

Untersuchungsbericht

1X002-06
November 2011

Identifikation

Art des Ereignisses:	Unfall
Datum:	15. Mai 2006
Ort:	Frankfurt / Main
Luftfahrzeug:	Verkehrsflugzeug
Hersteller / Muster:	Boeing / B747-400
Personenschaden:	ohne Verletzte
Sachschaden:	Luftfahrzeug schwer beschädigt
Drittsschaden:	keiner
Informationsquelle:	Untersuchung durch BFU

Sachverhalt

Ereignisse und Flugverlauf

Am 15. Mai 2006 wurde die B747-400 auf dem Flughafen Frankfurt/Main am Gate A23 für den planmäßigen Flug um 13:50 Uhr¹ nach Delhi vorbereitet. Bei der Vorflugkontrolle wurde eine Hydraulikundichtigkeit im Fahrwerksschacht des linken „Body Gear“ festgestellt. Eine Hydraulikleitung musste ausgetauscht werden. Diese Reparatur erforderte anschließend einen Funktions- und Dichtigkeitscheck, entsprechend dem Aircraft Maintenance Manual (AMM) TASK 32-33-06-024-001.

Der Test sollte zweimal durchgeführt werden. Der erste Durchlauf verlief ohne Beanstandungen. Als der Fahrwerkshebel das zweite Mal auf Einfahren gestellt

wurde, fiel beim Öffnen der vorderen Fahrwerksklappen der Ground Lock Pin (GLP, Kugelsperbolzen), der das Einfahren des Bugfahrwerkes verhindern soll, mit der Stange aus dem Bugfahrwerksschacht. Das Bugfahrwerk fuhr sofort zügig nach vorn ein und der Bug des Flugzeuges legte sich auf das darunterstehende Schleppfahrzeug.

Ein Lademeister, der sich in der Nähe des Bugfahrwerkes aufhielt, beobachtete den Testvorgang und sah, wie die vorderen Fahrwerksklappen beim Durchfahren des ersten Testzyklus heftig gegen die Stange des Sicherungspins schlugen. Beim zweiten Öffnen der Klappen fiel die Stange mit dem Pin aus dem Bugfahrwerksschacht.

Der Schlepperfahrer, der mit dem Schleppfahrzeug unter dem Rumpfbug in Bereitschaft stand, bemerkte das Öffnen der Bugfahrwerksklappen und das plötzliche Herausfallen einer roten Stange. Den davor durchgeführten ersten Testzyklus hatte er nicht beobachtet.

Das Flugzeug wurde im vorderen unteren Rumpfbereich schwer beschädigt.

Von den 238 bereits an Bord befindlichen Passagieren, den 18 Besatzungsmitgliedern und dem am Flugzeug tätigen Bodenpersonal wurde niemand verletzt.

Angaben zu Personen

An den Arbeiten am Luftfahrzeug waren folgende Mechaniker beteiligt:

- Fluggerätemechaniker mit B2-Qualifikation, 47 Jahre alt, seit 1985 im Unternehmen

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

- Fluggerätemechaniker mit B1-Qualifikation, 45 Jahre alt, seit 1989 im Unternehmen
- Elektroniker mit B2-Qualifikation, 47 Jahre alt, seit 1996 im Unternehmen

Angaben zum Luftfahrzeug

Bei dem Luftfahrzeug handelte es sich um eine im Jahr 2001 bei Boeing in Seattle hergestellte B747-400 mit der Seriennummer 29871. Am 25. Januar 2002 wurde das Flugzeug vom Luftfahrt Bundesamt (LBA) zugelassen und hat seitdem ca. 23 748 Flugstunden absolviert.

Flugdatenaufzeichnung

Aufzeichnungen des Cockpit Voice Recorders (CVR) und Flight Data Recorders (FDR) lagen nicht vor.

