L888 - ein außergewöhnlicher Airway

FLUGBETRIEB AUF DER SEIDENSTRASSE DER LÜFTE

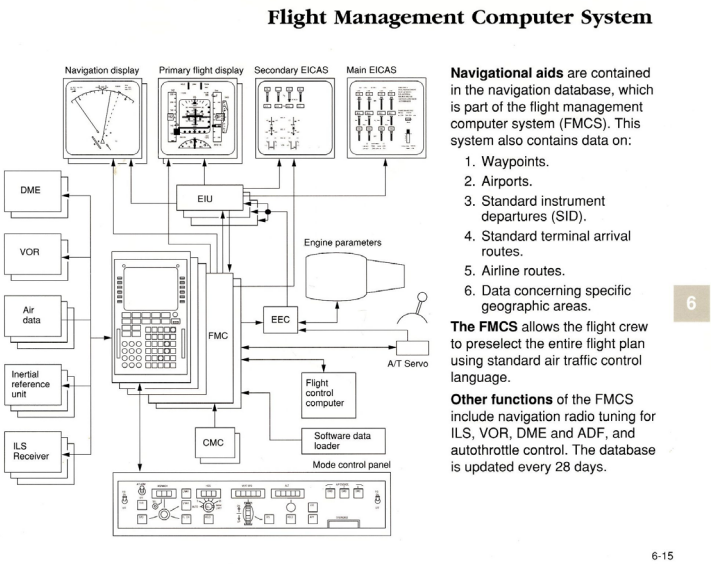
von Flugkapitän Peter Klant

Wer heute entspannt als Passagier von Hongkong nach Frankfurt fliegt, wird kaum wissen, dass dieser Flug noch vor wenigen Jahren 45 Minuten länger gedauert hat. Die kürzere Flugzeit liegt nicht daran, dass wir heute schneller fliegen: Manche Flüge von Europa nach Asien und zurück können heute einen kürzeren Flugweg wählen. Sie folgen dem L888, neudeutsch „Lima Triple Eight", einer Luftstraße über dem unwirtlichen tibetischen Hochland. Diese Strecke ist eine der schwierigsten Routen auf der Welt, mit Mindestsicherheitshöhen von über 21.000 Fuß. Bei einem Druckabfall in der Kabine muss selbst auf den Ausweichrouten noch über hunderte Meilen unter der Sauerstoffmaske geflogen werden. In diesem Artikel erfahren Sie, was es mit dem L888 auf sich hat und wie er sicher geflogen werden kann.

Die Einführung der Boeing 747-400 ermöglicht etwas Neues

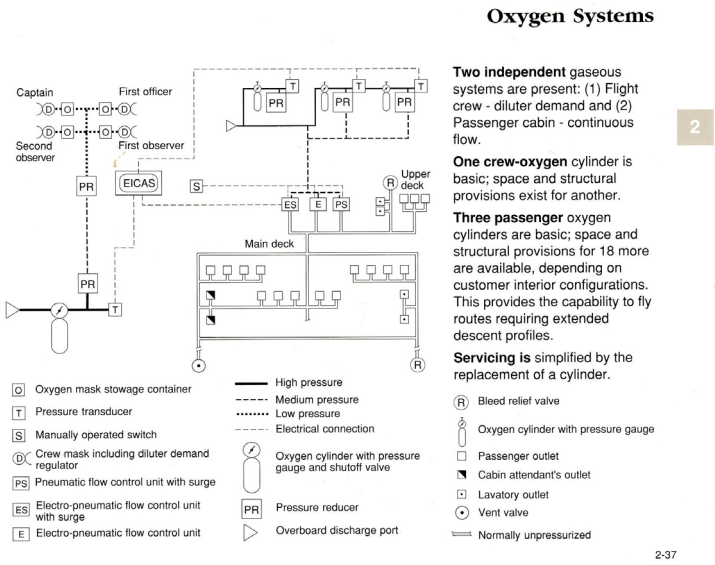
1989 machte ich die Umschulung auf das damals modernste Langstreckenflugzeug der Welt, die brandneue Boeing 747-400. Obwohl ein klassischer „Hydraulik-Flieger" mit direkter Steuerung durch die Piloten, so hatte doch die neue -400 jede Menge neuer Technologie verbaut: Dutzende Computer, die für viele andere Systeme außer der Primär-Steuerung schon Fly-by-Wire-Technologie bereitstellten, z. B. mit der digitalen Kontrolle der Triebwerke, der Landeklappen und Vorflügel, ebenso wie neue Farbdisplays mit Kartendarstellung für die Piloten. Moderne Navigationssysteme mit einem neuen Flight Management System (FMS) erleichterten die Navigation enorm. Kurz: Die -400 war das Nonplusultra einer Boeing 747, die mit dem Ur-Jumbo scheinbar nur noch die äußere Form gemeinsam hatte.

Dennoch: Einmal unterwegs in der Luft von Frankfurt nach Asien in diesem modernen brandneuen Flugzeug fand man sich schnell in den uralten Flugsicherungssystemen der Vergangenheit wieder – z. B. über Pakistan und Indien: kein Radar, VHF-Funkgeräte am Boden, mit denen wahrscheinlich schon im 2. Weltkrieg Flugzeuge angefunkt wurden, und HF-Kurzwellenradios, eine Technik, mit der schon Kaiser Wilhelm mit seinen U-Booten Kontakt gehalten hatte. Dazu überfüllte Lufträume mit tropischen Gewittern und über lange Strecken überhaupt kein Kontakt mit der Flugsicherung. Eine Freigabe kriegte oft derjenige zuerst, der am lautesten ins Mikrofon brüllte. Auf dem Rückweg von Hongkong aus mussten wir oft bis Indien in



Das flexible Boeing 747-400 Flight-Management-Computer-System und die enorme Kapazität des B747-400 Oxygen-System ebneten den Weg zum L888.

Quelle: 747-400 General Description, Boeing, 1990



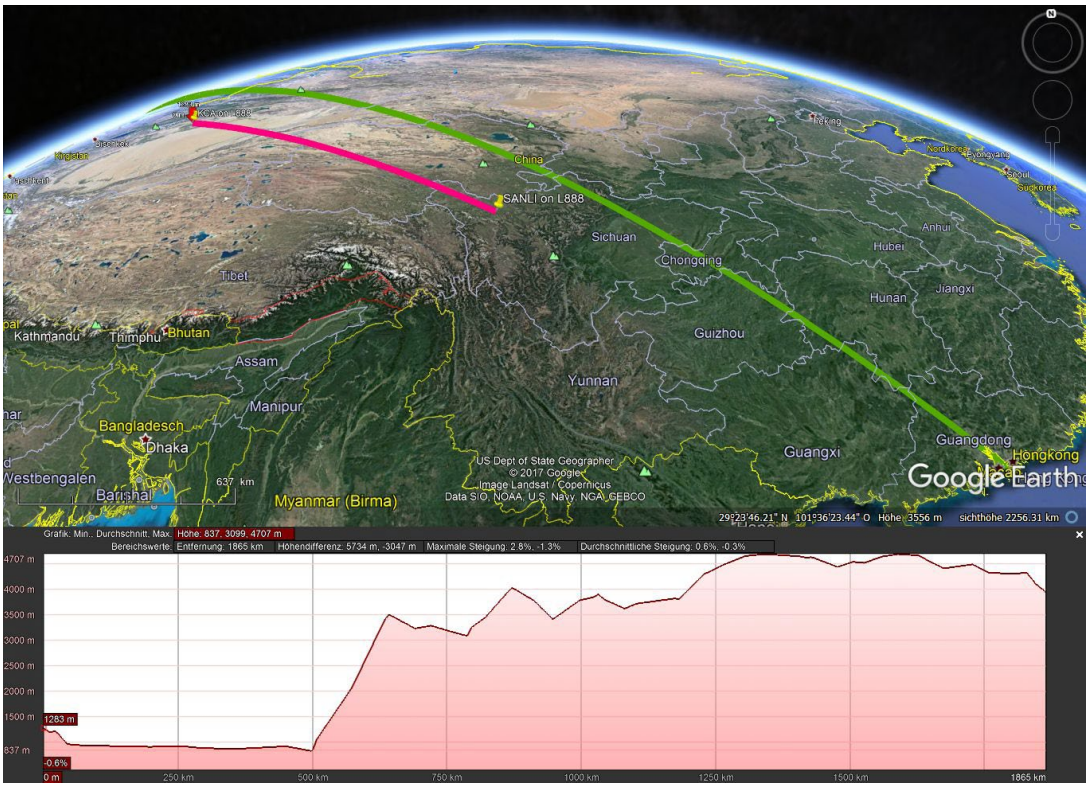
FL240 fliegen, weil darüber kein Level mehr frei war. Die Flugzeiten waren sehr lang, wir flogen manche Routen mit vier Piloten im Cockpit.

