



Schlussbericht der Eidgenössischen Flugunfall-Untersuchungskommission

über den Unfall

des Flugzeuges Boeing B-747-212B 9V-SQQ

vom 20. November 1985

Flughafen Zürich

RESUME

Le 20 novembre 1985, à 1944 h UTC (heure locale+1), l'avion de ligne Boeing B-747-231B (9V-SQQ) assurant le vol SQ 23 en provenance d'Amsterdam atterrit sur la piste 14 de l'aéroport de Zurich, fortement verglacée. Il ne parvient pas à ralentir suffisamment et ne s'arrête que 83 m après la fin de celle-ci.

L'incident a eu lieu de nuit; les dégâts sont minimes.

Cause

Le dépassement de la piste est dû à une décélération insuffisante de l'avion sur le verglas.

Eléments ayant joué un rôle:

- L'aéroport n'a pas pris toutes les dispositions permettant d'intervenir rapidement pour déglacer des pistes que l'on savait recouvertes de verglas.
- L'équipage n'a pas réalisé l'état critique des pistes, en raison
 - de l'annonce incomplète et tardive d'une détérioration de leur état, et
 - de l'expérience insuffisante de cet équipage dans des conditions hivernales.
- Son comportement n'a pas été optimal quant au contrôle de l'état de la piste et au choix du processus de freinage.

Die Voruntersuchung wurde von Ernst Guggisberg geleitet und mit Zustellung des Voruntersuchungsberichtes vom 13. November 1986 an den Kommissionspräsidenten am 10. Dezember 1987 abgeschlossen.

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)

LUFTFAHRZEUG Flugzeug Boeing B-747-212B 9V-SQQ
HALTER Singapore Airlines, Singapore
EIGENTUEMER International Westminster Bank, London

PILOT (PiC) Staatsangehöriger Singapur, Jahrgang 1951
AUSWEIS Airline Transport Pilot's Licence

FLUGSTUNDEN

	INSGESAMT 6354	WÄHREND DER LETZTEN 90 TAGE 141
	MIT DEM UNFALLMUSTER 148	WÄHREND DER LETZTEN 90 TAGE 141

ORT Flughafen Zürich
KOORDINATEN --- **HOEHE ü/M** 432 m
DATUM UND ZEIT 20. November 1985 um 1944 Uhr UTC (Lokalzeit+1)

BETRIEBSART Linienflug SQ23 (Amsterdam-Zürich)
FLUGPHASE Landung
UNFALLART Ueberrollen des Pistenendes

BETEILIGTE PERSONEN

	BESATZUNG	FLUGGÄSTE	DRITTPERSONEN
TÖDLICH VERLETZT	-	-	-
ERHEBLICH VERLETZT	-	-	-
LEICHT ODER NICHT VERLETZT	22	172	

SCHADEN AM LUFTFAHRZEUG 10 Räder gewechselt
SACHSCHADEN DRITTER 4 Pistenlampen/Landschaden

PILOT (F/O) Staatsangehöriger Singapur, Jahrgang 1942

AUSWEIS Commercial Pilot's Licence

FLUGSTUNDEN

INSGESAMT 11'499

WÄHREND DER LETZTEN 90 TAGE 167

MIT DEM UNFALLMUSTER 7'450

WÄHREND DER LETZTEN 90 TAGE 167

FLIGHT ENGINEER (F/E) Staatsangehöriger Singapur, Jahrgang 1954

AUSWEIS für Bordtechniker

FLUGSTUNDEN

insgesamt: 4'957 letzte 90 Tage: 122

insgesamt Muster: 3'723 letzte 90 Tage: 122

PILOT (S/O)

Staatsangehöriger Singapur, Jahrgang 1954

AUSWEIS

Commercial Pilot's Licence

FLUGSTUNDEN

insgesamt: 410 letzte 90 Tage: 144

insgesamt Muster: 176 letzte 90 Tage: 144

KURZFASSUNG

Am 20. November 1985 um 1944 Uhr *) landete das Linienflugzeug SQ 23, 9V-SQQ, ein Flugzeug Boeing 747-212B, auf der Piste 14 des Flughafens Zürich. Da die Piste stark vereist war, konnte das Flugzeug nicht genügend verzögert werden, so dass es erst 83 m nach Ende der Piste 14 zum Stehen kam.

