kann sich schnell darin einfinden, wenn man die Ruhe bewahrt und keine hektischen Steuerbewegungen macht. Probieren Sie es mal – besser noch im Flugzeug mit Fluglehrer.
Lernen Sie Ihr Flugzeug kennen. Hat der Horizont eine Off-Flagge? Wo ist die Suction-Anzeige? Wie oft gucken Sie da drauf?

Die Ausrüstung: Ein aufmerksamer Leser von *Pilot und Flugzeug* erkannte auf einem Cockpit-Foto meiner Arrow eine zweite ILS-Anzeige. Er fragte, ob ich eine solche zweite Anzeige empfehlen würde. Ich habe das verneint und stattdessen vorgeschlagen, den vorhandenen Platz im Panel für einen zweiten elektrischen Horizont zu verwenden. Ein modernes Backup für die Fluglage ist viel wichtiger als ein zweites ILS.[6]

Störungen im elektrischen System

Bei diesem Thema denken die meisten zuerst an den Ausfall des Generators oder des Alternators im Flug und an die damit verbundenen Auswirkungen. Ich möchte aber anders beginnen und mit der Batterie anfangen.

Ausfall der Bordbatterie

Die Batterie im Flugzeug ist ein einsames, oft wenig beachtetes Bauteil. Die Hersteller der älteren SEP-Flugzeuge behandelten die Batterie schon immer stiefmütterlich. Viele Maschinen haben keine Anzeigen im Cockpit, mit denen man den Zustand der Batterie überprüfen kann. So hatte meine Arrow werkseitig keine Spannungsanzeige für das Bordnetz und auch keinen Amperemeter, um die Batterie zu überwachen. Lediglich für den Alternator hatte man eine Load-Anzeige eingebaut.
Der Grund für diese ärmliche Instrumentierung ist, dass für die Batterie ein ganz anderes Messgerät eingebaut ist. Bei manchen

6) Eine zweite ILS-Anzeige ist bei mir nur eingebaut, weil es die Anzeige des NAV/COM2 ist und nicht, weil ich ein Backup für den ILS Empfänger für nötig halte.

Flugzeugtypen kam das Instrument von Lycoming, bei anderen von Continental. Es ist der Motor. Und mit dem Motor kann man den Zustand der Batterie ganz gut überwachen: Springt er an, muss die Batterie noch okay sein. Und meistens ist das auch so.
Fällt die Batterie aber später im Flug aus, gibt es dafür oft keinerlei Anzeige im Cockpit mehr. Auf einem IFR-Flug bedeutet dann ein Ausfall des Alternators, dass man ohne Vorwarnung plötzlich komplett im Dunkeln steht. Eine wenig wünschenswerte Situation. Jan Brill hat in seinem Artikel „Kaltstart" (November 2020, ***Pilot und Flugzeug***) beschrieben, wie man mit geeigneter Instrumentierung feststellen kann, ob eine Batterie „nur" leer ist oder kaputt. Wer solche Instrumente hat, sollte den Zustand seiner Batterie so überwachen. Den anderen bleibt das große Instrument – vorne mit dem Propeller: Reicht die Power der Batterie nicht für einen normalen Motorstart, dann sollte man von einem IFR-Flug absehen. Denn wenn kurz nach dem Start der Alternator ausfällt, ist es dem Flugzeug egal, ob die Batterie leer oder kaputt ist.
Aus diesem Grund würde ich auch von einem Anlassen des Motors mit externer Stromversorgung bei IFR-Flügen abraten. Meine Arrow hat einen Außenbordanschluss für diesen Zweck, den ich schon dreimal wegen zu schwacher Batterie für den Motorstart benutzt habe (auf VFR-Flügen). In nur einem Fall war die Batterie leer gewesen, in zwei Fällen war sie defekt und musste anschließend gewechselt werden.

