



# **Schlussbericht des Büros für Flugunfalluntersuchungen**

über den Unfall

des Flugzeuges Mitsubishi MU-2B-60, HB-LLP

vom 3. September 1994

in Urnäsch/AR

## Résumé HB-LLP

La veille de l'accident, le pilote très expérimenté a transféré l'avion Mitsubishi MU-2B-60 "Marquise" (HB-LLP) de Bâle à Zurich. En raison des conditions météorologiques défavorables, il n'a pu procéder au contrôle en vol des deux moteurs, obligatoire en cas de réparation. En effet, les deux hélices avaient été remplacées.

Le jour de l'accident, il effectue ce vol seul à bord car un second pilote n'est pas disponible; en outre, il doit assumer le surlendemain un transport de Zurich à Hannover. Après avoir décollé de la piste 28, il monte au niveau de vol 130 et se dirige vers une zone sise à l'est de l'aéroport. Dix minutes plus tard, il annonce qu'il va arrêter le moteur droit. L'appareil perd alors de la vitesse et de la hauteur tout en s'écartant de son cap. Après avoir relancé le moteur et rétabli la situation, le pilote annonce trois minutes plus tard qu'il veut une nouvelle fois arrêter le moteur droit. L'avion part dans un virage à droite en descente toujours plus prononcée et disparaît de l'écran radar. Peu après, il s'écrase dans une forêt. La dernière phase du vol a été observée par des témoins au sol, dans la région d'Urnäsch - Hochalp. Il ressort de leurs dépositions que le pilote avait repris partiellement le contrôle de l'appareil avant de le perdre définitivement, probablement lors d'une manoeuvre afin d'éviter le relief. Le pilote est tué; l'appareil est détruit, partiellement incendié.

## Causes

L'examen détaillé du moteur droit et notamment de ses périphériques, ainsi qu'une reconstitution du vol au simulateur ont permis de cerner les causes probables de l'accident:

- Erreur de fonctionnement du "Negative Torque System" (NTS; système de couple antagoniste)
- Blocage du "condition lever" dans une position (fuel off) précédant celle de l'"emergency stop"
- Poursuite d'un vol à rôle technique malgré une erreur dans le NTS
- Perte de contrôle sur l'avion lors d'une poussée asymétrique extrême, due au fait que l'hélice droite se trouvait en autorotation (windmilling) avec un nombre de tours élevé.

## Recommandations

- La liste de contrôle pour opération normale devrait être complétée de manière que le pilote doive, avant de lancer les moteurs pour un vol, placer le "condition lever" en position "emergency stop", afin d'en tester le fonctionnement.
- Dans le manuel de vol de tous les types d'avions équipés de TPE-331, le constructeur des moteurs, Allied Signal, devrait publier les indices et les dangers qui peuvent survenir lorsque l'orifice du régulateur d'hélice (propeller-governor) est obstrué.
- Ce constructeur devrait revoir le NTS en vue de développer un procédé qui permette de déceler une telle obstruction avant le vol, sinon le fonctionnement du NTS risque d'être entravé.

Dieser Bericht wurde ausschliesslich zum Zwecke der Unfallverhütung erstellt. Die rechtliche Würdigung der Umstände und Ursachen von Flugunfällen ist nicht Sache der Flugunfalluntersuchung (Art. 24 des Luftfahrtgesetzes).

## 0. ALLGEMEINES

### 0.1 Kurzdarstellung

Anlässlich eines technischen Kontrollfluges am 3. September 1994, östlich vom Flughafen Zürich, meldete der Pilot auf FL130, dass er das rechte Triebwerk stilllegen und wieder anlassen wolle. Den Radaraufzeichnungen kann entnommen werden, dass das Flugzeug markant von Kurs und Flughöhe abwich. Nachdem sich das Flugzeug wieder auf der ursprünglichen Flughöhe befand, meldete der Pilot, dass er es nochmals mit dem rechten Triebwerk versuchen werde. Das Flugzeug verschwand mit zunehmender Sinkgeschwindigkeit vom Radar und wurde von Zeugen beobachtet, wie es in geringer Flughöhe im Raum Urnäsch-Hochalp ungewöhnliche Flugmanöver ausführte und in einen Wald abstürzte.

Der Pilot erlitt tödliche Verletzungen; das Flugzeug brannte teilweise aus.

### 0.2 Untersuchung

Der Unfall ereignete sich um ca. 1531 Uhr<sup>1)</sup>. Die Meldung traf um ca. 1600 Uhr beim Büro für Flugunfalluntersuchungen (BFU) ein. Die Untersuchung wurde um ca. 2110 Uhr an der Unfallstelle in Zusammenarbeit mit der Kantonspolizei Appenzell-Ausserrhoden eröffnet.

Als Berater wirkten Mitarbeiter der folgenden Firmen mit:

- Flugzeughersteller Mitsubishi, USA
- Triebwerkhersteller Air-Research (Allied Signal), Deutschland
- Propellerhersteller Hartzell, USA
- Flight Safety, USA
- Intercontinental Jet, Inc., USA
- Beechcraft, USA

## 1. FESTGESTELLTE TATSACHEN

### 1.0 Vorgeschichte

Am 22.6.1994 wurde das rechte Triebwerk des Flugzeuges HB-LLP ausgebaut und durch ein Leihtriebwerk ersetzt. Diese Arbeiten (bei 5788 Betriebsstunden) wurden bei der Firma Jet Aviation Zürich ausgeführt. Im Work Report wurde erwähnt, dass beim Einstellen des "Torque" Probleme auftraten, welche auf die zeitlich lange Lagerung des Triebwerkes zurückzuführen seien. Der anschliessend an die Arbeiten durchgeführte Kontrollflug, bei welchem das Triebwerk den Vorschriften entsprechend abgestellt und wieder angelassen wurde, verlief normal.

---

<sup>1)</sup> Alle Zeiten sind Lokalzeiten (UTC + 2)

Ein zu tiefer maximaler "Fuel Flow" wurde am 7.7.94 eingestellt.

In der Zeitspanne vom 22.7.94 bis 22.8.94 wurden bei der Jet Aviation folgende Vorkommnisse mit dem rechten Triebwerk registriert:

- Rechter "Condition Lever" lässt sich nicht in "Emergency Stop" bringen. Dieser Fehler wurde durch das Auswechseln der festgesessenen "Feather Valve" behoben.
- Während eines Anfluges reagiert das rechte Triebwerk nicht und wird stillgelegt. Das "Rigging" wurde überprüft und in Ordnung befunden. Alle Parameter waren in den Limiten. Der "Flight Idle Fuel Flow" wurde um 1 Click erhöht.

Bei 5791 Betriebsstunden wurde am 14.7.94 bei der Firma Air Service Basel AG eine 100-Std.-Kontrolle durchgeführt.

Am 2.9.94 wurden bei der Air Service Basel AG, bei 5844 Betriebsstunden, die Arbeiten für das Service Bulletin (SB) 17182 fertiggestellt. Dabei waren beide Propeller demontiert und mit neuen Naben versehen installiert worden. Der Pilot übernahm das Flugzeug gleichentags in Basel und überflog es nach Zürich. Den vorgeschriebenen Kontrollflug, bei welchem beide Triebwerke abgestellt und wieder angelassen werden mussten, verschob er infolge ungeeigneter Wetterverhältnisse auf den 3.9.94.

## 1.1 Flugverlauf

Der Pilot, welcher gelegentlich mit der MU-2, HB-LLP, der Air Material Bedarfsflüge durchführte, hatte sich entschlossen, den technischen Kontrollflug nach dem Propellerwechsel alleine an Bord auszuführen, weil an diesem Tag der für den Vortag vorgesehene zweite Pilot nicht zur Verfügung stand. Für den Sonntag, den 4.9.94, war für ihn ein gewerbsmässiger Flug mit der HB-LLP von Zürich nach Hannover geplant.

Am 3.9.94 um 1509 Uhr bestätigte der Pilot sein Flugprogramm auf der "Delivery"-Frequenz wie folgt: *"I go to Zurich-East and proceed roughly Radial 135, on that Radial will shut down right hand engine, relight and then shut down left hand engine, relight, come back, join overhead Zurich-East at 120."*

Der Start in Zürich erfolgte um 1514 Uhr auf der Piste 28. Wie der Radaraufzeichnung zu entnehmen ist (Beilage 1) stieg der Pilot gemäss seinem Flugplan auf FL130 und folgte dem Radial 135 von ZUE (Zurich-East) mit einer angezeigten Geschwindigkeit (IAS) von ca. 210 kt. Um 1522:40 Uhr meldete sich der Pilot auf der Frequenz von "Zurich Delta" und gab sein Flugprogramm bekannt (Beilage 2). Um 1524:10 Uhr sagte der Pilot: *"O.k., so I start cooling the right engine down and call you ..."*. Dabei verringerte sich die Geschwindigkeit auf ca. 160 kt IAS. Um 1525:00: *"O.k., LP is shutting the right hand engine down"*. Wenige Sekunden danach begann das Flugzeug bis ca. 40° nach rechts vom Kurs und ca. 1900 ft von der Ausgangsflughöhe abzuweichen, die Geschwindigkeit sank dabei bis auf ca. 120 kt IAS. Das Flugzeug stieg jedoch mit ca. 2000 ft/min und zunehmender Geschwindigkeit sofort wieder auf FL130 und drehte nach links auf ca. 150°. Diese Fluglage hatte sich um ca. 1528:00 mit einer Geschwindigkeit von ca. 160 kt IAS stabilisiert.

Zu diesem Zeitpunkt sagte der Pilot: "O.k., LP is back up 130, another attempt to the right-hand engine shortly". Nach ca. 1 Minute begann das Flugzeug erneut nach rechts abzdrehen und mit stark zunehmender Sinkrate von über 10'000 ft/min an Höhe zu verlieren.

Die Radaraufzeichnung ist nur bis auf eine Flughöhe von 7900 ft (1530:08 Uhr) zuverlässig.

Zeugen konnten das Flugzeug über eine Distanz von ca. 3,5 km bis zum Absturz beobachten. Dabei soll das Flugzeug sehr niedrig, teilweise auf Baumwipfelhöhe und stark um die Längsachse wippend, auf südöstlichem Kurs aus dem Raum Hemberg kommend, Richtung Hochalp, geflogen sein (Beilage 3). Das Flugzeug bewegte sich dabei bei guter Sicht zwischen einer hochnebelartigen Bewölkung auf ca. 1000 ft/G und dem Gelände. Uebereinstimmend sagten die Zeugen aus, dass das Flugzeug bei Tellern in einen fast vertikalen Steigflug übergang, auf die Nase kippte und über die Hochachse nach rechts drehend in den Wald stürzte. Der Pilot wurde beim Aufschlag sofort getötet. Das Flugzeug brannte mit Ausnahme der Flügel und des Leitwerks aus.

Koordinaten der Unfallstelle: 735 850 / 238 600. Höhe: 1220 m/M.

Landeskarte der Schweiz 1:25'000, Blatt Nr. 1114, Nesslau.

## 1.2 Personenschäden

	<u>Besatzung</u>	<u>Passagiere</u>	<u>Drittpersonen</u>
Tödlich verletzt	1	---	---

## 1.3 Schaden am Luftfahrzeug

Das Flugzeug wurde zerstört.

## 1.4 Sachschaden Dritter

Es entstand Waldschaden.

## 1.5 Beteiligte Personen

### 1.5.1 Pilot

+Schweizerbürger, Jahrgang 1945.

Führerausweis für Linienspiloten, ausgestellt durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) am 27.12.1993, gültig bis 29.12.1994.

Berechtigungen für: - Kunstflug, Radiotelefonie, Umschulungen

Bewilligte Flugzeugmuster: - Einmotorige Flugzeuge mit Kolbenmotor bis 5700 kg  
- Mehrmotorige Flugzeuge mit Kolbenmotoren bis 5700 kg

Weitere Flugzeugmuster: - BAE 31 (PIC), DO-328 (PIC), MU 2 (PIC), PC-7, PC-9

IFR CAT 1

gültig bis 20.12.1994

### **Flugführung**

Insgesamt 5488:24 Std. mit 5615 Landungen, wovon 666:37 Std. mit 658 Landungen auf dem Unfallmuster; in den letzten 90 Tagen 192:48 Std. mit 183 Landungen, wovon 8:04 Std. mit 9 Landungen auf dem Unfallmuster; in den letzten 24 Stunden 0:35 Std. mit 1 Landung, wovon 0:35 Std. mit 1 Landung auf dem Unfallmuster.