Der Vorfall ereignete sich bei Nacht. Die entstandenen Schäden waren gering.

Ursache

Das Ueberrollen des Pistenendes ist zurückzuführen auf:
ungenügende Verzögerung des Flugzeuges auf der vereisten Piste.
Zum Eintritt des Vorfalles haben beigetragen:

- zu wenig rasche operationelle Bereitschaft des Flughafens zur Enteisung der als vereist erkannten Pisten
- Nichtrealisieren des kritischen Pistenzustandes durch die Besatzung wegen
 - unvollständiger und verspäteter Uebermittlung der Pistenverschlechterung sowie wegen
 - zu geringer Wintererfahrung der Besatzung
- nicht optimales Verhalten der Besatzung bezüglich Pistenzustandsüberwachung und angewandtem Bremsverfahren.

VORGESCHICHTE

Am 20. November 1985 war während des ganzen Vormittags und auch am Nachmittag die Temperatur knapp unter 0° C (-1° bis -2° C). Es gab ausser vereinzelt Schnee- und Graupeln keine Niederschläge aus der kompakten tiefen Wolkenschicht.

Die um 1100 Uhr präventiv mit Enteiserflüssigkeit besprühte Piste 28 wurde kurz vor 1700 Uhr inspiziert und als normal befunden.

Um 1817 Uhr erhielt das Amt für Luftverkehr (AfL), das für Pistenkontrollen zuständig ist, eine Pilotenmeldung, wonach der Pilot beim Start Eiskristalle bemerkt habe.

Die sofort durchgeführte Pistenkontrolle belegt normale Verhältnisse auf Piste 28, aber Vereisung auf dem Rollweg C zu Piste 28.

Eine weitere Kontrolle nur 25 Minuten später ergab, dass das

*) Alle Zeiten sind UTC (Lokalzeit+1)

letzte Drittel von Piste 28 nunmehr vereist war (Bericht Nr. 28), so dass der Entschluss gefasst wurde, die Piste enteisen zu lassen. Die vom Pistenkontrolleur anschliessend durchgeführten Kontrollen der Pisten 16 und 14 ergab noch schlechtere Pistenbedingungen. Sein Pistenrapport Nr. 29, der 1934 Uhr vom AfL dem Fluginformationsdienst (AIS) übermittelt wurde, besagte, dass nunmehr (auch) die Pisten 14 und 16 vollständig mit Eis (1 mm) überdeckt seien und die Bremswirkung durchwegs schlecht (poor) sei.

Die Verarbeitung dieses Berichtes im Informationssystem und das Besprechen der Funk-Wetterausstrahlung (ATIS) benötigte einige Zeit, so dass das ATIS erst um 1938:10 Uhr aufdatiert war. Die um 1923 Uhr angeordnete Pistenenteisung war zur Zeit des Vorfalls noch nicht in Gang, obwohl zwei ausgerüstete Fahrzeuge zur Verfügung standen, das notwendige Personal aber ausserhalb der "normalen Arbeitszeit" erst von zuhause aufgeboten werden musste.

FLUGVERLAUF

1. Der Flug des Kurses SQ 23 mit der Boeing B-747-212B, 9V-SQQ, von Amsterdam (Start 1844 Uhr) erfolgte routinemässig bis in den Anflugsektor des Flughafens Zürich.
2. Die Besatzung notierte die Flugplatz-Information (ATIS) 'India' von 1856 Uhr vollständig, die u.a. Schneegraupel, Temperaturen und Taupunkt von -2° C sowie eine Warnung bezüglich Flugplatzzustand (Rollweg C Bremswirkung schlecht) meldete.