Im März 2007 startet in Speyer eine nagelneue DA-42. Als die Crew das Fahrwerk einfuhr, fielen beide Thielert-Dieselmotoren aus. Es gelang eine Außenlandung auf einem Acker, das Flugzeug wurde schwer beschädigt. Nachher stellte sich heraus, dass die Crew das Flugzeug mit einer leeren Batterie vorgefunden hatte. Daher wurden die Triebwerke mit externer Stromversorgung angelassen. Der Fehler der Crew war, dass sie das Diamond-Verfahren dazu nicht beachtet hatte. Diamond erlaubt nur das Anlassen von einem Triebwerk mit externem Strom, das andere hätte mit interner Stromversorgung angelassen werden müssen.
Hintergrund des Unfalls war aber ein Designfehler: Obwohl das Flugzeug zwei Triebwerke und zwei Generatoren hatte, gab es nur eine Batterie. Beide Triebwerke brauchten für ihre insgesamt vier Computer eine Mindestspannung, waren aber nicht getrennt voneinander: Sie bezogen ihre Spannung von derselben Sammelschiene. Sowohl Diamond als auch der Zulassungsbehörde war wohl entgangen, dass hier die Redundanz fehlte: Der unbemerkte Ausfall nur eines Bauteils im Flug, nämlich der Batterie, führte beim Fahrwerksfahren zu einem Spannungsabfall, der beide Triebwerke gleichzeitig zum Ausfall brachte. Neuere Modelle der Diamond 2-Mots haben Backup-Batterien für jedes Triebwerk.
Aber auch für unsere lieben Kleinen, die SEP-Flugzeuge, kann ein Start mit defekter Batterie ungewöhnliche Nebenwirkungen haben. Das durfte ich selbst 2018 bei einem Start in Venedig erleben. Der Motor war mit Fremdhilfe angelassen worden. Als ich das Fahrwerk einfuhr, fiel wegen Spannungsabfalls für einige Zeit nicht nur der Funk, sondern gleich die komplette Avionik aus: GTN650, GNS430, Transponder und DME (Mit der Arrow an die Adria – Eine schöne Flugreise mit Hindernissen, ***Pilot und Flugzeug*** 2018/09).

Was kann man tun? Beachten Sie die Warnzeichen: Springt ein Motor nur noch gerade so eben an, obwohl man erst vor Kurzem noch das Flugzeug geflogen ist, könnte ein Fehler in der Batterie vorliegen. Unsere Bleibatterien fallen irgendwann ziemlich plötzlich aus. Grund dafür ist Schlamm, der sich im Laufe der Zeit unten in der Batterie ablagert. Irgendwann berührt der die Platten und es kommt zum Kurzschluss einer oder mehrerer Zellen.
Im Wartungsbetrieb eines Vereins hatte man irgendwann mal diese plötzlichen Ausfälle satt. Man wechselt dort nun die Batterie unabhängig vom Zustand alle fünf Jahre. Wahrscheinlich werde ich das auch so handhaben, denn meine beiden Batterieausfälle waren jeweils da, wo kein Wartungsbetrieb war. Und das unplanmäßige Einfliegen einer neuen Batterie plus Hotelkosten ist wesentlich teurer als vorsorgliches Wechseln. Außerdem ist man so vor Batterie-Ausfällen auf IFR-Flügen besser geschützt.

Ausfall des Alternators im Flug

Mein erster Alternator-Ausfall in einem SEP-Flugzeug blieb völlig unbemerkt – und das auf einem IFR-Flug bei denkbar schlechtem Wetter. Es war schon spät im November und ich war unterwegs auf einem IFR-Trainingsflug von Mannheim nach Hof-Plauen. Nach der Landung rollte ich zur Tankstelle und stellte ab.
Nach Tank- und Bezahlpause ließ ich den Motor wieder an. Bei der Arrow macht man das mit dem Battery Switch in ON und dem Alternator Switch in OFF. Nach dem Anlassen wird der Alternator Switch auf ON geschaltet und die Load-Anzeige überprüft. Und die war null. Die Load-Anzeige blieb auch null nach probehalber erhöhter Load (Landescheinwerfer und Pitot-Heat). Was nun? Es gibt eine Checkliste.