Unfallstelle und Feststellungen am Luftfahrzeug

Das Flugzeug befand sich am Gate A23 des Frankfurter Flughafens. Der Rumpfbug lag auf dem Schleppfahrzeug. Die Rumpfstruktur des Flugzeuges war auf einer Länge von ca. 2,50 m stark beschädigt. Die Aufbauten des Schleppers hatten die Außenhaut der Boeing durchdrungen und Spanten und Stringer in diesem Bereich zerstört. Das Schleppfahrzeug war leicht beschädigt.

Das Bugfahrwerk war komplett eingefahren und nach erster Inaugenscheinnahme ohne größere Beschädigungen.



Unfallstelle

Foto: BFU

Der Ground Lock Pin mit der 2 m langen Stange lag quer zum Flugzeug unter dem Rumpfbug.

Der Stellhebel am unteren Teil der Stange war leicht verbogen.

Die Stange war mit einem roten Schrumpfschlauch überzogen, der starke Gebrauchsspuren aufwies.

Zum Transport des Flugzeuges in eine Halle wurde ein Ersatz-Ground-Lock-Pin benutzt. Bei dem anschließenden Versuch, den Original-Ground-Lock-Pin in die Knickstrebenbohrung einzusetzen, klemmte dieser und ließ sich nur bis zur Hälfte in die Bohrung der Knickstrebe hineinschieben.

Bei einem Funktionstest des beim Hydraulikcheck benutzten Pins mit Stange wurde festgestellt, dass der Stellhebel am unteren Ende der Stange, worüber der Sicherungspin bedient wird, in der zurückgezogenen Stellung klemmte.

Der Sicherungspin mit Stange und die Knickstrebe wurden weiteren Untersuchungen unterzogen.



Kugelsperrolbolzen mit Stange

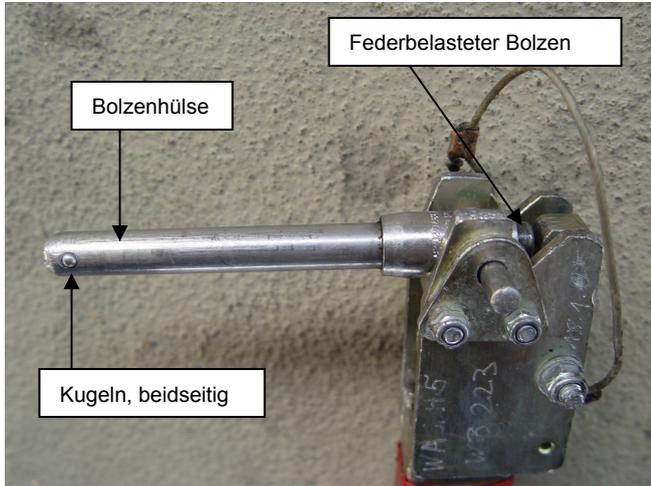
Foto: BFU

Zusätzliche Informationen

Zur Durchführung des Funktions- und Dichtigkeitschecks wird das Hydrauliksystem Nr.1 mit Druck beaufschlagt und danach der Fahrwerkshebel in eingefahrene Stellung gebracht. Dadurch wird das Hydraulikeinfahrssystem des Fahrwerks unter Druck gesetzt, und die vorderen Bugfahrwerksklappen öffnen und schließen sich wie bei einem normalen Fahrwerkeinfahrvorgang, wobei die Pins dem Zweck entsprechend das Einfahren des Fahrwerks am Boden verhindern sollen. Während der Druckbeaufschlagung des Hydrauliksystems wird auf Undichtigkeiten geachtet.