Auch ATIS 'Juliett' um 1926 Uhr wurde von der Besatzung abgehört und notiert:

'Landing Piste 14, leichter Rückenwind (320/4 kt), Sicht unverändert 4500 m, freezing rain (starke Schneegraupel, Temperatur/Taupunkt -2° , QNH 1011, keine wesentliche Aenderung erwartet).'

Ferner eine Wetterwarnung (SIGMET), dass zwischen 1800-2200 Uhr in Höhen von 3000-6000 Fuss mit mässiger bis starker Vereisung zu rechnen sei. Der als Copilot trainierende 2. Offizier hat die (vom als Ueberwacher amtierenden Copiloten) notierte Wetterwarnung (SIGMET) nicht notiert. Keiner der beiden Copiloten hat die dem ATIS von 1926 Uhr beigefügte Pistenzustandsmeldung Nr. 28 betreffend Vereisung eines Teils der Piste 28 (Startpiste) notiert.

3. Um 1933:50 Uhr nahm die Besatzung von SQ 23 mit der Radaranflugkontrolle Zürich (ARR) Verbindung auf.

Zu diesem Zeitpunkt war das Landebriefing schon gemacht (aufgrund der Flugplatzinformation 'India' und 'Juliett', die

nicht von schlechten Pistenverhältnissen auf der vorgesehenen Landepiste berichtet hatten).

Wegen eines bekannten Defektes am Schubumkehrsystem (Reverse) von Triebwerk 2 wurde vorschriftsgemäss - für eine Landung auf trockener Piste - das folgende Reverseverfahren festgelegt:

Reverse Nr. 1 und 4: full Reverse
Reverse Nr. 2: u/s (= Idle forward)
Reverse Nr. 3: Idle Reverse.

Die Landedaten bei 221 Tonnen Landegewicht und Landeklappenstellung 30° betrug V_{REF} 130 kt + 5 kt Korrektur.

4. Um 1938 Uhr erkundigte sich der Flugverkehrsleiter bei der sich im Instrumenten-Endanflug befindlichen Besatzung, ob sie den letzten Pistenrapport von 1922 Uhr (es war Nr. 28) erhalten habe. Die Besatzung bejahte, da sie damit die letzte Flugplatzinformation 'Juliett' von 1926 Uhr meinte.

Spätestens ab 1938:10 Uhr stand aber den Luftverkehrsleitern von Kontrollturm (TWR) und Anflug (ARR) der vollständige, vielschlechtere Pistenbericht Nr. 29 von 1934 Uhr (Vereisung von Pisten 14 und 16) auf dem INFOMAT-Bildschirm zur Verfügung. Der Anflugkontrolleur bemerkte den neuen Pistenrapport Nr. 29 unmittelbar, nachdem er das Flugzeug dem TWR-Kontrolleur übergeben hatte. Er bat daher den TWR um entsprechende Orientierung der Besatzung. Die seit 1940:20 Uhr mit dem TWR in Funkkontakt stehende Besatzung erhielt 30 Sekunden später, in der Gegend des äusseren ILS-Markers, die Meldung, dass die Bremswirkung auf der Piste 14 (alle drei Abschnitte) schlecht sei (aber keinen Hinweis auf die Eisbedeckung) und dass das Flugzeug 2 NM vor der Piste melden solle. Die Besatzung quittierte die TWR-Meldung nur bezüglich nächstem Meldepunkt, jedoch nicht bezüglich neuem Pistenzustand. Diese kritische Meldung hat der PIC als fliegender Pilot eventuell gehört, der assistierende zweite Pilot nicht richtig verstanden. Der überwachende normale Copilot hörte die unerwartete Pistenverschlechterung, glaubte aber, den PIC nicht darauf aufmerksam machen zu müssen, weil er annahm, dass der PIC diese Meldung ja auch mitgehört habe. Da weder Eis gemeldet wurde noch Feuchtigkeit im Anflug auftrat, wollte er mit dem Final Check beschäftigten Piloten nicht stören.