Kein Wunder also, dass die ersten Kunden der 747-400 es satt hatten, mit einem so modernen Flugzeug im flugsicherungstechnischen Mittelalter weiter zu fliegen.

Qantas will eine neue Route zwischen Asien und Europa

Es war die australische Fluggesellschaft Qantas, die sich ab 1993 ernsthaft um eine kürzere Route von Asien nach Europa bemühte. Die traditionelle Route über den Nahen Osten stammte noch aus der Zeit der Super-Constellations und der Boeing 707, die nur mit Zwischenlandungen bis in den Fernen Osten fliegen konnten. Die 747-400 konnte nonstop fliegen.

Motivation für eine neue Route war nicht nur die kürzere Flugzeit. Auf der südlichen Strecke kam es in rascher Folge zu kriegerischen Auseinandersetzungen (Iran, Irak, Kuwait), zu Spannungen in Afghanistan, zu Staffelungsunterschreitungen durch die Überlastung der veralteten ATC-Strukturen, zu Treibstoffmehrverbrauch wegen bis zu 8.000 Fuß zu niedrigen Reiseflughöhen usw. Auch die hohen Flugsicherheitsgebühren, u. a. bedingt durch die hohe Anzahl der überflogenen Länder, war eine Motivation für den L888.



Der L888 (rote Linie) liegt etwas südlich des Großkreises Frankfurt – Hongkong (grüne Linie) und ist meteorologisch die optimale (schnellste) Strecke zwischen Europa und Asien. Unten das Höhenprofil mit dem Hochplateau bis auf 5.000 Meter.

Bei dem Entwurf einer neuen, kürzeren Route stellte sich schnell heraus, dass die optimale Route über weite Strecken über das unerschlossene tibetische Hochland führte. Nicht nur das hohe Gelände stellte ein Hindernis für diese Streckenführung dar. Auch das ursprüngliche Navigationssystem der 747-400 war für diese Strecke noch ungeeignet. Um die erforderliche Navigationsgenauigkeit von 4 NM (RNP 4) auf dem langen Flug über der „Gebirgswüste“ zu erreichen, wären VOR-DME-Stationen am Boden erforderlich gewesen, um regelmäßig die FMS-Position zu aktualisieren. Diese Stationen gab es aber nicht. Gerade die Navigation entlang der sog. Escape Routes war mit dem ursprünglichen FMS der 747-400 mit der vorgeschriebenen Genauigkeit nicht möglich.

Erst das Future-Air-Navigation-System (FANS-1) Avionics Package für die Boeing 747-400 von 1994 löste zwei wichtige Probleme für diese unwirtliche Streckenführung: Die FMS-Position konnte nun über das neue GPS-System aktualisiert werden. Das Flugzeug sendete seine Position über ADS (automatic dependent surveillance), und die Piloten konnten über CPDLC (Controller – Pilot Data Link Communications) mit der Flugsicherung in Textform kommunizieren. Das andere Problem – die lange Flugstrecke bei Druckabfall unter den Sauerstoffmasken

– konnte durch den Einbau zusätzlicher Sauerstoffflaschen gelöst werden.

Nun galt es, die Chinesen zu überzeugen: Qantas reiste erstmals 1994 mit den Vorschlägen für den neuen Airway nach China. Die Hürden lagen hoch: So befand sich das tibetische Hochland außerhalb der Reichweite jeder Radarkontrolle. Wer heute über China fliegt, weiß, dass ohne „Kontrolle“ in diesem Land überhaupt nichts läuft. Also mussten die Chinesen von FANS überzeugt werden. Nach einem langen, steinigen Weg beschloss China die Einführung von FANS und damit die Anschaffung moderner Communications-Navigation-Surveillance/Air Traffic-Management (CNS/ATM)-Ausrüstung. Das dieser Schritt möglich war, hat sicher auch mit einer Öffnung Chinas für die Zivilluftfahrt zu tun: Etwa zur Zeit der Einführung des L888 wurden in China über 30 vormals militärische Airways für den zivilen Luftverkehr geöffnet.

Der L888 wird Wirklichkeit

Nach und nach fielen alle Puzzlesteine zusammen, und der L888 kam auf die Welt: 1995 wurde das FANS-1 Avionics Package mit einer Qantas Boeing 747-400 zertifiziert. FANS wurde gleich darauf über dem Pazifik erprobt und eingeführt.

Die ICAO gab 1999 dem geplanten Airway den Designator L888 (Lima Triple Eight). Noch im selben Jahr begann der Aufbau der modernen CNS/ATM-Systeme in China. Im Frühjahr 2000 wurden in Peking und in vier anderen Flugsicherungszentralen ARINC Workstations eingerichtet. Jede dieser Stationen, die das Luftlagebild aufgrund der ADS-Flugzeugdaten (automatic dependent surveillance) auch ohne Radar anzeigen konnten, erhielt einen „Repeater“ für das jeweils nahegelegene militärische Kontrollzentrum. Die chinesischen Fluglotsen erhielten ihr Training von „AirServices Australia“ sowohl in Australien als auch in der ARINC-Zentrale in Annapolis, Maryland, USA. ARINC war der Service Provider für FANS-1 und AirServices Australia betrieb damals die ersten FANS-Routen über dem Pazifik.

Qantas entwickelte auch die „Escape Routes“, das sind die Strecken, die wir auf dem L888 fliegen müssen, wenn es zum Druckabfall in der Kabine kommen sollte. Die Escape Routes führen Richtung flacheres Gelände zu den Emergency Fields entlang dem L888. Qantas programmierte damals die Escape Routes in die FMS Database der 747-400, heute haben wir diese Routen auch im Airbus A380 FMS.
Danke auch an Qantas für das Bemühen, zur Eröffnung des L888 ein zugehöriges Wettermeldesystem fertig zu haben. So können die Piloten auf dem L888 heute das Wetter der designierten Emergency Fields über ACARS erhalten.

Das komplette neue ATC-System über dem tibetischen Hochland wurde von Australien aus getestet. Ein Qantas 747-400 Simulator in Australien wurde als „Flugzeug“ konfiguriert und die Strecke in Real-Time abgeflogen. Über Datalink war das „Flugzeug“ mit den Flugsicherungs-Kontrollzentralen in China verbunden, sendete seine „Position“ über ADS und kommunizierte mit ATC über CPDLC.

Das AIP Supplement für den L888 wurde im April 2000 herausgegeben. Der erste Flug über den Airway L888 war eine Qantas 747-400. QF2 flog am 23. Juni 2000 von London über Bangkok nach Sydney. Der zweite Qantas-Flug erfolgte drei Tage später von Frankfurt aus über den L888 über Singapore nach Sydney.

