

Untersuchungsbericht

CX003-0/05
April 2006

Identifikation

Art des Ereignisses:	Unfall
Datum:	02. Juni 2005
Ort:	Frankfurt-Sindlingen
Luftfahrzeug:	Heißluft-Luftschiff
Hersteller / Muster:	Lindstrand / LBL HS 110
Personenschaden:	ohne Verletzte
Sachschaden:	Luftfahrzeug schwer beschädigt
Drittschaden:	keiner
Informationsquelle:	Untersuchung durch BFU

Sachverhalt

Ereignisse und Flugverlauf

Auf einem Wiesengelände in Frankfurt Sindlingen wurde um 18:20 Uhr¹ mit den Aufrüstarbeiten für einen Werbeflug mit einem Heißluft-Luftschiff begonnen.

Es wurde eine neu hergestellte Luftschiffhülle des Modells LBL HS-110 mit britischer Registrierung verwendet. Diese war zuletzt bei einer Fahrt am Vortag eingesetzt worden und wurde ohne Besonderheiten aufgestellt. Nach dem Beenden der Aufrüst-/Füllphase begann der Luftfahrzeugführer mit dem Prüfen der Ausrüstung.



Es wurde dabei der Brenner zum Warmhalten der Luftschiffhülle mehrmals kurzzeitig betätigt und ein laufendes Kaltluftgebläse sorgte für den notwendigen Hülleninnendruck. Nachdem das Rotax-Triebwerk gestartet wurde und das Luftschiff zum Abheben bereit war, gab es ein knallendes Geräusch. Der Luftschiffführer spürte einen heftigen Ruck in der Gondel und bemerkte einen deutlichen Druckabfall in der Luftschiffhülle.



Die Luftschiffhülle war im Bereich der Leitwerke an der linken Schiffsseite über mehrere Bahnen quer und längs aufgeplatzt. Außerdem war der innere linke Belüftungsschlauch aufgerissen. Es bildete

¹ Alle angegebenen Zeiten, soweit nicht anders bezeichnet, entsprechen Ortszeit

sich eine große dreieckige Öffnung am Heck des Luftschiffes und innerhalb kurzer Zeit verlor die Hülle erheblich an Volumen und Tragkraft. Es entstand neben dem schweren Schaden am Luftfahrzeug kein weiterer Personen- oder Sachschaden.

Angaben zu Personen

Der Luftfahrzeugführer war im Besitz einer Lizenz zum Führen von Heißluft-Luftschiffen und Heißluftballonen der Klasse 1. Er besaß eine Gesamtflugerefahrung von 214 Flugstunden, davon 176 auf Heißluftballonen und 38 auf Heißluft-Luftschiffen.

Angaben zum Luftfahrzeug

Das Heißluft-Luftschiff des Herstellers Lindstrand, Muster LBL HS-110 mit der Werknummer 546 wurde am 01.06.2005 erstmalig in Betrieb genommen. Das Luftfahrzeug wurde mit britischer Zulassung betrieben und befand sich bei der neuen Inbetriebnahme im Eigentümerwechsel. Vor dem Bau der neuen Luftschiffhülle war das Heißluft-Luftschiff ca. 148 Betriebsstunden eingesetzt gewesen. Die neue Luftschiffhülle sollte der Musterbeschreibung der Vorgängerhülle entsprechen.

Meteorologische Informationen

Zur Unfallzeit herrschten Sichtflugbedingungen mit 7/8 Stratocumulus-Bewölkung in ca. 3000 ft. Der Wind kam aus Richtung 210° mit ca. 4 kt. Es lagen keine meteorologischen Besonderheiten vor.

Unfallstelle und Feststellungen am Luftfahrzeug

Die Luftschiffhülle war im Bereich des linken Leitwerks in der Höhe über sieben Bahnen und in der Breite über zwei Bahnen aufgerissen worden.