5. Die Landebewilligung des durch Abflugverkehr stark beschäftigten TWR-Beamten von 1942:30 Uhr wurde mit der Meldung des Rückenwindes von 320/6 kt ergänzt.
6. Das knapp vor 1944 Uhr aufsetzende Flugzeug landete mit einer Geschwindigkeit von 137 kt (CAS, gemäss digitalem Flugdatenschreiber) innerhalb der normalen Zone von 300 m nach dem Pistenanfang 14 und setzte die Schubumkehr gemäss vorbeprochenem Verfahren (für normale Pistenverhältnisse). Die Spoilers des Flugzeuges waren innert 3 Sekunden nach dem Aufsetzen normal ausgefahren.

Gemäss Flugdatenschreiber wurden die Radbremsen erstmals bei einer Geschwindigkeit von 66 kt (CAS) vom PiC betätigt, die Besatzung meinte, dies sei bei 80-90 kt erfolgt. Zu diesem Zeitpunkt war das Schubumkehrverfahren vom assistierenden Copilot praktisch schon abgeschlossen, d.h. alle Triebwerke auf Leerlauf-Vorwärtsschub.

Der PiC hatte sofort das Gefühl, keine Bremswirkung zu haben und meldete dies auch der Besatzung. Weil das Antiskid-System normal eingeschaltet war, befahl der PiC erneut volle Schubumkehr. Der Bordtechniker schaltete in der Zwischenzeit, da der Bremsdruck normal anzeigte, aus eigener Initiative und ohne Meldung an den PiC das Antiskid-System aus.

7. Das Flugzeug kam 83 m (Hauptfahrwerk) nach dem Pistenende 14 leicht nach rechts abgedreht zum Stillstand.

Der Vorfall ereignete sich um 1944 Uhr bei Nacht. Es wurde niemand verletzt, und das Flugzeug blieb praktisch unbeschädigt (Wechsel von 10 Rädern). Es entstand nur geringer Drittschaden. Die Evakuation erfolgte, da keine Feuergefahr bestand, über Rolltreppen des Flughafens.

BEFUNDE

1. Flughafen

- Die Piste 14 kann mit den verfügbaren Sprühfahrzeugen innert 15-30 Minuten enteist werden. Die benötigten Fahrer mussten am kritischen Abend jedoch zuerst von zuhause aufgeboten werden. Die 1923 Uhr beschlossene Pistenenteisung war im Vorfallzeitpunkt (1944 Uhr) noch nicht angelaufen.
- Am Fahrzeug zur Kontrolle der Pistenverhältnisse war zur fraglichen Zeit das Spezialgerät zur Messung der Pistengriffigkeit (Skiddometer) nicht angehängt, so dass nur der allgemeine Pistenzustand 'poor', aber keine Bremskoeffizienten (μ) gemeldet werden konnten.
- Für die Abfassung des Pistenzustandsberichtes gilt die interne Weisung OV-831008-24 vom 8.10.1983: Sie bestimmte u.a., dass im Normalfall der Pistenzustand auf einer internen Funkfrequenz (Rot-3) gemäss vorgeschriebenem Format an den Verkehrsdienst AfL zu übermitteln ist, der den TWR telefonisch zu orientieren hat und anschliessend die Meldung dem Fluginformationsdienst (AIS) zur weiteren Verbreitung zustellt.

Bei plötzlicher Verschlechterung muss der Pisteninspektor den Pistenzustand zuerst über den Wagenfunk Blau-1 dem TWR melden, damit unverzüglich die Besatzungen der startenden und landenden Flugzeuge orientiert werden können. Diese In-

struktion wurde am kritischen Abend nicht eingehalten. Hingegen vermutete der TWR-Koordinator aus den Kurzmeldungen des Pisteninspektors über Piste 28, dann Piste 16 und schliesslich Piste 14, dass auf Piste 14 die Bremsverhältnisse auch 'poor' seien. Er liess sich dies durch eine Rückfrage beim Pisteninspektor bestätigen und erstellte hierauf zuhanden des TWR-Verkehrsleiters eine Zustandsmeldung Piste 14 'poor', 'poor', 'poor' (d.h. auf allen Abschnitten schlecht).