Foul! Foul! Die anderen Airlines sind „not amused“

Die Zeitschrift „Flight International“ schrieb in ihrer Ausgabe vom 18. Juli 2000:

Rough opening to silk route
A new direct route across western China should be a cause for celebration – but only Qantas can use it.

Heute, im Jahr 2017, ist der L888 aus dem Asien-Flugbetrieb der großen Airlines nicht mehr wegzudenken. Umso erstaunlicher war die Welle des Widerstands der anderen Airlines, die Qantas und dem L888 entgegenschwappte: Die anderen Airlines erwischte der neue Airway unvorbereitet. Sie konnten ihn nicht fliegen. Entweder hatten sie die falschen Flugzeuge dafür (z. B. keine Möglichkeit, die Minimum-Höhen bei Triebwerksausfall einzuhalten), kein FANS-Package installiert, keine erweiterte Sauerstoffversorgung oder schlichtweg keine Möglichkeit, die langen Escape Routes zu fliegen, weil nationale Zulassungsbestimmungen dem entgegenstanden. Sowie den anderen Airlines die Koordinaten der neuen Strecke bekannt wurden, verlangten sie eine Verlegung der Strecke um 130 km (70 NM) nach Norden. Qantas wies das zurück: Eine Verlegung der Strecke würde die Flugzeit unnötig verlängern und Treibstoffmehrverbrauch mit sich bringen. Die Airlines warfen Qantas vor, die Koordinaten des L888 bis zum Schluss zurückgehalten zu haben. Qantas schoss zurück, man hätte nur die Angelegenheit bei der IATA mitverfolgen brauchen, dann wäre man im Bilde gewesen. Ein unerfreulicher und unnötiger Streit.

Die IATA entwickelt eine weniger restriktive Luftstraße

Aufgeschreckt durch den kleinen Wettbewerbsvorteil, den Qantas eine Weile mit dem L888 hatte, entwickelte die IATA (International Air Transport Association) ab dem Jahr 2000 in Zusammenarbeit mit China eine separate weiter nördlich gelegene Alternativroute. Dieser Airway erhielt den Designator Y1, die IATA nannte ihn stolz „IATA 1“. Yankee 1 wurde am 13. April 2006 eröffnet. Er kann heute auch mit Flugzeugen geflogen werden, die für den L888 nicht geeignet sind. Zum Beispiel mit dem zweimotorigen Airbus A350. Eine der Escape Routen für den L888 führt heute über diesen Y1.

Fliegen auf dem L888

Um den L888 fliegen zu dürfen, müssen mehrere Voraussetzungen erfüllt sein:

- Die Crew muss für den L888 trainiert sein. Das theoretische Training erfolgt mittels Lernprogrammen, fliegerisch werden die Abläufe im Simulator geübt. Ich selbst bin meinen ersten Flug auf dem L888 mit einem Trainingskapitän geflogen.
- FANS-Ausrüstung (ADS-C und

CPDLC) vorhanden und funktionsfähig
- SATPHONE Voice vorhanden und funktionsfähig
- Crew Oxygen ausreichend
- Passenger Oxygen ausreichend (A380: min 1.800 PSI)
- Erste-Hilfe-Sauerstoff ausreichend (A380: 18 Flaschen)
- Höhenprofil muss auch nach dem Ausfall eines Triebwerks fliegbar sein.
- Ausreichend Treibstoff, um vom kritischsten Punkt der Strecke bei Druckabfall die Escape Route zum Emergency Airport so schnell fliegen zu können, dass man in 10.000 Fuß ist, bevor der Sauerstoffvorrat für die Passagiere verbraucht ist. Der Gesetzgeber schreibt am Emergency Airport lediglich eine Treibstoffreserve von 15 Minuten vor. Das halte ich für nicht akzeptabel. Der Kapitän ist dafür verantwortlich, dass ausreichend getankt wird. Also tanke ich für diese Strecke entsprechend Extra Fuel. Das längste Escape Routing von der kritischsten Stelle bis Urumqi ist übrigens 1.043 NM lang, und damit fast so lang wie der L888 selbst.

Emergency Airports: Für den L888 stehen folgende designated Emergency Airports zur Verfügung:
- UAAA – Almaty, Kasachstan
- ZWSH – Kashi
- ZWWW – Urumqi
- ZUUU – Chengdu
- ZPPP – Kunming (Flugplatzhöhe 6.200 Fuß)
- ZLLL – Lanzhou (Flugplatzhöhe 6.400 Fuß)

Für diese Flugplätze sind – wie auch für Notlandeplätze bei Ozeanflügen – keine Mindestwetterbedingungen vorgeschrieben. Man dürfte also auch den L888 planen, wenn alle diese Airports unter Landing Minimum sind. Das habe ich auf dieser Strecke jedoch noch nie erlebt. Die Emergency Airports

```
--------- --------- --------- --------- --------- ---------
REMARKS:
HALLO CREW



FOR DECOMPRESSION AT 85NM EAST OF MUMAN VIA ESCAPE
ROUTE TO ZWWW, NO ADDITIONAL FUEL IS REQUIRED.
CALCULATED ESCAPE ROUTE: CRIT DEC PT DCT MUMAN MEPEP
DUMIN TUSLI ZINS4 HMI GREN2 LIGHT FKG ZWWW
REMAINING FUEL AT ZWWW/URC
13700KG
ACCORDING OFP INFLIGHT CALCULATION PLUS
REMAINING AMOUNT OF EXTRA FUEL AND CONTINGENCY FUEL

GUTEN FLUG -            DISPATCH
--------- --------- --------- --------- --------- ---------
```

A380 Dispatch Note zur Escape Route nach Urumqi ZWWW, diesmal mit einer Sprit-Reserve von 13,7 Tonnen, das sind 68 Minuten. Diese „üppige“ Reserve ist nur temporär vorhanden, weil wir zurzeit für Hongkong mit einem weit entfernt liegenden Ausweichflughafen planen ...

Das größte Luftfahrthindernis der Welt: Der Himalaja und das tibetische Hochland. Die grüne Linie ist der L888 mitten darüber hinweg.

sind zudem redundant. An jedem Ende der Strecke gibt es mehr als einen. Man findet immer einen, der anfliegbar ist.

Die Verkehrsströme von Europa nach Asien und zurück fließen normalerweise wie Wasser um das hochgelegene Gebiet des Himalaja und das tibetische Hochland herum, wie auf dem Bild oben zu sehen ist. Der L888 ist die erste FANS-Route über Land und führt mitten über dieses Gebiet hinweg. Verkehr ist auf Webseiten wie Flightradar24 auf dem L888 fast nie zu sehen, denn es gibt in der hochgelegenen Wüstenlandschaft keine ADS-B-Bodenstationen. Nur die chinesische Flugsicherung bekommt ein vollständiges Bild der Luftlage über Satellit.

