Wartungsfehler

EINE BEDROHUNG FÜR IHRE SICHERHEIT
VON FLUGKAPITÄN PETER KLANT

Studien der Luftfahrtindustrie zeigen, dass etwa 20 % aller Triebwerksausfälle (inflight shutdowns) auf Wartungsfehler zurückzuführen sind. Fehler bei Wartung und Instandsetzung von Verkehrsflugzeugen waren zudem immer wieder Auslöser schwerer Flugunfälle. Auch die Allgemeine Luftfahrt ist von dem Phänomen „Wartungsfehler" nicht ausgenommen. Es ist notwendig, sich mit diesem Kapitel der Flugsicherheit auseinanderzusetzen. Mancher Unfall kann in Zukunft vielleicht vermieden werden, wenn die Piloten mehr über Wartungsfehler wissen und darüber, was man bei der Arbeit am Flugzeug dagegen tun kann.

Bei einigen Unfällen durch Wartungsfehler, die ich in diesem Artikel beschreiben möchte, konnten die Piloten keinen Einfluss auf die oft tödlichen Abläufe nehmen. Es gibt aber in der Fliegerei viele Wartungsfehler, gegen die es Konzepte gibt oder die ein Pilot eventuell noch rechtzeitig erkennen kann. Daher dieser Artikel. Es ist wichtig, die Piloten immer wieder daran zu erinnern, wie wichtig ihr eigener Anteil am einwandfreien technischen Zustand ihres Flugzeugs ist.
In der Allgemeinen Luftfahrt hat das Thema zusätzlich eine besondere Bedeutung. In den kleinen Werften arbeitet oft nur eine einzelne Person an unseren Flugzeugen. Es fehlen „double inspections", Kollegen, die noch mal über die Arbeit drübergucken, komplexe Arbeitskarten, Checklisten oder Toolkits, wie sie zum Teil in den großen Werften der Airlines genutzt werden. Daher ist gerade bei der Wartung kleiner – vermeintlich einfacher – Flugzeuge erhöhte Aufmerksamkeit erforderlich.

Und nicht zuletzt sind es wir Piloten, die selbst kleinere Wartungsarbeiten am Flugzeug durchführen. Sei es Öl nachfüllen, Kontrollen, bei denen Klappen geöffnet werden müssen oder die Motorhaube geöffnet wird, Aus- und Einbau von Sitzen in der Kabine. Ein Schraubenzieher bleibt im Fußraum des Cockpits liegen, ein Ölmessstab wird nicht richtig eingeschraubt, eine Engine Cowling nicht richtig verriegelt. Es gibt hunderte Möglichkeiten für Wartungsfehler, die wir Piloten selbst machen können! Wir brauchen also dafür gar keine Mechaniker ...
Bevor ich am Ende dieses Artikels dazu komme, Empfehlungen zu geben, was Piloten tun können, möchte ich einige bedeutende Unfälle vorstellen, bei denen Wartungsfehler die Auslöser waren. Sie werden feststellen: Wartungsfehler sind kein historisches Problem in der Luftfahrt, bei jedem neuen Flug könnte der nächste Fehler auftauchen.

Familientragödie in Griechenland

Meine erste Begegnung mit einem Wartungsfehler in der Luftfahrt waren Presseberichte aus Griechenland im Jahre 1973, drei Jahre bevor ich selbst mit dem Fliegen begann. Die Geschichte ist mir lebhaft in Erinnerung geblieben, ein tödlicher Unfall:
Am 22. Januar 1973 rollte Alexander Onassis, Sohn des Reeders und Milliardärs Aristoteles Onassis, mit einem Piaggio P.136L-2 Amphibium zum Start auf die Runway 33 in Athen. Alexander Onassis war Chef von Olympic Aviation, einem kleinen Tochterunternehmen von Olympic Airlines, dem Airline Imperium seines Vater.

Eine Piaggio P.136L-1, eine etwas schwächer motorisierte Variante als die L-2, in der Alexander Onassis verunglückte. Foto: Wikipedia

Onassis wollte den ehemals bei der NASA tätigen amerikanischen Testpiloten Donald McCusker einweisen. McCusker sollte die Maschine zur persönlichen Verfügung von Aristoteles Onassis fliegen, der einen Trip mit seiner Yacht nach Amerika plante. Das Flugzeug sollte auf der Yacht mitgeführt werden. Alexander Onassis schlug drei Wochen vor dem Unfall vor, doch statt der Piaggio einen Hubschrauber mitzunehmen. Das jedoch lehnte sein Vater ab.

Mit an Bord der Piaggio auf diesem Einweisungsflug war der reguläre Pilot der Maschine, Donald McGregor, der diese Reise wegen einer Augeninfektion nicht machen konnte. 15 Sekunden nach dem Abheben rollte die Maschine nach rechts und stürzte ab. Alexander Onassis starb am nächsten Tag, die beiden anderen Piloten überlebten den Unfall schwer verletzt. Ursache waren falsch angeschlossene Querruder. Dieser Unfall hätte sich – ich will später darauf eingehen – bei Anwendung bestimmter Konzepte verhindern lassen. Aristoteles Onassis, der Mann, der alles hatte, was man mit Geld bezahlen kann, verlor seinen Sohn und kam niemals darüber hinweg. Onassis wollte nicht an einen Unfall glauben und setzte ein „Kopfgeld“ von einer Million Dollar für den aus, der Beweise für eine vorsätzliche (statt fahrlässige) Tötung seines Sohnes liefern konnte. Zudem glaubte er an eine Verschwörung der CIA gegen ihn. Am Ende wurden alle Gerichtsverfahren zu dem Unfall eingestellt. Onassis hat den Tod seines Sohnes nie überwunden. Er trennte sich von der von ihm gegründeten Olympic Airways und starb nur zwei Jahre nach seinem Sohn.

Mechaniker sind Profis

Bevor ich in diesem Artikel weiter über Wartungsfehler berichte, möchte ich Folgendes betonen: Als Flugkapitän und auch als Privatpilot hängt mein Leben auch davon ab, dass die Mechaniker ihre Arbeiten zuverlässig ausführen. Ich vertraue meinen Mechanikern zu 100 Prozent, genau so, wie ich meinen Copiloten vertraue. Auch die Mechaniker selbst nehmen ihre Verantwortung sehr

ernst. Sie wissen genau, was von ihrer Arbeit abhängt und was ihre Tätigkeit für die Flugsicherheit bedeutet. Dennoch passieren bei der Wartung Fehler. Jedoch in der Regel nicht durch Hasardeure, durch schlampige Arbeit oder durch Nachlässigkeit. Das Erschreckende ist, dass die gefährlichsten Wartungsfehler Profis unterlaufen, erfahrenen Leuten, die ihre Arbeit genau so wichtig nehmen wie wir Piloten die unsere. Wie bei Fehlern in der Cockpitarbeit ist also bei den meisten Wartungsfehlern nicht Fahrlässigkeit im Spiel, sondern die Tatsache, dass Mechaniker, wie wir alle, Menschen sind. Und ich wette: Jeder Mensch macht irgendwann mal einen Fehler. Die Frage ist nur, wie schwerwiegend der am Ende ist.

Einige Wartungsfehler in der General Aviation

- Selbst gemacht: Beim Outside Check, ich bin gerade an der Ölkontrolle meiner Arrow, spricht mich ein anderer Pilot an. Ob ich nicht ein Foto von ihm und seinem Mitflieger vor der benachbarten Maschine machen kann? Klar kann ich, ich bin ein freundlicher Mensch. Nach dem Foto setzte ich meinen Outside Check fort. Im Cockpit, beim Lesen der Cockpit-Checkliste, sehe ich auf der rechten Seite der Motorabdeckung den geöffneten Öldeckel mit dem daneben liegenden Ölmessstab.
- Der Pilot eines Segelflugzeugs stellt beim Windenstart fest, dass er keine Kontrolle über das Höhenruder hat. Er wartet ab, bis das Flugzeug oben ist und das Seil ausgeklinkt hat. Dann entriegelt er die Cockpithaube und springt mit dem Fallschirm ab. Das Höhenruder war beim Aufrüsten des Flugzeugs nicht eingehängt worden.
- Dem Pilot einer Ka 6 (für die Jüngeren: ein einsitziges Segelflugzeug) wird es beim Kurbeln im Aufwind zu heiß und er öffnet die Lüftungsdüse. Unerwartet trifft ihn eine Wolke aus feinstem Schleifstaub vom letzten Werkstattaufenthalt mitten ins Gesicht und vor allem in die Augen, die sofort zuschwellen. In letzter Sekunde kann er das Flugzeug auf einen Acker setzten, bevor er nichts mehr sehen kann.
- Double Trouble: Der Pilot einer Cessna muss eine Bauchlandung machen, weil ein Techniker bei Arbeiten am Fahrwerk einen Fehler gemacht hat. Alles geht gut (das heißt: niemand verletzt). Aber der Propeller muss ersetzt werden und der Motor wird einer „Shockloading Inspection“ unterzogen. Nach dem ersten Flug nach der Instandsetzung stellt der Pilot eine leichte Ölleckage fest. Nach Rücksprache mit der Werft fliegt er die Maschine dorthin zurück. Man stellt fest, dass die Motorbolzen nur leicht angezogen waren, das Fest-Torquen war vergessen worden.

Diese Liste ließe sich noch lange fortsetzen.

British Airways Rapid Decompression

Es hätte ein schöner Flug werden können. Die British Airways Crew einer BAC 1-11 – Kapitän, Copilot, Purser und drei

Flugbegleiter – waren mit 81 Passagieren unterwegs nach Málaga in Spanien.

Flug BA 5390 war am Sonntag dem 10. Juni 1990 um 7 Uhr 20 UTC in Birmingham gestartet und erhielt im Steigflug mehrere Radarvectors Richtung Süden. Der Copilot war auf diesem Leg Pilot Flying. Nachdem sich die Piloten im Steigflug auf FL 230 eingerichtet hatten, lösten sie – wie üblich – ihre Schultergurte. Der Kapitän lockerte zudem seinen Beckengurt, um es sich bequemer zu machen.

13 Minuten nach dem Start – in einer Höhe von 17.300 Fuß – war es mit dem Sonntagsausflug vorbei. Mit einem gewaltigen Knall war die Passagierkabine plötzlich in weißen Nebel gehüllt. Den dort im Service befindlichen Flugbegleitern war unmittelbar bewusst, dass sich eine explosionsartige „Rapid Decompression“ ereignet hatte.

Im Cockpit war die Hölle los. Die Verfahren für einen Druckabfall werden im Simulator regelmäßig trainiert und sind allen Piloten geläufig. Aber nicht eine Situation, wie diese hier: Eine komplette Cockpitscheibe auf der Kapitänsseite war rausgeflogen. Die Druckluft aus der ganzen Maschine entwich durch diese große Öffnung mit so einer Gewalt, dass die Cockpittür aus ihren Angeln gesprengt wurde und auf die Mittelkonsole knallte. Der Luftstrom riss den Kapitän aus seinem lockeren Beckengurt durch den nun leeren Fensterrahmen hinaus in den tosenden Fahrtwind. Ein Flugbegleiter, der im vorderen Bereich der Kabine gearbeitet hatte, stürzte ins Cockpit und hielt den Kapitän mit aller Kraft an den Beinen, es war aber nicht möglich, ihn ins Cockpit zurückzuziehen.