2. Flugsicherung

- Der Fluginformations-Dienst (AIS) sorgte für die Verarbeitung des kritischen Pistenrapports Nr. 29 durch Eingabe zunächst im INFOMAT-Bildschirmsystem und dann durch Besprechung des Bandes für die neue Ausstrahlung im ATIS (1. Ausstrahlung 1938:10 Uhr aufgezeichnet).
- Während der unvollständige Zustandsbericht von Piste 14 ('poor', 'poor', 'poor') dem TWR-Verkehrsleiter bereits 1933:10 Uhr präsent war, erschien der vollständige Bericht auf dem INFOMAT-Bildschirm (auf Seite 2) erst ab 1938 Uhr.
- Der INFOMAT-Hinweis auf einen neuen Pistenzustandsbericht erfolgte auf Seite 1 des Bildschirms durch zeitweises Aufblinken der Zahl 2 oben (Pistenzustand) und Nr. 29 unten (Nummer des neuen Pistenberichts), während das ATIS wegen des unveränderten Flugplatzwetters den gleichen Codebuchstaben 'Juliett' behielt.
- Die zur Zeit des Vorfalles gültigen Vorschriften verlangten, dass der Flugleiter die Piloten auf den Pistenrapport nur hinweisen muss, falls sie die ATIS-Ausstrahlung nicht vorschriftsgemäss mit dem Codebuchstaben (hier 'Juliett') bestätigt haben.
- SQ 23 stand mit Zürich-ARR um 1933:50 Uhr bis 1939:50 Uhr in Funkkontakt und wurde dabei nach der Kenntnis des letzten Pistenberichts von 1922 Uhr befragt, was die Besatzung irrtümlicherweise bestätigte.
- Von 1940:20 Uhr bis zur Landung um 1944 Uhr stand das Flugzeug mit Zürich-TWR in Kontakt und erhielt um 1940:50, knapp 3 Minuten vor der Landung vom TWR Verkehrsleiter den unvollständigen Pistenzustandsbericht auf Piste 14 mit 'poor', 'poor', 'poor'.
- Der vollständige Pistenbericht Nr. 29 mit Pistenzustand Piste 14 inklusive der Bedeckung mit 1 mm Eis wäre auf dem INFOMAT-Bildschirm und damit auch dem zuständigen TWR-Verkehrsleiter spätestens 1938:10 Uhr zur Verfügung gestanden.

3. Flugzeug

- Das Flugzeug war zum Verkehr IFR Kat. I zugelassen.

- Gewicht und Schwerpunkt befanden sich innerhalb der vorgeschriebenen Grenzen.
- Die Besatzung machte ausser der ihr bekannten Reverse Nr. 2 keine technischen Mängel am Flugzeug geltend.
- Das im Flugzeug eingebaute Autobrake-System wurde von der Besatzung nicht verwendet.
- Das Landegewicht betrug 221'000 kg, die V_{REF} 130 kt (IAS) + 5 kt Korrektur, Flaps 30°.
- Das Aufsetzen erfolgte etwa 250 m nach der Pistenschwelle.
- Die Aufsetzgeschwindigkeit betrug 137 kt (CAS).
- Reverse
 - 1 und 4 Full Reverse
 - 2 Idle forward
 - 3 Idle Reverse
- Die Reverser 1, 3 und 4 waren bei 66 kt deaktiviert.
- Die Radbremsen wurden 37 Sekunden nach dem Aufsetzen, bei einer Geschwindigkeit von 66 kt betätigt.
- Der F/E schaltete aus eigener Initiative das Anti-skid aus, nachdem der PiC mehrmals mitteilte, dass er keine Bremswirkung verspüre.
- Das Flugzeug kam 83 m (Hauptfahrwerk) nach dem Pistenende zum Stillstand.