Die normalen Arbeitsabläufe im Cockpit auf dem L888

Für den Airway L888 ist – anders als z. B. für die North Atlantic Tracks – keine separate Freigabe durch die Flugsicherung erforderlich. Die Freigabe für den L888 ist in der Streckenfreigabe beim Abflug enthalten. Rechtzeitig vor dem Einflug nimmt man mit dem zuständigen Flugsicherungssektor über VHF Kontakt auf. Aus dem Westen kommend fliegt man über Kasachstan – nordöstlich von Almaty – in den chinesischen Luftraum ein. Zuständig ist die Kontrollstelle Urumqi. Neben der Kontaktaufnahme über VHF muss die Crew auch ein „Logon“ bei Urumqi machen. Damit wird die Datalink-Verbindung über CPDLC initialisiert. Alle weitere Kommunikation mit ATC auf dem L888 erfolgt dann über CPDLC mit Text-Messages. Funken muss man nur noch, wenn ein Frequenzwechsel angesagt wird. Meist liegt die Strecke jedoch außerhalb der VHF-Reichweite. Über China werden die Flight Level in Metern angegeben. Also muss man noch einen kleinen Level Change machen, um die richtige Höhe einzunehmen. Radarkontakt

gibt es nicht. Das Flugzeug überträgt automatisch die Positionsmeldungen über Satellit (ADS-C). Ab und zu wird man über CPDLC nach den „Estimates“ weiter voraus liegender Wegpunkte gefragt. Das war's. Mehr ist für den Pilot Monitoring (PM) am Funk nicht zu tun.

Dafür hat der PM aber neben den üblichen Fuel Checks an den Wegpunkten alle Hände voll zu tun: Er ist für das Einholen der Wetterberichte und für die Eingabe der Escape Routes zum jeweils angesagten Emergency Airport im sog. Secondary Flightplan des FMS zuständig.
Der Pilot Flying (PF) sagt die Minimum-Höhen für das jeweilige Leg an, bespricht Strategie und Route bei Druckabfall und legt zusammen mit dem Kollegen die zugehörigen Entscheidungspunkte fest.

Als Pilot Flying nehme ich mir die Zeit und lege mir im eRouteManual die elektronischen Anflugkarten für den jeweiligen Notlandeplatz zurecht. Das spart im Ernstfall Zeit und man kann sich schon mal den wahrscheinlichsten Anflug anschauen.

Grandiose Landschaften

Natürlich ist es auf dem L888 auch wichtig, aus dem Cockpit rauszuschauen. Immerhin sind wir Piloten diejenigen, die die beste Aussicht haben! Was für ein Panorama! Oft fliegen wir bei Tageslicht über dem L888 und haben die unendlichen Weiten einer unbewohnten Gebirgswüste unter uns. Über dem tibetischen Hochland sieht unsere Flughöhe von 39.100 Fuß (11.900 Meter) ganz und gar nicht mehr so hoch aus wie über Europa

Blick aus der Stratosphäre hinunter auf die Landschaft unter dem L888. Der See liegt in 4.450 Metern Höhe! Die schwarzen Flecken auf der Hochebene sind die Schatten der Cumulus Wolken. Foto: Autor

oder den USA. Die Berge unter uns sind zum Greifen nah, die Hochebene zwischen 4.000 und 5.000 Meter hoch. Über viele hundert Meilen kann man bei Druckabfall nicht runter auf 10.000 Fuß (3.000 Meter). Unter uns liegt ein Meer aus Stein und Sand, soweit das Auge reicht. Kaum vorstellbar, dass man im Notfall dort unten mit 320 Knoten nur 2.000 Fuß über den Felsen entlang fliegen müsste … Manchmal ist aber auch alles voller Wolken unter uns. Dann braucht es schon volles Vertrauen in die Karten, um bei einem Notabstieg so tief runterzugehen.

Von Westen her kommend beginnt der L888 bei der chinesischen Stadt Kuqa am nördlichen Rand des gigantischen ovalen Tarimbeckens. Das flache hochgelegene Tarimbecken (800 bis 1.400 Meter über

Auf dem L888 über dem tibetischen Hochland etwa bei N 35 45.6 / E 093 29.8 (unten). Das ISIS (Integrated-Standby-Instrument-System) des A380. Ich fotografiere es bei Landschaftsaufnahmen manchmal mit, denn man kann die aktuelle Position darauf ablesen. Fotos: Autor

dem Meer) hat eine Ausdehnung von etwa 600 x 1.500 Kilometer und sieht vom Weltraum aus wie das rote Auge auf dem Jupiter. Das Becken war vor Urzeiten einmal ein riesiger See gewesen. Im Inneren des Beckens ist die Taklamakan, die zweitgrößte Sandwüste der Welt. Die Taklamakan ist extrem trocken, die Jahresniederschlagsmenge ist nur 30 mm (Schwarzwald 1.800 mm), der Temperaturunterschied zwischen Tag und Nacht kann 70° Celsius betragen: Tagsüber angenehme plus 60°C und nachts eisige minus 10°C.
An dieser lebensfeindlichen Wüste teilte sich damals die Seidenstraße: Eine Strecke führte am nördlichen, eine zweite am südlichen Rand der Wüste entlang. Der L888 geht mitten über die Taklamakan hinweg. Ich weiß nicht, wie lange man früher mit dem Kamel von einer Seite der Wüste auf die andere brauchte, wir überqueren die Taklamakan mit dem Airbus A380 in einer halben Stunde.

Hinter dem Tarimbecken steigt das Gelände steil auf 4.000 bis 5.000 Meter an. Der Flug führt über eine riesige Hochebene. Man hat überhaupt nicht den Eindruck, über einem Gebirge zu fliegen, wie man das von den Alpen oder den Rockies gewohnt ist, so flach ist die Landschaft. Dennoch, der optische Eindruck ist sehr ungewöhnlich, weil man nur 19.000 Fuß über dem Boden entlang fliegt, anstatt wie sonst in 39.000 Fuß. Über der Ebene fliegt man an vielen großen Seen vorbei, die zum Teil mehr als 5.000 Meter über dem Meer liegen. Beim Schwimmen Sauerstoffflasche nicht vergessen! Erst noch weiter im Osten kommen dann wieder Gebirge mit tiefen Tälern. Schade, dass man hier nicht ein bisschen mehr Zeit zum Gucken hat!

Notverfahren

Auf keinem anderen Airway der Welt gelten so detaillierte Regeln und Notverfahren wie auf dem L888. China will auch bei Notfällen alles unter Kontrolle behalten. Bei einem „normalen“ Notfall, wie dem weiter unten beschriebenen Druckabfall in der Kabine, ist vorgeschrieben, den L888 nur über „regulated waypoints“ zu verlassen und dann über die festgelegten Escape Routes zu einem der designierten Emergency Airports zu fliegen. Besonders wichtig ist für die chinesische Flugsicherung, dass bei Notfällen sofort Kontakt über „Voice“ aufgenommen wird. Also über weiten Teilen der Strecke über das Satellitentelefon. Da hilft es, wenn man vorher schon mal die Nummer der zuständigen ATC-Zentrale im Radio Management Panel aufgeschlagen hat. Aber auch den Chinesen ist natürlich klar, dass bei einem Druckabfall sofort die Höhe verlassen werden muss. Man kann nicht auf eine Freigabe warten. Daher gilt folgende Vorgabe:

> *Flight crews will be responsible for descending levels and maneuvering tracks when an emergency descent is executed.*

Excessive Cabin Altitude – Emergency Descent

Wie wird auf dem L888 z. B. mit dem A380 ein Emergency Descent nach Druckabfall in der Kabine geflogen?
Die klassischen Anzeichen für einen Druckabfall im Flugzeug ist ein Knacken in den Ohren sowie die rote ECAM-Warnung für „Excessive Cabin Altitude“, die mit einem durchdringenden, lauten Warnton (Continuous Repetitive Chime) auf sich auf-

