



Schlussbericht der Eidgenössischen Flugunfall-Untersuchungskommission

über den Unfall

des Flugzeuges Tupolev 134A-3 HA-LBN

der MALEV (Hungarian Airlines)

vom 3. Oktober 1985

auf dem Flughafen Zürich

RESUME

Avec à son bord 66 passagers et 7 membres d'équipage, l'avion Tupolev TU-134A-3, HB-LBN est aligné au début de la piste 28, prêt à assurer le vol de ligne MALEV 9565 à destination de Budapest. Dès qu'il reçoit l'autorisation de décoller, l'équipage accélère les deux réacteurs tout en maintenant l'avion à l'arrêt. Alors qu'il s'apprête à desserrer les freins de roues, il constate que le train gauche s'affaisse; l'avion s'incline latéralement jusqu'à ce que l'aile gauche repose sur le sol. L'équipage réduit la puissance et arrête les réacteurs.

Tous les occupants sont indemnes; seul l'avion est endommagé.

Cause

L'accident est dû

à l'affaissement du train gauche au décollage, consécutif à une rupture à la fatigue de l'oeillet de fixation inférieur du vérin hydraulique de rétraction.

Die rechtliche Würdigung des Unfallgeschehens ist nicht Gegenstand der Untersuchung und der Untersuchungsberichte (Artikel 2, Absatz 2, Verordnung über die Flugunfalluntersuchungen vom 20. August 1980).

0. ALLGEMEINES

0.1 Zusammenfassung

Das Flugzeug stand mit 66 Passagieren und 7 Besatzungsmitgliedern zur Durchführung des Linienfluges MALEV 9565 nach Budapest am Anfang der Piste 28 zum Abflug bereit. Nachdem die Besatzung Starterlaubnis erhalten hatte, beschleunigte sie im Stillstand beide Triebwerke auf Startleistung. Kurz vor dem Loslassen der Radbremmen knickte das linke Fahrwerk ein. Das Flugzeug neigte sich zur Seite, bis die linke Fläche am Boden auflag. Die Besatzung nahm die Leistung zurück und stellte die Triebwerke ab.

Personenschäden entstanden keine. Das Flugzeug wurde beschädigt.

Ursache

Der Unfall ist zurückzuführen auf:

Zusammenbrechen des linken Fahrwerkes beim Start infolge Ermüdungsbruch der unteren Befestigungsöse der Einfahrstrebe.

0.2 Untersuchung

Die Voruntersuchung wurde von Hubert Maeder geleitet und mit Zustellung des Voruntersuchungsberichtes vom 5. März 1987 an den Kommissionspräsidenten am 1. April 1987 abgeschlossen.

1. FESTGESTELLTE TATSACHEN

1.1 Unfallhergang

Donnerstag, 3. Oktober 1985 um 0945 Uhr *) verlässt das Flugzeug Tupolev TU 134A-3, HA-LBN der MALEV mit 66 Fluggästen und 7 Besatzungsmitgliedern den Standplatz H 02 auf dem Vorfeld des Flughafens Zürich zur Durchführung des Linienfluges 9565 nach Budapest.

Gemäss den Anweisungen des Kontrollturmes stellt die Besatzung das Flugzeug am Anfang der Piste 28 auf und wartet rund zwei Minuten auf die Startfreigabe, die um 0949 Uhr erfolgt. Mit gebremstem Fahrwerk werden beide Triebwerke auf Startleistung gebracht. Kurz vor dem Loslassen der Radbremsen bricht die auf

*) Alle Zeiten sind UTC (Lokalzeit -1)

Zug beanspruchte Einfahrstrebe des linken Fahrwerkes. Dieses knickt ein, und die linke Fläche bekommt Bodenberührung. Das Flugzeug setzt sich dabei in Bewegung und dreht leicht nach links ab. Die Besatzung nimmt die Leistung zurück und stellt die Triebwerke ab.

1.2 Personenschäden

Personen wurden keine verletzt.

1.3 Schäden am Luftfahrzeug

Das linke Fahrwerk samt Fahrwerktoeren und -gondel wurden erheblich beschädigt. Weitere sichtbare Schäden entstanden an der Bepankung der linken Flügelunterseite und am Randbogen.

1.4 Sachschäden Dritter

Geringfügige Kratzspur im Betonbelag der Piste 28.

1.5 Angaben zur Cockpit-Besatzung

1.5.1 Kommandant (PiC)

Ungarischer Staatsangehöriger, Jahrgang 1957.