Der Copilot hatte seine eigenen Probleme, den Notsinkflug einzuleiten, denn für einen Augenblick hatte er die Kontrolle über das Flugzeug verloren. Zum einen blockierte der Kapitän mit einem Bein die Steuerung Richtung „nose down“ (was ihn vermutlich davon abgehalten hatte, komplett aus dem Flugzeug geblasen zu werden). Zum anderen konnte der Copilot die Schubhebel nicht zurückziehen, weil sie von den Trümmern der Cockpittür blockiert waren. Auch war es in dem tobenden Lärm im Cockpit nun nicht mehr möglich, mit der Flugsicherung zu sprechen. Der Notruf des Copiloten war zwar dort eingegangen, man verstand aber zunächst nicht, was das Problem war.

Nachdem der Purser die Trümmer der Cockpittür zertreten und aus dem Weg geschafft hatte, half er dem Flugbegleiter den Kapitän festzuhalten, der inzwischen noch weiter aus dem Fensterrahmen herausgerutscht war. Sein Körper wurde im tobenden Fahrwind (inzwischen 340 Knoten) fest gegen die Flugzeugoberseite gepresst. Bei dieser Fluggeschwindigkeit konnte auch im Cockpit ohne Frontscheibe von „Windstille“ keine mehr Rede sein. Die Außentemperatur betrug minus 17 Grad Celsius.

Der Purser hatte sich zum Festhalten in einen Gurt des Jumpseats eingehakt, den anderen Flugbegleiter verließen die Kräfte, er hatte sich einen Arm ausgekugelt, war am Arm verletzt vom rauen Fensterrahmen und hatte sich Erfrierungen zugezogen. Die Flugbegleiter gingen während dem Sinkflug davon aus, dass der Kapitän tot sei und dachten offenbar darüber nach, seinen Körper loszulassen. In der Funk-Aufzeichnung am Boden hört man später den Copiloten während einem Funkspruch rufen (elf Minuten nach Beginn des Notfalls):

„No if you can hold on … if you can hold onto him.“

Zwei Minuten später meldet der Copilot Trümmer im Cockpit und gibt die erste Information über den Kapitän weiter: „Requesting emergency facilities for the captain ... I think he's dead."
22 Minuten nach dem Druckabfall brachte der Copilot die BAC One-Eleven auf der Landebahn 02 in Southampton zum Stillstand und schaltete die Triebwerke aus. Der Feuerwehr gelang es, den Kapitän zurück ins Cockpit zu holen. Im Flug ohne Bewusstsein, kam er nach der Landung langsam wieder zu sich. Er wurde im Krankenhaus mit Knochenbrüchen, Erfrierungen und einem Schock behandelt. Zum Glück konnte er später seine Flugtauglichkeit wiedererlangen und flog noch bis zum Erreichen der Altersgrenze für British Airways.

Die Suche nach den Ursachen

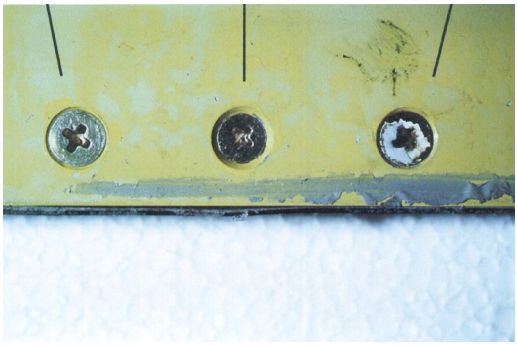
Die Cockpitscheibe eines Verkehrsflugzeugs besteht aus mehreren dicken Glas- und Kunststoffschichten, die miteinander verklebt sind. Sie müssen nicht nur dem Druck der Druckkabine standhalten, sondern schützen auch die Piloten vor dem frontalen Aufschlag eines Vogels. Bei der BAC 1-11 besteht die Nr. 1 Cockpitscheibe aus insgesamt fünf Schichten und wiegt 30 kg. Dieses dicke Glaspaket wird mit 90 Schraubbolzen von außen mit dem Fensterrahmen verschraubt. Bei der ersten Inspektion des Flugzeugs in Southampton zeigte sich, dass der Rahmen der fehlenden Scheibe nicht verzogen war, es gab also offenbar kein Problem mit der Struktur der Maschine. Auch wurden keinerlei Glassplitter im Flugzeug gefunden, was gegen einen Vogelschlag sprach. Im Logbuch war allerdings ein Scheibenwechsel dokumentiert:

Wegen eines Defekts in der Laminierung (ein typischer Grund für einen Scheibenwechsel) war die Frontscheibe auf der Kapitänsseite in der Nacht vor dem Flug gewechselt worden. Der Schichtleiter der Nachschicht in Birmingham hatte diese Arbeit persönlich übernommen, nachdem er seine Leute für andere Arbeiten eingeteilt hatte. Um die Arbeit zu beschleunigen, zog er für die Wahl der neuen Bolzen nicht den „Illustrated Parts Catalog" zu Rate, sondern ging mit einem der ausgebauten Bolzen ins Lager. Er entnahm das Material entsprechend diesem Musterstück. Dummerweise war der ausgebaute Bolzen schon bei einem früheren Scheibenwechsel falsch ausgewählt worden. Außerdem unterlief ihm beim Vergleich der Bolzen ein Fehler. So kam es, dass am Ende 84 Bolzen eingebaut wurden, die einen zu geringen Durchmesser hatten. Die übrigen sechs Bolzen waren 2,5 mm zu kurz. Zum Einbau wurde zudem ein nicht geeichtes Torque-Werkzeug verwendet, eine falsch positionierte Arbeitsplattform, unzureichende Beleuchtung, Nichtbenutzung der Lesebrille usw.

Der BAC 1-11 Unfall verfilmt für den Discovery Channel unter dem Titel „Blow Out" ist in vieler Hinsicht typisch für Flugunfälle. Nicht ein einzelnes Ereignis, ein einzelner Fehler, führt zu einem Unfall, sondern eine unglückliche Verkettung von vielen kleinen Umständen. In diesem Fall gab es alleine bei der Arbeit des erfahrenen Schichtleiters 13 verschiedene Punkte, die erst alle zusammen zu dem Fehler führten. Im Unfallbericht heißt es dazu:

> *„He [...], when shown the full list of errors and omissions that he had made, offered an explanation for each individual action."*

Dazu kam noch eine Unzahl weiterer beitragender Faktoren, wie z. B. ungünstiges Design der Cockpitscheiben (Einbau von außen, statt von innen) und fehlerhafte Darstellung im Parts Catalog (auf dem Bild war nur einer der Bolzen als „typisch“ an der Scheibe abgebildet, obwohl für den Einbau zwei verschiedene Bolzentypen erforderlich waren). Weiter trugen zu dem Fehler bei: fehlendes Training und Supervision bei den als Schichtleiter eingesetzten Wartungstechnikern, fehlende „double inspections“ bei kritischen Wartungsmaßnahmen, Kommunikationsprobleme, fehlende Checklisten für die Materialentnahme, keine Kennzeichnung der Partnummern auf den Bolzen (nur auf der Verpackung) usw.



Das „Corpus delicti“ mit drei verschieden Bolzen: Links ein neuer Bolzen, wie er hätte eingebaut werden sollen, in der Mitte einer der 84 mit zu geringem Durchmesser eingebauten Bolzen. Rechts einer der ausgebauten Original-Bolzen, der vom AAIB im Schrott der Werft gefunden wurden.
Foto: AAIB

Der Unfalluntersuchungsbericht stellt an einer Stelle fest, dass es vor jedem Unfall im Schnitt 400 bis 600 „near misses“ gibt, die ihm vorausgehen. Ein Unfall ist also oft die Spitze eines Eisbergs. Nachdem die Cockpitscheibe der BAC 1-11 zusammen mit 29 der 90 Bolzen gefunden worden war und sich der Verdacht schnell auf die Bolzen richtete, war es daher nur konsequent, sich auch mal die anderen BAC 1-11 anzusehen. British Airways ließ vor dem nächsten Flug bei allen BAC 1-11 jeden vierten Bolzen zur Kontrolle ausbauen. Dabei wurden bei zwei Maschinen insgesamt 41 zu kurze Bolzen gefunden. Bei einer anderen Airline fand man bei zwei von vier BAC One-Eleven insgesamt 107 falsche Bolzen …

Der Unfall der British Airways BAC 1-11, der ebenso in einem Totalverlust hätte enden können, führte zu ganz neuen Erkenntnissen und Untersuchungsmethoden. Insbesondere wurde hier intensiv zu dem damals noch kaum bekannten Thema „Human Factors“ ermittelt. Als Novum bei Unfalluntersuchungen zog der leitende Ermittler zu den Interviews einen Verhaltenstherapeuten, einen Psychologen, hinzu und sprach mit dem Schichtleiter nicht in einem Büro von Britisch Airways, sondern in der offenen, freundlicheren Atmosphäre eines Hotelzimmers. Heute sind die Ermittlungen zu „Human Factors“ bei Unfalluntersuchungen nicht mehr wegzudenken. 1992 jedoch wehrte sich British Airways gegen diese unkonventionelle Untersuchungsmethoden und erreichte, dass der Bericht des Psychologen nicht im Abschlussbericht erscheinen durfte. So kam es, dass die Ermittler den „Behavioural Psychologist‘s Report“ lediglich in einem Anhang zum Unfallbericht veröffentlichen konnten.
Die heute „non punitive“ genannte, also nicht auf Bestrafung ausgerichtete Ermittlungsmethode hat bei diesem Unfall zur vollständiger Aufklärung aller Umstände und damit zu Veränderungen in den Abläufen bei der Wartung geführt, die das Fliegen sicherer machen.

Man sieht hier einen krassen Gegensatz zu den aggressiven, sehr „feindseligen“ Ermittlungen nach dem Tod von Alexander Onassis 1973. Damals waren alle Beteiligten monatelangen Strafverfahren ausgesetzt. Der überlebende amerikanische Pilot wurde viele Monate in Griechenland festgehalten. Im Ergebnis führte das dazu, dass alle mauerten und niemand mehr aussagen wollte. Daher konnten die Ursachen des Onassis-Unfalls bis heute nicht vollständig ermittelt werden.

Japan Airlines Boeing 747 Loss of Control

2006 eröffnete Japan Airlines das „Safety Promotion Center“, ein Museum, wie es für eine große Airline nicht ungewöhnlicher sein könnte. Zentrales Ausstellungsstück des Museums sind Flugzeugtrümmer.