4. Pistenverhältnisse im Vorfallzeitpunkt

- Die Piste 14 war auf der ganzen Länge und Breite vereist (Eisdicke bis 1 mm).
- Die Messung (Skiddo-Meter) nach dem Vorfall um 2100 Uhr ergab ein μ von 0,1 - 0,12.

5. Wetter

a) Vorfallzeitpunkt

Wolken/Wetter:	bedeckt durch Stratus: 2/8 500 ft/G, 4/8 800 ft/G, 8/8 1200 ft/G vereisender Nebelregen ab 1920 z
Sicht:	4500 m
Wind:	330/06
Temp./Tpkt.:	-02°/-02°C
Luftdruck:	1011 QNH
Gefahren:	Pistenzustand

b) METAR LSZH

1850 35002 4500 77sg 4st010 8st015 m02/m02 1011 nosig

1920 31003 4500 56fzdz 4st007 8st013 m02/m02 1011 nosig
1950 33004 4500 56fzdz 2st005 4st008 8st012 m02/m02 1011
nosig 10750192 14790191 1690191
2020 32004 4000 56 fzdz 5st008 8st013 m02/m02 1011 nosig
10750192 14790191 16790191

6. Stop distances bei verschiedenen Bremsverhältnissen

Aus nachstehend aufgeführten Szenarien sind Stopdistanzen (Aufsetzen bis Stillstand unter verschiedenen Voraussetzungen) ersichtlich. Die einzelnen Szenarien sollen im vorliegenden Fall lediglich über die Zusammenhänge Pistengriffigkeit, Reverse und Radbremsen Aufschluss geben. Die Stopdistanzen sind nur als Größenordnung zu betrachten, da Kalkulationen, insbesondere bei tiefen Pistengriffigkeitswerten, von verschiedenen, nicht kalkulierbaren Faktoren beeinflusst werden können.

Szenario 1 (Beilagen 2,3 und 8)

- 1) Ermitteln der Stop distance (vom Aufsetzen bis Stillstand) aufgrund des Vorfallaablaufes (digitale Flugdatenschreiber) sowie unter Berücksichtigung des nach dem Vorfall gemessenen (Skiddo-Meter) Reibungskoeffizienten von μ 0,1 = μ effektiv 0,05 (aufgrund von NASA-Studien in Zürich beträgt das μ effektiv etwa 50 % vom gemessenen μ).

Stop distance 2970 m

- 2) Ermitteln der Stop distance gleich wie unter 1) jedoch mit einem angenommenen μ 0,25 = μ eff. 0,125 (entspricht dem Beginn des Bereich von 'poor')

Stop distance 2555 m

Szenario 2 (Beilagen 4 und 5)

- 1) Ermitteln der Stop distance

Bedingungen:

- Triebwerke 1,2,3 und 4 Standard Reverse
- Bremsbetätigung Aufsetzen
- Gemessenes μ 0,1 (Vorfallbedingung = μ eff. 0,05)

Stop distance 2160 m

- 2) Ermitteln der Stop distance gleich wie unter 1) jedoch mit einem angenommenen μ 0,25 = μ eff. 0,125 (entspricht Beginn Bereich 'poor')

Stop distance 1491 m

Szenario 3 (Beilagen 6 und 7)

- 1) Ermitteln der Stop distance

Bedingungen:

- Triebwerke 1 und 4 Standard Reverse
- Triebwerk 2 Idle forward
- Triebwerk 3 Idle Reverse
- Bremsbetätigung Aufsetzen
- Gemessenes μ 0,1 = μ eff. 0,05 (Vorfallbedingung)

Stop distance 2330 m

- 2) Ermitteln der Stop distance gleich wie unter 1) jedoch mit einem angenommenen μ 0,25 = μ eff. 0,12 (entspricht Beginn Bereich 'poor')

Stop distance 1576 m

7. Bremsvorschriften für Landungen auf nasser oder glitschiger Piste

7.1 Boeing 747 Operations Manual

Sobald das Flugzeug aufgesetzt hat, ist es wichtig alle Bremsrichtungen des Flugzeuges frühzeitig zu benützen, u.a. auch symmetrischen Umkehrschub. In Notfällen kann sie bis zum vollen Stillstand benützt werden (normalerweise Reduktion bei 80 kt, um bei 60 kt Leerlauf-Vorwärtsschub zu erreichen).