Gültiger Führerausweis für Linienpiloten, ausgestellt durch die Zivile Luftfahrtbehörde des Ungarischen Verkehrs- und Postministeriums am 1. April 1982 mit Eintrag PiC für das Unfallbaumuster vom 14. Juni 1985.

Flugerfahrung 2320 Flugstunden auf TU-134.

1.5.2 Co-Pilot

Ungarischer Staatsangehöriger, Jahrgang 1957.

Gültiger Führerausweis für Linienpiloten, ausgestellt durch die Zivile Luftfahrtbehörde des Ungarischen Verkehrs- und Postministeriums am 3. Januar 1983 mit Eintrag für das Unfallbaumuster (Co-Pilot).

Flugerfahrung 1487 Stunden auf TU-134.

1.5.3 Navigator

Ungarischer Staatsangehöriger, Jahrgang 1934.

Gültiger Ausweis für Navigatoren, ausgestellt durch die Zivile Luftfahrtbehörde des Ungarischen Verkehrs- und Postministeriums am 28. August 1973 mit Eintrag für das Baumuster TU-134.

Flugerfahrung 7003 Stunden auf TU-134.

1.6 Angaben über das Flugzeug

1.6.1 Allgemeine Angaben

Muster: Tupolev TU-134A-3
Charakteristik: Kurz-Mittelstrecken-Düsenverkehrsflugzeug, ausgelegt für bis 80 Personen und 3 Besatzungsmitglieder, angetrieben durch zwei, am Rumpfhinterteil angebrachte Aggregate des Modells Solowjew D-30-III von je 6800 kp Standschub.
Hersteller: Tupolev-Werke, Moskau, UdSSR
Baujahr/Seriennummer: 1974/12096

Die Masse lag mit 42,6 t rund 4,4 t unterhalb des maximal zulässigen Abfluggewichtes.

Der Schwerpunkt befand sich im zulässigen Bereich.

Das Flugzeug flog insgesamt 8384 Stunden, wovon 5634 Stunden seit der letzten Grundüberholung (TBO 6000 Stunden) Ende 1981.

1.6.2 Angaben über das Fahrwerk

Das Hauptfahrwerk (links) besteht aus vier Rädern, die paarweise in Tandem-Anordnung am Fahrwerkbein angebracht sind. Das Ein- und Ausfahren des Fahrwerkes erfolgt über eine hydraulisch gesteuerte, teleskopische Strebe, die die Verriegelung des Fahrwerkes im ausgefahrenen Zustand sichert.

Für die fahrwerkseitige Befestigung der Strebe wird der Kolbenteil in einer am Kniegelenk des Fahrwerkfederbeins befestigten Oese mit integriertem Gelenklager eingeschraubt.

Das Material der Kolbenstange mit Aussengewinde (Part-Nr. 134A-4102-33) besteht aus einer 40 HNMA Chrom-Nickel-Molybden Stahllegierung nach GOSZT-Norm. Das Material der Oese mit Innengewinde in nicht durchgehender Bohrung (Part-Nr. 134A-4101-40) besteht aus einer 30 HGSzNA Chrom-Silizium-Mangan Stahllegierung ebenfalls nach GOSZT-Norm.

Beim Zusammenbau beider Teile wird die Kolbenstange in den Gewindeteil der Oese eingeführt und festgeschraubt. Das Anzugsmoment beträgt 25000 +/- 2500 kpcm.

Die Oese ist für 12000 Landungen ausgelegt mit Grundüberholungsintervallen von 4000 + 5% Landungen.

Der Bruch der Oese erfolgte nach genau 4000 Landungen seit der zweiten Grundüberholung des Fahrwerkes 1981 beim Hersteller.

Die Wartung des Fahrwerkes bzw. der oben erwähnten Bauteile zwischen den Grundüberholungen wird vom Halter nach folgendem Plan durchgeführt:

- a) Vorflug-Wartung gemäss FORM A und B mit visueller Zustandskontrolle der mechanischen und hydraulischen Teile.

- b) Nach 300 Flugstunden, Wartung gemäss FORM 1 mit visueller Zustandskontrolle wie oben und Schmierung der Aufhängeknotenpunkte.
- c) Nach 900 Flugstunden, Wartung gemäss FORM 2 umfassend Kontrolle nach FORM 1 und, seit 1984, magnetische Rissprüfung des Gewindeteiles der Kolbenstange. Zu diesem Zweck wird die Kolbenstange aus der Befestigungsöse herausgeschraubt.