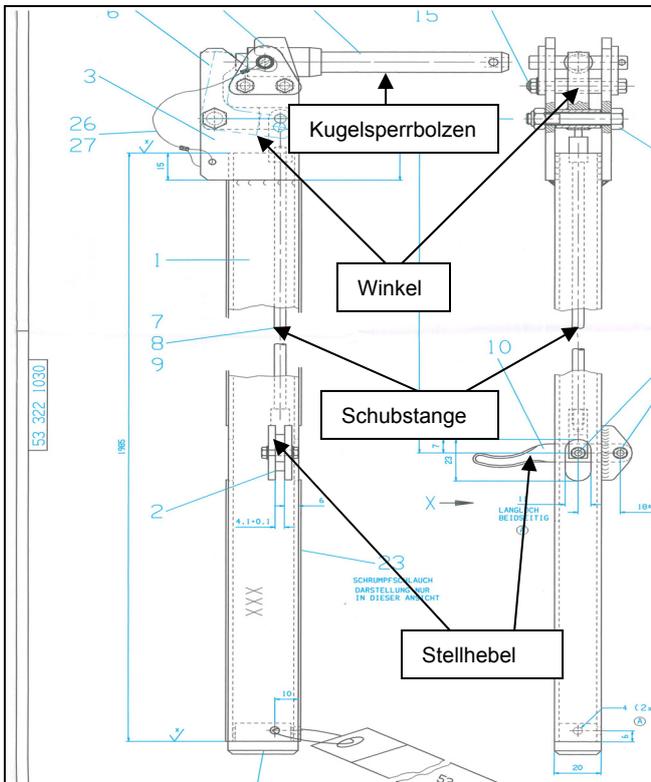
Die zum Einsetzen des Ground Lock Pin verwendete Stange wurde in den 70er Jahren vom Wartungs- und Instandhaltungsbetrieb des Luftfahrtunternehmens zur Arbeitserleichterung entwickelt und war seitdem in Gebrauch. Eine Wartungs- bzw. Instandhaltungsvorschrift für den Umgang mit diesem Werkzeug sowie eine Arbeitsanweisung gab es dafür nicht.

Bei dem Ground Lock Pin der Firma Boeing handelt es sich um einen Kugelsperbolzen, der für dieses Flugzeugmuster zur Sicherung des Bugfahrwerks gegen Einfahren am Boden vorgesehen ist.



Ground Lock Pin Foto: BFU

Der Ground Lock Pin war an einem ca. 2 m langen Vierkantrohr 20 mm x 30 mm aus 2 mm starkem galvanisch verzinktem Stahlblech angebracht.



Detailzeichnung des Kugelsperbolzens mit Stange

Quelle: Instandhaltungsbetrieb

Zum Einsetzen des Bolzens wird der Stellhebel an der Schubstange zurückgezogen, damit werden die beiden

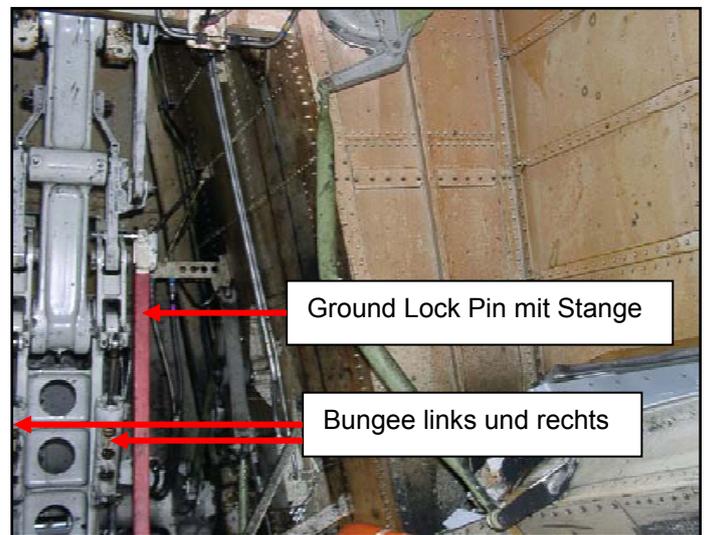
Kugeln eingezogen und der Bolzen in die Bohrung der Knickstrebe eingeführt. Wenn der Bolzen vollständig durch die Bohrung der Knickstrebe geschoben ist, wird der Bedienhebel losgelassen. Der federbelastete Bolzen drückt die beiden Kugeln am Ende der Bolzenhülse nach außen und blockiert so das Herausfallen aus der Knickstrebenbohrung.