Beginn der fliegerischen Ausbildung am 18.2.1968.

Letzte fliegerärztliche Untersuchung am 29.6.1994.

Befund: tauglich ohne Einschränkungen.

### **Fliegerische Tätigkeiten und Qualifikationen**

Der Pilot war bei der Air Engadina und der Air Material als "Freelance"-Pilot (Teilzeitvertrag) beschäftigt. In der Zeit von Oktober 1993 bis anfangs August 1994 flog er ein volles Pensum als PIC (Pilot in command) auf der DO-328 der Air Engadina. Er amtierte auch als Chefpilot und Chef Operations der Air Engadina in Bern.

Diese Aufgaben übertrug er anfangs Mai 1994 an zwei Kollegen. Am 5.8.1994 verliess er den Liniendienst bei der Air Engadina in Bern, um nur noch sporadisch von Zürich aus die MU-2 der Air Material AG zu operieren und um sich vermehrt seinem Geschäft widmen zu können. Seit dem 27.6.1985 flog er gelegentlich die HB-LLP, immer in "one man operation". Auch hatte der Pilot mit der HB-LLP einige technische Kontrollflüge durchgeführt, deren Umfang und Anzahl konnten jedoch nicht ermittelt werden.

Erfahrung im Kunstflug hatte er sich auf verschiedenen kunstflugtauglichen Flugzeugtypen (wie z.B. PC-7, PC-12) angeeignet. Seine Qualifikationen im Instrumentenflug waren durchwegs gut. Der Pilot beherrschte die MU-2 fliegerisch sehr gut und war auch mit deren System gut vertraut. Bei technischen Problemen bemühte er sich stets um die Ursachen und informierte die Techniker detailliert.

### **Charakterliche Eigenschaften**

Seine Freunde und Kollegen beschreiben den Piloten als selbstsicher, überaus intelligent und sehr vielseitig interessiert. Er war bekannt als impulsiv, aufbrausend, jedoch wiederum als sehr hilfsbereit und grosszügig. Bei seinem Temperament wirkte er auch im Cockpit manchmal etwas hektisch, besonders wenn Unregelmässigkeiten auftraten. Obwohl er stets als "Freelancer" flog, nahm die Fliegerei eine wichtige Stellung in seinem Leben ein.

#### **1.6 Flugzeug HB-LLP**

Muster:	Mitsubishi MU-2B-60 "Marquise".
Hersteller:	Mitsubishi Heavy Industries, Inc., Japan
Charakteristik:	Zweimotoriger Turboprop Schulterdecker mit einziehbarem Fahrwerk.
Baujahr:	1979
Werknummer:	767SA

Triebwerke: Hersteller: Air-Research  
Muster: TPE-331-10-501M  
Leistung: Flat rated to 715 SHP

Propeller: 4-Blatt-Verstellpropeller  
Hersteller: Hartzell  
Muster: HC-B4TN-5

Verkehrsbewilligung: ausgestellt durch das BAZL am 25.1.1980.  
Eigentümer und Halter: Air Material AG, 8058 Zürich  
Zulassungsbereich: im gewerbsmässigen und privaten Einsatz:  
VFR bei Tag  
VFR bei Nacht  
IFR Kat. 1

Betriebsstunden  
im Unfallzeitpunkt: Zelle: 5845  
Linker Propeller: 759 seit Rev.  
Rechter Propeller: 759 seit Rev.  
Linkes Triebwerk: 1474 seit Rev.  
Rechtes Triebwerk: 1759 seit neu

Betriebszeiten: Betriebszeit seit letzter 100 Std.-Kontrolle 54 Stunden.  
  
Die letzte BAZL-Prüfung erfolgte am 19.11.92. Die letzte 100-Stunden-Kontrolle wurde am 14.7.94 bei total 5791 Betriebsstunden durchgeführt.

Masse und Schwerpunkt: Die maximale Abflugmasse beträgt 11575 lbs; die Masse im Unfallzeitpunkt betrug ca. 9632 lbs.  
  
Masse und Schwerpunkt befanden sich während des Unfallfluges innerhalb der zulässigen Grenzen.

Flugzeitreserve: ca. 1:30 Stunden.

## 1.7 Wetter

### 1.7.1 Gemäss Bericht der Schweiz. Meteorologischen Anstalt Zürich

#### Allgemeine Wetterlage:

Hinter einer Störungszone, deren Restbewölkung noch an den Alpen liegt, baut sich ein Zwischenhoch auf.

#### Wetter am Unfallort und zur Unfallzeit:

Wetter/Wolken: 3-6/8 Basis um 1200 und 1500 m/M  
Sicht: über 8 km  
Wind: variabel 3 kt, Säntis 210 05 / 12 kt  
Temperatur/Taupunkt: 14°C/10°C  
Luftdruck: 1017 hPa QNH  
Gefahren: Bergkuppen zum Teil in Wolken  
Sonnenstand: Azimut: 225°, Höhe: 42°

1.8 Navigations-Bodenanlagen

Nicht betroffen.

1.9 Funkverkehr

Der Funkverkehr zwischen dem Piloten und den Flugverkehrsleitern wickelte sich bis zum Unfallzeitpunkt ordnungsgemäss und ohne Schwierigkeiten ab.

1.10 Flughafenanlagen

Nicht betroffen.

1.11 Flugschreiber

Nicht vorgeschrieben, nicht eingebaut.

1.12 Befunde am Wrack

1.12.1 Das Flugzeug kollidierte in einer Richtung von ca. 080° und einer Schräglage von ca. 10° links mit dem mit jungen Tannen bewaldeten Gelände. Sämtliche Flügeintrittskanten und der Rumpfbug waren unbeschädigt. Das Heck war von unten gestaucht, der Rumpf total ausgebrannt. Der linke Flügel war am Flügelende geknickt, der Flügelendtank aufgeplatzt. Das linke Triebwerk wies äusserlich Brandspuren auf, war jedoch nur im Bereich des Lufteinlasses von unten beschädigt. Am linken Propeller waren zwei Blätter stark verbogen und wiesen an den Eintrittskanten Einschläge auf; ein Blatt war leicht verdreht und ein Blatt praktisch unversehrt. Die Propellerblätter wiesen verschiedene Winkel auf. Die Struktur des rechten Flügels war intakt, der Tank und der Flügelendtank aufgerissen. Das rechte Triebwerk wies äusserlich Brandspuren auf und war von unten im Bereich des Lufteinlasses beschädigt. Der rechte Propeller wies zwei fast unversehrte Blätter auf; ein Blatt steckte leicht verbogen im Erdreich, ein Blatt war verdreht und wies leichte Einschlagspuren an der Eintrittskante auf. Auffallend war, dass das Flugzeug beim Aufprall in die Tannen von unten her an mehreren Stellen "aufgespiesst" wurde und dass die Tannen rings um das Wrack herum unversehrt waren.

1.12.2 Im einzelnen konnten am Wrack folgende Feststellungen gemacht werden:

Eine visuelle Prüfung der Ruderanschlüsse, Verbindungsgestänge, Umlenkhebel, Seilzüge und Spannschlösser sowie Umlenkrollen ergab keine Anhaltspunkte für vorbestandene Mängel.



Propeller:

Die Untersuchung der Propeller unter Mithilfe eines Spezialisten des Herstellers Hartzell ergab folgende Erkenntnisse:

Links: Der Propeller rotierte beim Aufschlag. Die Schäden an den Propellerblättern lassen den Schluss zu, dass Leistung absorbiert wurde. Die Leistung wurde auf weniger als die Hälfte der maximalen Triebwerkleistung geschätzt.

Rechts: Die Schäden an den Propellerblättern lassen den Schluss zu, dass der Propeller beim Aufschlag rotierte, jedoch mit wenig Rotationsenergie (Trägheit). Der Blattwinkel war über dem "Flight-Idle"-Wert jedoch nicht in oder in der Nähe der Segelstellung (feather).

Bei keinem der beiden Propeller konnten Anhaltspunkte gefunden werden, welche das normale Funktionieren der Propeller verhindert hätte.

Triebwerke:

Die Triebwerke wurden ausgebaut und beim Hersteller Allied Signal in Raunheim (D) im Beisein des Untersuchungsleiters untersucht. Ergebnisse:

Linkes Triebwerk:

Das linke Triebwerk lief beim Aufschlag und gab Leistung ab. Es wurden keine vorbestandenen Schäden an Triebwerk und dessen Komponenten gefunden.

Rechtes Triebwerk:

Das rechte Triebwerk drehte beim Aufschlag, gab jedoch keine Leistung ab. Die Brennkammern waren beim Aufschlag kalt. Bei der Untersuchung der Komponenten fiel auf, dass bei der Durchlässigkeitsprüfung des Orifice (Oeffnung) in der Oelleitung zwischen Propeller Governor und Checkvalve mittels Pressluft die Oeffnung im Orifice beim ersten Versuch nicht durchlässig war. Erst als mittels einer Verlängerung mit mehr Luftdruck gearbeitet wurde, war das Orifice durchlässig. Alle anderen Komponenten funktionierten normal. Es konnten am Triebwerk keine Anhaltspunkte gefunden werden, welche zum Ausfall des Triebwerks geführt oder dessen Wiederanlassen verhindert hätte.

Fahrwerk:	eingefahren
Landeklappen:	eingefahren
Höhentrimmung:	neutral
Seitentrimmung:	neutral
Quertrimmung:	neutral
Power Lever:	links: Flight Idle, rechts: 2 cm vor Full Power
Condition Lever:	links: Flight, rechts: Fuel Off nicht in Emergency Stop eingerastet
RCS Switches:	beide RUN

Triebwerkinstrumente:	links	rechts
Torque	25%	frei beweglich
ITT	425°	200°
Fuel Flow	100 lbs/h	0 lbs/h

Alle anderen Instrumente, Bedienungshebel und Schalter waren durch den Brand zerstört.

### 1.13 Medizinische Feststellungen

Die Leiche des Piloten wurde im Institut für Rechtsmedizin St. Gallen einer Autopsie unterzogen.

Zusammenfassung:

- Der Tod ist infolge traumatischer Herzerreissung mit Kreislauf-Zusammenbruch und Abriss des verlängerten Rückenmarks beim Aufschlag eingetreten.

Chemisch-toxikologische Untersuchung:

- Der Pilot stand zum Todeszeitpunkt nicht unter der Einwirkung von Alkohol, Medikamenten oder Drogen.

Vorbestandene Erkrankungen:

- Die Untersuchung ergab keinerlei vorbestandene Organerkrankungen, die als Ursache für das Unfallgeschehen in Frage kämen.

### 1.14 Feuer

Das Flugzeug fing nach dem Aufprall Feuer und brannte teilweise aus.

### 1.15 Ueberlebenschancen

Der Unfall war nicht überlebbar.

### 1.16 Besondere Untersuchungen

#### Fliegerisch - operationelles

Im MU-2-Simulator der Flight Safety in Huston, Texas, USA, wurde bei denselben Parametern wie beim Unfallflug der Ausfall des NTS (Negative Torque System) simuliert. Das NTS hat die Aufgabe, im Falle eines Triebwerkausfalles, wenn der Propeller das Triebwerk antreibt und dabei grossen Luftwiderstand erzeugt, mittels Oeldruck des "Propeller Governors" zur "Feather Valve", den Blattwinkel in Richtung "Feather" zu bringen. Dabei wird der Luftwiderstand (Drag) stark reduziert.

Als Ausgangslage der Simulation wurden dieselben Parameter wie beim Unfallflug angewendet: FL130, Masse 9600 lbs, 210 kt IAS. Das Abstellen des rechten Triebwerkes wurde entsprechend den Angaben des Piloten der Air Material, welcher oft solche Kontrollflüge durchgeführt hat, ausgeführt: 1. PL flight idle, cool down. 2. RCS switch stop, NTS check. Für die Simulation wurde der Ausfall des NTS vorprogrammiert.