Am fraglichen Fahrwerk wurde die Kolbenstange zweimal ausgebaut und wieder eingeschraubt. Dem letzten Zusammenbau folgten 546 Landungen.

Seit Inbetriebnahme des Unfallflugzeuges wurde an den mechanischen Teilen des linken Fahrwerkes lediglich die Kolbenstange des Arbeitszylinders mit dem integrierten Verriegelungsmechanismus durch neue Teile ausgewechselt.

Als besondere Vorkommnisse sind zwei Landungen mit Uebergewicht nach der letzten Grundüberholung des Flugzeuges in den Akten des Halters verzeichnet.

1.7 Meteorologische Angaben

1.7.1 Allgemeine Wetterlage

Das Wetter in der Schweiz war durch eine Hochdrucklage gekennzeichnet.

1.7.2 Wetter im Unfallraum

Ueber dem Flughafen Zürich war der Himmel wolkenlos, aber etwas dunstig, der Wind schwach und variabel. Die Sicht betrug 5000 m, die Lufttemperatur 20^o, der Taupunkt 13^o und der Luftdruck 1220 hPa QNH.

1.8 Navigationshilfen

Nicht betroffen.

1.9 Funkverkehr

Der Funkverkehr zwischen dem Flug MA 9565 und den Flugsicherungs- und Verkehrsdiensten des Flughafens Zürich wickelte sich normal ab.

1.10 Angaben über den Flughafen

Vor der Durchführung des Rollmanövers stand das Flugzeug auf dem Abstellplatz H02 des Vorfeldes. Die Rolldistanz bis zum Pistenanfang 28 beträgt knapp 1000 m. Die Piste selbst ist 60 m breit und weist eine Länge von 2500 m auf.

1.11 Flugschreiber

Das Flugzeug war mit einem Flugdatenschreiber und einem Cockpit-Gesprächsaufzeichner ausgerüstet. Beide Geräte waren eingeschaltet.

Die Auswertung des Flugdatenschreibers hat ergeben, dass beim Rollen des Flugzeuges die Leistungshebel beider Triebwerke auf "Low power" standen. Die Drehzahl betrug dabei 65% HP/RPM. 4 Minuten 20 Sekunden nach dem Einschalten des Gerätes wurde mit 96% HP/RPM die Startleistung gesetzt. 7 Sekunden später wurde eine Rollbewegung nach links von + 20°/Sek. um die Längsachse registriert. Das Lastvielfache betrug dabei senkrecht gemessen 1.3g und seitlich nach links 1,4g. Innerhalb der nächsten zwei Sekunden wurden die Triebwerke abgestellt.

Die Auswertung der Aufzeichnungen des Cockpit-Gesprächsaufzeichners gibt zu keinen relevanten Bemerkungen Anlass.

1.12 Befunde auf der Unfallstelle

Das Flugzeug steht am Anfang der Piste 28 nach links geneigt. Das linke Flächenende liegt am Boden auf (s. Beilage 1). Aus den Pneu- und Kratzspuren auf der Piste ergibt sich, dass das praktisch auf der Mittellinie aufgestellte Flugzeug beim plötzlichen Einknicken des linken Fahrwerkes einige Meter nach vorn gerutscht ist und gleichzeitig um rund 30° nach links abdrehte.

Infolge Bruchs der unteren Befestigungsöse der Einfahrstrebe knickte das linke Fahrwerk in Einfahrrichtung nach hinten ein. Dabei wurde das Fahrwerkbein über den zulässigen Winkel hinaus belastet, was zum Bruch des Hauptzylinders und dessen Lagerung am Flügel führte (s. Beilage 2). Das Vierräderwerk stiess an die geschlossene Fahrwerksgondel an und drückte diese im rechten Winkel nach oben. Weitere Folgeschäden entstanden an den Fahrwerkstören samt Gestänge und Verriegelungen.

In Mitleidenschaft gezogen wurde ebenfalls die Flügelbeplankung im Bereich des linken Fahrwerkes und des Flügelendes.

1.13 Medizinische Angaben

Entfällt.

1.14 Feuer

Brand entstand keiner.

Ausgelaufenes Hydrauliköl im Bereich des beschädigten linken Hauptfahrwerkes wurde durch die unverzüglich ausgerückte Flughafenfeuerwehr in einer ersten Phase mit Schaum abgedeckt.

