

Die explosive Dekompression einer aufgeladenen Druckzelle

Wenn Luft über das Druckverhältnis von 1,8929 zusammengedrückt wird, spricht man von einem „überkritischen“ Druck, der sich explosionsartig entladen kann, wenn er die Möglichkeit zur Anfachung erhält. Diese Anfachung entsteht dann, wenn auf der einen Seite eine genügend große

Gasmenge zur Verfügung steht, auf der anderen Seite, wenn sie durch ein Leck austreten kann, das eine bestimmte Größe übersteigt. Dies war bei der Comet 1 der Fall. Sobald die Comet die Höhe von 8,13 km überschritt, flog der Tod in Gestalt der explosiven Dekompression mit.

Sichere Druckkabinen bauen ist ein Privileg, daß sich Zellenkonstrukteure hart erarbeiten müssen. Es gibt aber zwei Arten von Druckkabinen. Diejenigen, die einen Druck bis 0,528 Atmosphären Überdruck (atü) aushalten, und diejenigen, die noch größeren Druckunterschieden widerstehen. Zur ersten Kategorie zählen die Druckkabinen der DC-6, Lockheed Constellation und Boeing Stratocruiser mit maximalen Überdrücken von 0,29 bis 0,48 atü. Zur zweiten Kategorie zählt die Comet mit 0,58 atü sowie alle modernen Passagierflugzeuge mit Überdrücken bis 0,63 atü (Boeings Dreamliner liegt wohl sogar schon bei 0,7 atü).

Junkers baute 1928 die erste Druckkabine in eine Ju 49 ein. Weitergehende Forschungen führten 1937 zur Ju/EF-61 und 1940 zum Atlantikquerer Ju/EF-100 für Reiseflughöhen zwischen 9 und 12,3 km. Die Ju 100 blieb Projekt, aber die Erfahrungen erhalten. Neben Junkers in Deutschland gab es nur noch Boeing und Convair in den USA, die einige Erfahrungen mit extremen Höhenkabinen aufzuweisen hatten. De Havilland dagegen hatte nicht die geringste Erfahrung. Das größte Flugzeug, das de Havilland

Foto: Royal Canadian Air Force



Der einstige Vorkriegsleitsatz „statisch rechnen, ermüdungsgerecht konstruieren“ genügte seit der auf das 10-fache gestiegenen Kilometerleistung der modernen Düsenflugzeuge nicht mehr. Die Comet wurde zum prominentesten Opfer dieser zu späten Erkenntnis.

vor der Comet gebaut hatte, war die DH 91 Albatross für 22 Passagiere, natürlich ohne Druckkabine. De Havilland war dagegen bekannt für einen extremen Leichtbau und für ausgefeilte Aerodynamik. So war die DH 98 Mosquito ein in Holzschalenbauweise ausgeführter leichter Schnell-Bomber mit vorzüglichen Flugeleistungen. Deshalb nimmt es nicht wunder, wenn sich de Havilland

die DC-4/6 zum Vorbild für die Comet 1 nahm: gleiche Spannweite, gleiche Länge, gleiches Rumpffinnenmaß und ähnliche Rumpfkonstruktion. Selbst das an den DH-Düsenjägern erarbeitete Wissen über Druckkabinen nutzte nicht viel für die Comet, denn Jagdflugzeuge werden für die allerhöchste Beanspruchungsgruppe 5 entworfen, so daß sie Lastvielfache von 7 bis 8 g überstehen.

Foto: Internet



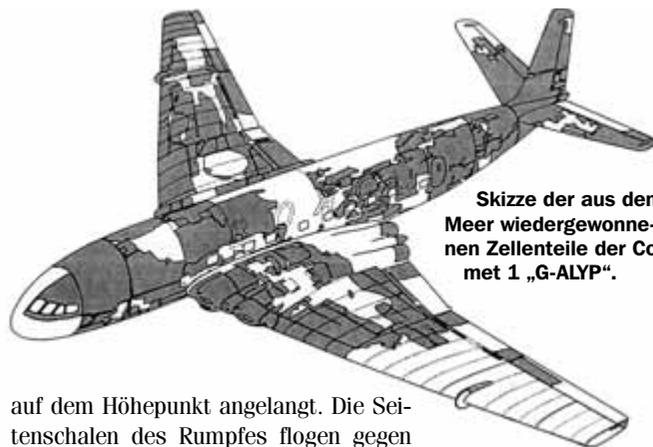
Zeitlupenfotos vom Beginn der Explosion (unten 0,03 sec danach) und vom totalen Chaos in der oberen Abbildung (0,1 sec).

Foto: Internet



Bei solchen Flugzeugen ist natürlich die statische Festigkeit genügend hoch, um die dynamische Festigkeit gleichzeitig mit zu garantieren. Desweiteren sind Jägerdruckkabinen viel zu klein, als daß es hier zu einer explosiven Dekompression kommen könnte.

Die Explosionen der G-ALYP und der G-ALYY trafen die Havilland also vollkommen unvorbereitet. Die Untersuchung der Vorgänge an einem Plexiglasmodell während einer explosiven Dekompression brachte Licht ins Dunkel der englischen Zulassungsvorschriften. Die RAE hatte in das Modell eines Comet-Rumpfes Sitze und Puppen eingebracht und das Ganze während der Dekompression mit einer Zeitlupenkamera gefilmt. Das Ergebnis, das sich mit



Skizze der aus dem Meer wiedergewonnenen Zellenteile der Comet 1 „G-ALYP“.