Der Untersuchungsleiter konnte am Steuer des Simulators folgendes feststellen: Nachdem der RCS switch in die Position Stop gebracht worden war, sank die Propellerdrehzahl auf ca. 40%. (Das entspricht einer teilweisen Funktion des NTS. Der Simulator ist nicht für solche Simulationen ausgelegt, weil nicht im Trainings-Syllabus enthalten). Trotzdem bewirkte der hohe Widerstand des rechten Propellers eine sofortige Querlage von 40° rechts, eine Sinkfluglage von -20° und eine Sinkflugrate von ca. 6000 ft/min. Als das Flugzeug mittels Starten des rechten Triebwerkes mit dem "Unfeather Button" wieder unter Kontrolle gebracht werden konnte, hatte das Flugzeug bereits ca. 2000 ft an Höhe verloren und war ca. 40° nach rechts vom Kurs abgewichen. Der anschliessende Steigflug mit ca. 2000 ft/min. und zunehmender Geschwindigkeit von 120 kt auf 160 kt IAS verlief problemlos. Auffallend war, dass diese Simulation äusserst genau dem Flugverlauf des Unfallfluges entsprach, als der Pilot zum ersten Mal versuchte das rechte Triebwerk abzustellen.

Im übrigen konnte sich der Untersuchungsleiter beim Fliegen einer MU-2 desselben Musters wie die HB-LLP davon überzeugen, dass die Flugeigenschaften bei abgelöschtem Triebwerk und einem normal funktionierendem NTS problemlos sind. Die Propellerdrehzahl sank dabei auf unter 30%, welches den Widerstand soweit reduziert, dass das Einhalten von Flughöhe, Geschwindigkeit und Steuerkurs ohne weiteres möglich ist.

#### Technisches

Das NTS wird vor einem Flug, bei welchem ein Triebwerk abgestellt werden muss, nach Checkliste zwingend bei laufendem Triebwerk am Boden getestet. Bei diesem Test kann jedoch die Durchlässigkeit des Orifice (Beilage 4) nicht geprüft werden. Die volle Funktionsfähigkeit des Systems kann nur während des Fluges (Beilage 5) festgestellt werden. Wenn eine Fehlfunktion z.B. wegen eines blockierten Orifice vorliegt, manifestiert sich dieses mit einer Propellerdrehzahl von über 30%, wobei eine hohe Drehzahl des "windmilling"-Propellers auch einen hohen Widerstand erzeugt. Die Drehzahl ist von der Art der Fehlfunktion des Systems und der wahren Geschwindigkeit (TAS) abhängig. Sollte diese Fehlfunktion bei einem Kontrollflug auftreten, kann der Pilot die Situation retten, indem er das Triebwerk bei einer Drehzahl von unter 50% mittels "Unfeather Button" wieder startet oder den "Condition Lever (CL)" in "Emergency Stop" bringt. Im zweiten Fall würde der Propeller von der "Feather Valve" in Segelstellung (kleinster Widerstand) gebracht.

In der Geschichte dieses Triebwerktyps sind mehrere Vorkommnisse bekannt, bei denen das fragliche Orifice verstopft war. Dieser Zustand ist beim NTS-Check vor dem Flug nicht identifizierbar.

Der Triebwerkhersteller Allied Signal beschrieb auf Anfrage die Auswirkungen im Falle eines (während des Fluges) verstopften Orifice wie folgt:

- Das Triebwerk würde mit einer ca. 6% höheren Drehzahl arbeiten. Mit dem CL in der "Start"-Stellung (100% RPM) würde der "overspeed governor" die Drehzahl bei 104% begrenzen. Bei Reiseflug RPM würde ein verstopftes Orifice die Triebwerk-drehzahl auf ca. 102 - 103% erhöhen.
- Die NTS-Funktion würde beim Abstellen oder Ausfallen eines Triebwerkes nicht arbeiten. Der Widerstand des "windmilling" Propellers würde nicht automatisch reduziert.

Der **Emergency Stop Mechanism**, welcher u.a. den CL mit der "Feather Valve" und der "Fuel Shutoff Valve" verbindet (Beilage 6) wurde am Wrack ausgebaut und mit denselben Massen an einem Triebwerk einer MU-2 desselben Typs bei Intercontinental Jet in Tulsa, Oklahoma, USA, eingebaut. Dabei wurde festgestellt, dass der vorgeschriebene Betätigungsweg der "Feather Valve" eingehalten wurde. Beim Versuch des Untersuchungsleiters die Gängigkeit des CL zu prüfen, stellte er fest, dass sich der CL in 2 von 10 Betätigungen in der Position "Fuel Off" blockierte und nicht in den "Emergency Stop" einrasten liess.

Das Verändern der Länge (Rigging) von Rod Nr. 17 (Beilage 7) um zwei Gewindeumdrehungen bewirkten oder behoben das temporäre Blockieren des CL. Firmenangehörige der Intercontinental Jet, bei welcher ausschliesslich MU-2 Flugzeuge gewartet werden, bemerkten, dass bei rund 50% aller Flugzeuge von Neukunden Einstellfehler an den Triebwerken vorlagen. Rigging-Fehler am "Emergency Stop Mechanism" wurden an wenigen Flugzeugen festgestellt.

Beim Triebwerkwechsel rechts an der HB-LLP wurde der "Emergency Stop Mechanism" vom "alten" Triebwerk unverändert übernommen. Nach Aussage der Mechaniker, welche die Arbeiten an diesem Triebwerk ausgeführt hatten, mussten nie Einstellungen am "Emergency Stop Mechanism" durchgeführt werden. Das Rigging wurde mehrmals kontrolliert, stimmte jedoch immer mit den Vorschriften im Maintenance Manual überein. Auch beim Propellerwechsel musste kein Rigging vorgenommen werden. Wer, wo und wann das letzte Rigging am "Emergency Stop Mechanism" vornahm, konnte nicht ermittelt werden. Die Installation des "Emergency Stop Mechanism" und dessen Rigging ist im Maintenance Manual des Herstellers genau beschrieben und bedingt gute Kenntnisse des Systems und für die Prüfer den Typeneintrag. Alle Arbeiten an der HB-LLP bei Jet Aviation und Air Service Basel wurden von lizenziertem Personal durchgeführt und von berechtigten Prüfern signiert.

Die Gängigkeit (freedom of movement) des CL muss laut Checkliste vor dem ersten Flug des Tages vom Piloten überprüft werden. Dass der CL bis in den "Emergency Stop" gebracht und eingerastet werden muss, ist nicht speziell formuliert. Die CL Position "Emergency Stop" wird im Normalfall nicht gebraucht.

Nach dem Triebwerkwechsel wurde der CL anlässlich der oben beschriebenen Reparatur- und Unterhaltsarbeiten mehrmals in "Emergency Stop" gebracht. Ausser in einem Fall, als ein Pilot das Blockieren des CL in einer Stellung vor "Emergency Stop" infolge einer defekten "Feather Valve" meldete, war kein Problem dieser Art bekannt.

#### 1.17 Informationen über Organisation und Verfahren

Der Pilot erhielt den Flugauftrag von der Einsatzstelle der Air Material AG. Obwohl nicht vorgeschrieben, wurden bei technischen Kontrollflügen zwei Piloten oder ein Pilot und ein Mechaniker geplant. Der zweite Pilot war am Unfalltag nicht verfügbar. Pikett-Mechaniker der Jet-Aviation sind auch an Wochenenden einsetzbar.

## 2. BEURTEILUNG

### Operationelles

Der Entschluss des Piloten, den technischen Kontrollflug alleine an Bord durchzuführen, fällte er im finanziellen Interesse seiner Arbeitgeberfirma. Ein weiterer Aufschub hätte den pünktlichen Abflug des Taxifluges am nächsten Tag gefährdet.

Obwohl kein zweiter Pilot zur Verfügung stand, hätte auch ein Mechaniker der Jet Aviation mitfliegen und den Piloten im Notieren von Parametern und im Ueberwachen der Triebwerkinstrumente entlasten können. Obwohl der Pilot in der "One man operation" sehr erfahren war, hätte beim Auftreten von Schwierigkeiten ein zweiter Mann gute Dienste leisten können. Ob ein zweiter Mann an Bord den Unfall hätte verhindern können, muss offen bleiben.

### Technisches

Bei der Triebwerkuntersuchung konnte nicht mit Sicherheit bewiesen werden, dass das fragliche Orifice am Propellergovernor durchlässig war. Es besteht die Wahrscheinlichkeit eines blockierten Orifice beim Unfallflug durch die Tatsache, dass erst beim zweiten Versuch Pressluft durch die Verengung in der Oelleitung zu blasen den Erfolg brachte.

Der Pilot begann das Abstellverfahren mit dem rechten Triebwerk. Dies könnte darauf hinweisen, dass das rechte Triebwerk bereits während des Steigfluges eine erhöhte Drehzahl aufwies, welche durch das blockierte Orifice hervorgerufen wurde.

Die Tatsache, dass der von der HB-LLP ausgebaute **Emergency Stop Mechanism** auf dem Triebwerk der MU-2 in Tulsa den CL zeitweise zum Blockieren brachte, liefert keinen Beweis für das Auftreten desselben Problems beim Unfallflugzeug. Der Versuch zeigt jedoch ein Gefahrenpotential auf und unterstützt ein Szenario in diesem Sinne. Die Bemerkung der Intercontinental Jet-Leute, wonach einige wenige Kundenflugzeuge ein "Missrigging" aufweisen, deutet doch auf eine gewisse Problematik der Mechaniker im Umgang mit Unterhaltsverfahren hin, welche hohe Anforderungen an die Genauigkeit stellen. Propeller und Triebwerkwechsel sind bei den schweizerischen MU-2 Unterhaltsbetrieben Routinearbeit. Bei diesen Betrieben sind keine Rigging-Probleme bekannt.

Nur ein wiederholtes Bewegen des CL in die "Emergency Stop Position" erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass ein nur zeitweise auftretender Fehler entdeckt und behoben werden kann.

### Wahrscheinliches Unfallszenario

Als der Pilot um 1524:10 Uhr meldete, er wolle jetzt das rechte Triebwerk abkühlen lassen, wird auf der Radaraufzeichnung eine Reduktion der Geschwindigkeit von 210 kt auf 160 kt registriert. Dabei hatte er den PL in "Flight Idle" gebracht, das Flugzeug mit dem Ruder auf Kurs gehalten und auch problemlos die Flughöhe von FL130 eingehalten. Wenige Sekunden nach seinem Funkspruch "... *shutting the right hand engine down*" begann das Flugzeug drastisch von Kurs, Flughöhe und Geschwindigkeit abzuweichen. Der programmierte NTS-Fehler im Simulator brachte praktisch dieselben Abweichungen wie beim Unfallflug.

Aufgrund dieser Parallelität und der Möglichkeit, dass das Orifice am Propellergovernor verstopft war, liegt die Vermutung nahe, dass der Pilot mit einem nicht funktionierenden NTS konfrontiert wurde. Die Propellerdrehzahl muss sich dabei unter 50% bewegt haben und ermöglichte ihm das sofortige Wiederanlassen des Triebwerkes, welches er mit dem RCS-Switch ausgelöscht hatte, um das NTS zu prüfen. Das Wiederanlassen erfolgte in wenigen Sekunden mit Hilfe des "Unfeather Button". Das Flugzeug stieg dann mit zunehmender Geschwindigkeit in weniger als einer Minute um 1900 ft wieder auf FL130 und drehte nach links auf den ursprünglichen Kurs.

Dabei müssen beide Triebwerke Steigleistung abgegeben haben. Beim Erreichen von FL130 meldete der Pilot, er wolle in Kürze mit dem rechten Triebwerk einen nächsten Versuch starten. Bei diesem zweiten Versuch brachte der Pilot das rechte Triebwerk vermutlich erneut mit dem RCS-switch zum Auslösen, dabei drückte er den RCS-switch wieder in die Stellung RUN, wie im Verfahren vorgeschrieben. Der NTS-Fehler trat erneut auf und brachte durch den hohen Widerstand des Propellers das Flugzeug von Kurs, Höhe und Geschwindigkeit ab. Diesmal muss die Propellerdrehzahl jedoch mehr als 50% betragen haben, was ein direktes Anlassen des Triebwerkes systembedingt verhinderte. Als einzige Möglichkeit den hohen Widerstand des rechten Propellers zu eliminieren, um die Kontrolle des sich nun mit hoher Sinkrate abwärts-kreisenden Flugzeuges wiederzuerlangen, blieb ihm das sofortige "Feathern" des Propellers. Möglicherweise blockierte dabei der rechte CL in einer Position vor "Emergency Stop" und verhinderte den rettenden Vorgang. Der Pilot war jetzt mit einem doppelten Fehler konfrontiert. Ein isoliertes Auftreten eines der Probleme hätte ein "Windmilling" des Propellers durch NTS oder "Feather" verhindert. In Bodennähe muss der Pilot zumindest teilweise die Kontrolle über das Flugzeug wiedergewonnen haben. Möglicherweise durch Reduzieren der Leistung am linken Triebwerk. Das letzte Flugmanöver mit dem Aufbäumen und dem anschliessenden Absturz kann so erklärt werden, dass der um die Kontrolle des Flugzeuges kämpfende Pilot noch versuchte in einer Art steilen Umkehrkurve das Flugzeug irgendwie vom ansteigenden Gelände abzdrehen. Dabei geriet das Flugzeug definitiv ausser Kontrolle und stürzte mit voll gezogener Höhensteuer, praktisch ohne Vorwärtsgeschwindigkeit in den Wald ab.