1.15 Ueberlebensaspekte

Nachdem feststand, dass kein Brandausbruch zu befürchten war, verzichtete der Kommandant auf eine Notevakuierung des Flugzeuges. Die Passagiere stiegen über eine fahrbare Rolltreppe des Feuerwehr- und Rettungsdienstes in einen bereitgestellten Flughafenbus um.

1.16 Besondere Untersuchungen

1.16.1 Als primär versagendes Bauteil des linken Fahrwerkes wurde die untere Befestigungsöse der Einfahrstrebe identifiziert. Die Bruchfläche liegt senkrecht zur Längsachse der Einfahrstrebe und verläuft durch einen Einstich zwischen Innengewinde und konischem Hohlraum. Der Bruchausgang befindet sich auf der Innenseite und erstreckt sich über den mit Pfeilen markierten schmalen Querschnittsbereich (Beilagen 3 + 4). Die gegenüberliegende Seite zeigt schräge Bruchflächenanteile. Auf dem grossflächigen Querschnitt sind Rastlinien mit verhältnismässig grossen Abständen sichtbar.

1.16.2 Die Laboruntersuchung der Bruchstücke der Befestigungsöse durch die EMPA haben im wesentlichen folgendes ergeben:

A n a l y s e

Die Gehalte der vorgeschriebenen Legierungselemente liegen innerhalb der Bereiche nach GOSZT 4543-71.

H ä r t e p r ü f u n g n a c h V i c k e r s

Die ermittelten Werte ergeben aus der Umwertung der Härte nach DIN 50150 für die Zugfestigkeit annähernd die Grösse der Anforderungswerte nach GOSZT 4543-71.

Z u g v e r s u c h e

Die Festigkeitskennwerte zeigen Unterschreitung der Anforderungswerte nach GOSZT 4543-71:

- 3,3 % bzw. 14,1 % für die Dehngrenze und
- 0,6 %, bzw. 1,8 % für die Zugfestigkeit.

Die Verformungskennwerte erfüllen die Anforderungswerte.

K e r b s c h l a g b i e g e v e r s u c h e

Diese Versuche haben ergeben, dass die Kerbschlagfähigkeit an Proben mit U-Kerbe deutlich über dem Anforderungswert nach GOSZT 4543-71 liegt. Die zusätzlich ermittelten Werte auf Proben mit V-Spitzkerben bestätigen die relativ hohe Zähigkeit sowohl bei Raumtemperatur wie auch bei -40°C. Die bei Raumtemperatur mit einer Spitzkerb-Probe mit Ermüdungsanriss orientierend bestimmte, dynamische Bruchzähigkeit bestätigt ebenfalls das festgestellte Niveau der Zähigkeit des Werkstoffes.

M e t a l l k u n d l i c h e U n t e r s u c h u n g e n

Sowohl die makro- als auch mikrofraktografischen Befunde haben eindeutig ergeben, dass der Bruch der Oese auf Ermüdung zurückzuführen ist. Der Ermüdungsbruch ist vom Einstich hinter dem Gewinde ausgegangen. Der Restbruch beträgt ca. 30-40% des Querschnittes.

Im Mikrobereich zeigt die Ermüdungsbruchfläche neben den typischen Ermüdungsstreifen stellenweise auch interkristallinen Bruchverlauf. Der Werkstoff ist aufgrund der Ergebnisse aus den mikroanalytischen Untersuchungen (EMS und H-Analyse) nicht durch Verunreinigungen oder Korrosion geschädigt gewesen.

Die fraktografische Untersuchung der im Labor angeschwungenen Kerbschlagbiegeprobe hat ergeben, dass deren Ermüdungsanriss Bruchmerkmale in Form von interkristallinen Zonen mit duktilen Markierungen aufweist, wie sie auch bei der Bruchfläche des Schadenobjektes vorgefunden worden sind. Daraus kann geschlossen werden, dass der Bruch der Oese ebenfalls durch rein mechanische Ermüdungsbeanspruchung entstanden ist.

An den metallographisch untersuchten Stellen sind keine Materialfehler oder Gefügeanomalien festgestellt worden.