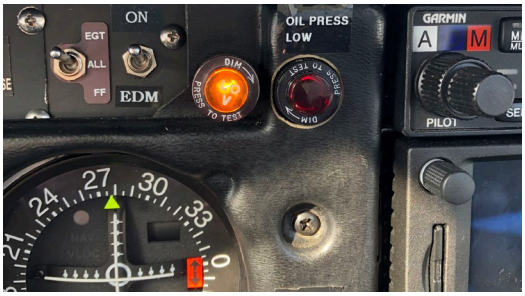
Alternator Amps Zero

Confirm Zero indication by switching high load item (e.g. Pitot Heat)
Electrical Load REDUCE
Alternator CBs CHECK
reset popped CBs after 1 min
If still no Amps Indication:
Alternator Switch OFF for 30s Then ON
If still no Amps Indication:
LAND ASAP
Electrical Load REDUCE
Battery available for ca. 30 min
ATC INFORM
If IFR CONSIDER MAYDAY
After Loss of Battery:
Primary Attitude avail (air driven)
HSI slaving and NAV lost
HSI is directional gyro (air driven)
No Lights, no COM, no NAV
Pitot Heat lost
Autopilots lost
Elec. Trim lost
If IFR - GPS to confirm speed & alt
Emergency Gear Ext required

„Alternator Amps Zero"-Checkliste meiner Arrow. Die finalen Ausfälle nach Ende der Batterie-Versorgung sind unvollständig. Es fallen dann auch einige Triebwerksinstrumente, die Stall Warnung, Wendezeiger, der zweite Horizont und die Tankanzeigen aus.

Mit der Checkliste fand ich gleich die Ursache: Die Alternator-Sicherung war herausgesprungen. Nachdem ich die wieder reingedrückt hatte, war alles wieder normal. Was mich aber beunruhigt hat, war, dass ich im Flug den Fehler nicht bemerkt hatte. Man hätte das nur an der Load-Anzeige sehen können. Die war aber wohl nicht genug in meinem Instrument Scan. Nach diesem Vor-

fall ließ ich in der Werft in Worms ein gelbes Low Voltage Light einbauen. Und zwar oben im Instrument Panel, gleich neben dem ebenfalls nachträglich installierten roten Low Oil Pressure Light.
Demselben Fehler konnte ich später – dank dem Low Voltage Light – noch einmal bei der Arbeit zuschauen und dabei die Ursache erkennen: Im IFR-Anflug auf Le Touquet, Frankreich, ging beim Fahrwerksausfahren das Low Voltage Light an, und es blieb an. Durch die hohe elektrische Belastung bei gleichzeitigem Einsatz von Landescheinwerfer, Fahrwerk und Pitot Heat war – offenbar wie in Hof-Plauen – die Sicherung herausgesprungen. Nur dass ich den Zustand diesmal dank dem Warnlicht sofort erkannt habe. In Folge des Vorfalls habe ich lange Zeit die Pitot-Heat vor dem Fahrwerksausfahren ausgeschaltet.
Inzwischen ist eine neue Alternator-Regelung eingebaut sowie ein LED-Landescheinwerfer, so dass die Beschränkung nicht mehr nötig ist.



Ein Low Voltage Light (das gelbe Licht) ist neben einer Low-Oil-Pressure-Anzeige eine sinnvolle Investition. Ein Alternator-Ausfall lässt sich im Flug sofort erkennen. Foto: Autor

Was aber tun, wenn sich während einem IFR-Flug der Alternator nicht wiederbeleben lässt? Das ist ein echter Notfall, der es erfordert, so bald wie möglich zu landen. Ein „Mayday“ ist meiner Meinung nach hier unbedingt angebracht. Das Ziel allen Handelns muss sein, so schnell wie sicher möglich zu landen oder in Sichtflug-Wetter zu kommen, bevor die Batterie leer ist. Wie viel Zeit hat man? Das lässt sich nicht genau sagen. Nach einem winterlichen langwierigen Kaltstart des Motor mit eiskalter Batterie und dann einem Alternator-Ausfall kurz nach dem Start sind es vielleicht nur 15 Minuten. Normal unterwegs mit einer guten Batterie sollten schon 30 bis 45 Minuten drin sein. Man sollte sich also nicht zu lange Zeit lassen, einen Instrument Approach zu beginnen.
Es hilft – wie bei jedem denkbaren Notfall – wenn man sich vorher einen Plan für diesen Fall zurechtgelegt hat, am besten mit einer entsprechenden Checkliste.
Ich schlage folgendes Vorgehen vor:

Alternator Ausfall:

- Checkliste abarbeiten, Sicherungen überprüfen.
- Load Reduction: So viele Verbraucher abschalten wie möglich (u.U. Sicherungen ziehen): COM/NAV 2, DME, Lichter, Pitot-Heat (wenn nicht in Vereisung).
- Folgende Verbraucher sollten nicht abgeschaltet werden: Transponder, Triebwerks- und Tankanzeigen, Fluglage-Instrumente, elektronische Zündung (falls eingebaut).
- „Mayday“ Call absetzen, Flugsicherung informieren.
- Umplanen: Wohin? Gibt es ILS- und GPS-Anflug, sollten Sie den ILS-Anflug bevorzugen (mehr dazu weiter unten).
- Fährt das Fahrwerk elektrisch (Bonanza, Arrow), kann man mal über ein manuelles Ausfahren nachdenken.

- Elektrische Landeklappen besser eingefahren lassen, wenn die Landebahnlänge das erlaubt.

Manche Geräte lassen sich am schnellsten über die Sicherungen ausschalten. Hier: COM2, NAV2/GPS2 und DME
Foto Autor

Es ist immer gut, schon vorher einen Plan zu haben, was man nach einem Alternator-Ausfall alles abschalten sollte und was nicht. Mit die größten Stromfresser sind neben dem Fahrwerk alle Avionik-Geräte, die senden. Also Funkgeräte, DME und Transponder. Natürlich macht es Sinn, ein Funkgerät am Leben zu lassen. Das DME ist entbehrlich, der Transponder jedoch sollte – auf 7700 gesetzt – eingeschaltet bleiben. So ist maximale Unterstützung durch ATC möglich. Auch dann, wenn Sie zum Stromsparen nur die allernötigsten Funksprüche loslassen.

Selbstversuch – wie lange hält die Batterie?

Für diesen Artikel wollte ich es wissen: Wie lange hält die Batterie meiner Arrow nach dem Ausfall des Alternators? Dazu muss man folgende Randbedingungen beachten: Meine Batterie ist mittleren Alters, etwa zwei Jahre alt. In der Halle hängt sie ständig an einem automatischen Ladegerät, ist also immer gut konditioniert. Den Versuch habe ich nach der Rückkehr von einem IFR-Trainingsflug Mannheim – Hahn – Worms vor der Halle in Worms gemacht. Nach dem Abstellen des Motors habe ich die Stoppuhr gestartet und dann die „Alternator Amps Zero“ Checkliste gelesen. Natürlich ohne Erfolg beim Wiederbeleben. Anschließend habe ich wie oben beschrieben die Belastung des Bordnetzes reduziert und folgende Systeme ausgeschaltet: Fuel Pump, Pitot-Heat, Position-, Strobes und Landing Lights, COM2, NAV2/GPS2 und das ADL 140. Das Power-Flarm habe ich angelassen.
Dann zurücklehnen, die Volt-Anzeige im Engine Monitor anstarren und warten. Ich hatte damit gerechnet, dass nach etwa 30 bis 45 Minuten das GTN650 ausfällt und damit das Ende der Navigation einläutet.

Während der Wartezeit auf das Ende meiner Batterie höre ich über Funk den anderen Maschinen zu, die in Worms ihre Platzrunden ziehen. Die Volt-Anzeige hält sich tapfer und ist nach elf Minuten immer noch bei 11,8 Volt. Nach 30 Minuten ist die Spannung auf 11,7 Volt runter. Das GTN 650 funktioniert noch immer einwandfrei.
Ich habe Zeit und höre die Geräusche im Cockpit, vor allem das Summen der Kreisel. Es ist erstaunlich, was nach der Lastreduzierung noch so alles an der Batterie hängt: der Standby-Horizont, der Wendezeiger, die Tankanzeigen, die Stall Warning, die Triebwerksinstrumente. Und auch der Engine Monitor mit der Spannungsanzeige.
Erst nach 35 Minuten ist die Spannung von ursprünglich 11,8 Volt auf 11,6 Volt runter und hält diesen Wert bis 75 Minuten (!) nach Beginn des Versuchs.