Es muss offen gelassen werden, wieso sich der Pilot dazu entschied, sofort einen zweiten Versuch zu starten, das Triebwerk stillzulegen und wiederanzulassen, da er wusste, dass ein Fehler im NTS vorlag und dass ein weiterer Fehler im Feather-System das Flugzeug ausser Kontrolle bringen würde. Der zeitliche Ablauf des Geschehens deutet auf eine gewisse Hektik hin. Es ist anzunehmen, dass der Pilot nach der Landung in Zürich eine möglichst komplette Fehleranalyse liefern wollte, um dessen Behebung zu beschleunigen.

### 3. SCHLUSSFOLGERUNGEN

#### 3.1 Befunde

- Der Pilot besass einen gültigen Führerausweis.
- Es liegen keine Anhaltspunkte für gesundheitliche Störungen des Piloten während des Unfallfluges vor.
- Das Flugzeug war zum Verkehr VFR/IFR zugelassen. Masse und Schwerpunkt lagen innerhalb der vorgeschriebenen Grenzen.

- Die Unterhaltsbetriebe, bei welchen Arbeiten und Kontrollen durchgeführt wurden, besaßen die vorgeschriebenen Berechtigungen. Die Mechaniker waren an der MU-2 ausgebildet. Die Prüfer besaßen die entsprechenden Lizenzen.
- Riggingsfehler am Emergency Stop Mechanism können bewirken, dass der Condition Lever in der Stellung "Fuel Off" blockiert und nicht in die Stellung "Emergency Stop" gebracht werden kann.
- Der Pilot führte den Kontrollflug, bei dem die Triebwerke abgestellt und wiederangelassen werden mussten, alleine an Bord aus. Ein zweites Besatzungsmitglied ist nicht vorgeschrieben.
- Beim ersten Versuch das rechte Triebwerk abzustellen trat ein technischer Fehler auf.
- Der Pilot setzte den Kontrollflug trotz des aufgetretenen Fehlers fort.
- Beim zweiten Versuch das rechte Triebwerk abzustellen, verlor der Pilot die Kontrolle über das Flugzeug.
- Es besteht die Wahrscheinlichkeit, dass das Orifice am Propellergovernor verstopft war und das Funktionieren des NTS verhinderte.
- Der rechte Condition Lever befand sich in der Stellung "Fuel Off", nicht im Emergency Stop eingerastet.
- Das rechte Triebwerk war beim Aufschlag abgestellt, drehte jedoch im "Windmilling".
- Das linke Triebwerk lief normal.
- Der linke Power Lever und der Condition Lever befanden sich in einer Stellung nahe an "Flight Idle", resp. "Take-off/Land".

### 3.2 Ursachen

Der Unfall ist wahrscheinlich zurückzuführen auf:

- Einen Funktionsfehler im NTS;
- Einem Blockieren des "Condition Levers" in einer Stellung vor "Emergency Stop";
- Fortsetzen des technischen Kontrollfluges im Bewusstsein eines Fehlers im NTS;
- Verlust der Kontrolle über das Flugzeug bei extrem asymmetrischem Schub, hervorgerufen durch den rechten Propeller in "Windmilling" bei hoher Drehzahl.

4. **EMPFEHLUNGEN**

- Die Checkliste "Normal Operation" ist in dem Sinne zu ergänzen, dass der Pilot den "Condition Lever" vor jedem Flug, vor Anlassen der Triebwerke, in die Stellung "Emergency Stop" bringen muss, um diese Funktion zu prüfen.
- Der Triebwerkhersteller Allied Signal sollte in allen Flughandbüchern von den mit TPE-331 ausgerüsteten Flugzeugtypen die Symptome und Gefahren publizieren, welche im Falle eines verstopften Orifice am Propeller-Governor auftreten können.
- Der Triebwerkhersteller sollte das NTS System überarbeiten, um ein Verfahren zu entwickeln, welches es gestattet, ein verstopftes Orifice am Propellergovernor vor dem Flug zu entdecken, weil sonst die Funktion des NTS beeinträchtigt wird.

*Die Untersuchung wurde von Hans-Peter Graf geführt.*

Bern, 30. Oktober 1995

Büro für Flugunfalluntersuchungen



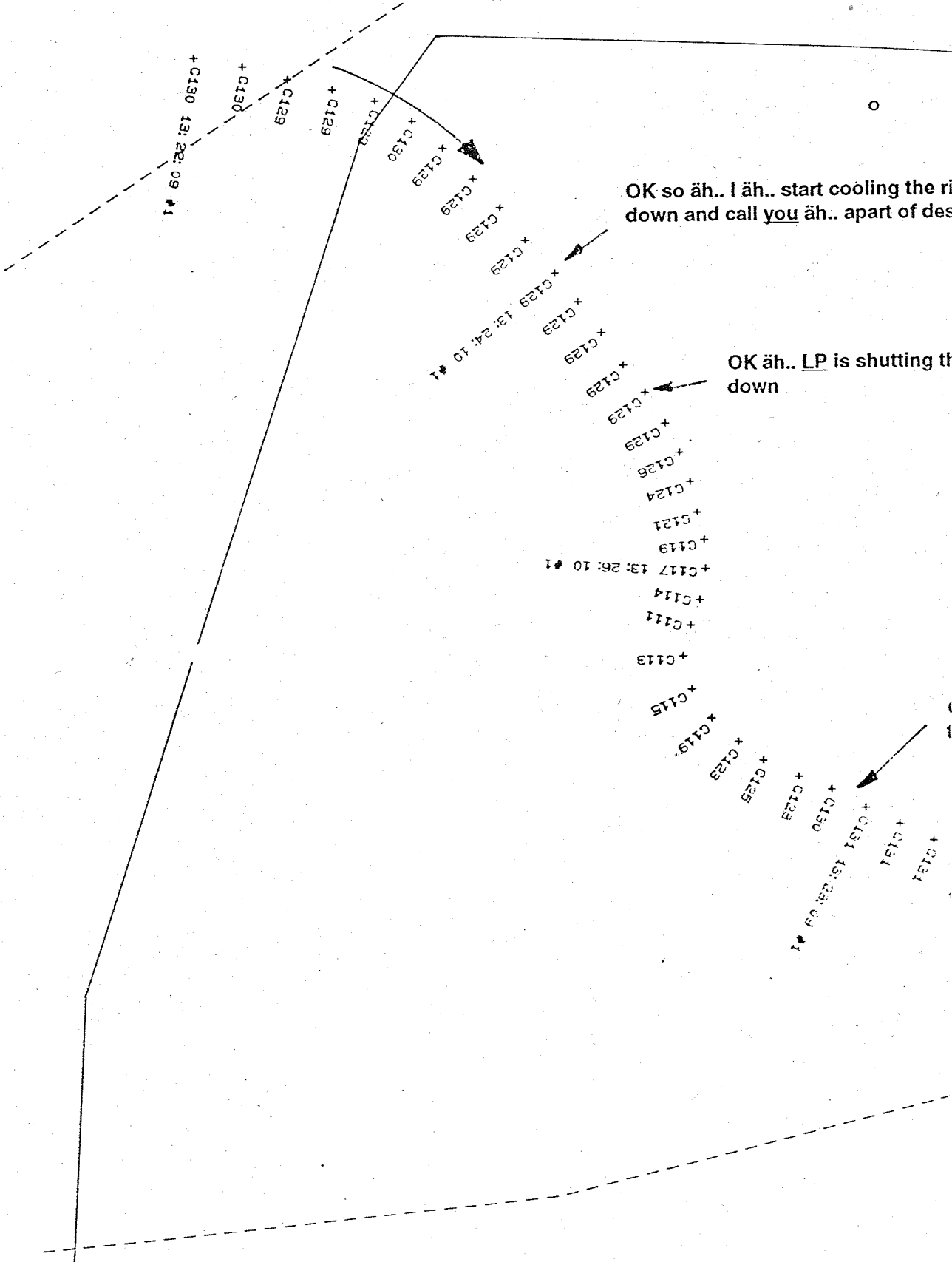
# Beilagen

RADMAS

ACC MV-40000 Format

Recording Date: 03.Sep.94  
Recording Time: 13:11:00  
Plotting Time: 13:22:02 to 13:38:00

○  
ZUE





**swisscontrol**  
Flugsicherungsdienste Zürich  
CH-8058 Zürich-Flughafen

Page No. 1

Zürich-Flughafen, 9. September 1994  
ZOY/RB

## Transcript of Tape-Recordings of September 3, 1994

(No. of pages 6)

Subject                      Accident HBLLP MU2B-60 of September 3, 1994

Abbreviations and Call Signs	<b>HLP</b>	= HBLLP	= Hotel Bravo Lima Lima Papa
	CLD		= Zurich Delivery
	GRO		= Zurich Ground
	TWR		= Zurich Tower
	DEP		= Zurich Departure
	DEL		= Zurich Delta

Frequencies	121.800 MHz	= Zurich Delivery
	121.900 MHz	= Zurich Ground
	118.100 MHz	= Zurich Tower
	125.950 MHz	= Zurich Departure
	119.225 MHz	= Zurich Delta

Time                              UTC in Hours, Minutes and Seconds

The signer certifies the completeness and correctness of the present transcript.

**swisscontrol**  
Flugsicherungsdienste Zürich  
i.A.



C. Rauber  
Betriebsdienste

To	From	Time	Communications	Observations
CLD	HLP	13:02.30	Delivery "Grüezi" the HBLLP for start up and ATC	
HLP	CLD	:40	LP Delivery "Grüessech" Victor is current runway 28 clearance Schaffhausen Zurich-East 6 Whiskey flight level 80 squawk 1407	
CLD	HLP	:50	OK äh.. 28 äh.. Schaffhausen äh.. Zurich-East 6 Whiskey Departure äh.. 1477 the squawk	
HLP	CLD	:03:00	1407 for start up Apron 12175 good-bye	
CLD	HLP		07 and äh.. 12175 "wiederlose, Merci"	
<hr/>				
GRO	HLP	13:09:00	Ground "Grüezi" the äh.. HBLLP sector 1 for taxi	
HLP	GRO	:10	HLP Delivery* "grüess Gott wohl" äh.. what is it now, is äh.. your äh.. exact flight program for your test flight?	Delivery* = Delivery instead of Ground
GRO	HLP	:20	OK äh.. well äh.. I go to Zurich-East and äh.. proceed roughly äh.. radial 1 äh.. 35, on that radial will äh.. äh.. shut down äh.. right-hand engine, relight äh.. and then shut down left-hand engine relight, come back, join overhead Zurich-East at 120	
HLP	GRO	:40	HLP that is copied äh.. for taxi now, contact Apron 121 decimal 75 äh.. well stand by on this frequency 1 second	
GRO	HLP		"ja"	
HLP	GRO	:50 :10:00	as far as äh.. we understand äh.. after Zurich-East you cancel to.. intend to cancel IFR?	
GRO	HLP		"ja ja" to be out of controlled airspace due to my possible variation of altitude and so for	
HLP	GRO		roger one.. stand by	
HLP	GRO	:10:30	HLP "ja" contact Apron now 121 decimal 75 for taxi good-bye	
GRO	HLP	:40	"wiederlose, Merci"	