2. BEURTEILUNG

Die Untersuchung hat ergeben, dass der Bruch der unteren Befestigungsöse der Fahrwerkstrebe des linken Hauptfahrwerkes infolge Ermüdung des Materials eingetreten ist. Quantitative Aussagen über den zeitlichen Ablauf, insbesondere über Initiierung oder spätere Ausbreitung des Ermüdungsbruches, können nicht gemacht werden. Der Bruch geht von der Innenseite einer besonderen, dünnwandigen Stelle aus, die einerseits durch die äussere Abmessung des Bauteiles und andererseits durch den Einstich hinter dem Innengewinde begrenzt ist. Die bei der Materialuntersuchung festgestellte Unterschreitung der Dehngrenze könnte im kritischen Bereich von Bedeutung gewesen sein.

3. SCHLUSSFOLGERUNGEN

3.1 Befunde

- Die Besatzung war formell und materiell berechtigt, den geplanten Flug durchzuführen.
- Das Flugzeug war zum Verkehr zugelassen.
- Als die Besatzung mit noch gebremsten Rädern die Startleistung

gesetzt hatte, brach das linke Fahrwerk infolge Ermüdungsbruchs eines Bauteiles der Fahrwerk-Einfahrstrebe zusammen.

- Die Laboruntersuchung des gebrochenen Bauteiles hat ergeben, dass Festigkeitswerte des verwendeten Materials den Anforderungen in einem Bereich der zugrunde gelegten Norm nicht entsprachen.

3.2 Ursache

Der Unfall ist zurückzuführen auf:

Zusammenbrechen des linken Fahrwerkes beim Start infolge Ermüdungsbruch der unteren Befestigungsöse der Einfahrstrebe.

An der Sitzung vom 21. Mai 1987 nahmen J.-P. Weibel, M. Marazza, H. Angst und J.-B. Schmid, an der Sitzung vom 22. Juli 1987 Dr. Ch. Ott, J.-P. Weibel, M. Marazza, H. Angst und J.-B. Schmid teil. Die Kommission verabschiedet den Schlussbericht einstimmig.

Bern, 22. Juli 1987

Eidgenössische Flugunfall-
Untersuchungskommission
Der Präsident:

sig. Dr. Ch. Ott

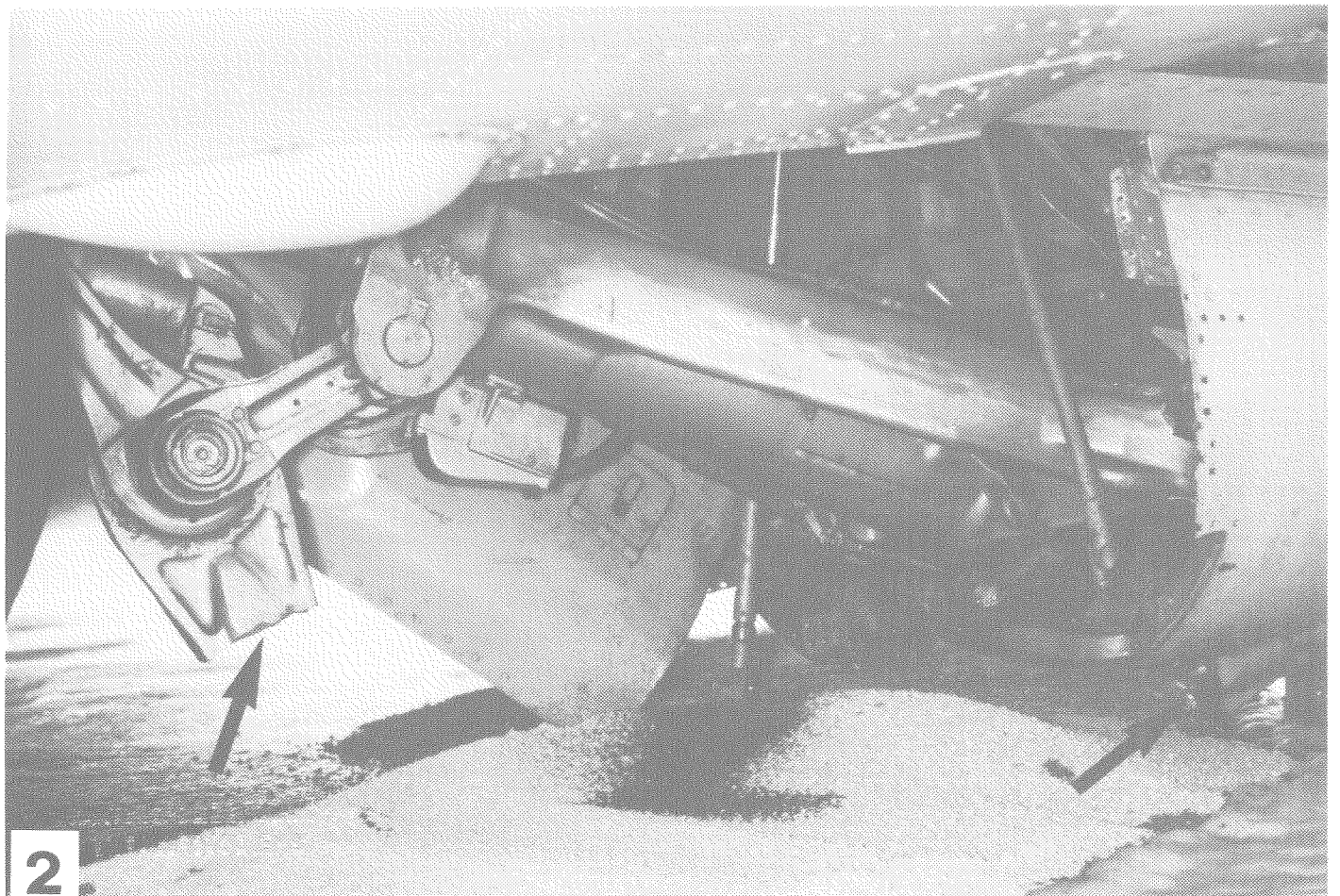


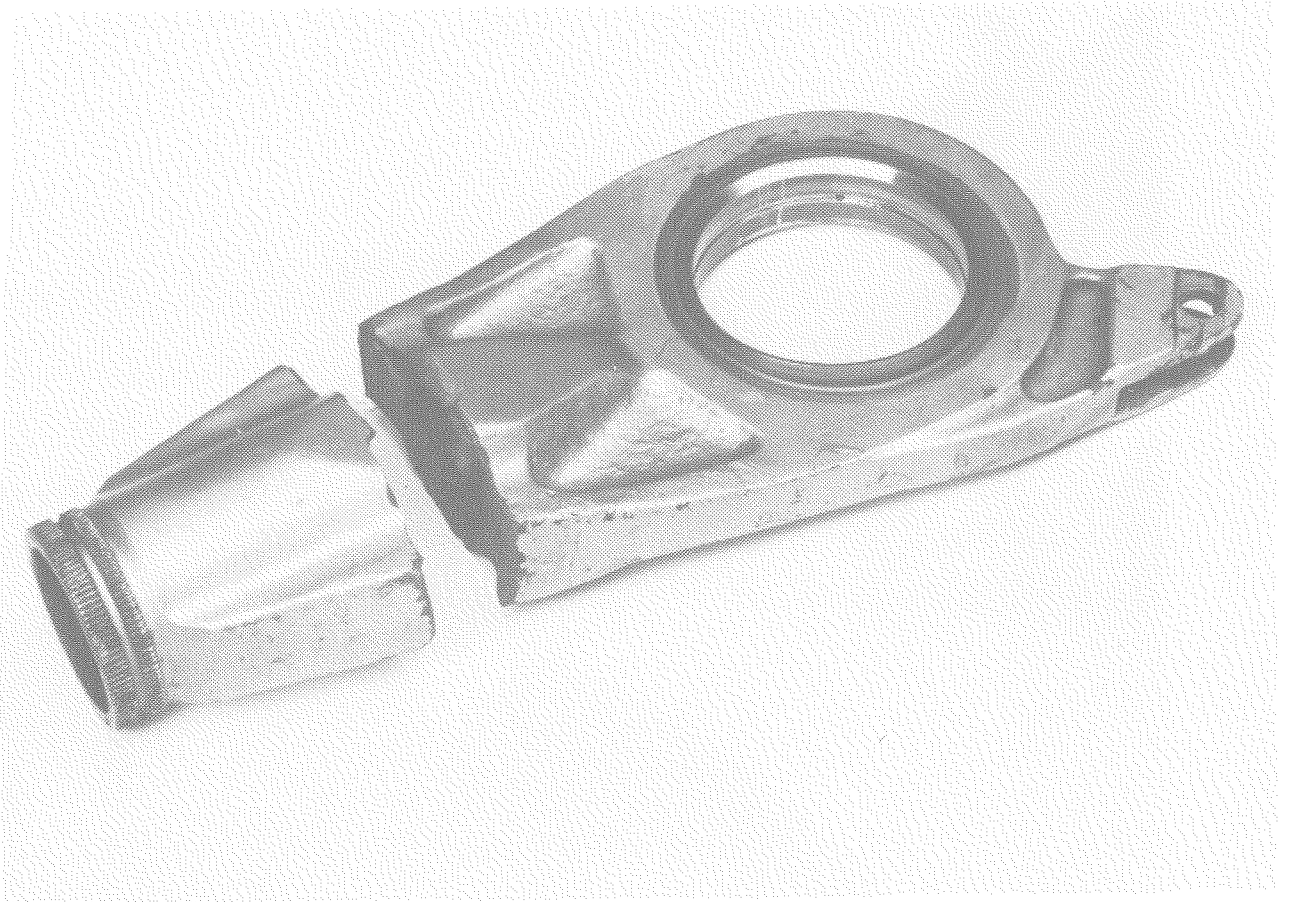
Das Unfallflugzeug mit eingeknicktem linken Fahrwerk