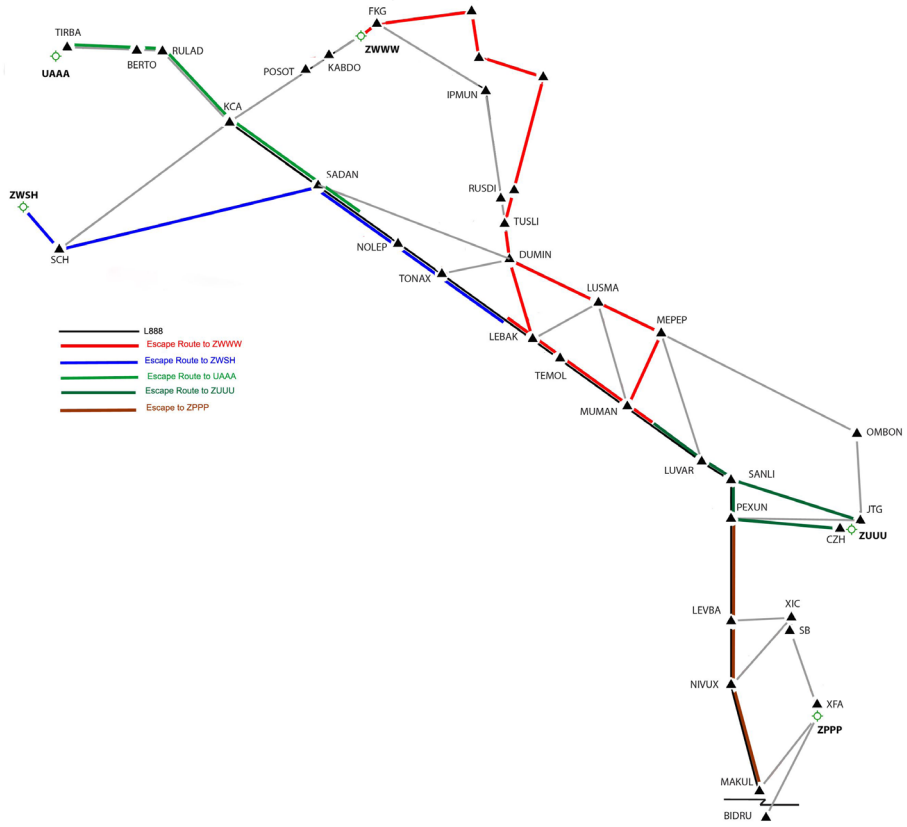
merksam macht. Was ist zu tun? Erst mal den Krach abstellen und die Audio-Warnung wegdrücken, damit man sich unterhalten kann. Der erste Pilot, der sieht, um welche Warnung es sich handelt, liest sie vor:

CAB PRESS: EXCESS CAB ALT

Und schon gibt es einige „Memory Items“, die auswendig gemacht werden müssen: Da ist als Erstes das Aufsetzen der Sauerstoffmasken im Cockpit. Die „Time of Useful Consciousness“, also die Zeit, in der man bei einem völligen Druckverlust noch ohne Sauerstoff handlungsfähig bleibt, ist in 39.000 Fuß Höhe lediglich 15 Sekunden. Bis dahin muss die Sauerstoffmaske sitzen. In der Kabine fallen die Sauerstoffmasken bei Druckabfall automatisch aus der Kabinendecke, zudem geht die Kabinenbeleuchtung sofort auf 100 % Helligkeit.

Im Cockpit beginn nun der Pilot Flying sofort mit dem Emergency Descent, wir machen bei EXCESS CAB ALT kein Troubleshooting. Höhe runterdrehen und ziehen, Heading Knopf drehen und ziehen, Geschwindigkeitsknopf ziehen und auf Mach und dann die Speedbrake ziehen; den Schub nimmt die automatische Regelung auf Leerlauf.

Der Pilot Monitoring guckt sich das erstmal an und überprüft, ob alle Sofortmaßnahmen getroffen worden sind. Dann liest und bear-



Der L888 und das Netzwerk aus Escape Routes

Escape Route (nach links) auf dem Nav Display A380 Foto: Autor

beitet er die ECAM Checkliste.

Wo fliegen wir überhaupt hin? Hier muss man vorbereitet sein und jederzeit wissen, wo die nächste Escape Route liegt. Eine wichtige Escape Route des L888 liegt im Norden, Richtung flacheres Gelände. Das heißt, dass man bei Flügen nach Osten nach links vom Airway weg kurvt (drunter könnte ja noch anderer Verkehr fliegen). Nahe den kritischen Entscheidungspunkten zu den Notlandeplätzen zählt jede Minute. Es ist nicht der Sprit, der ausgehen könnte, sondern der Passagier-Sauerstoff.

Die Escape Routes sind mit einem sehr spitzen Bleistift berechnet worden. Bei voll-besetzter Maschine reicht der Passagier-Sauerstoff vom kritischsten Punkt des L888 entlang der längsten Escape Route nur dann bis 10.000 Fuß Höhe, wenn ein steiler Emergency Descent erfolgt, der Initial Turn mit 30 Grad Querlage geflogen wird und wenn der Flug mit High Speed bis zu dem Punkt geflogen wird, an dem man 10.000 Fuß Höhe erreicht hat (A380: Mach 0.88 / 320 Knoten bis FL 100).

Der Griffel ist daher schon zu spitz gewesen, weil mit Autopilot ON (und wir fliegen den Emergency Descent immer mit Autopilot) die maximale Querlage in großer Höhe nur etwa 19° ist und nicht 30°. Außerdem kann unter Umständen nicht die sehr hohe Geschwindigkeit geflogen werden (Turbulenz oder strukturelle Schäden am Flugzeug).

Als Pilot Flying würde ich also den Sinkflug mit maximaler Speed – wenn das der Zustand des Flugzeugs erlaubt – und voller Speedbrake vom Airway wegkurvend fliegen. Landing Lights ON sind hier wichtig, so wie ein erster MAYDAY Call auf der Notfrequenz 121.5. Der ist nicht für die Flugsicherung, sondern für die anderen Flugzeuge gedacht. Ist das Flugzeug unter Kontrolle und sind die ECAM Items abgearbeitet, ist immer noch keine Zeit, mit der Flugsicherung Kontakt aufzunehmen. Denn nun sollte sich der Pilot Monitoring noch mal vergewissern, wie tief man hier eigentlich runtergehen darf und ob die richtige Höhe eingedreht worden ist. Erst

danach ist es Zeit, über Satphone auch bei ATC einen Mayday Call abzusetzen und eine Freigabe für die Escape Route einzuholen. Besser formuliert müsste es heißen: Wir sagen, wo wir lang fliegen (es gibt nur eine Strecke!), und ATC räumt den Verkehr für uns aus dem Weg.

Manchmal ist während einem Notsinkflug eine Umkehrkurve erforderlich. Der Flugweg folgt dann dem L888 zurück bis zum nächsten „Regulated Waypoint“ und dann weiter auf der Escape Route. Dazu stellen sich folgende Fragen:

- **Wie viele Meilen kommen wir nach der 180°-Kurve neben dem Airway raus?**
  Bei einer True Air Speed von 500 Knoten und einer Querlage von 19° braucht man für eine 180°-Kurve vier Minuten und ist dann (ohne Windeinfluss) etwa 21 NM neben der Airway Centerline. Das muss bei der ersten Level-off-Höhe unbedingt berücksichtigt werden.