Das automatische Autobrake-System, falls eingebaut, soll vor der Landung auf MED (mittlere Verzögerung) gestellt werden.

7.2 Boeing 747 Trainingsmanual

- Das Autobrake-System sollte für alle Landungen bei schlechtem Pistenzustand benutzt werden.
- Das Antiskid-System kann das Flugzeug in jedem Fall auf kürzere Distanz stoppen, als manuelles Bremsen mit den verschiedensten Bremstechniken. Bei Landung auf sehr schlechter Piste kann der Pilot fälschlicherweise die anfänglich schlechte Bremswirkung als einen Antiskid-Defekt empfinden. Pumpendes Bremsen oder gar Ausschalten des Antiskids würde aber die Bremswirkung reduzieren.

7.3 Gesellschaftsvorschriften

U.a.: Das Autobrake-System optimiert die Verzögerung ... bei Landung auf glitschiger Piste.

8. Cockpitbesatzung

- Die Cockpitbesatzung besass gültige Führerausweise und war berechtigt, den vorgesehenen Flug durchzuführen.
- Es liegen keine Anhaltspunkte für gesundheitliche Störungen im Zeitpunkt des Vorfalles vor.
- Der PiC war fliegender Pilot.

- Auf dem rechten Sitz befand sich der noch unerfahrene zweite Offizier (S/O) und auf dem Jump Seat der 1. Officer (F/O) (Supervisor des S/O).
- Der S/O hatte die ATIS-Information 'India' notiert.
- Der F/O hatte die ATIS-Information 'India', 'Juliett' und 'SIGMET' notiert.
- Die Meldung vom TWR bezüglich B/A Piste 14
'SQ 23, braking action on Runway 14:
poor-poor-poor, and report 2 miles final now'
wurde von den einzelnen Besatzungsmitgliedern unterschiedlich verstanden; d.h. vom PiC missverstanden, vom assistierenden Copiloten unvollständig und vom überwachenden Copiloten vollständig erfasst.

BEURTEILUNG

1. Flughafen

- Die auf dem Flughafen vorhandene vorbildliche Winterausrüstung mit Pistenenteisungsfahrzeugen und Skiddometer-Pistengriffigkeitsmesser nützen am meisten, wenn sie ohne Verzug eingesetzt werden können. Dies sollte mindestens sichergestellt werden, wenn latente Vereisungsgefahr besteht (primär im Bereich +3° bis -4° C) vor allem auch, wenn die automatische kontinuierliche Vereisungswarnung des Flughafens nicht in Betrieb ist.
- Die Bedeutung einer genauen Bremsmessung wird durch die Szenarien der Stop distance (siehe Ziffer 6 'BEFUNDE') bei verschiedenen Koeffizienten (μ 0,25 oder 0,05) belegt. Für Eisverhältnisse ist die Pistenzustandsmeldung 'poor' (alles von μ 0,25 bis 0,01) viel zu wenig genau. Es ist daher empfehlenswert, das Pistenmessgerät bei latenter Vereisungsgefahr, wie sie am fraglichen Abend herrschte, mit zu führen, um so frühzeitig eine möglichst gute Pistenzustandsmeldung erstellen zu können.
- Bei plötzlicher Verschlechterung sollte die interne Weisung stipulieren, dass vor der normalen Meldung an den Verkehrsdienst die vollständige, formatierte Pistenzustandsmeldung auf der entsprechenden Wagenfunkfrequenz direkt dem TWR (Kordinator) übermittelt wird. Nur so ist eine rechtzeitige und vollständige Information der Besatzung möglich.