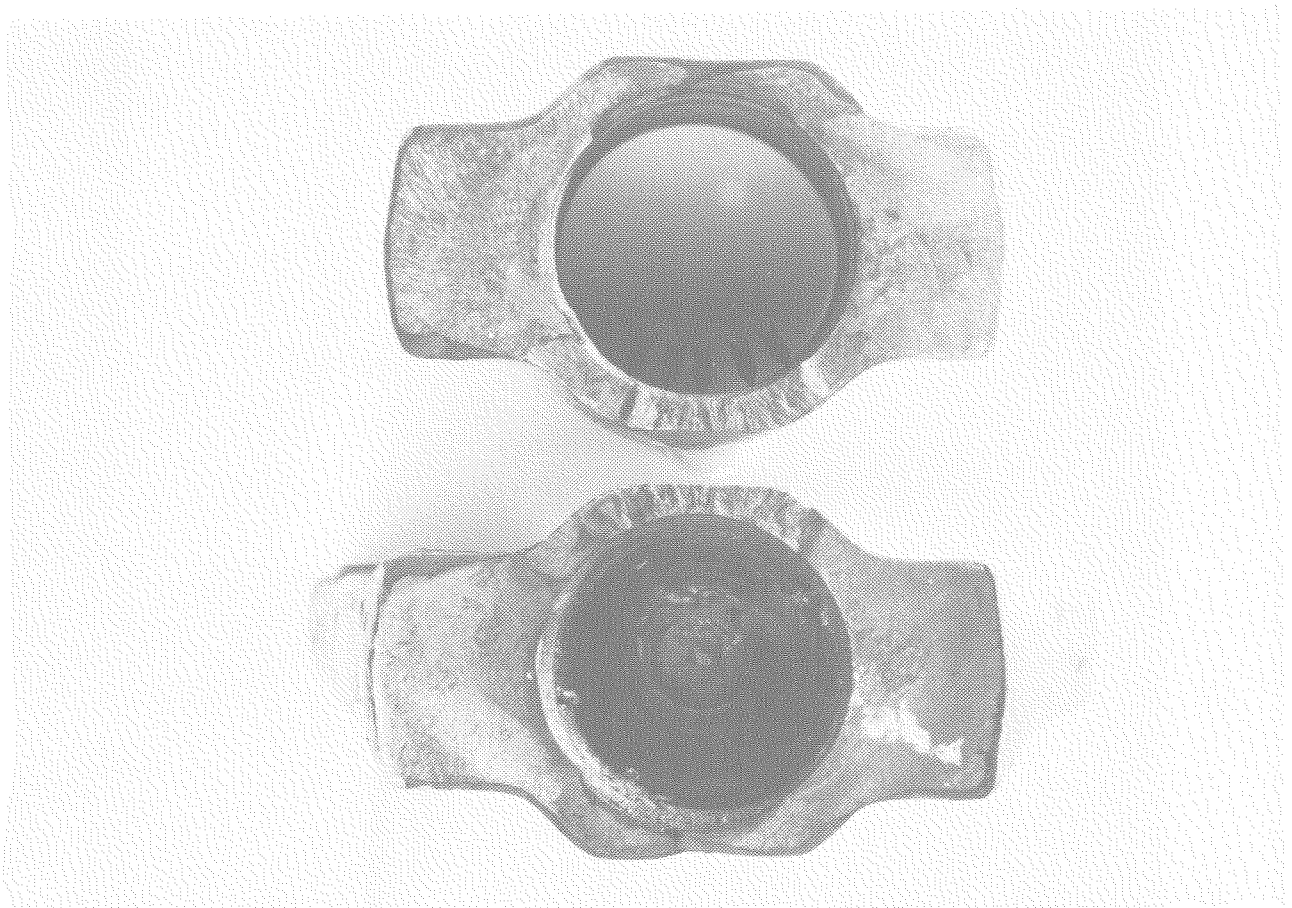


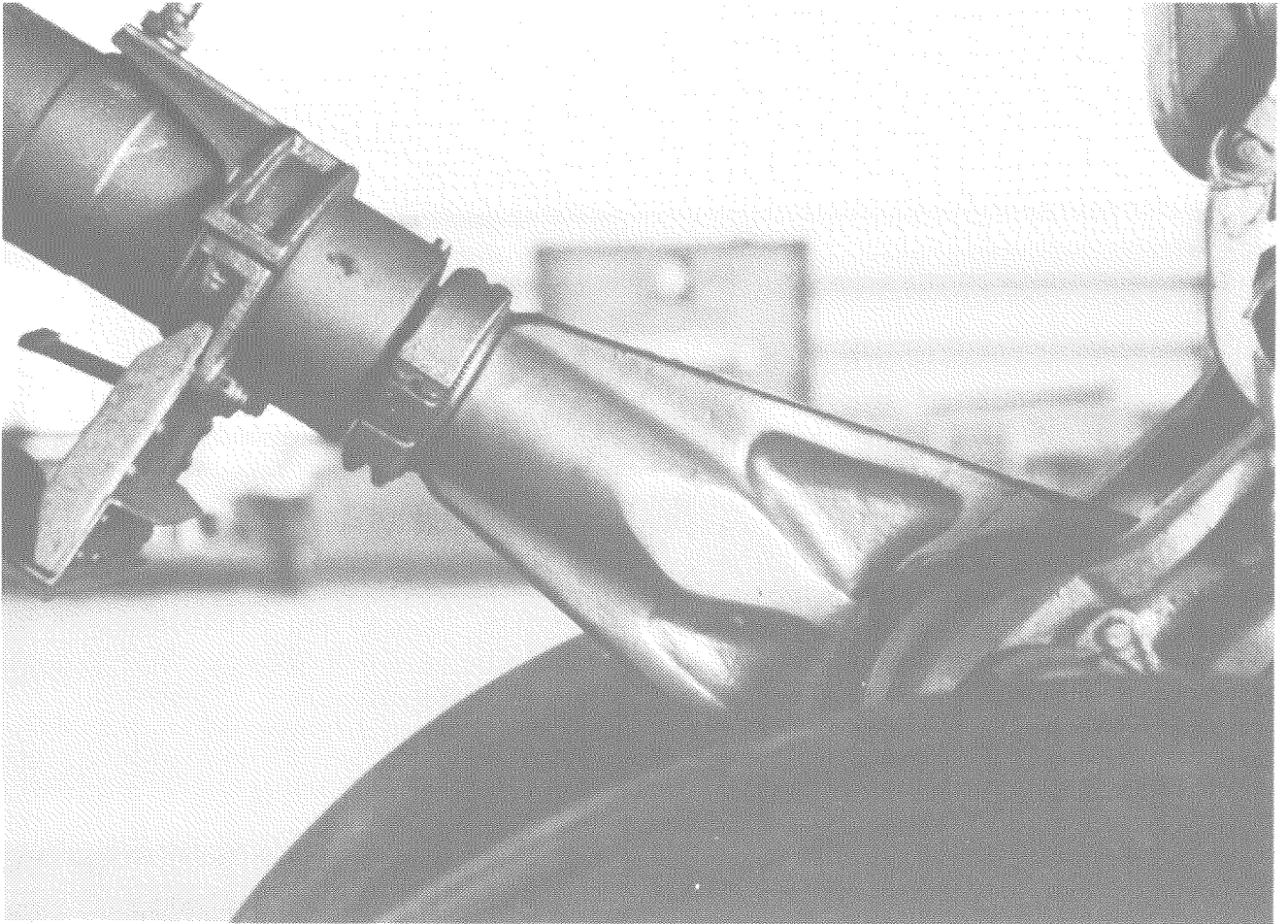
Das eingeknickte linke Fahrwerk mit primärer Bruchstelle (Pfeile)





Die infolge Ermüdung gebrochene untere Anschlussöse der linken Einfahrstrebe. Die Pfeile auf dem unteren Bild zeigen die Bruchausgangszone





Das rechte Fahrwerk mit Einfahrstrebe und unterer Anschlussöse