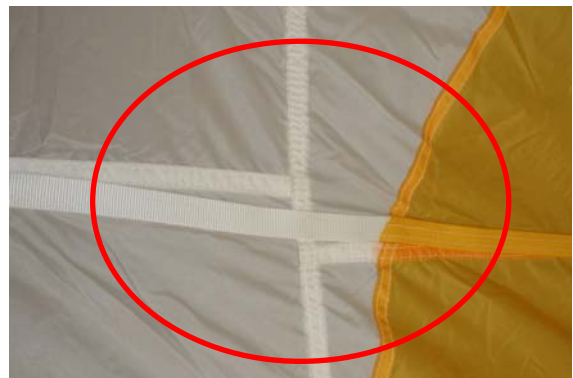
Der senkrechte Riss über 7 Bahnen befand sich in dem Bahnbereich, in dem auch die linke Flosse eingearbeitet war. Der waagrechte Riss verlief oberhalb der linken Flosse. Beide Risse verliefen entlang der Lastgurte. Die Nähte waren intakt.



Der Belüftungsschlauch war entlang der Naht zur linken Flosse über eine Länge von mehr als 2 m aufgerissen.

Beim Vergleich der neuen Luftschiffhülle mit der Vorgängerhülle des gleichen Modells wurden anders positionierte Durchlaufösen und nicht ausreichend miteinander verbundene Lastbandverbindungen festgestellt.

Die Vernähung des Hüllenmaterials wies deutliche Mängel auf.



Mehrere längs vernähte Hüllenpaneele endeten nicht punktgenau aufeinander.

Im Bereich des Luftversorgungssystems gab es bauliche Abweichungen, die zur Veränderung der Frischluft- und Druckversorgung in der Luftschiffhülle führten.

Der Druck in der Hülle bzw. dem Leitwerksystem war ein wesentlicher Beitrag für die Strukturbelastung, jedoch kann keine Aussage über die Förder- und Druckkennlinien der verwendeten Gebläse gemacht werden. Ein provisorisches Aufrüsten der Luftschiffhülle, um dabei die Druckverhältnisse zu reproduzieren, war aufgrund der starken Beschädigung des Luftschiffes nicht mehr möglich.

Bei der alten Hülle waren die Ausgleichsventile mit einfach gespannten Gummiseilen arretiert worden. Die Ventile der neuen Hülle waren über die gleiche Länge doppelt verspannt gewesen. Es bestand für den Piloten keine Möglichkeit, die Zugspannung durch Einstellmöglichkeiten zu ändern.

Das Messgerät zur Kontrolle der Hüllentemperatur war aufgrund eines fehlenden Temperatursenders nicht betriebsbereit.

Im Flughandbuch des Luftschiffes wird der maximal erlaubte Hüllendruck mit 20 mm/Ws angegeben. Das Hüllendruckinstrument hatte eine Einteilung in der Maßeinheit Inch und wies keine farbliche Markierung für die laut Handbuch vorgeschriebenen Betriebsbereiche auf.

Brand

Bei der Untersuchung der Luftschiffhülle konnten an den Stoffteilen keine Brandspuren oder Spuren einer unkontrollierten Verpuffung von Propangas festgestellt werden.

Beurteilung

Der Luftfahrzeugführer war für die Durchführung des Fluges ausreichend qualifiziert. Die Flugerfahrung auf Heißluft-Luftschiffen war gering, die Gesamtflugerfahrung auf Heißluftballonen und Luftschiffen war ausreichend und zeigte einen guten Inübungsstand.

Das Luftfahrzeug war britisch zugelassen und nachgeprüft. Es befand sich im Eigentümerwechsel und sollte gewerblich zu Werbeflügen eingesetzt werden. Das Heißluft-Luftschiff war nicht in einem Luftfahrtunternehmen gemeldet.

Die Luftschiffhülle wies im Vergleich mit der Vorgängerhülle gleichen Musters erhebliche bauliche Abweichungen auf, die zu merklichen Veränderungen der technischen Betriebsbelastungen führte. Besonders die Erzeugung von exzessivem Überdruck in der Hülle bzw. im Leitwerksystem führte zur übermäßigen Beanspruchung der Konstruktion. Infolgedessen kam es zum Zerreißen der Ballonhülle

und des Belüftungsschlauches. Die Abfolge der Zerstörung ließ sich nicht zweifelsfrei klären.