To	From	Time	Communications	Observations
TWR	HLP	13:12:30	Tower "Grüezi" HB Lei.. LLP is holding 28 ready	
HLP	TWR	:40	HBLLP Tower "Grüezi" line up <u>runway 28</u>	
TWR	HLP		lining up on 28 LP	
further transmissions (3) between Zurich Tower and other aircraft				
HLP	TWR	:13:30	HLP cleared take-off runway 28 wind 040 degrees 6 knots	
TWR	HLP	:40	OK we are rolling on 28 <u>LP</u>	
further transmission between Zurich Tower and another aircraft				
HLP	TWR	:14:20	HLP <u>contact</u> Departure	
TWR	HLP		"wiederlose"	
<hr/>				
DEP	HLP	13:14:30	<u>Departure "Grüezi"</u> the HBLLP is with you äh.. 2 thousand 5 hundred	
HLP	DEP		HBLLP Zurich Departure identified report ready to cancel IFR	
DEP	HLP	:40	OK äh.. will report äh.. ready, I will proceed on äh.. an IFR to "Züri-Oscht"	
HLP	DEP		roger	
HLP	DEP	:16:00	HLP turn left heading 110	
DEP	HLP		left äh.. 110 LP	
HLP	DEP	:16:20	HLP climb to flight level <u>110</u>	

To	From	Time	Communications	Observations
----	------	------	----------------	--------------

DEP	HLP	13:16:20	climbing up 110 LP	
-----	-----	----------	--------------------	--

HLP	DEP	:17:00	HLP turn left to Zurich-East	
-----	-----	--------	------------------------------	--

DEP	HLP		left "Züri-Oscht" LP	
-----	-----	--	----------------------	--

further transmission between Zurich Departure and another aircraft

HLP	DEP	:18:50	HLP climb to flight <u>level</u> 130	
-----	-----	--------	--------------------------------------	--

DEP	HLP		130 thank you very much LP	
-----	-----	--	----------------------------	--

further transmission between Zurich Departure and another aircraft

DEP	HLP	:20:20	<u>maintaining</u> äh.. 130 and.. and call you when turning right and cancelling	
-----	-----	--------	--	--

HLP	DEP		HLP roger	
-----	-----	--	-----------	--

DEP	HLP	:21:10	and HBLLP is starting right turn will follow that radial 135 from "Züri-Oscht" and äh.. remaining on the frequency I guess?	
-----	-----	--------	---	--

HLP	DEP		HLP roger	
-----	-----	--	-----------	--

further transmission between Zurich Departure and another aircraft

HLP	DEP	:21:30	HLP <u>your</u> program will be on flight level 130?	
-----	-----	--------	--	--

DEP	HLP	:40	"ja" as soon as I leave controlled airspace I'll start to shut the engines down and then relight and then äh.. proceeding äh.. <u>always</u> a little bit äh.. south-eastbound and äh.. keep you informed when turning inbound again	
-----	-----	-----	--	--

HLP	DEP		roger	
-----	-----	--	-------	--

To	From	Time	Communications	Observations
HLP	DEP	13:22:30	HLP contact <u>Zurich</u> Delta 119 decimal 22 good-bye	
DEP	HLP		11922 LP	
DEL	HLP	:13:22:40 :50	"Züri" Delta "Grüezi mitenand" the HBLLP 130 with you äh.. I'm just joining radial <u>135</u> from "Züri-Oscht" äh.. flying outbound with some äh.. 2 engines cut downs and relight	
HLP	DEL	:23:00	HLP Zurich Delta good <u>afternoon</u> and confirm you are able to maintain flight level 130?	
DEL	HLP	:10	"ja" oh äh.. I mean äh..with.. with some tolerances of course while äh.. shutting the <u>engine</u> down I'm on a one-man operation	
HLP	DEL		roger please inform äh.. before äh.. shutting down the engine	
DEL	HLP	:20	I keep you äh.. <u>continuously</u> informed the äh.. LP	
further transmission between Zurich Delta and another aircraft				
DEL	HLP	:23:50	and äh.. LP could you check that we're äh.. out of äh.. controlled airspace by now?	
HLP	DEL	:24:00	well you are <u>in</u> äh.. Delta airspace	
DEL	HLP		ah, I mean äh.. just out of the airway system	
HLP	DEL		that is correct	
DEL	HLP	:10	OK so äh.. I äh.. start cooling the right engine down and call <u>you</u> äh.. apart of descent now?	
HLP	DEL		yes please	
DEL	HLP	:25:00	OK äh.. <u>LP</u> is shutting the äh.. right-hand engine down	
HLP	DEL		OK that is approved LP	



To	From	Time	Communications	Observations
----	------	------	----------------	--------------

---

further transmission between Zurich Delta and another aircraft

DEL	HLP	13:28:00	OK äh.. LP is back up äh.. 130 another attempt to the right-hand engine äh.. shortly	
-----	-----	----------	--	--

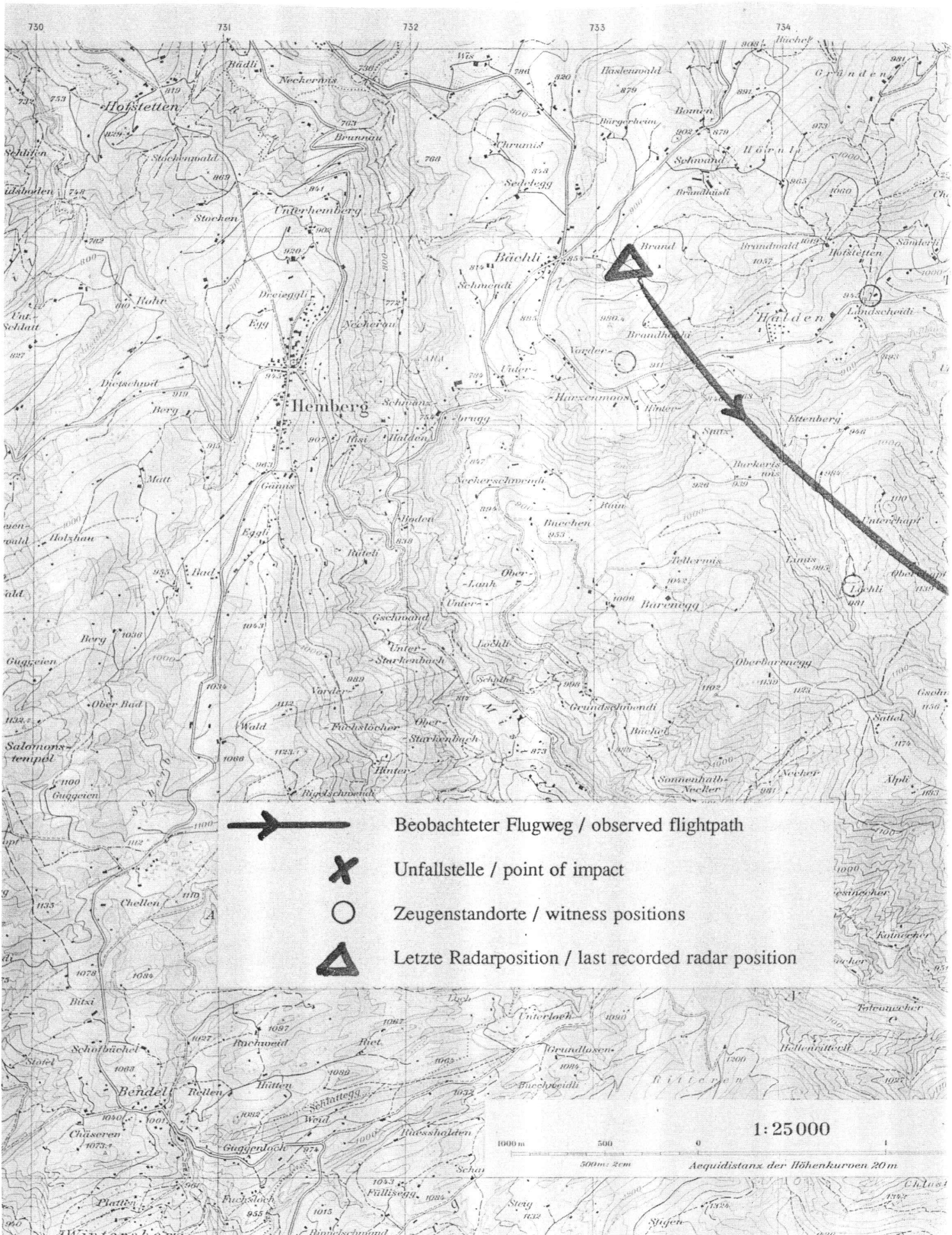
HLP	DEL		HLP roger	
-----	-----	--	-----------	--

further transmissions (4) between Zurich Delta and other aircraft

HLP	DEL	:33:30	HLP Zurich Delta	
-----	-----	--------	------------------	--

HLP	DEL	:33:50	HBLLP Zurich Delta how do you read?	
-----	-----	--------	-------------------------------------	--

- END -



Beobachteter Flugweg / observed flightpath



Unfallstelle / point of impact



Zeugenstandorte / witness positions



Letzte Radarposition / last recorded radar position

1:25 000

1000 m 500 0 1  
500m: 2cm  
Aequidistanz der Höhenkurven 20m



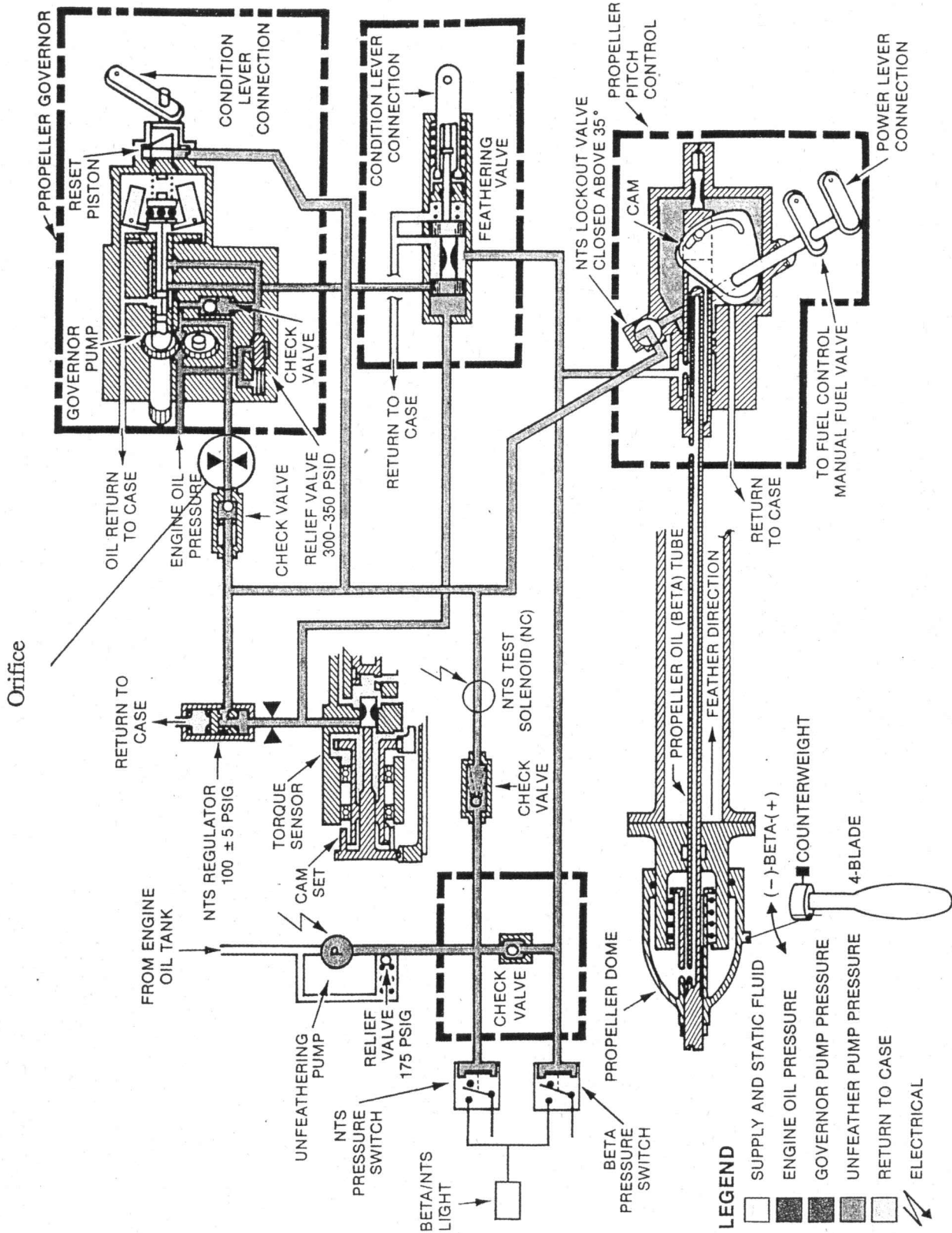


Figure 7-20. NTS Test Schematic



parameter changes or unstable EGT. If the engines are known to be reasonably matched, use the operating system as a reference for power settings. If any doubt exists, retard the power lever of the affected engine and use the EGT overlay on the OAT indicator (Figure 7-21) to set power using EGT versus OAT as a reference.