Gezeigt wird u. a. das gewaltige zerborstene hintere Druckschott einer Japan Airlines Boeing 747, die am 12. August 1985 von Tokyo nach Osaka fliegen sollte. Sinn und Zweck der Ausstellung ist es, vor allem dem Personal vor Augen zu führen, dass ihnen nicht nur wertvolle Flugzeuge anvertraut sind, sondern auch, dass das Leben von Menschen direkt von ihrer Arbeit abhängt.
Die Boeing 747 der Japan Airlines war 1978 durch einen Tailstrike, also durch das Aufsetzen des Hecks, beschädigt worden. Ein Spezialistenteam von Boeing führte damals in Japan eine umfangreiche Reparatur des hinteren Druckschotts durch. Die Arbeiten waren sehr kompliziert und ließen sich nicht wie von den Ingenieuren geplant durchführen. Daher nahm die Boeing-Crew vor Ort nicht abgesprochene Änderungen am Reparaturplan vor, die über die Jahre zur Bildung von Haarrissen im Druckschott führten.
Am 12. August 1985, kurz vor Erreichen der Reiseflughöhe von 24.000 Fuß, gab das Jahre zuvor reparierte Druckschott nach. Mit einer gewaltigen Explosion entlud sich der Luftdruck im Flugzeug durch den geborstenen „aft pressure bulkhead“ in das Heck der Maschine. Durch den Luftdruck und herumfliegende Trümmer wurde nicht nur die komplette APU aus dem Flugzeug geblasen, sondern es wurden auch alle vier Hydrauliksysteme für die Steuerung zerstört. Zusätzlich verlor die Maschine einen Großteil des riesigen Seitenleitwerks.
Es grenzt nahezu an ein Wunder, dass es der Cockpit Crew dennoch gelang, das Flugzeug noch für 32 Minuten in der Luft zu halten – ohne irgendeine Möglichkeit, zu steuern, außer mit Schubänderungen der Triebwerke. Um 18 Uhr 56 an jenem Tag zerschellte die Maschine an einem Berghang. 520 Menschen an Bord starben, vier überlebten schwer verletzt. Der Absturz war bis heute das schwerste Unglück der Luftfahrtgeschichte mit einem einzelnen Flugzeug.

Als Konsequenz zu diesem und einem weiteren Unfall mit einer Boeing 747 werden solche großen Bulkhead-Reparaturen heute nicht mehr durchgeführt. Stattdessen ersetzt Boeing bei Bedarf das komplette defekte Druckschott gegen ein neues, wozu das gesamte Heck des Flugzeugs abgetrennt werden muss. Wie solche Reparaturen heute gemacht werden, steht in der Novemberausgabe von „Air & Space“ von 2008 unter dem Titel: Airliner Repair, 24/7 Collapsed landing Gear? Dial B-O-E-I-N-G and have a credit card ready.

Manchmal hilft auch eine Kreditkarte nicht mehr. Eine Boeing 767, die 2013 in Madrid einen Tailstrike beim Start hatte, wurde später als Totalschaden abgeschrieben.

Motorverkleidung nicht verriegelt

Leider ein Dauerbrenner unter den Wartungsfehlern sind vergessene Verriegelungen an den Engine Cowlings, und das nicht nur bei Flugzeugen der Allgemeinen Luftfahrt, sondern auch bei großen Airlinern.

Am 21. Oktober 2009 verunglückte ein Boeing 707 Frachter beim Start in Sharjah. Alle sechs Insassen kamen ums Leben. Die Maschine verlor in 300 Fuß wegen Wartungsfehlern die Verkleidung des Triebwerks Nummer 4. Im Cockpit wurde nach Abfall der EPR-Anzeige auf diesem Motor ein Triebwerksausfall ausgerufen. Bei einem unglücklich ausgeführten „Turnback“ überschritt die Maschine die maximal zulässige Querlage von 15° bei einer Geschwindigkeit noch unter V2 plus 10. Das Flugzeug geriet in eine unkontrollierbare Fluglage (am Ende 80 bis 90 Grad Querlage), bevor es auf den Wüstenboden aufschlug.

Die Boeing 707 war 1969 an die Lufthansa ausgeliefert worden und flog später für die Condor. 1981 wurde das Flugzeug in die UEA verkauft und wechselte seitdem mehrmals den Besitzer. Zuletzt war die 707 auf eine „AZZA Transport Company“ registriert, die für Sudan Airways im Wetlease flog. Der Kapitän war bei Sudan Airways angestellt, der Copilot bei AZZA.
Der Unfallbericht der GCAA, das ist die „General Civil Aviation Authority of The United Arab Emirates“, zeigt unglaublich

Figure 9- No. 4 engine cowls as found at the departure runway

Verlorene Cowling einer Boeing 707 auf der Runway in Sharjah. Eine Minute nach dem Abheben des Flugzeugs waren alle Insassen tot.
Foto: GCAA

viele Diskrepanzen in der Dokumentation über Flugzeug und Besatzung. Festgestellt wurden auch ein haarsträubender technischer Zustand der Engine Cowlings sowie ein Training-Defizit bei der Cockpit Crew. Zur Crew schreibt die GCAA:

> *„... neither their full flight simulator training nor skill test was sufficient to recover from unusual attitude in real life.“*

Wie schon bei dem oben beschriebenen Unfall der British Airways von 1992 zu sehen war und wie wir auch später in diesem Artikel bei dem Zwischenfall eines Lufthansa A320 sehen werden, können gutes Crew-Training und Crew-Performance bei Unfällen nach Wartungsfehlern den feinen Unterschied zwischen Leben und Tod für die Insassen ausmachen. Bei dem Unfall der 707 waren letztlich Mängel in der Crew-Performance das letzte Glied in der Fehlerkette, die zu dem Unfall führte.

Das Problem unverriegelter Engine Cowlings ist bis heute trotz vielfältiger Maßnahmen der Hersteller und Airlines nicht gelöst und kann eigentlich nur durch einen zukünftigen Design Change ganz abgestellt werden (z. B. bessere Anzeigen an der Cowling selbst und/oder locking indications im Cockpit). Eine besonde-

Passagierfoto: British Airways A319 nahe London 2013. Das Flugzeug verlor nach dem Start die Verkleidungen BEIDER Triebwerke. Das Bild zeigt eines der Triebwerke wenige Momente, bevor es Feuer fängt. Das Triebwerk wurde abgestellt, das Feuer konnte erst am Boden gelöscht werden. Foto: Aviation Herald

re Häufung der Zwischenfälle, bei denen die Verkleidungen im Flug verloren gingen, gab es übrigens auf dem Airbus A320 sowie bei einem Typ mit Hecktriebwerken. Beim A320 sind die Triebwerke so dicht über dem Boden, dass sich die Piloten nahezu auf den Bauch legen müssten, um die Verriegelungen zu sehen, bei dem anderen Typ sind die Locks so weit oben am Flugzeug angebracht, dass man sie vom Boden aus kaum sehen kann. Nach dem oben beschriebenen British Airways Unfall 2013, der mit einem Engine-Fire in der langen Serie der Cowling-Losses das Fass zum Überlaufen brachte, wurden bei den großen Airlines auf nahezu allen Flotten Änderungen eingeführt. Die Verriegelungen wurden z. B. so bemalt, dass man rote Farbe sehen kann, wenn sie nicht korrekt geschlossen sind. Die Einführung von Double Inspections beim Öffnen und Schließen der Cowlings brachte allerdings neue Probleme: Was tun, wenn an einem Flughafen nur ein Mechaniker vor Ort ist, der am Triebwerk arbeiten muss? Eine Airline fand dazu eine kreative Lösung. Double Inspection per Telefon: Der Mechaniker muss nach Arbeiten am Triebwerk seinem Kollegen in der Werft telefonisch bestätigen, dass er die Verkleidung ordnungsgemäß geschlossen hat, bevor das Flugzeug wieder freigegeben werden darf. Problematisch auch die Idee, Öffnen und Schließen der Cowling als Hinweis für die Piloten im Technischen Bordbuch an einer Stelle zu dokumentieren, die die Piloten vor dem Flug nicht kontrollieren müssen.
Nicht verschlossene Klappen können auch in der General Aviation schwere Unfälle mit verursachen, die zum Tod der Insassen führen:

- Ein prominentes Beispiel dafür ist der Tod von Ben Abruzzo, dem legendären Ballonfahrer, der als Erster sowohl den Atlantik als auch den Pazifik im Ballon überquert hatte. Abruzzo wollte zusammen mit seiner Frau und vier Freunden von Coronado bei Albuquerque nach Aspen, Colorado, zum Skifahren fliegen. Beim Start mit seiner zweimotorigen Cessna 421 öffnete sich auf der rechten Seite die Tür zum Gepäckraum. Abruzzo wollte daher zum Flugplatz zurückkehren und flog in die Platzrunde ein. Beobachter sagten, dass das Fahrwerk dabei ausgefahren blieb. Als es nun auf dem Gegenanflug offenbar Triebwerksprobleme gab (man fand ein Triebwerk in Segelstellung vor),

konnte er die Höhe nicht mehr halten und stürzte in unlandbarem Gelände ab. Alle Insassen kamen ums Leben.

- Bei einem eigentlich vom Spritverbrauch her unkritischen Überlandflug mit einer Piaggio fiel im Endanflug der Motor aus, weil der Tank leer war. Die Maschine wurde überzogen und stürzte ab. Am Abflugplatz wurde der Tankdeckel gefunden, der am Wrack fehlte.

Risiko: Multi-Engine Maintenance

Ein besonders hohes Risiko bei Wartungsarbeiten ergibt sich dann, wenn z. B. im Transit augenscheinlich einfache Routinearbeiten an allen Triebwerken gleichzeitig durchgeführt werden. Wird hier ein wie auch immer durch das System begünstigter Fehler gemacht, so ist die Wahrscheinlichkeit groß, dass dieser Fehler dann auch zuverlässig bei allen Triebwerken gemacht wird. Wie ich oben schon schrieb: Mechaniker sind Profis. Die Liste der Beinahe-Unfälle durch solche Arbeiten ist lang, ich möchte zur Veranschaulichung einige Beispiele aus dem Artikel „Multi-Engine Maintenance“ zitieren (Boeing Magazin „Aero“ Nr. 5 von 1999):

- An L-1011 descending into Nassau, The Bahamas, lost oil pressure in engine no. 2. The flight crew shut down the engine and diverted back to Miami, Florida. On the return to Miami, engines no. 1 and no. 3 shut down. At 3,800 ft above the ocean, the crew recovered engine no. 2. The flight crew then completed a single-engine landing at Miami. The Oring seals on the master chip detectors for each engine were missing, causing engine oil loss.
- A 747-200 approaching Rome made a two-engine landing after two of the four engines were shut down because of a lack of oil. Both oil filters were found to have been improperly installed.
- On a BAe-146, a low-oil warning on one engine prompted the crew to shut down the engine. Low-oil warnings then occurred on two additional engines, which were reduced to idle. The crew increased thrust on the remaining engine and diverted to the nearest airport. Inspection of the engines discovered that three of the four engines did not have seals on their chip detectors and that oil leaked from the engines. The airplane had just completed a shop visit and was returning to its home airport.

Boeing identifizierte für diese Vorfälle u. a. diese Ursachen:

- Information that is difficult to understand, such as work/task cards and manuals.
- Interruptions during performance of a task. The interruption may cause the individual to miss key elements of the task, such as replacing the O-rings or oil cap covers.
- Inadequate lighting. Personnel not seeing properly can be a contributor to mistakes.
- Poor transfer of information at shift change. The next shift may not be properly informed of the degree of completion for a task, including work on critical systems.

- Airplane design. Component design may cause difficulty for maintenance personnel.

Der aufmerksame Leser erkennt hier viele Gemeinsamkeiten mit den weiter oben aufgeführten Unfällen:
So zum Beispiel schwer zu verstehende Informationen in den Manuals, ungenügende Beleuchtung und ungünstiges Design als beitragende Faktoren zum Unfall der BA 5390. Die Hersteller und Airlines haben nach einer Häufung solcher Vorfälle inzwischen die Bremse gezogen und vielfältige Maßnahmen getroffen, die helfen sollen, solche Mehrfachfehler in Zukunft zu vermeiden. Dazu gehört z. B. die sog. Staggered Maintenance, bei der Routinearbeiten immer nur an einem Triebwerk gemacht werden, sowie die Anwendung der strengeren ETOPS-Verfahren auch bei Flugzeugen mit drei oder mehr Triebwerken, Arbeiten an verschiedenen Triebwerken auch von unterschiedlichen Mechanikern durchführen zu lassen (damit der Fehler nicht „mitwandert"), Verpackung von Einheiten wie Ölfilter oder Chipdetectors als eine Einheit zusammen mit neuen vorinstallierten Dichtungen und natürlich besseres Training und Aufsicht in den Wartungsabteilungen.