Versuche und Forschungsergebnisse

Im Auftrag der BFU wurde der Ground Lock Pin mit Stange in einem externen Labor der Lufthansa Technik AG zusammen mit dem Upper Link Assy, P/N 65B05391-5, dem Lower Link Assy, P/N 65B05396-1 und den Bungee Assys, links/rechts, P/N 65B05398-8 begutachtet.

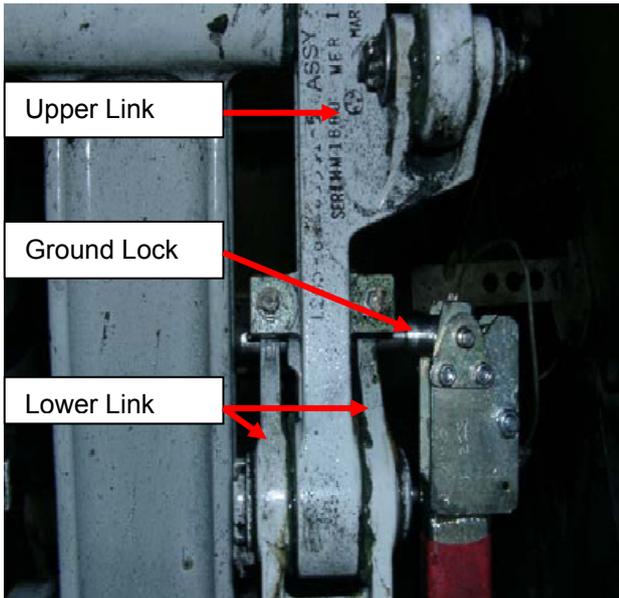
Die Untersuchung erfolgte mit makroskopischen Mitteln (Lupe, Stereomikroskop, Kamera). Dabei wurden die Bauteile auf Beschädigungen, ungewöhnliche Verschleißmerkmale sowie im Fall der Sicherungsstange mit dem Ground Lock Pin auch auf Funktionalität untersucht und die Befunde dokumentiert.

Im Gutachten wurden folgende Feststellungen getroffen (auszugsweise Wiedergabe von Text und Bildern):



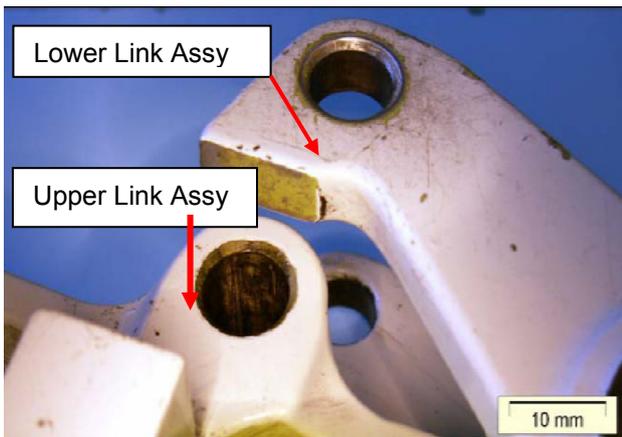
Einbauort der untersuchten Bauteile

Foto: Lufthansa Technik AG, Hamburg



Detailaufnahme der Bauteilgruppe

1. Upper & Lower Link Assy



Durchführung für den Ground Lock Pin am Lower und Upper Link Assy.

Die Bauteile weisen keine für den Schadensfall relevanten Schäden auf. Die oberflächlichen kleinen Beschädigungen entstanden im Verlauf des Schadensereignisses. Durch das Setzen bzw. unbeabsichtigte Herausziehen des GLP kam es zu keinen Beschädigungen, die im Zusammenhang mit dem Schadensfall zu sehen sind.