Im Vergleich zur begutachteten Hüllenkonstruktion erfolgt bei der Vorgängerhülle gleichen Musters die Luftbefüllung über eine mehr als 2 m hohe, trichterförmige Öffnung in einem Belüftungsschlauch. In der verunfallten Hülle wurde ab Werk kein „Trichter“ eingebaut sondern vielmehr nur wenig Luft aus dem Schlauchsystem in die Hülle entlassen. Dies erfolgte dabei über eine ca. 40 cm kleine Schlitzöffnung, anstatt wie in den anderen Hüllen über eine 2 m hohe Trichteröffnung. Diese Veränderung der Luftversorgung der Luftschiffhülle führte offensichtlich bei Vollast laufendem Gebläse im Heckbereich des Luftschiffes zu sehr hohen Innendruckwerten. Im Gegensatz dazu kam es aber aufgrund der kleinen Öffnung im Schlauch zu geringer Frischluftversorgung.

Durch das geänderte Belüftungssystem und die zu fest eingestellten Überdruckventile wurden erhöhte Druckwerte in der Hülle erreicht. Diesen Druckwerten konnte nicht in ausreichender Form durch Abluftleistung entgegengewirkt werden. In Aussagen des Piloten wird dargestellt, dass die Überdruckventile im Vergleich zu anderen Hüllen, deutlich weniger Luft entweichen ließen.

Nach Einschätzung des Piloten gab es auch aufgrund der wechselnden Druckverhältnisse bei der Fahrt am Vortag deutliche Veränderungen in der Steuerung des Luftfahrzeuges.

Die Untersuchung der verunfallten Luftschiffhülle ergab, dass der Ausgangspunkt für das Reißen der Hülle im Bereich der Durchlauföse für das linke Steuerruderseil war.



Für die auftretenden Belastungen wurde die vorgefundene Position der Durchlaufösen im Lastbandverlauf ungünstig gewählt. Der Lastbandverlauf ist nicht umlaufend um die Hülle geschlossen, sondern jeweils im Bereich der vier Durchlaufösen unterbrochen gewesen.



Da die Hülle sich unter dem Einfluss des Innendrucks ausdehnte, das umlaufend aufgenähte Lastband sich im Gegensatz zum Hüllenmaterial kaum ausdehnte, entstand bei unterbrochenem Lastband im Bereich der Durchlaufösen eine sehr hohe Zugspannung, die das Reißen des Gewebes verursachte. An weiteren Ösen wurden im Stoffmaterial deutliche Anzeichen von hoher Zugbelastung im Vorfeld des Reißens festgestellt.

Der Strukturverband der Ballonhülle wurde durch mangelhafte Vernähung bei der Fertigung der Ballonhülle, der teilweise unterbrochenen Lastbandverläufe und der ungeeigneten Positionierung von Durchlaufösen in seiner Festigkeit deutlich geschwächt. Ein Strukturversagen nach entsprechender Betriebszeit oder hoher Betriebsbelastung war damit vorprogrammiert.

Die Fertigungsmängel in der Vernähung hätten bei einer gewissenhaften Stückprüfung vom Hersteller bemerkt werden können.

Das vorgefundene Hüllendruckinstrument hatte eine Einteilung in der Maßeinheit Inch und wies keine farbliche Kennzeichnung auf. Damit war es dem Piloten nur unzureichend möglich, die zulässigen Betriebsbereiche ohne weitere Umrechnungen zu erkennen.

Weil das Hüllentemperaturmessgerät nicht betriebsbereit war und eine zuverlässige Überwachung des Betriebsdruckes in der Hülle nicht ausreichend gegeben war, konnten die Betriebsgrenzwerte für Druck und Temperatur vom Piloten nicht in geeigneter Form kontrolliert werden.

Schlussfolgerungen

Der Flugunfall ist darauf zurückzuführen, dass nach dem Aufrüsten im Bereich des Leitwerks in der Luftschiffhülle ein zu großer Hülleninnendruck entstand und ein Strukturversagen des Hüllenstoffes über mehrere Meter in horizontaler und vertikaler Richtung die Folge war.

Begünstigt wurde das Strukturversagen durch eine mangelhafte Verarbeitung der Luftschiffhülle und durch Bauabweichungen bei der Herstellung des Musters.

Aufgrund der fehlerhaften Instrumentierung konnte der Pilot die Betriebsgrenzwerte für die Hüllen-Lufttemperatur und den Hülleninnendruck bei der Inbetriebnahme des Luftfahrzeuges nicht mit ausreichender Sicherheit beurteilen.

Untersuchungsführer	Stahlkopf
Mitwirkung	Bleienheuft