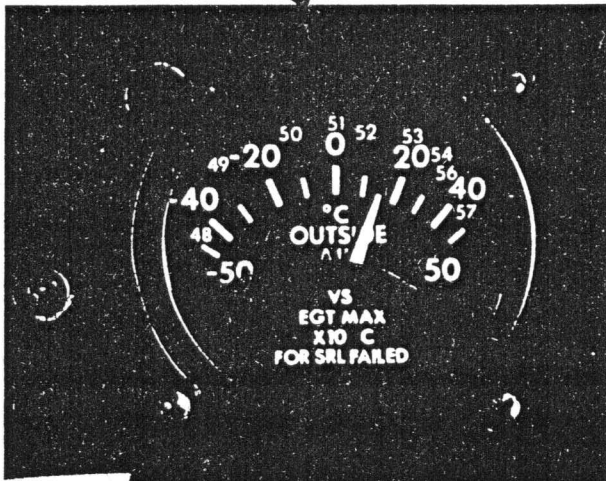
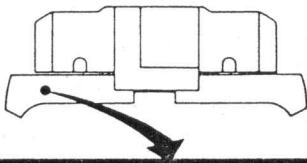


Figure 7-21. OAT Gage (Solitaire and Marquise)

## START LOCKS RELEASE

When ready to taxi, the start locks must be released. To do so, move the power levers (Figure 7-6) slowly aft from the GROUND IDLE position toward REVERSE until fuel flow increases. The Beta lights should go off momentarily. Advance the power levers forward of the GROUND IDLE position. Fuel flow, torque, and ITT, -5 engines, or EGT, -10 engines, should increase when the locks release. Then return the power levers to GROUND IDLE position.

## TAXIING

Low taxi speed is available with the condition levers at TAXI and the power levers at FLIGHT

IDLE. Rpm will indicate approximately 72% to 74%. A heavy airplane or an upgrade may cause the engines to bog down during taxiing, and should *not* be permitted. The condition levers may be advanced to TAKE OFF LAND; rpm will increase to approximately 96.5% to 97.5%. With the condition levers at TAKE OFF LAND and the power levers at FLIGHT IDLE, the propellers are still under Beta mode control, and blade angle is a function of power lever position between REVERSE and FLIGHT IDLE. The Beta lights must be on.

## TAKEOFF

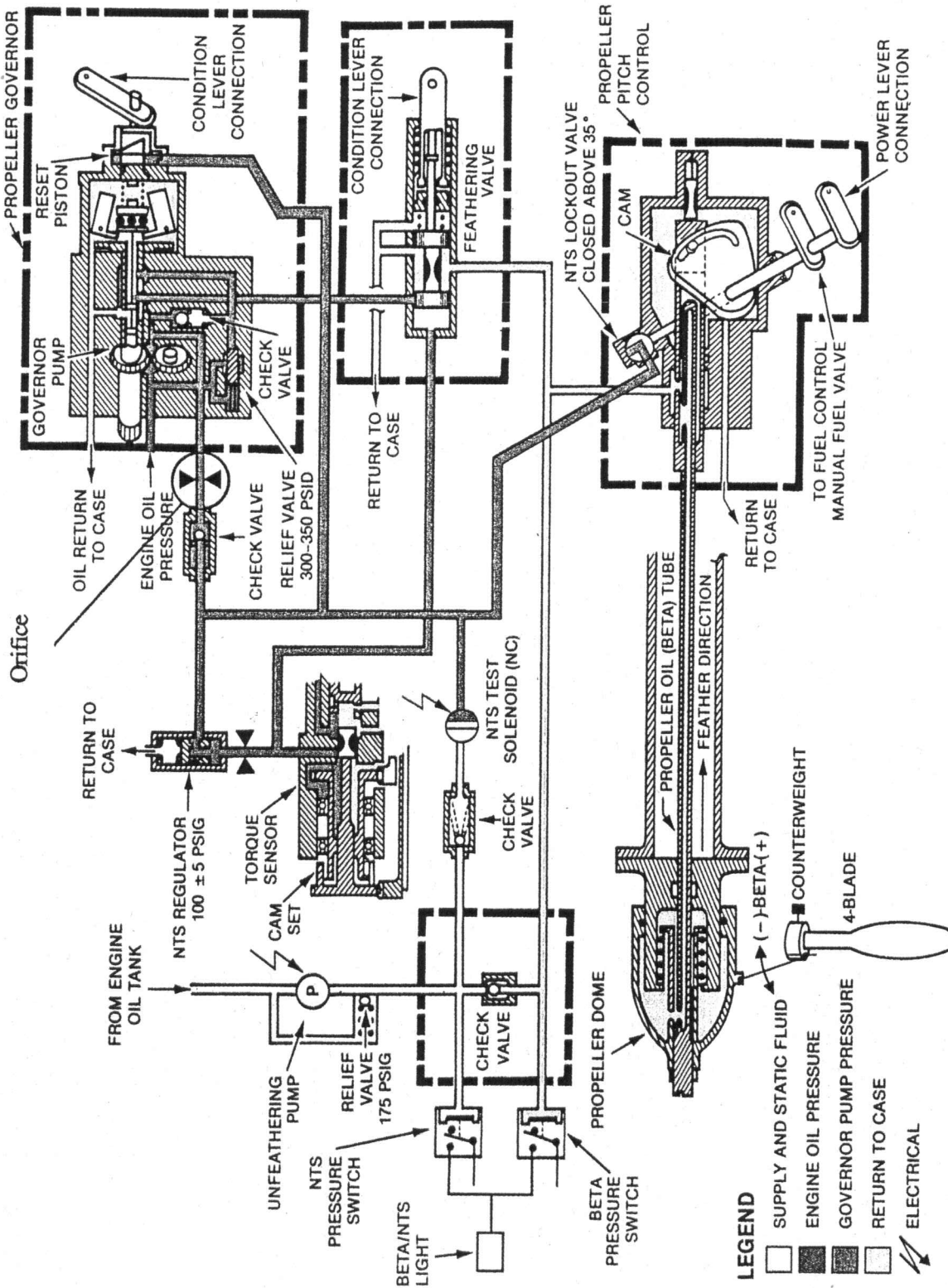
When ready for takeoff, the condition levers are set to TAKE OFF LAND. The power levers are moved beyond FLIGHT IDLE toward the TAKE OFF position. The Beta lights must go out to indicate that the propeller control has changed from Beta mode control to the propeller governor mode. Now the power levers function only to control fuel flow. When ready for takeoff, advancing the power levers will result in an increase in rpm, fuel flow, torque, and ITT or EGT until the computed takeoff limit (torque, TGT, or EGT) is achieved.

## AFTER TAKEOFF

After takeoff, climb power is set by first reducing ITT or EGT to the value outlined in the appropriate approved *AFM*, and then selecting a *minimum* cruise rpm as desired. The minimum permissible cruise rpm is 96%.

## APPROACH AND LANDING

Prior to landing, set the condition levers to TAKE OFF LAND, and the power levers as required (minimum FLIGHT IDLE). After touchdown, raise the power levers and move them aft of the FLIGHT IDLE gate. Check that the Beta lights are on. Use reverse power as required by moving the power levers aft toward REVERSE.



**Figure 7-22. Propeller Feathering Schematic**



**CAUTION**

When landing on unpaved surfaces, dust and solids may be thrown forward of the propeller, causing blade erosion or damage, as well as possible ingestion by the engines. Reverse thrust in these conditions should be used with caution or not at all if normal stopping is possible.

**CAUTION**

Do not reverse a propeller if its Beta light is out.

### NTS Lockout

An NTS lockout system prevents propeller blade angle increase (NTSing) during a landing rollout when propeller drag is most desirable.

The NTS lockout occurs when the power lever is retarded aft of FLIGHT IDLE because a valve in the propeller pitch control is mechanically opened and drains oil from (1) the feathering valve and (2) from a propeller governor reset piston. This action prevents pressure buildup at the feathering valve and also produces a flyweight underspeed that induces the propeller blades to "fine off." (See Figure 7-12, Beta Mode Schematic.)

### ENGINE SHUTDOWN (GROUND)

When shutting an engine down on the ground, the propellers are placed on the start locks to prepare for subsequent starts. To do this, move the RUN-CRANK-STOP switch to STOP until rpm decays to 50%. Check that rpm and ITT or EGT increase slightly to indicate fuel purging. Monitor engine rpm spooldown.

Move the power levers toward REVERSE. When the propellers stop, advance the power levers to the GROUND IDLE position. Complete the shutdown checklist. The propellers are now on the start locks.

If a propeller is feathered prior to engine starting or if it is evident that a propeller is not on the start locks, do not attempt a start until the start locks are engaged. To do this, check that the condition lever is at TAXI. Move the power lever toward REVERSE, and push and hold the appropriate UNFEATHER switch (Figure 7-6). When the blades move through flat pitch and into the reverse range, move the power lever to GROUND IDLE and release the UNFEATHER switch.

### ENGINE FAILURE (FLIGHT)

If an engine failure occurs during flight, feather the propeller by moving the condition lever to EMERG STOP. This will mechanically close the fuel solenoid valve and position the feathering valve to the feather position to drain propeller dome oil to the gearcase. The springs and counterweights will rapidly feather the propeller blades. Follow up by moving the affected power lever to TAKE OFF and *leave* it there until after landing.

**CAUTION**

The RUN-CRANK-STOP switch *must* be left in the RUN position.

**CAUTION**

Unless the reason for feathering dictates otherwise, it is recommended that power on the problem engine be reduced to lower ITT or EGT before feathering.

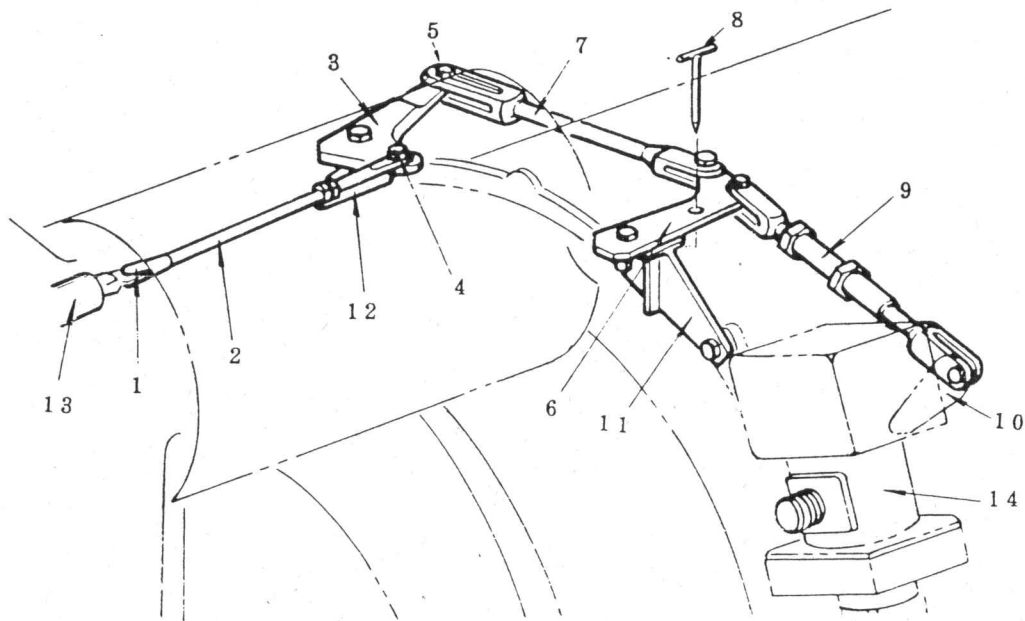
**CAUTION**

If a propeller fails to feather when selected and the propeller is windmilling in the 30% to 40% rpm range, set the affected power lever to TAKE OFF, and reduce airspeed to minimize drag. Leave the RUN-CRANK-STOP switch in the RUN position.

Figure 7-22 illustrates propeller feathering.