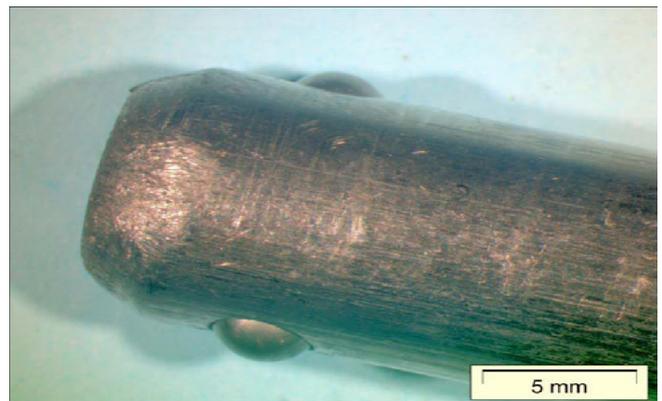
2. Bungee Assys rechts und links



Bungee Assys rechts und links

Die Bauteile weisen keine Beschädigungen auf, die auf einen intensiven Kontakt mit der Sicherungsstange im Verlauf des Schadensereignisses zurückzuführen sind.

3. Ground Lock Pin

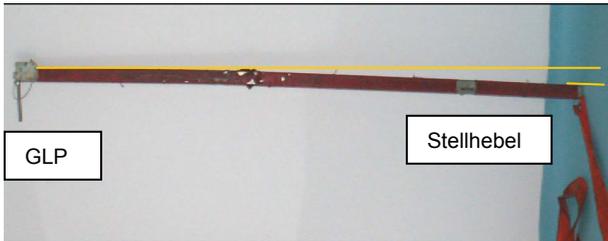


Ground Lock Pin

Fotos (6): Lufthansa Technik AG, Hamburg

Der GLP funktioniert einwandfrei und weist normale Betriebspuren auf. Die Sicherungskugeln lassen sich einwandfrei ver- und entriegeln und weisen keine Beschädigungen auf. Der GLP lässt sich problemlos an den ausgebauten Lower und Upper Link Assys setzen und ziehen.

4. Sicherungsstange

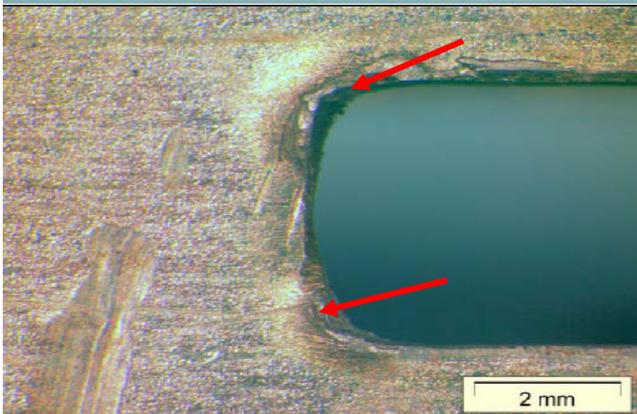
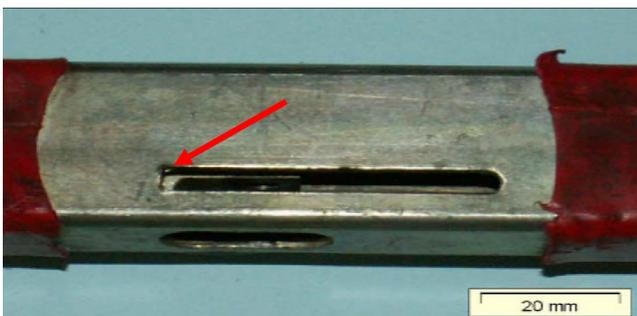


Sicherungsstange

Die Sicherungsstange ist verbogen und weist über die gesamte Länge Beschädigungen der Kunststoffummantelung auf. Der Stellhebel zur Ver- und Entriegelung des GLP ist verbogen und klemmt in der Entriegelungsposition (Sicherungskugeln lose). Er ist nur mit Kraft aus dieser Position zu lösen (Sicherungskugeln verriegelt). Verschleißspuren an Hebel und Durchführung durch das Vierkanthrohr der Sicherungsstange zeigen, dass dieser Zustand schon länger vorhanden ist.