Der Flight Control Check – letzte Auffanglinie für die Piloten

In Vorbereitung zu diesem Artikel habe ich zu einem Unfall mit Kontrollverlust recherchiert, der mich seinerzeit sehr beschäftigt hat.
Er ereignete sich während meiner fliegerischen Ausbildung (in Phoenix) am 15. Mai 1979 auf dem Falcon Field in Arizona. Uns wurde beim Briefing berichtet, am Morgen sei eine Douglas C-54S Skymaster – die militärische Version der DC-4 – beim Start verunglückt. Die Maschine war über das Bahnende hinaus gerast, weil die Gust Locks für das Höhenruder noch verriegelt waren. Die DC-4 war für mich damals wie die Superconnie so etwas wie eine „Heilige Kuh" der Luftfahrt und ich konnte einfach nicht verstehen, wie eine erfahrene Crew trotz Outside Check, Flight Control Check und Checklisten so ein Unikat zerstören konnte.
Der Blogger MikeD hat 2011 in einem Forum ausführlich über den Unfall von 1979 berichtet und u. a. beschrieben, wie schwierig es ist, ein aktiviertes Gust Lock im Cockpit einer DC-4 zu übersehen. Und wie erfahren der Kapitän der Maschine war. Die Besatzung hatte damals übrigens den Unfall nur deshalb schwer verletzt überlebt, weil eine Feuerwehr-Crew zufällig nahe dem Unfallort trainierte. Das Flugzeug war hinter dem Bahnende in einem Orangenhain völlig zerstört in Flammen aufgegangen.

Gust Lock Safety Strap (rotes Band) im Cockpit einer C-54 Foto: John Snyder

Der Startunfall auf dem Falcon Field hatte sich während meiner fliegerischen Ausbildung ereignet und wahrscheinlich meine Einstellung zur Bedeutung des Flight Control Checks bis

heute stark beeinflusst. Wir haben in unserer Ausbildung – so wie die jungen Piloten heute wahrscheinlich auch – eingebläut bekommen, wie wichtig ein gründlicher Flight Control Check für die Flugsicherheit ist. Umso schwerer ist es zu verstehen, warum bis zu dem im Folgenden beschriebenen Zwischenfall beim A320 offenbar keinerlei Kontrolle der richtigen Steuerausschläge in den Airbus-Verfahren festgelegt war.

Loss of Control – Flight Control Probleme nach Wartung

Am 21. März 2001 verlor eine A320 Crew beim Start in Frankfurt kurzzeitig die Kontrolle über ihr Flugzeug. Die Querruder schlugen falsch herum aus. Die Luftfahrt-Branche war ziemlich erschüttert. Auf SKYbrary, einer Webseite von Eurocontrol, die sich mit operationellen Risiken der Verkehrsluftfahrt beschäftigt, ist der Zwischenfall unter „Loss of Control“ und „Maintenance Error“ wie folgt überschrieben:

- On 21 March 2001 an Airbus A320-200, operated by Lufthansa, experienced a flight controls malfunctions shortly after take-off which resulted in loss of control and subsequent near terrain impact. The uncontrolled roll, due to the malfunction of the pilot flying‘s sidestick, was recovered by the other pilot and the aircraft safely returned to land in Frankfurt without further incident.

Niemals hätte man sich vorstellen können, dass sich ein Ereignis wie der Kontrollverlust der Piaggio P.136L-2 von Alexander Onassis aus den 1970er-Jahren bei einer heutigen Airline wiederholen könnte. Und dennoch ist es passiert.

Wie konnte es nun in modernen Zeiten dazu kommen, dass in einem bewährten Verkehrsflugzeug wie dem A320, gewartet von einer renommierten Airline und geflogen von einer hervorragend ausgebildeten und erfahrenen Crew, der Start mit falsch angeschlossenen Querrudern begonnen wurde? Beitragend zu diesem Zwischenfall war sicher auch der Irrglaube – früher selbst von Airbus gestreut – dass der A320 mit seiner Fly-by-Wire-Steuerung „anders“ sei als herkömmliche Flugzeuge, quasi „unsinkbar“. Nachdem sich nun operationell die Erkenntnis durchgesetzt hat, dass auch ein A320 den Gesetzen und Grenzen der Aerodynamik gehorcht, blieb aber der Glaube an die Computer, die alles schon richten und die Fehler z. B. in der Steuerung erkennen würden, noch etwas länger erhalten. Dieses ungerechtfertigte Vertrauen in Computer und deren (zum Teil unbekannte) Funktionen und Möglichkeiten hat das unzureichende Procedure Design bei Airbus begünstigt (heute geändert) sowie auch die Entscheidungen der Wartungscrew beeinflusst, die vor dem Zwischenfall am Flugzeug gearbeitet hatte.

Die Universität Bielefeld beschäftigt sich seit 1995 in der Arbeitsgruppe „Rechnernetze und Verteilte Systeme“ unter der Leitung von Prof. Peter Bernard Ladkin mit Fehler- und Unfallanalysen komplexer heterogener und offener Systeme. Es ist daher kein Wunder, dass sich diese Fakultät auch mit dem Lufthansa Zwischenfall beschäftigt hat. Der Beinahe-Unfall des A320 findet sich auf einer Liste auf den Webseiten der Fakultät wieder, auf der Details zu 49 Incidents and Accidents zusammengestellt wurden, bei denen Computer eine wichtige Rolle spiel-

ten. Der Link zur Uni Bielefeld findet sich im Anhang zu diesem Artikel ebenso wie der Link zum Abschlussbericht der BFU.

Der A320 sollte am 21. März 2001 von Frankfurt nach Paris fliegen. Der Kapitän war der Pilot-Flying. Unmittelbar nach dem Abheben erforderte eine leichte Querlage nach links eine zunächst kleine Steuerkorrektur nach rechts. Trotz dieser Korrektur wurde die Querlage nach links immer steiler. Das Ganze verlief sehr schnell, innerhalb von Sekunden hatte der Kapitän die Kontrolle über das Flugzeug verloren. Die BFU zeigt in ihrem Abschlussbericht auf, dass unterhalb von 10 Fuß Radarhöhe 22 Grad Querlage erreicht wurden. „Avionics Today“ schrieb in einem Artikel vom August 2001, dass die Tragflächenspitze dabei lediglich 1,6 Fuß vom Boden entfernt war.

Die BFU schreibt, der Copilot habe sofort korrigierende Steuerausschläge gemacht, noch bevor der Kapitän den Kontrollverlust verbal artikulieren konnte. Weiter heißt es im BFU-Bericht:

„Mit dem Ausruf des Kapitäns: ‚Ich kann nichts mehr machen!‘, übernahm der zweite Flugzeugführer die Steuerung mit den Worten: ‚I have control‘, und drückte den TAKE OVER PUSH BUTTON.“

Es ist schon ungewöhnlich, wenn in einem BFU-Bericht die Leistung einer Crew über den grünen Klee gelobt wird, daher will ich den entsprechenden Absatz hier zitieren:

> *„Aufgrund der Untersuchungen geht die BFU davon aus, dass durch das schnelle und umsichtige Handeln der beiden Besatzungsmitglieder beim Auftreten der Störung ein Unfall verhindert wurde. Die in den Flotten des Luftfahrtunternehmens gelehrte und praktizierte Philosophie der ‚flachen Cockpithierarchie‘ zwischen den beiden Flugzeugführern dürfte entscheidend dazu beigetragen haben.“*

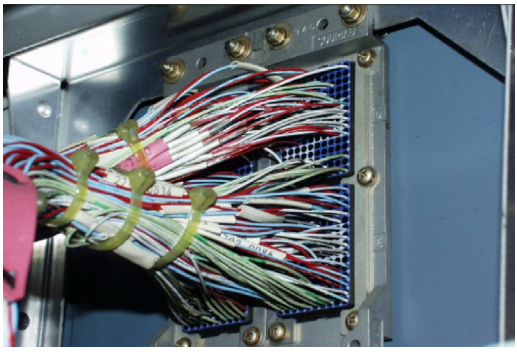
Sehr schnell konzentrierten sich die Ermittlungen der BFU auf Wartungsarbeiten, die vor dem Flug durchgeführt worden waren. Bei einer Fehlersuche an den beiden Elevator-Aileron-Computern (ELAC) wurde am ELAC#1 ein verbogener Steckerpin gefunden, der nicht repariert werden konnte. Man entschied daher, den Steckerblock (einer von vier in einem Steckerfeld) auszutauschen. Weil dieses Teil einzeln aber nicht auf Lager war, wollte man nicht auf ein passendes Ersatzteil warten, sondern stattdessen das ganze Steckerfeld mit seinen vier Blocks austauschen.

Die BFU schreibt dazu:

> *„Das bedeutete, dass ca. 420 belegte Anschlussstifte unter engsten Platzverhältnissen umgesteckt werden mussten. Da diese Instandsetzungsarbeiten einen längeren Zeitraum in Anspruch nehmen würden, wurde das Flugzeug aus dem Flugbetrieb herausgenommen. Die Arbeiten begannen, ohne dass zu diesem Zeitpunkt ein Auftragsplan (Maintenance Job Order), wie er in der entsprechenden Verfahrensanweisung verlangt wird, vorlag.“*

Nun begann eine lange Kette von Fehlern, die erstaunlich an die Abläufe vor dem British Airways Unfall von 1992 erinnern.

Die Dokumentation zu der Verkabelung war unübersichtlich und kompliziert. So kam es dazu, dass ein Verdrahtungsschema benutzt wurde, das nicht dem im Flugzeug eingebauten Modifikationsstand entsprach. Die Kabel wurden eins-zu-eins umgesteckt. Das bedeutet, dass jeweils ein Kabelpaar am alten



Das Steckerfeld des A320 ELAC mit seinen 420 Kabeln **Foto: BFU**

Steckerblock gelöst wurde und dann im neuen Steckerblock eingebaut wurde. Nach dem benutzten falschen Verdrahtungsschema wurden alle rot/blau verdrillten Kabelpaare genau in dieser Reihenfolge rot/blau neu montiert. Bei diesem Flugzeug gab es aber eine Anomalie: Aufgrund eines älteren Modifikationsstands hätten die Kabel für die Querruder-Kontrolle und für den Querruder-Monitorkanal anders herum umgesteckt werden müssen: blau/rot.