Inzwischen ist die Sonne untergegangen und es ist kalt im Cockpit geworden. Aber die Batterie will einfach nicht aufgeben. Das

Die Uhr läuft... Es ist 1451 UTC und es sind knapp fünf Minuten nach dem Alternator „Ausfall" vergangen. Der Engine Monitor zeigt 11.8 Volt. Das Warten beginnt.
Unten: Niemals aufgeben! 75 Minuten nach Ausfall des Alternators ist die Bordspannung immer noch bei 11.6 Volt. Aber: Das sind Laborbedingungen! Fotos Autor

GTN 650 funktioniert immer noch. Ich will hier nicht übernachten und versuche, den Ausfall des GTN 650 zu provozieren (wie damals in Venedig): Ich drücke alle Sicherungen wieder rein, schalte die Positionslichter ein und dann einen der größten Verbraucher, die Pitot-Heat. Das zwingt die Voltage von 11,6 auf 11,3 Volt herunter. Alle Navigationsgeräte und der Transponder funktionieren noch. Inzwischen habe ich während der Wartezeit herausgefunden, dass die von Garmin versprochene Mindestspannung für das GTN 650 11,0 Volt beträgt. Aber es gelingt mir nicht, in der nächsten Viertelstunde die Spannung soweit runterzubringen (Man möge mir verzeihen, dass ich den Fahrwerkshebel zu diesem Zweck nicht betätigt habe). Nach einer Stunde und 30 Minuten breche ich den Versuch ab.

Die Batterie hat also 90 Minuten lang das Navigationsgerät und die wichtigsten Verbraucher versorgen können. Was bedeutet das in der Praxis? Der Versuch ist nicht repräsentativ. Zum einen hat nicht jeder seine Batterie vor einem Flug so gut geladen wie bei diesem Versuch. Und zum anderen habe ich während dieser 90 Minuten keine Funksprüche abgesetzt, was ganz gut Energie verbraucht hätte. Zudem ist die Kapazität einer üblichen Flugzeugbatterie stark temperaturabhängig. Je kälter, desto weniger Leistung kann abgegeben werden. Und im Flug ist die Batterie eigentlich immer kälter als unter den Versuchsbedingungen.

Hier noch der Grund, warum ich bei Alternator-Ausfall einen ILS- dem GPS-Anflug gegenüber bevorzugen würde: Kommt man z.B. mit 11,3 Volt Restspannung in den Endanflug und fährt dann – wider besseres Wissen – das Fahrwerk nicht von Hand, sondern elektrisch aus, dann wird die Bordspannung wahrscheinlich so in die Knie gehen, dass das GTN 650 oder ein anderes Navigationsgerät ausfällt. Die komplette GPS-Führung für den Anflug (und den Missed Approach)

ist weg, der Funk ausgefallen. Ist das Fahrwerk unten und kommt die Bordspannung eben wieder über 11,0 Volt, dann startet das GTN neu. Die vorher gewählten Frequenzen (Funk und ILS) sind wieder da, aber die gesamte GPS-Route ist weg und kann so schnell nicht wieder einprogrammiert werden.

Noch eine Info fürs Nachmachen. Bevor Sie Ihre Batterie in einem solchen Versuch quälen, sollten Sie die Möglichkeit haben, selbige nachher wieder aufzuladen. Bei meiner Arrow war das früher nicht möglich, weil die Batterie in einer verplombten Stahlbox installiert ist. Über den Außenbordanschluss kann die Arrow-Batterie nicht aufgeladen werden. Dieser Anschluss ist nur zum Anlassen des Motors gedacht. Erst nachträglich wurde ein Ladekabel angeschlossen, das am Boden die Ladung der Batterie ermöglicht, ohne sie auszubauen.

Fazit

Viele potenzielle Notfälle im Cockpit verlieren ihren Schrecken, wenn man darauf vorbereitet ist. In der Vergangenheit waren es immer wieder erschreckend einfache „Single Point“ Fehler, die zu Unfällen geführt haben, wie der Ausfall einer Vakuum-Pumpe, einer Batterie oder des Alternators/Generators. Gerade auf solche Fehler sollte man ein Auge haben.
Das beste Rezept gegen Ausfälle der beschriebenen Art ist eine zuverlässige Wartung des Flugzeugs, der Austausch abgenutzter Komponenten, der Wechsel einer schwachen Batterie usw.
Und das Wichtigste – noch bevor man ein Notverfahren anwenden kann – ist die Früherkennung eines Fehlers überhaupt. Der unbemerkte Ausfall der Vakuum-Pumpe auf einem IFR-Flug kann schnell zu extremen, unkontrollierten Fluglagen führen, bis hin zur Zerstörung des Flugzeugs. Um den Ausfall der Vakuum-Pumpe schneller erkennen zu können, sollte man sich nicht auf einen besseren Instrument Scan (z.B. häufigerer Blick auf die Vacuum-Pressure-Anzeige) verlassen.
Empfohlen ist hier eine Verbesserung der Redundanz der Anzeigen, z.B. mit einen zweiten elektrischen Horizont nahe dem Haupt-Horizont.