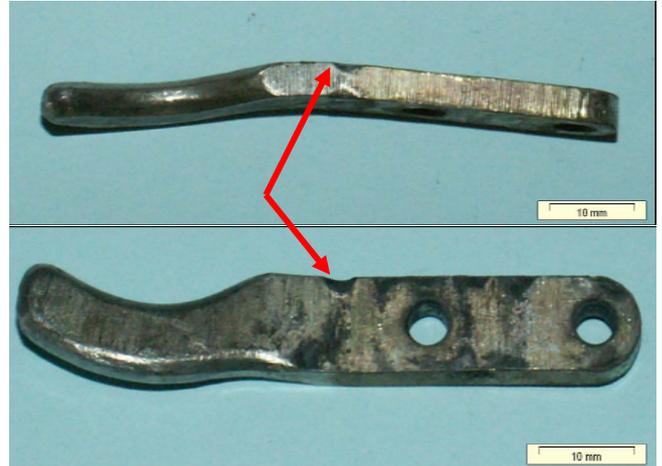


Führung des Stellhebels in der Sicherungsstange



Verschleißspuren

Die Detailaufnahmen zeigen den Anschlag des Hebels, wenn der GLP entlastet und die Kugeln verriegelt sind. Deutlich sind mechanische Verformungen zu erkennen, hervorgerufen durch das Anschlagen des Stellhebels beim Lösen aus der Klemmposition. Der Hebel ist verbogen.



ausgebauter Stellhebel aus der Sicherungsstange

Fotos (6): Lufthansa Technik AG, Hamburg

Beurteilung

Die Untersuchung der Sicherungsstange und des Ground Lock Pin haben ergeben, dass durch den Gebrauch der Stange über viele Jahre hinweg ein Verschleiß stattfand, sodass eine einwandfreie Funktion des GLP in Verbindung mit der Stange nicht mehr gewährleistet war.

Aufgrund fehlender Wartungs- bzw. Instandhaltungsvorschriften wurde diesem Arbeitsmittel kaum Aufmerksamkeit geschenkt, sodass es auch im defekten Zustand weiterhin verwendet wurde.

Als die Sicherungsstange beim Fahren der Fahrwerksklappen zwischen diese geriet und zur Mitte hin verbogen wurde, konnte der unverriegelte GLP widerstandslos aus seiner Position gezogen werden.

Bei verriegelten Sicherungskugeln wäre ein Herausziehen des GLP, ohne Spuren zu hinterlassen, nicht möglich gewesen. Entsprechende Spuren wurden an den untersuchten Bauteilen nicht gefunden.

Es wurden jedoch eindeutige Spuren dafür gefunden, dass der Stellhebel, über den die Ver- und Entriegelung des GLP gesteuert wird, schon vor dem Ereignis über einen längeren Zeitraum verbogen war und dadurch in der entriegelten Position klemmte.

Schlussfolgerungen

Die Ursache für das Einfahren des Bugfahrwerks lag in einer Fehlfunktion des Hebelmechanismus innerhalb der Sicherungsstange in Verbindung mit dem Ground Lock Pin. Dadurch verblieb der GLP in eingesteckter Position im entriegelten Zustand.

Sicherheitsempfehlungen

Unmittelbar nach dem Ereignis hat die BFU folgende Sicherheitsempfehlung herausgegeben:

Empfehlung Nr. 06/2006

Die Lufthansa Technik AG sollte grundsätzlich Boeing-Arbeitsmittel verwenden. Für den Fall, dass eigene oder modifizierte Arbeitsmittel eingesetzt werden, ist im Vorfeld sicherzustellen, dass ein gleich hohes Sicherheitsniveau gewährleistet wird.

Darüber hinaus sollte eine Arbeitsanweisung für den Umgang mit dem entsprechenden Arbeitsmittel erstellt werden.

Veranlasste Sicherheitsmaßnahmen

In Umsetzung der Sicherheitsempfehlung 06/2006 hat das betroffene Unternehmen eine Anweisung herausgegeben, wonach nur noch der kurze Original-Pin zu verwenden ist.

Außerdem wurde die Konstruktion einer neuen Einsetzhilfe beauftragt unter Berücksichtigung der Erkenntnisse aus der Laboruntersuchung der Stange.

Untersuchungsführer Müller