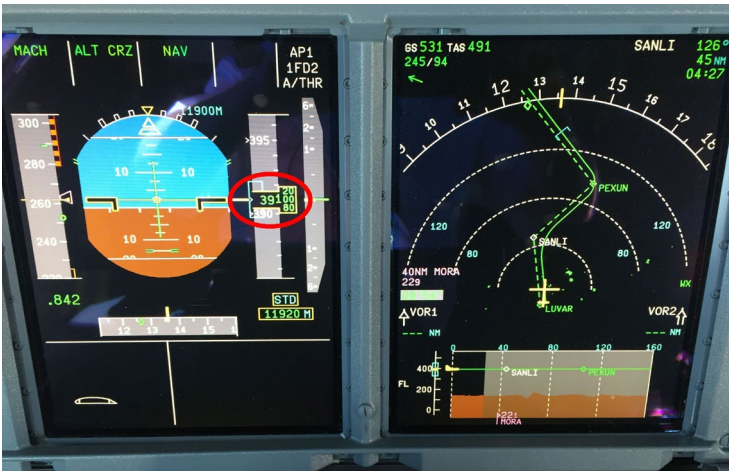
- **Wie lange dauert eigentlich der Notsinkflug?**
  Nun, der A380 geht runter wie ein Stein, wenn es sein muss. Der „normale“ Emergency Descent über flachem Gelände aus der Reiseflughöhe hinunter bis 10.000 Fuß dauert gerade mal fünf Minuten. Das sind durchschnittlich 6.000 ft/min Sinkrate. Bei größeren True Air Speeds – also in größerer Höhe – sind die Sinkraten deutlich höher. Das bedeutet: Bei einem Emergency Descent aus 39.000 Fuß auf eine Minimum Grid Altitude von 22.300 Fuß ist man in knapp zweieinhalb Minuten bereits unten! Also noch mitten in der Kurve.

- **Auf welche Höhe dürfen wir eigentlich runter?**
  Beim Emergency Descent gibt es zwei verschiedene Minimum-Höhen zu beachten. Da ist erst einmal die MTCA, die Minimum Terrain Clearance Altitude, die nur entlang dem Airway gilt, und zwar bis jeweils 10 NM rechts und links der Airway Centerline. In dieser Höhe sind wir – im Gebirge – mindestens 2.000 Fuß über dem Gelände und allen Hindernissen. Außerhalb des Airways – und bei der beschriebenen Umkehrkurve kommen wir dahin – darf man nur runter auf die MGA, die Minimum Grid Altitude. Das ist die Mindestsicherheitshöhe innerhalb eines Rechtecks (Grid) auf der Karte. Airbus macht es uns einfach und zeigt unten links im Nav-Display die MORA an, das ist die Minimum Off Route Altitude. Sie entspricht der höchsten MGA innerhalb von 40 NM um die aktuelle Position des Flugzeugs.

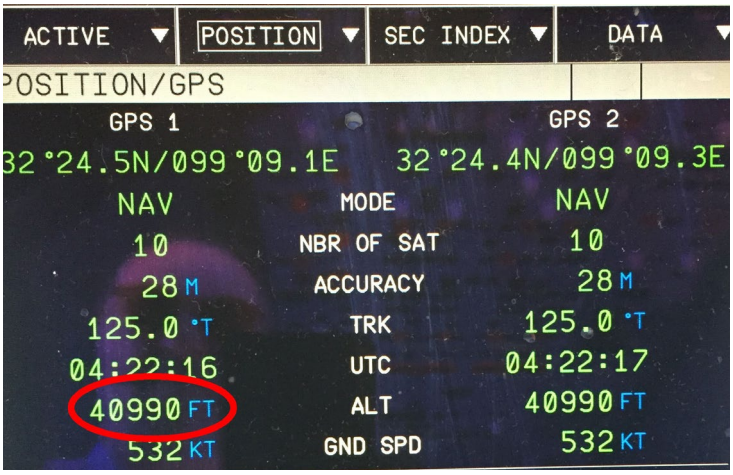
Natürlich dürfen wir uns nicht einfach nach dem Höhenmesser runter auf die MGA stürzen. Der steht ja noch auf Standard. Selbst das Einstellen auf QNH würde noch keine genaue Höhe anzeigen, denn es müsste noch eine Temperaturkorrektur angebracht werden. Wir haben eine schnelle Lösung: Die tatsächliche Höhe – mit GPS gemessen – findet sich auf der Position/GPS-Seite des FMS und wird regelmäßig zur Abschätzung des

Anzeigefehlers herangezogen.

Warum muss man eigentlich so schnell runter? Das hängt mit der Passagier-Sauerstoffversorgung zusammen. Zum einen könnten Menschen Probleme bekommen, wenn sie in großer Höhe ihre Sauerstoffmaske nicht richtig aufsetzen, und zum anderen blasen die Oxygen Flow Regulators in größerer Höhe mehr Sauerstoff in die Masken als weiter unten. Der Sauerstoffvorrat ist mit nur einer Minute im Reiseflug und dann mit einem schnellen Emergency Descent berechnet. Sinkt man langsamer, reicht der Sauerstoff am Ende der Escape Route unter Umständen nicht lange genug.



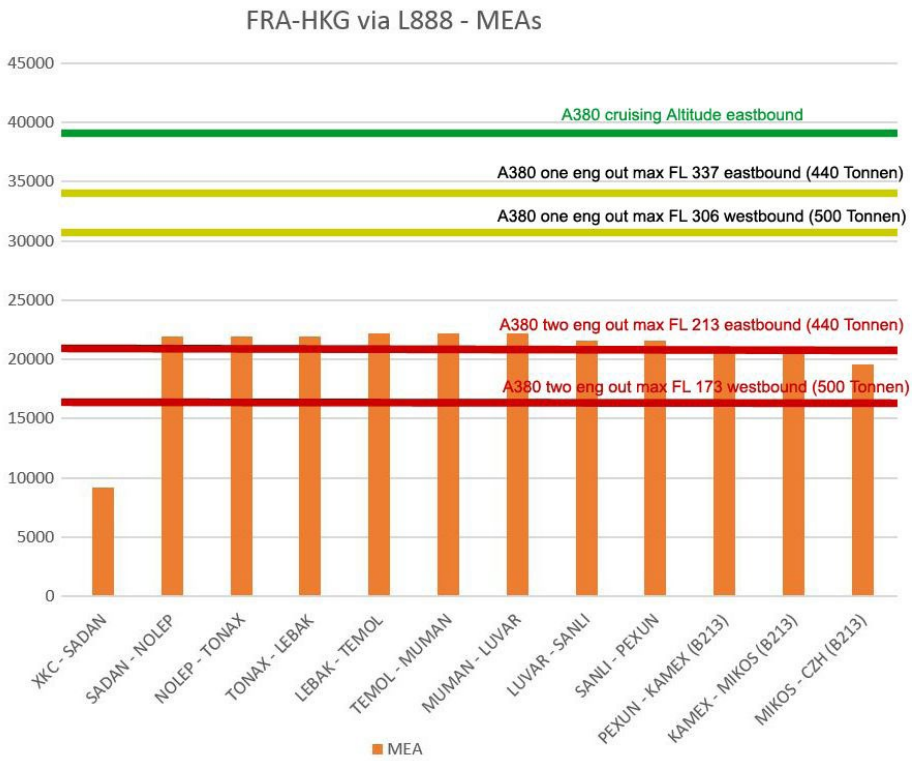
Höhenanzeige barometrisch 39.100 Fuß auf dem PFD und tatsächlich 40.990 Fuß auf der Position/GPS-Seite des FMS



Nun ja, was soll ich sagen? Wir wissen alle: Das Fliegen ist sehr sicher. Und das liegt nicht nur daran, dass wir selbst einen solchen Notfall gut beherrschen können. Es liegt auch daran, dass eine Cabin Decompression sehr selten ist. Unsere Flugzeuge sind sehr zuverlässig. Nach einer Studie gibt es statistisch gesehen nur einen Emergency Descent in 3,3 Millionen Flugstunden. Dennoch: Ich selbst habe schon zwei gehabt (B737 und A310), in fast 22.000 Flugstunden. Vielleicht ist mir das Thema deshalb so wichtig ...