Das Airbus Maintenance Manual verlangte nach Abschluss dieser Arbeiten ein Durchmessen jedes einzelnen der 420 Kabel. Der Fehler wäre bei diesen Messungen aufgefallen. Die BFU dazu:

> *„Auf die Nachfrage der Mechaniker bei Mitarbeitern der Abteilung ‚Maintenance Support', ob die Drähte einzeln durchgemessen werden sollten, wurde mit Bezug auf das SPM des Unternehmens diese Maßnahme mündlich aufgehoben. Begründet wurde dies mit fachlicher Erfahrung aus der Praxis, wonach der nach Abschluss der Arbeiten durchzuführende Funktionstest auch Verkabelungsfehler aufdecke. Das SPM des Unternehmens stellte fälschlicherweise die Entscheidung in das Ermessen der Maintenance-Support-Mitarbeiter. Diese Vorgabe wurde nach dem Vorfall umgehend korrigiert."*

Während also die Wartungscrew das von Airbus geforderte Durchmessen der Kabel wegließ, erfolgte anschließend der Flight Control Check der Mechaniker ganz nach Maintenance Manual. Und dieser erforderte lediglich das Auslenken des „Sidestick" (Einzahl) in die Endpositionen. Eine Kontrolle des zweiten Sidesticks war im Manual nicht erwähnt, ebenso wenig eine Kontrolle der korrekten Ruderausschläge auf der „Flight Control Page". Die Wartungscrew führte diesen Check lediglich auf der Copilotenseite durch. Es wurden keine Auffälligkeiten bemerkt und die Maschine wurde wieder für den Linienflug freigegeben. Die Mechaniker waren (fälschlicherweise) davon ausgegangen, dass die ELAC-Computer einen Fehler im System allein durch Bewegen des Sidesticks erkennen würden.

Derselben Fehleinschätzung unterlag offenbar auch das A320 Procedure Design. Zu der Frage, warum die Crew den Fehler nicht erkannte, schrieb die BFU:

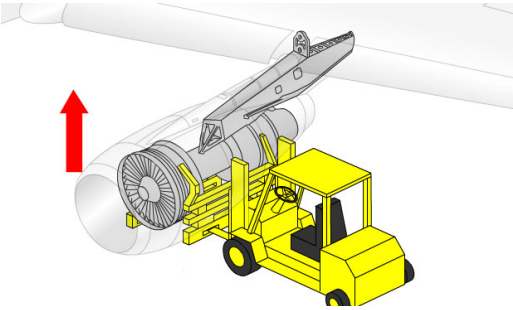
> *„Die Tatsache, dass der Fehler bei der Überprüfung der Steuerung (Flight Control Check) durch die Besatzung nicht erkannt wurde, ist darauf zurückzuführen, dass die Querruderausschläge, nur wie in der Checkliste beschrieben, auf Vollausschlag, nicht aber auf Sinnfälligkeit geprüft wurden."*

Nach dem Zwischenfall wurden auf allen Airbus-Flotten die Flight Control Checks so geändert, wie sie schon seit Menschengedenken an den Flugschulen gelehrt wurden: Nun muss auch auf Airbus-Flugzeugen die

Kontrolle der Ruder auf korrekten Ausschlag in die richtige Richtung erfolgen.
Der BFU-Bericht deckte auch viele organisatorische Diskrepanzen in der Wartungsorganisation auf. So wurde u. a. die unzureichende (aber vorgeschriebene) Aufsicht durch die Airline und das LBA beanstandet. Eine Darstellung der Änderungen in den Wartungsverfahren und im Management würde den Rahmen dieses Artikels sprengen. Wer mehr darüber erfahren möchte, dem sei ein Interview von 2005 empfohlen. Zwei führende Manager des Wartungsbetriebs berichteten der Branchen-Öffentlichkeit in „Aviation Today“, wie der Zwischenfall die Unternehmenskultur verändert hat. Der Link dazu findet sich am Ende dieses Artikels.

Abweichungen vom Herstellerverfahren ermöglichen „Einsparungen“

Manche Unfälle durch Wartungsfehler sind darauf zurückzuführen, dass Airlines Kosten sparen wollten. So ein Unfall ereignete sich am 25. Mai 1979 am Flughafen Chicago O‘Hare. Beim Start einer DC10 der American Airlines brach die Aufhängung des Nr. 1 Triebwerks, das daraufhin vom Flügel abriss und die Tragfläche schwer beschädigte. Das Flugzeug verlor im Steigflug Treibstoff und Hydraulikflüssigkeit, die Vorflügel auf der linken schwer beschädigten Tragfläche fuhren von der Crew unbemerkt wieder ein. Die Besatzung verlor die Kontrolle und die Maschine stürzte am Rande des Flughafens ab. Alle 271 Personen an Bord kamen ums Leben, ebenso zwei Personen am Boden.
Im Mai 1979 war ich zur fliegerischen Ausbildung in den USA und der Unfall war in aller Munde. Zum wahrscheinlich ersten Mal



Unzulässige Montage der Motor-Trägereinheit bei der DC-10 führte 1979 zum bis dahin schwersten Flugunfall in den USA. Bild: FAA

entzog die FAA einem Verkehrsflugzeugtyp die Musterzulassung. Das Type Certificate der DC-10 wurde am 6. Juni 1979 knapp zwei Wochen nach dem Unfall widerrufen. Damit waren alle N-registrierten DC-10 gegroundet. Gleichzeitig erhielten alle DC-10, die in anderen Ländern zugelassen waren, ein Flugverbot in den USA.
Was war passiert? Ein Triebwerkswechsel kommt zwar nur selten vor, dann aber kostet er Zeit und Geld. Bei der DC-10 rechnete man damals mit einer Zeit von 24 Stunden für einen Motorwechsel. Der Hersteller McDonnell-Douglas schrieb vor, dass zuerst das Triebwerk selbst und dann der Motorträger abzubauen seien. Einige Airlines, darunter Continental und American, meinten aber, man könne jeweils 200 Mannstunden einsparen, wenn man Triebwerk und Aufhängung mithilfe eines Gabelstaplers als eine Einheit ab- und anbaut.

Durch diese unzulässige und unpräzise Montagemethode wurden dem Motorträger unerkannt bleibende strukturelle Schäden zugefügt. Im Laufe der Zeit entstanden Ermüdungsrisse und letztendlich kam es zum Strukturversagen beim Abheben der Maschine in Chicago.

Continental-Techniker hatten bei ihren DC-10 schon vor diesem Unfall Strukturschäden an den Pylons gefunden, diese aber als ein Continental-Wartungsproblem angesehen und daher nicht an den Hersteller gemeldet. Nach dem Unfall fand das NTSB Risse auch bei anderen DC10, was dann zu dem temporären Grounding aller DC-10 führte.
Das Type Certificate wurde am 13. Juli 1979 wieder erneuert, allerdings wurden Modifikationen an der Maschine gefordert. Eine der damit verbundenen Airworthiness Directives besagte, dass das Flugzeug seine Lufttüchtigkeit verliert, wenn Motor und Träger als eine Einheit ab- bzw. angebaut werden. Ein Triebwerkswechsel war ab dann nur noch nach den vom Hersteller vorgesehenen Verfahren zulässig.
Es darf nicht verschwiegen werden, dass auch in diesem Fall im Grunde ein Design-Problem vorlag. Die Montage des DC-10 Motorträgers ist auch nach den Herstellerverfahren schwierig und kann zu leicht zu Beschädigungen führen.
Auch hier bei uns in Deutschland kam es vor einigen Jahren (2006) zu einem Unfall, der auf eine Airline-eigene Modifikation der Herstellerverfahren zurückzuführen war. Beim Outside Check einer Boeing 747-400 in Frankfurt wurde eine Hydraulik-Leckage am Bugfahrwerk entdeckt, die den Wechsel eines Hydraulikschlauchs erforderte. Anschließend sollte eine Dicht-Kontrolle durchgeführt werden. Dazu musste die Hydraulik des Fahrwerks mit Druck beaufschlagt werden. Die Reparatur war am Gate durchgeführt worden, alle Passagiere für den Flug nach Delhi waren bereits an Bord. Um die Fahrwerkshydraulik sicher mit Druck beaufschlagen zu können, wurden Gear Pins eingesetzt, die ein versehentliches Einfahren des Fahrwerks verhindern sollten. Hier wich die Airline von den Boeing-Verfahren ab, und das bereits ohne Zwischenfälle seit den 1970er-Jahren. Statt dem kurzen Original Boeing Gear Pin, der mühsam hoch oben im Fahrwerk eingesetzt werden muss, verwendete man eine eigens angefertigte Stange, an deren oberen Ende ein Gear Pin befestigt war. Dieser konnte über einen Hebel am unteren Ende verriegelt werden. Die Stange jedoch war schon viele Jahre im Gebrauch und völlig abgenutzt, sodass die Verriegelung nicht mehr ordnungsgemäß funktionierte.

Gear-up am Gate in Frankfurt **Foto: BFU**

Weil beim Hochlegen des Fahrwerkshebels für den Test auch die Fahrwerksklappen auf- und zufuhren, wurde die Stange zur Seite gedrückt, und der modifizierte Gear Pin fiel heraus. Beim zweiten Test fuhr das nun nicht mehr gesicherte Bugfahrwerk ein ... Zum großen Glück wurde niemand an Bord oder unten am Boden verletzt.
Nach einer Sicherheitsempfehlung der BFU wurden nach dem Vorfall erst einmal wieder die Original Boeing Gear Pins verwendet.
Der Unfall war übrigens nicht der erste dieser Art. Bei einem identischen Test fuhr bereits 1999 in Singapore bei einer anderen Airline das Bugfahrwerk am Gate ein. Auch hier spielt wieder das Design des Herstellers eine

Rolle: Der Gear Pin im Bugfahrwerksschacht einer 747 ist nicht unbedingt in Augenhöhe.

Pins & Covers

Richtig gefährlich kann es werden, wenn Gear Pin oder Pitot Covers vergessen werden. Bei mehrmotorigen Flugzeugen und vergessenen Pins reicht das Spektrum im „Normalfall“ von der ärgerlichen Umkehr z. B. eines Business Jets bis hin zum teuren Flugabbruch eines Linienflugs mit Fueldumping. Bei Triebwerksausfall jedoch kann ein vergessener Gear Pin bis zum Totalverlust führen, wenn wegen des erhöhten Widerstands die Hindernisse hinter der Bahn nicht überflogen werden können. Auch bei einmotorigen Flugzeugen kann mit vergessenen Fahrwerksicherungen der Flug in den Bäumen enden, wenn sich bei beengten Platzverhältnissen das Fahrwerk nicht einfahren lässt. Die Flugleistungsangaben für den Steigflug beziehen sich natürlich auf den Flug mit eingefahrenem Fahrwerk.

Während sich die Zahl der Unfälle wegen gesteckter Gear Pins in Grenzen hält, hört man jedoch immer wieder von unnötigen Turnbacks deswegen. Ganz anders sieht die Schadensbilanz durch vergessene Pitot Cover oder abgeklebte Static Ports aus. Hier hat es bereits tödliche Unfälle gegeben, die großes Aufsehen erregt haben. Dazu gehört der Absturz der Birgenair Boeing 757 am 7. Februar 1996 mit 189 Todesopfern in der Dominikanischen Republik. Die Birgenair Maschine stand vor dem Flug 20 Tage am Boden. Nach Ansicht der Untersuchungskommission waren in dieser Zeit keine Pitot Cover installiert worden. Nach einer so langen Liegezeit hätte

Vorbildlich: Warnschild im Cockpit bei installierten Gear Pins **Foto: Autor**

die Wartung einen Pitot- und Statik-Test machen müssen, der aber nicht durchgeführt wurde. So blieb ein verschmutztes Pitot-Rohr unentdeckt. Die Besatzung verlor nach dem Start die Kontrolle über das Flugzeug. Der Untersuchungsbericht machte trotz der Wartungsfehler die Crew für den Absturz verantwortlich, weil sie mit dem Problem „unreliable airspeed“ nicht zurechtkam.
Ein ähnlicher Unfall ereignete sich im selben Jahr, am 2. Oktober 1996, als eine Boeing 757 der Aeroperú nach dem Start in Lima, Peru, ins Meer stürzte. Hier waren von der Wartung abgeklebte Static Ports Auslöser der Katastrophe, die 70 Menschenleben forderte. Nach den beiden Unfällen wurden bei vielen Airlines zusätzliche Trainingseinheiten zum Umgang mit „unreliable airspeed“ eingeführt. Ich fand diese Simulatorschulungen sehr fordernd und alles andere als trivial. Das Training war dringend notwendig und ist heute Bestandteil nahezu jeder Umschulung. Die bessere Ausbildung der Crews hat die Flugsicherheit bei diesen Fehlern sicherlich sehr erhöht. Der beste Schutz gegen solche Vorfälle ist allerdings ein gründlicher Outside Check und die Einhaltung der Crew- und Wartungsverfahren.