**5.4 INSTALLATION OF ENGINE EMERGENCY STOP MECHANISM (See Fig. 6-21)**

- (1) Install support ⑪ of linkage together with forward attaching bolts of compressor housing and connect bellcrank ⑥ and rod ⑨.  
Tighten the bolts to 50~60 in-lbs (58~69 kg-cm) torque. Connection of bellcrank and rod is made by pin (MS20392-2C15) and cotter pin.
- (2) Install support ⑫ with forward attaching bolts of compressor housing.  
Tighten bolts to 50~60 in-lbs (58~69 kg-cm) torque.



1. Pin	5. Pin	9. Rod	13. Feather valve
2. Rod	6. Bellcrank	10. Lever	14. Fuel shutoff valve
3. Bellcrank	7. Rod	11. Support	
4. Pin	8. Rig pin	12. Support	

**Fig. 6-21 Installation of emergency engine stop mechanism**

- (3) Connect bellcrank ③ and rod ⑦ to support ⑫ of linkage. Connection of bellcrank and rod is made by pin (MS20392-2C15) and cotter pin.
- (4) Insert a rig pin ⑧ into bellcrank ⑥
- (5) Install rod ② on feather valve ⑬ adjust the rod length and connect to bellcrank ③. Connection of feather valve ⑬ and rod ② is made by pin (MS20392-2C15) and cotter pin. Make sure that connecting pin ④ of bellcrank ③ and rod ② is in the long hole edge near the shaft.
- (6) Adjust lever ⑩ of fuel shutoff valve to the position as shown in Fig. 6-22.
- (7) Adjust length of rod ⑨ so that fuel shutoff valve is in "OPEN" position.
- (8) Attach protractor to lever ⑩ of fuel shutoff valve. (See Fig. 6-23)
- (9) Pull out rig pin.



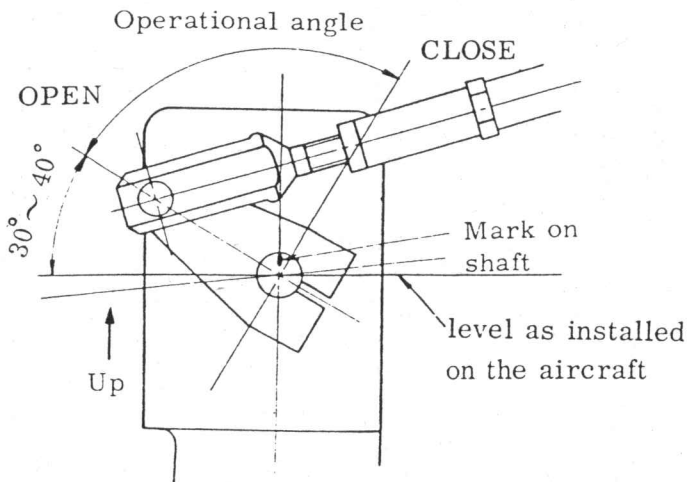


Fig. 6-22 Installation of lever

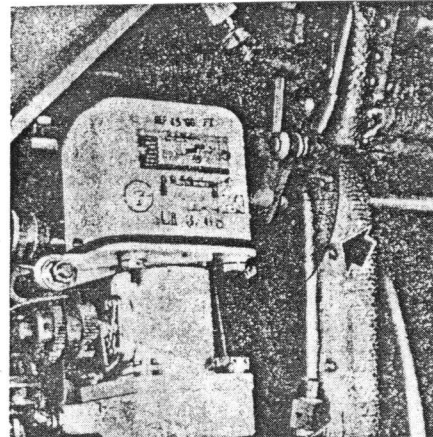


Fig. 6-23 Measurement of shutoff valve lever operational angle

- (10) Move lever of fuel shutoff valve by hand to "CLOSE" position and measure the following items:

Operational angle of fuel shutoff valve	87° ~ 93°
Travel of feather valve	0.24 ~ 0.405 in. (4.5 ~ 10.3 mm)

When the above specified values are not met.

- (a) Readjust length of rod ② connecting to feather valve ⑬
  - (b) Move attaching place of pin ④ connecting bellcrank ③ and rod ② to change lever ratio and readjust.
- (11) Set the lever ⑩ of fuel shutoff valve to "OPEN" position and ascertain that the rod ⑦ does not pull the bell crank ⑤.
- (12) After adjustment, move lever of fuel shutoff valve by hand to "CLOSE" and "OPEN" positions and ascertain that the lever moves smoothly.

## 5.5 CONNECTION AND ADJUSTMENT OF ENGINE EMERGENCY STOP MECHANISM

- (1) Assembly and adjustment of the linkage of emergency stop mechanism should be completed per Para. 5.4 before installation of engine to aircraft.
- (2) Move lever of fuel shutoff valve by hand to "OPEN" position.

- (4) When power lever of center pedestal is set to "TAKE-OFF" and "REVERSE" positions, adjust stops so that clearance of 0.08 to 0.16 in. (2 to 4.1 mm) is between lever and stops. (See Fig. 6-39)

When clearance of power lever is extremely different between "TAKEOFF" side and "REVERSE" side, readjust by moving lever attaching serration of propeller pitch control to divide the clearance equally.

Power lever	Check item
"FLIGHT IDLE" → "TAKEOFF"	0.08 to 0.16 in. (2 to 4.1 mm) clearance between lever and stop.
"FLIGHT IDLE" → "REVERSE"	0.08 to 0.16 in. (2 to 4.1 mm) clearance between lever and stop.



Fig. 6-40 Connect rod to pitch control arm (power control)

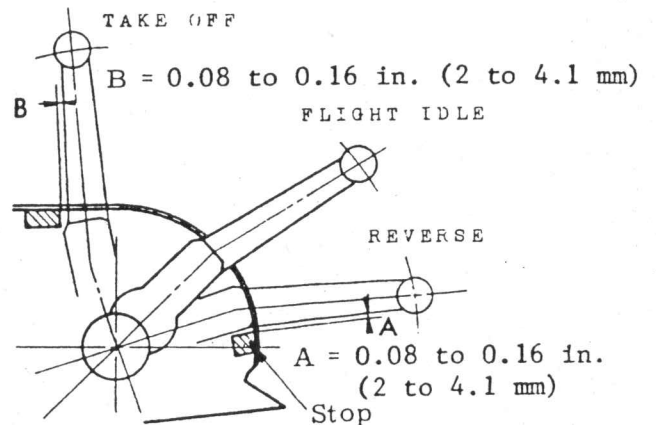


Fig. 6-39 Power lever

- |  |                  |                |
|--|------------------|----------------|
| 1. Rod                                 | 7. Cable drum    | 11. Rod ass'y  |
| 2. Lever                               | 8. Retainer      | 12. Rod        |
| 3. Cylinder ass'y                      | 9. Lever         | 13. Turnbuckle |
| 4. Rod (Ref. dimension 3.39 ± 0.02 in) | 10. Rig pin hole | 14. Bell crank |
| 5. Bell crank                          |                  | 15. Rod ass'y  |
| 6. Rod                                 |                  | 16. Lever      |
|  |                  | 17. Rod        |

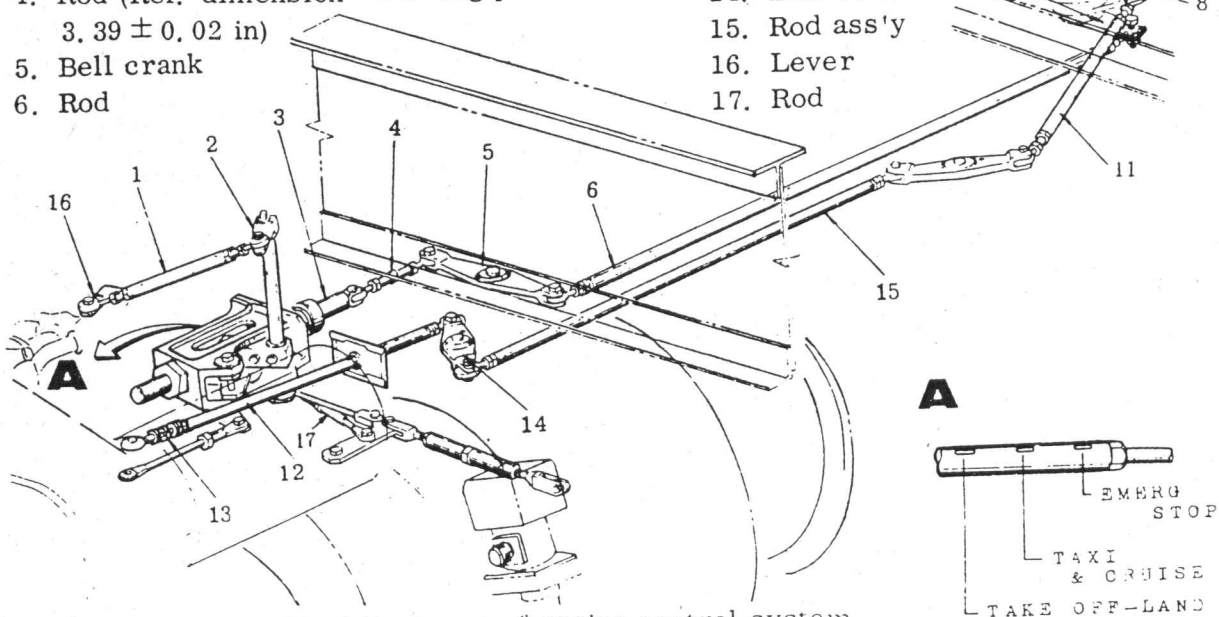


Fig. 6-41 Adjustment of engine control system



### NOTE

Adjustment of stops should be performed after making sure that no difference of stroke is in L. H. and R. H. engine power levers.

#### 8.3 CHECK AFTER ADJUSTMENT

- (1) Move power levers of L. H. and R. H. engines from "TAKEOFF" to "FLIGHT IDLE", and make sure that landing gear warning switch becomes "ON" at position approx. 0.2 in. (5 mm) before reaching "FLIGHT IDLE".
- (2) Make sure that rig pin can be inserted into "FLIGHT IDLE" position on the rigging plate of propeller pitch control when power lever is set to "FLIGHT IDLE" position.
- (3) Make sure that a rig pin can be inserted into "REVERSE" position on the rigging plate of propeller pitch control when power lever is set to "REVERSE" position.
- (4) Make sure that manual fuel valve lever is in contact with the stop properly when power lever is set to "TAKEOFF" position. If the lever is not in contact with the stop, repeat rigging of fuel control unit and propeller pitch control.

#### 9. ADJUSTMENT OF CONDITION CONTROL MECHANISM (See Fig. 6-41)

##### 9.1 ADJUSTMENT AND CHECK BEFORE ENGINE INSTALLATION

- (1) Set condition lever of center pedestal to "TAXI" position and fix lever with friction lock.
- (2) Set cylinder ass'y ③ to "TAXI" position and insert rig pin.
- (3) Connect rod ④ between bellcrank ⑤ and cylinder ass'y ③. Do not change length of rod ④. Connect by adjusting length of rod ⑥. Connection of rod ⑥ and lever ⑨ should be done at the tip of long hole of lever.
- (4) Pull out rig pin and loosen lock of condition lever.
- (5) Set condition lever to "TAKEOFF-LAND" and "EMERG STOP" positions and make sure that rig pins are inserted into each rig pin hole on cylinder ass'y ③. If rig pins can not be inserted, move adjusting serration retainer at connection of rod ⑥ and lever ⑨ to change lever ratio and readjust. To shorten one pitch of serration makes stroke of cylinder ass'y ③ smaller approx. 0.05 in. (1.3 mm).