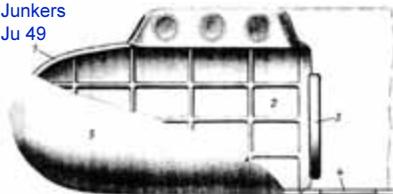
auf dem Höhepunkt angelangt. Die Seitenschalen des Rumpfes flogen gegen die Tragflächen, die G-ALYP geriet aus der Flugbahn, die Zelle erlitt übergroße Beschleunigungen, worauf Außenflügel und Cockpit wegbrachen, sich der ausfließende Kraftstoff entzündete und das

Druckkabine und Druckkabine sind zweierlei. Es kommt immer auf ihre Größe und die Höhe des Differenzdrucks an.

man ihn jedoch voll auf, braucht man ihn nur ein wenig mit der Nadel zu piken, schon fliegt er einen in vier bis fünf großen Stücken um die Ohren. Seinen Grund hat das darin, daß überspannte Luft eine riesige Energiemenge enthält und diese sich mit Überschallgeschwindigkeit entladen muß.

Ende 1952 besuchten die Pan-American-Techniker Scott Flower, John Berger und Bob Blake die Firma de Havilland und fragten Chefkonstrukteur Ronald Bishop: „Sie verwenden ja dünnere Häute als bei der DC-6B. Wie können Sie das bei der zusätzlichen Druckhöhe verantworten?“ Und Bishop antwortete: „Gewußt wie!“ Die De-Havilland-Ingenieure waren von ihren Prüfmethode, besonders der im Wassertank, vollkom-

Junkers
Ju 49



den tatsächlichen Ereignissen deckte, war folgendes: In den ersten 0,03 sec riß an der Rumpfoberseite der G-ALYP zwischen den beiden ADF-Fenstern die Haut mehrere Meter längs auf, so daß eine explosive Dekompression entstand, wo bereits bei den hinteren Passagieren die Köpfe nach vorn sausten. Nach nur 0,1 sec brach das Chaos los. Sitze samt Passagieren flogen gegen die Kabinendecke, die nun völlig auseinanderbrach. Nach 0,5 sec war die Explosion

Junkers
Ju/EF-100

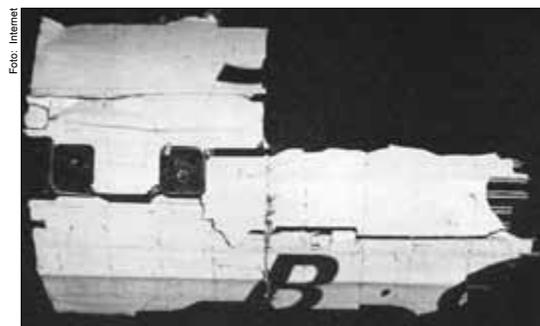
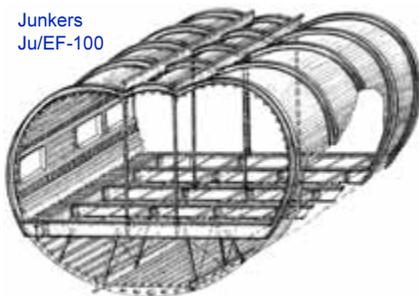


Foto: Internet

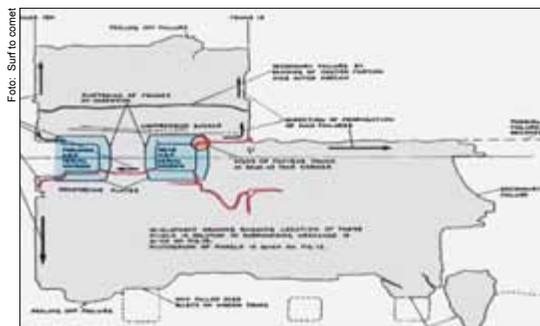


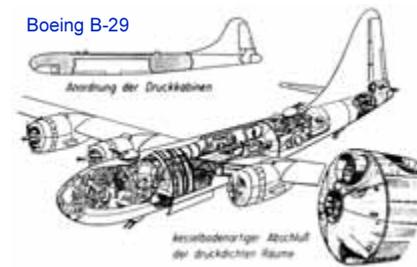
Foto: Sun to comet

ganze Mittelteil zu brennen anfang. Nun brach auch noch das Heck ab. Die Explosion der Druckkabine war da aber längst abgeschlossen. Die dauerte insgesamt nur rund zwei Sekunden. Die Insassen dürften kaum die erste Zehntelsekunde überlebt haben, denn bei einer Kabinenlänge von 22 m und mit Überschall ablaufender Explosion wird die letzte Ecke der Kabine nach höchstens 0,07 sec erfaßt sein.

Eine explosive Dekompression muß man sich wie bei einem Luftballon vorstellen: Bläst man ihn nur so weit auf, daß er sich gerade strafft, kann man eine Nadel hineinstoßen und es passiert nichts. Erst beim Herausziehen beginnt die Luft langsam zu entweichen. Bläst

Bilder oben: Die obere Rumpfschale mit den beiden ADF-Fenstern war das schwache Glied der G-ALYP. Ein schon in der Produktion vorhandener Riß, der abgebohrt wurde, fraß sich weiter. Beim Überfliegen der 8,13-km-Grenze riß er auf etwa 6 bis 7 m nach hinten auf. Die beiden Hälften klappten seitlich durch den Innendruck auf, der Luftsoog erreichte einen überkritischen Wert und die Explosion begann innerhalb von 0,03 sec. Der Druck beförderte eine Anzahl Passagiere ins Freie.

Boeing B-29



men überzeugt. Doch Hochmut kommt bekanntlich vor dem Fall.

In der DDR äußerte man sich so: „Die englischen Ingenieure sind nach den Comet-Unfällen mit dem Vorwurf der Fahrlässigkeit zu belasten, und zwar nicht nur der einzelne Konstrukteur, sondern das gesamte Kollektiv, einschließlich Forschung, Herstellung und Prüfung.“