Triebwerksausfall

... kann ja mal vorkommen. Ist bei vier Motoren auf dem A380 nicht kritisch. Bei Motorausfall im Reiseflug schiebt man die verbleibenden Motoren erst mal auf MCT (maximum continuous thrust), handelt das ECAM ab und kann sich dann um eine niedrigere Reiseflughöhe bemühen. Unsere Policy auf dem A380 ist, nach Triebwerksausfall auf dem „nearest suitable airport“ zu landen. Und damit ist nicht der nächstgelegen Flugplatz gemeint, denn nicht jeder



Mindestsicherheitshöhen L888 mit den maximalen Flughöhen A380 bei Triebwerksausfall auf einem und auf zwei Motoren

Flugplatz ist „suitable“ (geeignet) für den A380. Generell kann man ungefähr davon ausgehen, dass man bei Motorausfall nach der halben Flugzeit unter Umständen noch mit den vorhandenen Treibstoffreserven sicher zum Zielflugplatz weiterfliegen kann. Die Entscheidung zum Weiterflug liegt allein beim Kapitän. Etwas anderes ist das mit dem L888. Hier muss berücksichtigt werden, wie sich ein zweiter Motoraufall auf die sichere Flugdurchführung auswirken würde. Die maximale Flughöhe mit „two engines out“ liegt deutlich unter den Minimum Grid Altitudes. Selbst mit „Drift Down“ (Sinkflug mit MCT auf zwei Triebwerken mit minimaler Geschwindigkeit) wäre man innerhalb von nur 40 NM unter der Mindestsicherheitshöhe. Ich selbst würde daher nach einem Motorausfall nicht in das Gebiet des L888 einfliegen, sondern umkehren. Bei Triebwerksausfall auf dem L888 empfiehlt es sich, sicherheitshalber den Airway nach Norden zu verlassen und über niedrigerem Gelände weiterzufliegen.

Reality Check

Ob das Fliegen auf dem L888 sicher ist, kann man auch überprüfen, wenn man mal tatsächliche schwierigere Notfälle auf den L888 „legt“. Dann kann man sehen, ob das

Konzept funktioniert. Ich möchte das anhand von zwei Unfällen machen. Zuerst will ich über die Qantas A380 Triebwerksexplosion in Singapore vom 4. November 2010 schreiben und dann über eine Explosion im Passagier-Sauerstoffsystem einer Qantas Boeing 747-400. Beides sind Flugzeugtypen, die regelmäßig den L888 befliegen.

A380 uncontained engine failure über Batam, Indonesien

Der Qantas A380-Unfall vom 4. November 2010 hat mich seinerzeit sehr beeindruckt (und übrigens direkt dazu geführt, dass ich mich auf eine Kapitänsstelle auf dem A380 beworben habe). Beeindruckt deshalb, weil der Unfall die enorme Redundanz des A380-Designs gezeigt hat. Trotz größter Schäden – man dachte damals darüber nach, die Maschine als Totalschaden abzuschreiben – blieb das Flugzeug gut steuerbar in der Luft und konnte nach Abarbeiten von etwa 100 ECAM-Checklisten sicher gelandet werden. Der A380 hatte durch die Explosion einer Turbinenscheibe im Triebwerk No. 2 allerdings ein Reichweitenproblem: Die Trümmer des Motorschadens hatten alles zerschlagen, was im Flugweg war, darunter Kabelbündel (650 Kabel zerstört), Hydraulikleitungen, Vorflügel, sogar den Hauptholm der Tragfläche und den Feedtank No 2.

Qantas A380: Zerstörtes Triebwerk und Schäden an der Tragfläche

Die vier Feedtanks sind die wichtigsten im A380-Tanksystem. Der leck geschlagene Feedtank No. 2 verlor nach dem Engine Failure 2,8 Tonnen Treibstoff pro Stunde, fünf Transfertanks ließ sich kein Treibstoff mehr entnehmen, und vom Trimtank im Höhenleitwerk waren nach Berechnungen des ATSB nur noch 50 % benutzbar.

Folglich wäre nahezu nur noch der verbleibende Treibstoff in den übrigen drei Feedtanks nutzbar gewesen. Das ist das „übliche“ Fuel-Szenario, mit dem wir beim A380 bei einer größeren Feedtank-Leckage rechnen müssen.

Wegen der Schäden am Tanksystem hätte dieser A380 auf dem L888 (bei einem Flug von West nach Ost) vom kritischsten Entscheidungspunkt u. U. nur bedingt einen der „designated Emergency Airports“ erreichen können. Dazu kommt, dass die erforderliche Landebahnlänge (Schäden im Klappen- und Bremssystemen) an keinem der „designated Emergency Airports“ zur Verfügung gestanden hätte. Dennoch ist so ein Szenario kein spezielles L888 Problem. Über jedem Ozean würde man sich mit solchen Schäden in einer ähnlichen oder gar schwierigeren Lage wiederfinden.

Der Qantas A380 wurde übrigens später für etwa 145 Millionen US Dollar repariert, mit vier neuen Triebwerken versehen und fliegt wieder.

Boeing 747-400 Explosion im Passagier-Sauerstoffsystem

Die Explosion einer Sauerstoffflasche im Passagier-Sauerstoffsystem einer Qantas Boeing 747-400 führte am 25. Juli 2008 zu einer Rapid Decompression in FL 290 über dem Pazifik, nordwestlich der Philippinen. Die explodierte Hochdruck-Sauerstoffflasche aus einer Stahllegierung war einer von insgesamt 13 im vorderen Frachtraum eingebauten Behälter. Die Explosion der Flasche riss ein etwa 2 x 1,5 Meter großes Loch in den Rumpf des Flugzeugs.

Die Flasche selbst – die nie gefunden wurde – machte vor ihrem Abgang noch eine Reise durch das Flugzeug: Sie durchschlug den Kabinenboden vor der Tür 2R, schlug den Türhebel von CLOSED auf OPEN (die Tür blieb dennoch geschlossen, wie vom Design vorgesehen), dann zertrümmerte die Flasche die Kabinendecke, bevor sie sich entschloss, das Flugzeug nach unten durch den Frachtraum zu verlassen. Zum Glück wurde niemand verletzt. Dennoch: Die Explosion zerstörte auch 85 Kabel, von denen 38 mit dem Passagiersauerstoff-System zu tun hatten. Trotz der Schäden arbeitete das Sauerstoffsystem wie vorgesehen. Es wurde von drei redundanten pneumatischen Flow Regulators aktiviert, die auch völlig ohne Strom arbeiten. Es entstand keine Leckage im O2-System, lediglich die Kapazität war nun um 1/13 reduziert. Auf dem L888 hätte diese 747 also erst mal eine Escape Route abfliegen können.
Erstaunlich, die „Beschussfestigkeit“ moderner Langstrecken-Verkehrsflugzeuge ...

B747-400 mit schweren strukturellen Schäden nach einer Explosion an Bord.
Quelle: ATSB Unfalluntersuchungsbericht

„Emergency Forced Landing Aerodromes“

Wie schon weiter oben erwähnt, unterliegt der Luftverkehr in China selbst in Notfällen einer strikten Kontrolle durch die Flugsicherung. Für den L888 kommen als designierte Notlandeplätze ausschließlich die erwähnten Flugplätze in Frage, die am Ende der jeweiligen Escape Routen liegen.