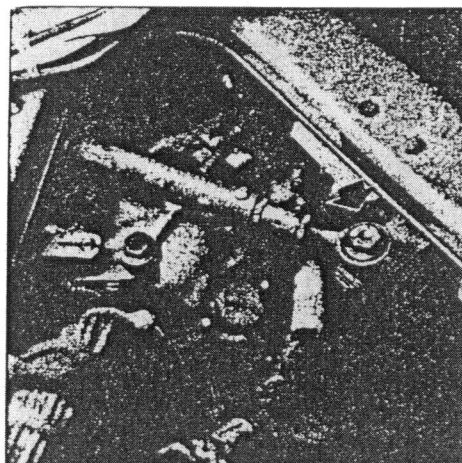
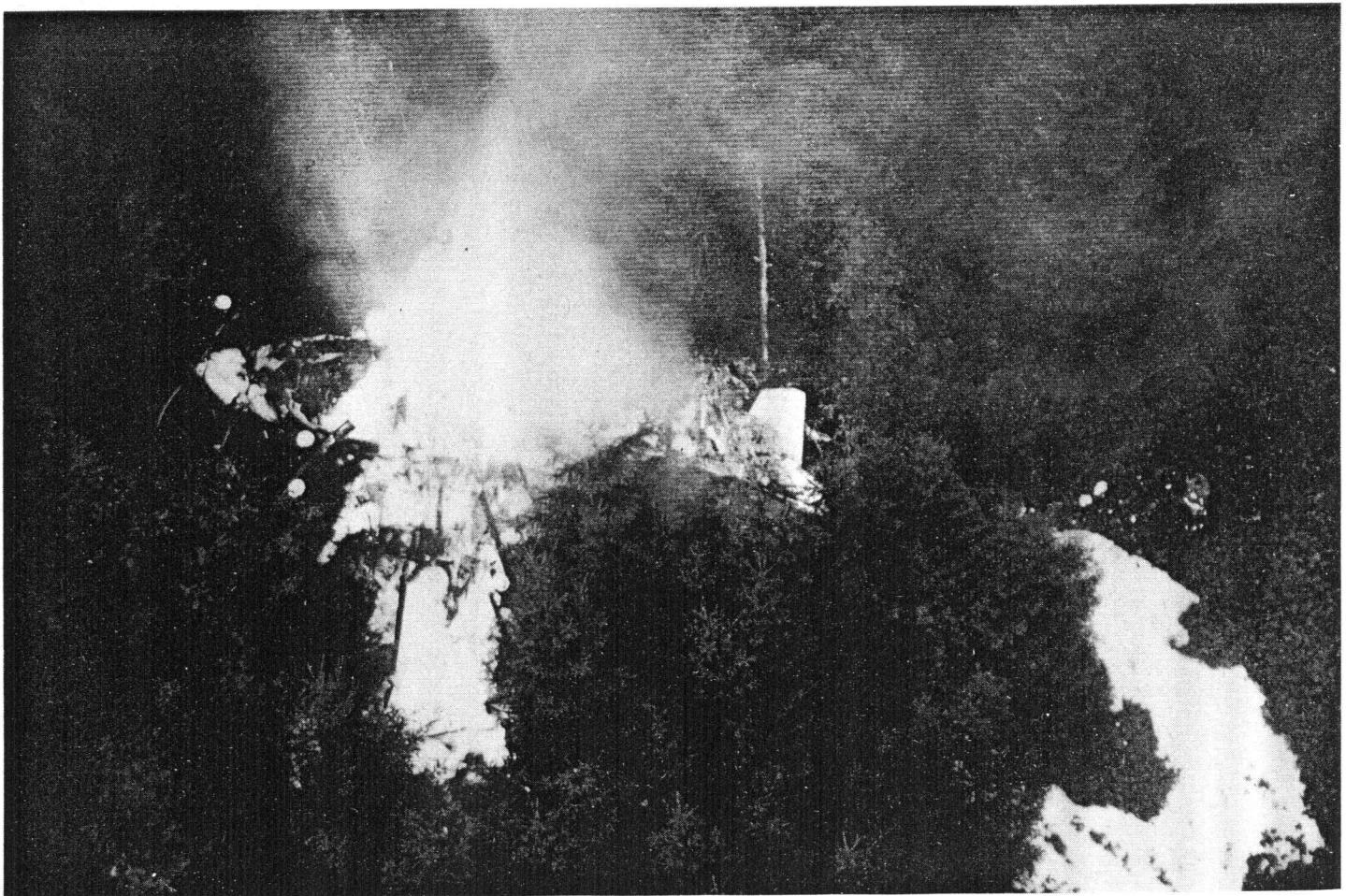


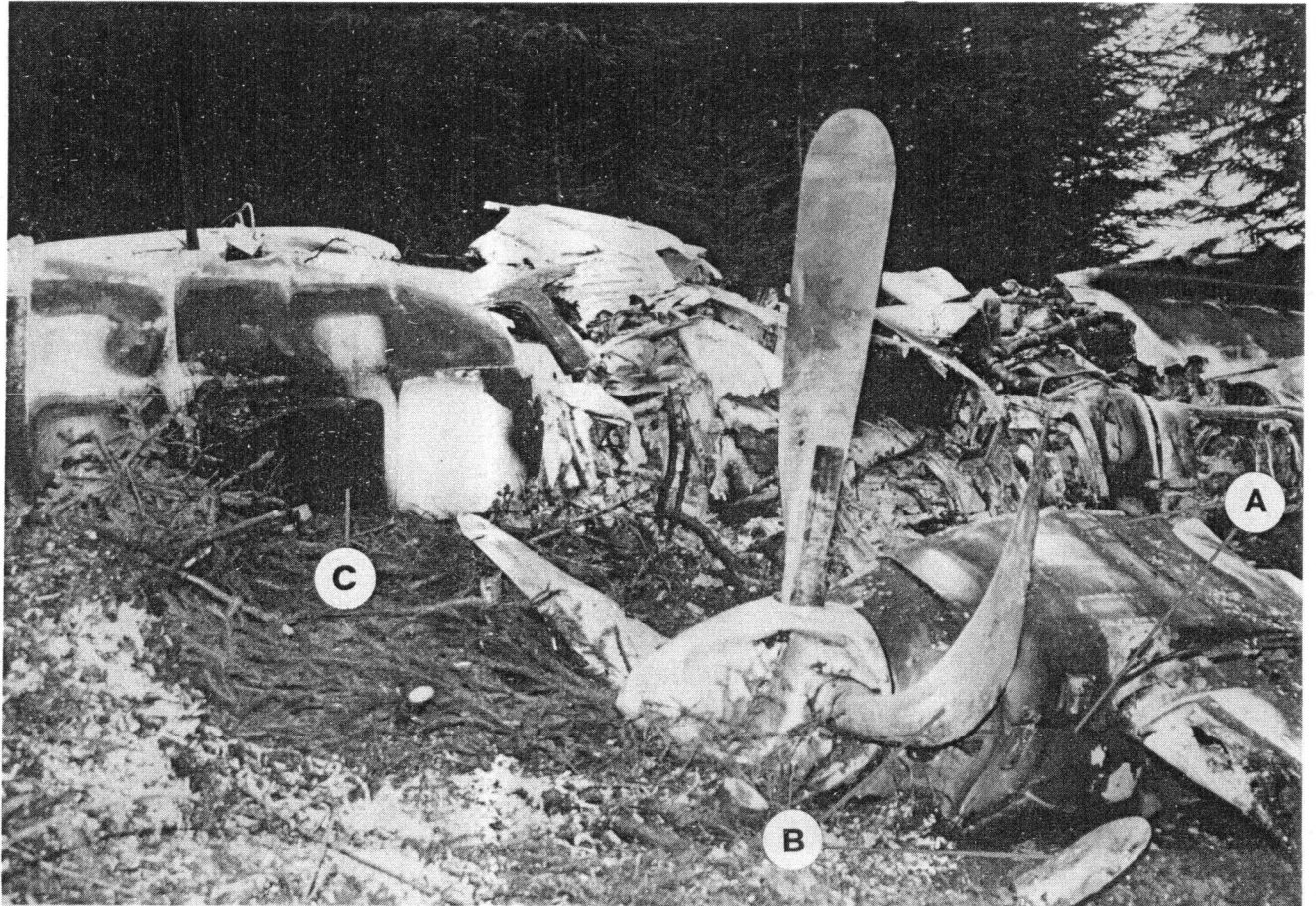
Fig. 6-42 Connect airframe and engine with rod (condition control)



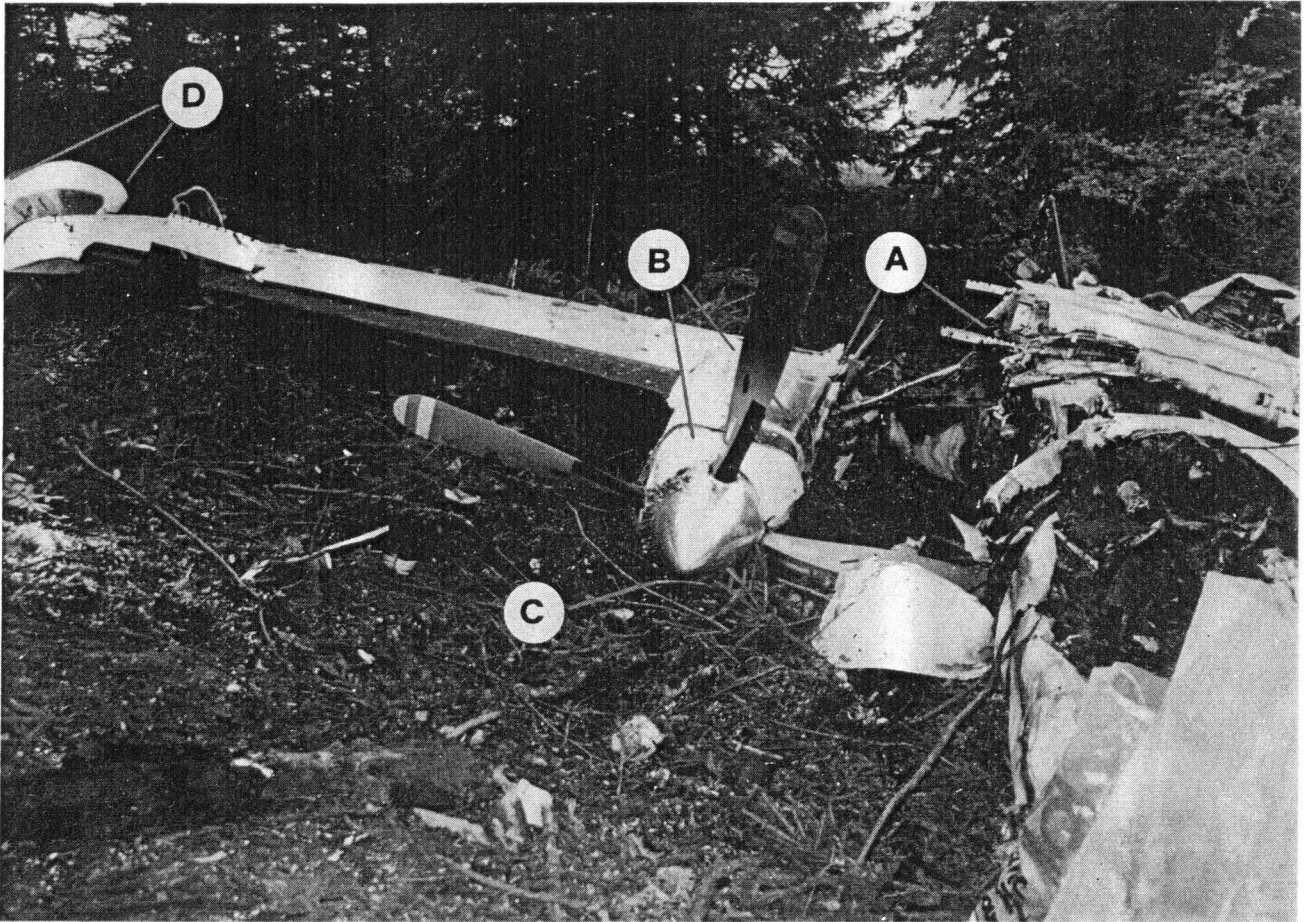
Absturzstelle gegen die Flugrichtung aufgenommen  
point of impact opposite to flightpath



Absturzstelle von oben  
point of impact from above



- A) LINKES TRIEBWERK DES PROPELLER-FLUGZEUGES.
- B) VON DEN VIER PROPELLERBLÄTTERN SIND DEREN ZWEI STARK DEFORMIERT. EIN BLATT IST NACH OBEN ABGEBOGEN, EIN WEITERES STECKT FAST VOLLSTÄNDIG IM WALDBODEN.
- C) AUSGEBRANNTER PASSAGIERRAUM.



AUFNAHME DER RECHTEN TRAGFLÄCHE BZW. DES RECHTEN FLÜGELS.

- A) DER FLÜGEL IST VON DEREN BEFESTIGUNG ABGEFALLEN BZW. ABGEBROCHEN.
- B) RECHTES TRIEBWERK.
- C) VON DEN VIER PROPELLERBLÄTTERN STECKT BEI DIESEM TRIEBWERK DAS NACH UNTEN GERICHTETE BLATT IN DEREN GANZEN LÄNGE IM WALDBODEN.
- D) ABGEFALLENER TREIBSTOFFTANK AM ÄUSSEREN FLÜGELENDE.