Kein Ende absehbar

Die Liste von Unfällen und schweren Zwischenfällen durch Wartungsfehler in der Luftfahrt ließe sich leider beliebig fortsetzen. Allein während der Arbeit an diesem Artikel verloren wieder drei Flugzeuge Teile der Triebwerksverkleidung (A319 in Santiago de Chile am 14. Oktober 2015, A320 in Singapore am 16. Oktober 2015 und A330 in Köln-Bonn am 20. Oktober 2015). Ebenfalls fuhr wieder ein Bugfahrwerk am Gate ein (A330 in Singapore am 11. Oktober 2015).
Ziel dieses Artikels ist aber nicht, eine Unfallsammlung zu präsentieren. Stattdessen sollen den Piloten Möglichkeiten aufgezeigt werden, Wartungsfehler rechtzeitig zu erkennen. Die bisher beschriebenen Beispiele zeigen, wie komplex die Umstände sein können, die zu einem Unfall führen. Sie zeigen aber auch, wie banal und einfach es oft sein kann, einen einzelnen kleinen Schwachpunkt in einer Fehlerkette zu erkennen, dessen Beseitigung oder Benennung schon einen Unfall verhindern kann.
Die folgenden Ratschläge können nur Beispiele sein. Es ist darüber hinaus hilfreich, wie generell im Leben, auch beim Fliegen die Augen offenzuhalten und einfach alles für möglich zu halten.

Was Piloten tun können: Beanstandungen verstehen

Wenn Sie als Pilot mit einem technischen Defekt konfrontiert sind oder den Bordbucheintrag über eine Beanstandung lesen, ist es wichtig, zu verstehen, was am Flugzeug gemacht wurde, warum dies nötig war und wer es getan hat. Wie überall im Leben führen auch in der Wartung viele Wege nach Rom. Man kann Beanstandungen auf die unterschiedlichste Art beheben: Computer rebooten, untereinander tauschen, auswechseln. Dann ist der Fehler vielleicht weg, aber ist er damit behoben? War es nicht doch vielleicht ein Sensor-Problem oder ein Hardwarefehler ganz woanders? Man kann Beanstandungen auch zurückstellen, wegdiskutieren, eine Teil-Reparatur machen oder ganz unkonventionelle Lösungen finden, da ist vieles möglich. Versuchen Sie, das Problem und den gewählten Lösungsweg zu verstehen. Berücksichtigen Sie auch die Umstände, unter denen die Reparatur durchgeführt wurde. Kommt das Flugzeug aus der Werft Ihrer Homebase oder sehen Sie einen überforderten Mechaniker, der schweißgebadet schnell an Ihrem Flugzeug gearbeitet hat, um dann umgehend zur nächsten Maschine zu eilen, die ein ganz anderes Problem hat?

Wenn Unklarheiten verbleiben, lassen Sie sich nicht von einer „offiziellen“ Abschreibung im Bordbuch täuschen. Sie als Pilot sind letztendlich auch für den technischen Zustand Ihrer Maschine verantwortlich. Manchmal hilft eine einfache Frage an den Mechaniker, um zu verstehen, warum etwas gemacht wurde. An anderen Tagen ist Handbuchstudium erforderlich, das Gespräch mit dem Cockpit-Kollegen oder ein Telefonat mit dem Wartungsingenieur an der Basis. Auf keinen Fall aber sollte man einfach losfliegen und einem Bordbucheintrag vertrauen, den man nicht verstanden hat.

Setzten Sie Mechaniker nicht unter Druck

Oft genug in der Fliegerei steht man unter enormen Zeitdruck. Sei es, dass Sie für ei-

ne Airline fliegen und pünktlich loswollen oder mit Ihrem eigenen Flugzeug schnell weg müssen: Sie wollen vor einer anziehenden Wetterverschlechterung starten, vor der Schließungszeit eines Flugplatzes noch ankommen, rechtzeitig aus dem Urlaub zu Hause sein. All das kann nachvollziehbar sein, nicht aber die Hektik, die mancher lostritt, um eine Reparatur zu beschleunigen. Zeitdruck und gute Arbeit passen oft nicht zusammen. Die Techniker der Airlines z. B. braucht man sowieso nicht anzutreiben. Für die Mechaniker ist eine Verspätung oft ein Umstand, den es unbedingt nach Möglichkeit zu vermeiden gilt.

In über drei Jahrzehnten Cockpit-Arbeit bin ich sehr gut damit gefahren, Mechaniker nicht unter Zeitdruck zu setzten.
Ich habe schon Reparaturen im Transit erlebt, bei denen allein die Arbeitsvorbereitung über eine Stunde benötigte. Und bei einer anderen Reparatur mussten unter dem Flugzeug über 100 Bolzen aufgeschraubt werden, um an ein defektes Ventil zu kommen. Das war auf einem Flugplatz in der Wüste bei 40° Celsius im Schatten. Um die Arbeit – mit Passagieren an Bord – überhaupt zu ermöglichen, musste die Klimaanlage abgestellt werden, um den Mechaniker nicht zusätzlich zu „grillen“.
Mechaniker wissen an solchen Tagen genau, wie wichtig zügiges Arbeiten ist. Ein cholerischer Kapitän mit der Peitsche in der Hand ist da eher ein Arbeitshindernis. Künstlich aufgebauter Zeitdruck kann durchaus Auslöser für Wartungsfehler sein.
Nutzen Sie also als Pilot stattdessen die Zeit, Ihre Passagiere zu informieren, zusätzliche Unterstützung zu besorgen und Alternativen zu planen. Und anstatt eine hektische Reparatur Ihres Privatflugzeugs zu erzwingen, sollten Sie überlegen, welche Alternativen es gibt.
„Speeding“ als Ursache für Wartungsfehler kommt nach einer Airbus-Studie in der Häufigkeit übrigens gleich nach „Servicing without a checklist.“ Zeitdruck war mit eine der Ursachen des beschriebenen BAC 1-11 Unfalls und des Kontrollverlusts des A320.

Kontrollieren Sie Ihr Flugzeug, wenn es aus der Wartung kommt

Ich kann mich gut erinnern, dass wir früher auf der Boeing 737 sofort sehen konnten, wenn die Technik am Flugzeug gearbeitet hatte. Und zwar an den Schaltern und Einstellungen der Panel im Cockpit. Wenn da mal ein Schalter nicht so stand, wie er sollte, war bestimmt die Technik dran gewesen. Dann wurde von uns Piloten alles besonders gründlich überprüft und auch schon mal ein gezogener Circuit Breaker gefunden. Das ist lange her. Seither habe ich solche Setup-Fehler und „Hinterlassenschaften“ der Technik nicht mehr erlebt.
Bei der Vorbereitung zu diesem Artikel habe ich mir daher überlegt, ob ich Ihnen wirklich noch empfehlen soll, Ihr Flugzeug besonders zu überprüfen, wenn es aus der Wartung kommt. Die Empfehlung entspringt meinen eigenen Erfahrungen, aber auch den Tipps des amerikanischen Piloten und Maintenance-Gurus Mike Busch. Busch schlägt vor, doch noch mal die Verkleidung der eigenen Maschine aufzumachen, wenn vorher am Flugzeug gearbeitet wurde (siehe dazu meine Buchempfehlung „Manifesto Warum On-Condition-Wartung sinnvoll und sicher ist“ erschienen in ***Pilot und Flugzeug*** Heft 2015/02).

Mit diesem Vorschlag vor Augen stand ich im Frühjahr vor meiner Piper Arrow und überlegte, was ich selbst machen sollte: Bei meinem Flugzeug hatte der ELT in der Halle selbstständig ausgelöst. Ich hatte einen vertrauenswürdigen Avioniker mit der Fehlersuche und dem Wechsel des Battery-Packs beauftragt. Bei der Arbeit hatte er u. a. eine defekte Lötstelle am Bedienpanel vorne im Cockpit beseitigt. Der ELT selbst ist hinten im Rumpf verbaut. Kurz vor meinem Besuch am Airport hatte ich die Rechnung bezahlt und die Reparaturfreigabe erhalten, schön ordentlich mit Stempel und Unterschriften versehen. Was sollte ich nun machen: Panel hinten im Rumpf aufmachen und nachschauen? Oder nicht?

Weil bei der PA28 hinten im Rumpf alle Steuerkabel zum Leitwerk offen verlaufen, entschied ich, das Panel zu öffnen und eine Sichtkontrolle zu machen: Der ELT war sicher eingebaut, es lag kein Werkzeug mehr herum, aber: Das Anschlusskabel zum Remote Panel lag friedlich nicht eingesteckt neben dem ELT. (In meiner Emergency Checkliste kommt die Auslösung des ELTs über das Remotepanel mehrfach vor, z. B. vor einer Außenlandung.) Als ich den Avioniker auf meinen Fund aufmerksam machte, erfuhr ich, dass das Kabel zur Fehlereinkreisung bewusst nicht eingesteckt worden war. Man hatte nur versäumt, mich darüber zu informieren. Kommunikationsprobleme dieser Art kommen auch in den Berichten über schwere Unfälle nach Wartungsfehlern immer wieder vor. Daher halte ich die Vorschläge von Mike Busch für durchaus richtig und gebe die wichtigsten davon gerne weiter:

Nach Arbeiten am Motor empfiehlt Mike Bush, noch einmal die Motorhaube zu öffnen und alles optisch auf Dichtigkeit zu kontrollieren. Danach sollte ein Werkstattflug (solo, ohne Passagiere) gemacht werden. Dafür reicht eine Platzrunde. Am Ende sollte die Cowling erneut geöffnet werden und der Motor auf Öl- oder Treibstoffleckagen überprüft werden.

Nach Arbeiten an der Steuerung empfiehlt Busch ebenfalls eine gründliche Sichtkontrolle, einen ausgiebigen Flight Control Check und einen kurzen Werkstattflug ohne Passagiere. Die Beachtung der Empfehlung zum Flight Control Check hätte Alexander Onassis sicher das Leben gerettet. Bei Verkehrsflugzeugen ist so ein Vorgehen der Piloten nicht vorgesehen. Hier wird die Sicherheit durch andere Verfahren der Werft (u. a. double inspections etc.) sichergestellt, die es in der Allgemeinen Luftfahrt nicht immer gibt. Werkstattflüge werden aber auch in der Verkehrsfliegerei nach bestimmten Reparaturen durchgeführt.