Dennoch gibt es Notsituationen, für die das Konzept der Escape Routes nicht funktioniert. Ein solcher Notfall wäre z. B. eine Cabin Decompression mit Strukturschaden nahe einem der kritischen Entscheidungspunkte. Die Verfahren unserer Verkehrsflugzeuge sehen bei einem Druckabfall mit strukturellem Schaden am Flugzeug vor, die Geschwindigkeit (gemeint ist die angezeigte Geschwindigkeit IAS) beim Notabstieg nicht zu erhöhen. Mit etwa 260 Knoten IAS jedoch – statt der vorgesehenen Mach 0,88/320 Knoten – geht einem entlang der Escape Routes der Passagiersauerstoff aus, bevor man tief genug unten ist. Hier stellt sich natürlich die Frage, wieso man dann überhaupt mit so hoher Geschwindigkeit plant. Der Grund

ist ganz einfach: In der Vergangenheit gab es die meisten Cabin Decompressions nicht durch Strukturschäden, sondern durch Fehler in der Kabinendruckregelung, der Outflow Valves, durch Ausfall der Air Conditioning Packs oder durch Bleed-Leckagen. Auch die beiden Emergency Descents, die ich selbst bisher geflogen habe, wurden durch Pressure-Controller-Versagen verursacht.

Nur darum geht's unterm Strich beim L888 – Sauerstoff für einen langen Flug in großen Höhen. Hier der Composite Druckbehälter für die Sauerstoffversorgung der A380 Cockpit Crew.
Foto: Autor

Für Strukturversagen gibt es in der Luftfahrt (eigentlich) keine speziellen Notverfahren. Sie dürfen einfach nicht vorkommen. Strukturversagen auszuschließen ist oberstes Ziel beim Flugzeug-Design, bei der Wartung und der (leider nötigen) Terrorabwehr. Denken Sie mal dran, wenn Sie wieder in der Schlange an der Sicherheitskontrolle stehen.

Dennoch: Sehr selten gibt es auch in der Luftfahrt unvorhersehbare Notfälle. Auf dem L888 ist man dann inzwischen weit besser dran als über dem offenen Meer. Denn seit Einführung des L888 hat sich die Flughafen-Infrastruktur entlang der Strecke durch einige Flughafen-Neubauten deutlich verbessert. Die Behörden aus dem Reich der Mitte sind gnädig und erlauben inzwischen auch ausländischen Crews, im „äußersten Notfall" diese Verkehrsflughäfen zu benutzen. China nennt diese Flughäfen „Emergency Forced Landing Aerodromes", obwohl es ganz normale Verkehrsflughäfen sind.

Neben diesen extra benannten Notlandeplätzen gibt es auch noch einige andere neue Verkehrsflughäfen wie z. B. den 2009 eröffneten Kangding Airport. Der ist wirklich exotisch, die Bahn ist zwar 4.300 Meter lang, aber der Platz liegt am Berghang in einer Höhe von 14.000 Fuß. (Der A380 ist nur für Landebahnen bis 10.000 Fuß Höhe zugelassen). Damit wir nicht auf dumme Gedanken kommen, haben wir dafür keine Anflugkarten an Bord.

Ein anderer nahezu verlockender Platz für Notfälle hat eine 4.800 Meter lange Landebahn und liegt etwa in der Mitte des L888. Man sieht diese Landebahn bei schönem Wetter vom L888 aus. Es ist der Flughafen Golmud in 9.400 Fuß Höhe. Der Platz liegt am Rand einer brettebenen, hindernisfreien Hochebene. Südlich davon steigen die Berge schnell auf über 20.000 Fuß Höhe an. Leider haben wir auch für diesen Platz keine Karten und auch er ist nicht in der Liste der erlaubten „Emergency Forced Landing Aerodromes" aufgeführt. Aber wir wissen, wo er ist …

Golmud, Stadt und Flughafen mit 4.800 Meter langer Landebahn unter dem L888

Golmud ist insofern cool, weil die Stadt einen Bahnhof hat (falls man mal 500 Passagiere weiterbefördern muss ;-)). Der Bahnhof von Golmud liegt an der höchsten Eisenbahn der Welt, die quer unter dem L888 verläuft und in Richtung Tibet auf über 5.000 Meter Höhe klettert. Die Wagen der Bahn haben – anders als manchmal fälschlich angegeben – keine Druckkabine. Wohl aber ist der Sauerstoffgehalt im Zug künstlich erhöht. Dazu hat jeder Passagier eine persönliche Sauerstoffmaske an seinem Sitz. Ein Arzt fährt auch immer mit. Die Bahnstrecke, deren schwierigster Teil von Golmud nach Lhasa 2006 eröffnet wurde, ist quasi der L888 der Eisenbahnen.

Der L888 – eine runde Sache

Der L888 bietet für alle am Luftverkehr Beteiligten eine Win-win-Situation. Für die Passagiere verkürzt sich die Reisezeit zwischen Europa und Asien um durchschnittlich 30 Minuten. Die Airlines sparen erheblich an Treibstoffkosten. Eine Studie der Lufthansa von 2004 erwähnte damals bereits 28.000 Tonnen Treibstoffersparnis jährlich. Und das war vor 13 Jahren, als der Flugbetrieb auf dem L888 noch im Aufbau war. Auch die anderen Kosten des Flugbetriebs (Wartung, Personal etc.) verringern sich durch die verkürzte Flugzeit. Flüge über den L888 entlasten die Umwelt deutlich. Durch den Flugbetrieb über den L888 werden die CO2-Emissionen im Luftverkehr jährlich um zehntausende

Tonnen gesenkt. Der Flugbetrieb auf dieser Luftstraße lässt sich mit gut geschulten Crews und dafür geeigneten Flugzeugen wie dem A380, A340-600, der B747-400 sowie der B747-8 sicher und regelmäßig durchführen.

Der Airbus A380 – das ideale Flugzeug für den L888
Foto: Roger Green

Vielleicht fliegen Sie ja mal mit, als Passagier auf dem Weg nach Asien. Machen ruhig mal die Window-Shades hoch und riskieren einen Blick hinunter auf eine wunderbare, großartige Landschaft, die es für Flieger vor 20 Jahren noch nicht zu sehen gab …

PeterKlant@Lindbergh-aviation.de

Einige Quellen:

747-400 General Description
Boeing, 1990

L888 Höhenprofil
Google Earth

Rough opening to Silk Route
Flight International, July 18, 2000
https://www.flightglobal.com/news/articles/rough-opening-to-silk-route-67922/

IATA-1 Route Launched Over China
IATA Press Release No. 13, 10 April 2006
http://www.iata.org/pressroom/pr/Pages/2006-04-10-01.aspx

DGLR Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt
Vortrag 2004 von Michael Dietz, Lufthansa
www.dglr.de/veranstaltungen/archiv/focusing-technology/2004-05-12_Dietz.pdf

Trafficflow um den Himalaja
www.flightradar24.de

Aircraft Depressurisation - Cabin crew information bulletin
ATSB Transport Safety Report, January 2009
http://www.skybrary.aero/bookshelf/books/957.pdf

Emergency Descent: Guidance for Controllers
Skybrary
https://www.skybrary.aero/index.php/Emergency_Descent:_Guidance_for_Controllers

Pressurisation Problems: Guidance for Flight Crews
Skybrary
https://www.skybrary.aero/index.php/Pressurisation_Problems:_Guidance_for_Flight_Crews

Mountainous Terrain Escape Routes
Skybrary
https://www.skybrary.aero/index.php/Mountainous_Terrain_Escape_Routes

Foto A380
By Roger Green from BEDFORD, UK
https://commons.wikimedia.org/wiki/File%3AAirbus_A380_overfly.jpg

A380 uncontained engine failure
Batam Island, 4 November 2010
ATSB, Australien
https://www.atsb.gov.au/publications/investigation_reports/2010/aair/ao-2010-089.aspx

B747-400 Oxygen cylinder failure and depressurization
north-west of Manila, Philippines, 25 July 2008
ATSB, Australien
https://www.atsb.gov.au/publications/investigation_reports/2008/aair/ao-2008-053/

What Lies Below
Plan to avoid the rocks during an emergency descent
Flight Safety Foundation, 2007
https://flightsafety.org/wp-content/uploads/2016/12/asw_dec07_p30-35.pdf