Ist ein Notfall einmal eingetreten, helfen Wissen, Systemkenntnisse, aerodynamisches Verständnis, mentale Vorbereitung und vor allem Training. Ein Upset-Recovery-Training in einem Kunstflugzeug mit Fluglehrer ist unbedingt empfehlenswert. Wer das nicht will, der sollte sich zumindest mental immer wieder mit den wichtigsten vier Elementen der Upset Recovery vertraut machen:

Push – Roll – Power – Stabilize

Der Ausfall eines Alternators ist bei älteren SEP-Flugzeugen nur mit einem Blick auf die gut versteckte Load-Anzeige zu erkennen und somit allzu leicht zu übersehen. Die Nachrüstung eines Low Voltage Lights ist nicht teuer und warnt einen unmittelbar bei einem Ausfall. Neuzulassungen sind ohne eine solche Warnanzeige gar nicht mehr zulässig. Bei in UK zugelassenen Flugzeugen muss für IFR-Flüge seit 2008 ein Low-Voltage-Warnlicht eingebaut sein – auch bei älteren Flugzeugen.

Auch im elektrischen System kann man die Redundanz z.B. durch Trennung der Stromversorgung verbessern. Bei einer systematischen Analyse des elektrischen Systems in meiner Arrow habe ich z.B. festgestellt, dass der elektrische Horizont und der Wendezeiger an derselben Sicherung hingen. Das wurde in der Werft getrennt. Und beim Load-Shedding nach einem Alternator-Ausfall über den Alpen (Sicherung-Ziehen von GPS2) stellte sich heraus, dass das HSI (Anzeige GPS1) an der Sicherung von GPS2 hing. Auch das musste geändert werden.

Machen Sie sich mit Ihrem Flugzeug und den Notverfahren vertraut und lernen Sie Ihr Flugzeug und seine Systeme besser kennen. Dann steht sicheren IFR-Flügen nichts mehr im Wege.

PeterKlant@Lindbergh-aviation.de

Quellen und Links:

Bonanza-Absturz USA 2016 nach Ausfall der Vakuum Pumpe:

[1] NTSB Accident Final Report
[2] http://data.ntsb.gov/carol-repgen/api/Aviation/ReportMain/GenerateNewestReport/93095/pdf
[3] NTSB Dokumente der Unfall-Untersuchung
[4] https://data.ntsb.gov/Docket/?NTSBNumber=ERA16FA176
[5] Video: AOPA ASI Accident Case Study: Single-Point Failure
[6] https://youtu.be/7sfHlzv6Rlk

Mooney-Absturz Schweiz 2017 nach Kontrollverlust:

[7] Schlussbericht Nr. 2340 der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST; www.sust.admin.ch/inhalte/AV-berichte/2340_D.pdf

Spiral Dive

[8] AOPA Proficency: Recovery procedures: A better understanding of inadvertent spirals; https://www.aopa.org/news-and-media/all-news/2020/november/pilot/proficiency-recovery-procedures
[9] John Denker: “See how it flies” Spiral Dive: http://www.av8n.com/how/htm/aoastab.html#sec-spiral-dive (die hier beschriebenen Fehler im FAA Airplane Flying Handbook sind inzwischen behoben)
[10] FAA Airplane Flying Handbook https://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/airplane_handbook/ Chapter 4: Maintaining Aircraft Control: Upset Prevention and
[11] Recovery Training https://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/airplane_handbook/media/06_afh_ch4.pdf

Fehler im elektrischen System:

[12] AOPA: Electrical Malfunctions What to do when the juice stops flowing; https://www.aopa.org/training-and-safety/students/flighttestprep/skills/electrical-malfunctions
[13] Electrical System Malfunctions - Failure is Not an Option; https://www.avweb.com/flight-safety/technique/failure-is-not-an-option-part-i/