Dennoch gibt es auch bei Verkehrsflugzeugen Verfahren und Checklisten, die Wartungsfehler aufdecken sollen. Dazu gehört z. B. der Outside Check, bei dem u. a. auch kontrolliert wird, ob die Gear Pins und Pitot Cover entfernt sind, ob alle Wartungsklappen geschlossen sind und ob die Motor-Verkleidungen verriegelt sind. Pins und Cover werden anschließend in der Checkliste abgefragt.

Kennen Sie die Achillesfersen Ihres Flugzeugs

Bei vielen Unfällen hat sich herausgestellt, dass die Ursachen oft auch mit Design-Fehlern des Herstellers zu tun hatten. Jedes Flugzeug hat so seine eigenen Schwachstellen, die jeder Pilot kennen sollte. Einige möchte ich benennen, sicher fallen Ihnen auch andere ein:

Beim A320 sind es die schwer erkennbaren Verriegelungen der Motorverkleidung. Hier heißt es: „Augen auf beim Outside Check“! Trost für die Zukunft: Airbus hat kürzlich bekanntgegeben, dass es beim A320neo für die Motorverkleidungen bald Anzeigen im Cockpit geben soll.

Bei meiner Piper Arrow lässt sich ein vergessener „Plug“, mit dem viele Piloten die Öffnung des Ölkühlers und/oder die Kühleinlässe in der Motorverkleidung bei längerer Bodenzeit abdecken, vom Cockpit aus nicht erkennen. Der „Effekt“ zeigt sich mitunter erst nach dem Abheben, wenn der Motor überhitzt. Ich verwende solche Plugs bei meiner Maschine nicht, um von vornherein diese Fehlerquelle (bei mir!) auszuschließen. Es gibt aber auch Plugs im Handel, bei denen im eingesetzten Zustand rote Fähnchen über die Motorhaube hinausragen, die auch vom Cockpit aus nahezu unübersehbar sind.

Bei der Boeing 737 sind es die Tücken des Crew-Sauerstoff-Systems, die man kennen sollte. So ist es bei der 737 möglich, einen kompletten Check der Sauerstoffmasken im Cockpit erfolgreich durchzuführen, obwohl das Crew-Sauerstoff-Ventil hinter dem Copiloten-Sitz vollständig geschlossen ist. Dieses Ventil wird nur von der Wartung betätigt und ich habe es in fast 17 Jahren in den 737 Cockpits des Öfteren geschlossen vorgefunden. Das Problem liegt hier im Zusammenspiel von Wartung und Crew-Verfahren: Der morgendliche Check des Ventils durch die Crew („prior to first flight of the day“) sollte eigentlich ein von der Wartung vergessenes Ventil auffinden. Allerdings wird auch während dem Tag an den Maschinen gearbeitet, sodass u. U. unentdeckt Flüge mit geschlossenem Sauerstoffventil durchgeführt werden. Ich habe daher bei jedem Crew-Wechsel auf der (eigentlich nicht vorgesehenen) Überprüfung dieses Ventils bestanden. Einmal war es geschlossen, als wir eine 737 direkt von einer Crew übernahmen, die wegen Problemen mit der Druckkabine gleich nach dem Start zur Basis zurückgekehrt ist …

Beachten Sie die Limits Ihres Flugzeugs

Die wichtigsten Betriebsgrenzen unserer Flugzeuge sind jedem Piloten nahezu in Fleisch und Blut übergegangen. Jeder kennt z. B. die Limits für das maximale Startgewicht oder für die maximale Geschwindigkeit mit ausgefahrenen Klappen. Es gibt aber auch Limits, die weniger geläufig sind, deren Einhaltung aber für die Lufttüchtigkeit des Flugzeugs wichtig ist. Die muss man nicht alle „persönlich“ kennen, aber man sollte wissen, dass es sie gibt und wo sie zu finden sind.

Das Besondere an einigen Limits ist, dass sie meistens nur „so da“ sind und den Flugbetrieb überhaupt nicht stören. Das Lästige an diesen Limits ist aber, dass sie ganz plötzlich den Flugbetrieb aufhalten können und sich dann auf einmal niemand mehr daran erinnern möchte:

So gibt es beim Boeing 737-Frachter die Beschränkung im Handbuch, dass das Flugzeug nicht bewegt werden darf, wenn die große „Side Cargo Door“ nicht verriegelt ist. Diese Frachtraumtür ist integraler Bestandteil der Rumpfstruktur. Wird das Flugzeug bewegt, wenn die Türe offen ist, kann sich der Rumpf verziehen. Eines Tages erschien ein Mechaniker im Cockpit und bat, das vollbeladene Flugzeug „ein Stück“ mit geöffneter Cargo Door zurückschieben zu dürfen. Der angedockte Highloader, mit dem die Paletten beladen wurden, hatte einen Defekt.

Mit dem Gerät am Flugzeug ließ sich die Tür nicht schließen. Ich lehnte das Vorhaben ab, was eine größere Verspätung nach sich zog. Am Ende musste der defekte Highloader mit Ketten von unserem Flugzeug weggeschleppt werden.

Es gibt viele Möglichkeiten, ein Flugzeug zu beschädigen, beteiligen Sie sich nicht daran! In diesem Zusammenhang sollten auch harte Landungen erwähnt werden. Seien Sie ein Mann (oder eine Frau) und stehen Sie dazu! Eine harte Landung kann jedem passieren. Es ist aber kein Kavaliersdelikt, eine harte Landung zu verschweigen. Eine harte Landung kann durchaus ein Flugzeug luftuntüchtig machen. Es hat Fälle gegeben, da wurde erst einen oder mehrere Flüge später klar, dass ein Verkehrsflugzeug durch eine harte Landung schwer beschädigt worden war. Für einen Piloten sind beim Outside Check Schäden durch harte Landungen nicht einfach zu finden. Ich erinnere mich an ein Seminar zum Thema Flugzeugkauf, an dem ich teilgenommen hatte. Wir sollten in einer Flugzeugwerft ein Flugzeug in Augenschein nehmen und sagen, was uns daran auffiel. Nicht jeder der Teilnehmer bemerkte die kleinen Wellen im Lack hinten am Rumpf. Aber keiner der Teilnehmer, der sie bemerkte, konnte glauben, dass wir vor einem möglichen Totalschaden standen!
Melden Sie also besonders harte Landungen der Technik und lassen Sie Ihr Flugzeug kontrollieren, bevor Sie das nächste Mal losfliegen. Lieber eine Kontrolle durch eine Werft, als wenn einen später ein beschädigtes Flugzeug „beißt“.
Bei modernen Verkehrsflugzeugen werden harte Landungen unter Umständen schon von den Bordsystemen erkannt und es erfolgt eine automatische Benachrichtigung an die Werft. Dennoch ist auch hier eine Beurteilung der Landung durch die Crew im Bordbuch wichtig (z. B. Fluglage und Sinkraten). Ohne Angaben durch die Crew kann es sonst zu aufwendigen und unter Umständen unnötigen Kontrollen (und zu Verspätung) kommen. Die Daten der Flugschreiber sind für so einen dynamischen Vorgang wie die Landung nicht immer ausreichend, um die „Qualität“ der Landung zu beurteilen.
Genau so sollten auch andere unbeabsichtigte Limit-Überschreitungen (z. B. Klappen bei zu hoher Fahrt ausgefahren, Propeller-Overspeed etc.) im Bordbuch dokumentiert werden.

Kennen Sie die MEL-Verfahren

Integraler Bestandteil der Musterzulassung vieler Flugzeuge ist eine Minimum Equipment List (MEL). Es ist selbstverständlich, dass jeder Pilot wissen sollte, wie diese Liste anzuwenden ist. In der MEL steht, ob und unter welchen Bedingungen ein System defekt sein darf. So darf z. B. eine Reifendruckanzeige unter bestimmten Bedingungen für zehn Tage kaputt sein, der Drehknopf im A380 Autopilot-Panel für die Höhe aber nur für drei Flüge.
Es reicht nicht aus, einfach die zurückgestellten Beanstandungen darauf zu überprüfen, ob die Zurückstellung nach der MEL zulässig ist. Es ist Aufgabe des Pilot-in-Command, festzustellen, ob man auf dieses System wirklich verzichten kann. Braucht man im Winter auf kurzen und verschneiten Bahnen wirklich keinen Umkehrschub? Und will man tatsächlich mit defektem Autopiloten an einem nebligen Tag eine Diversion riskieren – oder lieber den Flieger stehen lassen?

Es bedarf also zweier Voraussetzungen, mit einem MEL-Defekt loszufliegen: Es muss erlaubt sein UND der Kapitän muss das Flugzeug in diesem Zustand akzeptieren.
Manchmal gibt es auch Auslegungsprobleme mit der MEL. Das kann dann zu Konflikten führen, wenn die Anwendung der MEL zu einer unmittelbaren Flugstreichung führt und Wartungsbetrieb und Pilot nicht dieselbe Meinung haben. Eine äußerst unangenehme Situation. In meiner langen Laufbahn ist das vielleicht nur bei einer Handvoll Flügen vorgekommen. Aus Sicht des Kapitäns sind dann alle gegen einen. Da ist ein dickes Fell von Vorteil. Am Ende mussten die betroffenen Flüge gestrichen werden. Einmal war es eine Boroskop-Kontrolle nach einem Vogelschlag, die die Wartung zurückstellen wollte (und ich nicht). In zwei Fällen ging es um Treibstoffleckagen bei verschiedenen Flugzeugtypen, bei denen die Technik versuchte, die MEL „wegzudiskutieren“.

Ein Pilot muss auch wissen, was in den Airline-Unterlagen eben nicht über die MEL drinsteht: Ein Wartungsbetrieb darf einen Passus aus der MEL nicht kurzfristig per Anweisung – egal mit welcher Begründung – außer Kraft setzen. Nicht einmal der Hersteller darf das. Und in den meisten Fällen darf nicht einmal die Zulassungsbehörde (in Deutschland das LBA) eine Abweichung von der MEL genehmigen. Das LBA darf nur solche Abweichungen von einer Airline MEL genehmigen, die über die Einschränkungen der „Master MEL“ des Herstellers hinausgehen. Das hat folgenden Hintergrund: Um ein Bauteil, das defekt sein darf, in die MEL aufzunehmen, muss ein Hersteller eine umfangreiche Risiko-Analyse durchführen. Das ist u. U. sehr zeitaufwendig und Bestandteil der Zulassung.

Gimbli Glider“, Air Canada Boeing 767. Nach Fehlinterpretationen der MEL und weiteren Fehlern startete das Flugzeug ohne Tankanzeigen mit zu wenig Treibstoff. In 41.000 Fuß fielen alle Triebwerke aus. Foto: Captain Robert Pearson

Im „Affekt“, also z. B. im Schadensfall im Transit, kann ein Wartungsbetrieb eine solche Risiko-Analyse überhaupt nicht durchführen (das LBA schon gar nicht) – und darf es auch nicht. Ein Pilot braucht sich also nicht ins Bockshorn jagen zu lassen, wenn ihm z. B. ein Schreiben vorgelegt wird, ein MEL-Passus sei nicht anwendbar. Ein solches Vorgehen ist nicht zulässig.
Die einzige Möglichkeit, um eine MEL-Einschränkung herumzukommen, ist eine ordnungsgemäße MEL-Änderung durch den Hersteller, die in der Regel Monate dauert und von der Zulassungsbehörde genehmigt werden muss.

Outside Check

Der Outside Check ist die letzte Chance, eigene Fehler oder die Fehler der Wartung festzustellen. Nutzen Sie diese Gelegenheit und machen Sie den Check gründlich. Lassen Sie sich nicht ablenken. Werden Sie unterbrochen – z. B. durch ein Telefonat oder andere Piloten – fangen Sie noch mal von vorne an: Soviel Zeit muss sein!

Bevor Sie den Outside Check bei einem kleinen Flugzeug überhaupt beginnen, entfernen sie alle Covers, Pins, Abdeckungen, Tiedowns und die Schleppstange! Stellen Sie fehlende rote Fahnen an Pins oder Covern fest, lassen Sie das reparieren.
Machen Sie alle Deckel und Klappen sofort wieder zu, wenn Sie das gemacht haben, wofür Sie den Deckel aufgemacht haben. Wenn Sie also einen Tankdeckel geöffnet haben, um die Füllmenge mit dem Peilstab zu kontrollieren, dann machen Sie den Deckel gleich wieder zu – auch wenn Sie ihn später z. B. nach dem Drainen wieder öffnen müssen, um den Treibstoff aus dem Messbecher wieder einzufüllen. Verlassen Sie niemals Ihr Flugzeug – auch nicht für eine kurze andere Aufgabe – solange noch ein Deckel auf ist! (Letzteres war die Ursache für den Verlust beider Engine Cowlings bei dem BA A320 mit anschließendem Triebwerksfeuer).
Es sind dies nur kleine Dinge, die man sich leicht angewöhnen kann, die aber die Flugsicherheit positiv beeinflussen.
Ein letzter Tipp zum Outside Check. Gehen Sie ganz zum Schluss vor dem Einsteigen noch einmal kurz vor Ihr Flugzeug und verschaffen Sie sich einen Gesamtüberblick. Während beim Outside Check selbst der Blick ins Detail geht (Deckel, Antennen, Fahrwerke, Reifen, Ölmenge etc.), kann man nun einfach noch mal das Gesamtkunstwerk bewundern und feststellen, ob wirklich alles weg ist, was nicht mitfliegen soll. Bei meiner Arrow ist z. B. im Hochsommer die Schleppstange das Problemkind, weil ich den Outside Check in der schattigen Halle mache und so die Schleppstange nach dem Outside Check noch dran ist. Es sind schon Leute mit eingehängter Schleppstange losgeflogen!

Flight Control Check

Der Flight Control Check ist nun wirklich wichtig. Das Meiste habe ich dazu schon geschrieben. Bei meiner Arrow mache ich den Check insgesamt dreimal. Einmal beim Outside Check, wenn ich Höhen- und Querruder in den Vollausschlag bewege und dabei das Steuerhorn beobachte. Das Seitenruder darf sich am Boden nicht von außen bewegen lassen, denn es ist mit der Bugradsteuerung gekoppelt. Vor dem Lesen der Cockpit-Checkliste mache ich einen Flight Control Check vom Pilotensitz aus und beobachte dabei die Ruderflächen draußen. Das ist auch eine gute Gelegenheit, Mitfliegern klar zu machen, wie weit sich das Steuerhorn bewegen kann und dass da nichts im Weg sein darf. Dieser Check wird in der Cockpit-Checkliste abgefragt.
Ein letzter Flight Control Check wird kurz vor dem Aufrollen auf die Bahn gemacht. Er dient dazu, sicherzustellen, dass die Ruder freigängig sind. Der Check wird in der Before Takeoff-Checkliste abgefragt.

Auch beim A320 und dem A380, den ich jetzt fliege, wird der Check nun so gemacht, wie ihn Generationen von Piloten in den Flugschulen gelernt haben: Jeder Pilot macht Vollausschläge mit seinem Sidestick und dabei werden die Ruderausschläge auf dem Display auf korrekte Auslenkung geprüft. Airbus ist also wieder zu den Basics der Fliegerei zurückgekehrt.

Checklisten

Checklisten gehören zum sicheren Fliegen unbedingt dazu. Nicht weil Piloten zu blöde wären, ihre Kontrollen auch ohne zu ma-

chen. Die Checklisten brauchen wir, weil wir einfach Menschen sind, die auch mal was vergessen können.
Hatten früher meist nur Piloten Checklisten, so werden solche Listen heute auch bei der Wartung mehr und mehr angewandt, um wichtige Schritte fehlerfrei durchführen zu können. Sogar die Mediziner haben inzwischen welche im OP (ist mir auch lieber so)!
Der erste Checklistenpunkt, der im Cockpit gelesen wird, ist gleich ein Check auf Wartungsfehler: Beim A380 werden die „Gear Pins & Covers“ abgefragt, bei meiner Arrow „Towbar, Tiedown & Covers“. Beim A380 werden die Gear Pins nicht nur draußen gecheckt, sondern auch im Cockpit. Sie gehören zum Flugzeug und sind in einer Box mit Klarsichtdeckel im Cockpit verstaut. Wenn fünf Stück in der Box zu sehen sind, ist alles gut. Bei der Arrow drehe ich mich im Sitz kurz um: Die Schleppstange muss hinten in der Halterung zu sehen sein, sonst stimmt was nicht.
Bei der Boeing 737 standen das Sauerstoffsystem und die Masken mit auf der ersten Checkliste. Ich erinnere mich, dass hier öfter mal beim Lesen der Liste zur Sauerstoffmaske gegriffen wurde (weil vorher vergessen), genau dafür sind Checklisten da.

Auch der Flight Control Check wird mit einer Checkliste abgefragt. Ich kann wirklich nur jedem raten, auch in einem scheinbar „einfachen“ Flugzeug grundsätzlich mit Checklisten zu arbeiten. So erinnere ich mich an einen tödlichen Unfall, bei dem eine PA28 nach dem Start abgestürzte, weil die Klappen in Landestellung statt in Startstellung waren. Ein Versehen, das man vielleicht mit einer Checkliste hätte erkennen können. Die Arbeit mit Checklisten verträgt keine Hast und sollte gerade in Flugzeugen mit nur einem Piloten nur gelesen werden, wenn das Flugzeug steht.

Fazit

Wartungsfehler in der Luftfahrt haben bereits hunderte Menschenleben gekostet. Die Luftfahrtindustrie hat das Thema auf dem Schirm, aber es gibt keine Patentrezepte dagegen. Jede Airline und jeder Wartungsbetrieb muss sich damit auseinandersetzen.

Mit der Einführung der Computer in unseren Flugzeugen haben sich auch die Risiken der Wartung verändert. Bedurfte es beim Absturz der Japan Airlines 747 noch hunderter Mannstunden, um den Fehler „einzubauen“, reichen heute ein paar unglücklich verwechselte Steckerpins, um ein modernes Flugzeug vom Himmel zu holen. Die Luftfahrt ist noch weit davon entfernt, gegen solche Fehler endgültige Konzepte zu haben.
Mit dem Preiskampf im Luftverkehr kommen neue Risiken. Die Airlines lassen ihre Flugzeuge nicht mehr ausschließlich in ihren eigenen Werften mit erfahrenen Mechanikern warten und überholen. Verkehrsflugzeuge werden weltweit herumgeflogen, um sie zu den billigsten Werften zu bringen. Heute werden europäische Verkehrsflugzeuge zur Wartung bis nach China oder auf die Philippinen geflogen. Das erschwert die Aufsicht durch die Airlines ebenso wie die durch die Luftfahrtbehörden.

In der Allgemeinen Luftfahrt ist es genauso: In der Online-Umfrage einer Werft in den USA stand bei den Kundenwünschen nicht Know-how, Erfahrung, Zuverlässigkeit und

Qualität der Arbeit ganz oben auf der Liste, sondern der Preis!

Wir Piloten sollten Strategien entwickeln, wie man Wartungsfehler eventuell noch rechtzeitig erkennen kann. Unfällen mit Wartungsfehlern gingen oft lange und komplizierte Fehlerketten voraus. Bei aller Komplexität ist das eine Chance für die Zukunft. Oft reicht nur eine einzige kleine Änderung, eine winzige Verfahrens- oder Verhaltensänderung, um diese Kette, die zu einem Unfall führt, zu zerbrechen. Daran sollten wir alle arbeiten. Seien Sie aufmerksam. Jeder Pilot sollte sich bewusst sein, dass er es ist, der am Ende die Verantwortung für die Lufttüchtigkeit seines Flugzeugs trägt.

PeterKlant@Lindbergh-aviation.de

Einige Quellen und Links:

British Airways Rapid Decompression:
Air Accident Investigation Branch – Report No: 1/1992 and Appendices:
https://www.gov.uk/aaib-reports/1-1992-bac-one-eleven-g-bjrt10-june-1990
Wikipedia – Overview:
https://en.wikipedia.org/wiki/British_Airways_Flight_5390

Japan Airlines Boeing 747 Unfall, 12. August 1985
JAL Safety Promotion Center:
https://www.jal.com/en/flight/safety/center/
Wikipedia: Japan Airlines Flight 123 – ausführliche Beschreibung:
https://en.wikipedia.org/wiki/Japan_Airlines_Flight_123

Startunfall Douglas C-54S Skymaster, Falcon Field, Arizona, 15. Mai 1979: When a Long Roll leads to a Short Demise – Checklists are written in blood:
http://forums.jetcareers.com/threads/when-a-long-roll-leadsto-a-short-demise.119067/
A320, loss of control Frankfurt Germany, 2001:
SKYbrary:
http://www.skybrary.aero/index.php/A320,_vicinity_Frankfurt_Germany,_2001_%28AW_LOC_HF%29
Uni Bielefeld:
http://catless.ncl.ac.uk/Risks/21.48.html#subj5
http://www.rvs.uni-bielefeld.de/publications/compendium/incidents_and_accidents/A320-FRA.html
AviationToday:
http://www.aviationtoday.com/am/repairstations/Special-SafetyReport-The-Saga-of-Papa-Whiskey_200.html
BFU Bericht:
http://www.bfuweb.de/DE/Publikationen/Untersuchungsberichte/2001/Bericht_5X0 04-01.html

Startunfall DC-10 am 25. Mai 1979 am Flughafen Chicago O'Hare: Wikipedia: American Airlines Flight 191:
https://en.wikipedia.org/wiki/American_Airlines_Flight_191 NTSB Report American Airlines Flight 191: http://libraryonline.erau.edu/online-full-text/ntsb/aircraft-acci-dent-reports/AAR79-17.pdf
FAA Lessons Learned: American Airlines Flight 191:
http://lessonslearned.faa.gov/ll_main.cfm?TabID=3&LLID=14

Boeing 747 Nose Gear up am Gate in Singapore 1999 Foto:
http://www.airdisaster.com/photos/nwsing/photo.shtml
Boeing 747 Nose Gear up am Gate in Frankfurt 2006:
BFU Bericht 1X002-06:
http://www.bfu-web.de/DE/Publikationen/Untersuchungsberichte/2006/Bericht_06 _1X002_B747_Frankfurt.html
Airbus A330 Nose Gear up am Gate in Singapore 2015:
http://avherald.com/h?article=48da23e8&opt=1024

Maintenance Error
Eurocontrol SKYbrary:
http://www.skybrary.aero/index.php/Maintenance_Error http://www.skybrary.aero/index.php/Maintenance_Error_Decision_Aid_%28MEDA%29

Boeing Maintenance Error Decision Aid (AERO 03):
http://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/aero_03/m/m01/index.html
Airbus Maintenance Briefing Notes Second Issue: Error Management