2. Flugsicherung

- Der kritische vollständige Pistenrapport Nr. 29 von 1934 Uhr stand den Verkehrsleitern von ARR und TWR erst ab 1938:10 Uhr

zur Verfügung, da die Meldung per Rohrpost zur Eingabestelle der Flugsicherung gesandt werden musste, wo zunächst das INFOMAT-System und dann das ATIS-Band geändert wurden.

- Der TWR-Verkehrsleiter bemerkte wegen starker Arbeitsbelastung die Aenderung des Pistenzustandsberichtes auf dem INFOMAT-System nicht sofort, was auf eine Schwäche des Informationsablaufes hinweist. Diese ist in der Zwischenzeit durch neue Verfahrensvorschriften eliminiert worden.
- Die Vollständigkeit von Pistenzustandsberichten ist sehr wichtig. Im vorliegenden Fall wurde u.a. durch das Vorliegen des unvollständigen Berichtes des TWR-Koordinators der TWR-Verkehrsleiter vom vollständigen Pistenbericht Nr. 29 im INFOMAT abgelenkt.

Für die Besatzung wäre das Reizwort "Eis" (auf der ganzen Piste entscheidend gewesen, um auch in der letzten Flugphase von einer Landung abzusehen oder ein anderes Bremsverfahren (sofortige Bremsbetätigung beim Aufsetzen) zu wählen.

3. Besatzung

- Die Crew-Zusammensetzung war für die kritische Landung nicht optimal, da der generell wenig erfahrene Second Officer auf dem rechten Sitz assistierte und auch der fliegende PiC auf dem Flugzeugtyp erst eine geringe Flugerfahrung besass.
- Es ist bedauerlich, dass der überwachende, routinierte Copilot die Pistenverschlechterungsmeldung zwar hörte, sich aber nicht vergewisserte, dass der PiC sie auch realisiert hatte. Das wäre um so wichtiger gewesen, als der ihm bekannte Reversedefekt am Triebwerk Nr. 2 das Bremspotential des Flugzeuges wesentlich reduzierte.
- Falls der PiC die Verschlechterungsmeldung gehört hatte, wäre es angesichts des Flugplatzzustandes angezeigt gewesen, zusätzlich Informationen einzuholen. Vielleicht eine Fehleinschätzung der Situation wegen geringer Erfahrung mit Winteroperationen in Europa.
- Die besprochenen Hinweise im ATIS 'Juliett', vor allem aber der Pistenrapport Nr. 22 betreffend Vereisung eines Teils der Piste 28, hätte eine routinierte Crew hellhörig werden lassen. Sicher aber hätte wohl das Reizwort "Eis" zum Pistenzustand "poor" die Besatzung zum Handeln veranlasst, wegen unglücklichen Umständen erhielt die Besatzung jedoch dieses Reizwort nicht.
- Spätestens bei der Landung sieht eine routinierte Besatzung im Scheinwerferlicht das ungewöhnliche Glitzern einer vereisten Pistenoberfläche.

Der PiC hat dies offenbar nicht bemerkt, da er zu spät (erst bei Abbruch des Umkehrschubs) mit der Betätigung der Radbremsen

begonnen hat und erst dann eine Aenderung des Schubumkehrverfahrens (voll bis Stillstand) befohlen hat.

- Das Ausschalten des Antiskidsystems durch den Bordtechniker ohne Befehl und ohne Meldung war unkorrekt und hat die Stopdistanz vergrössert.
- Aufgrund aller zur Verfügung stehenden Unterlagen geht hervor, dass die Besatzung mit dem von ihr angewandten Verfahren bei den im Vorfallzeitpunkt herrschenden Pistenverhältnissen keine Chance hatte, das Flugzeug vor dem Pistenende anhalten zu können.

Weil die Berechnungen, insbesondere bei tiefen Pistengriffigkeiten, von zusätzlichen nicht genau kalkulierbaren Faktoren beeinflusst werden können, sind die Stopdistanzen in den einzelnen Szenarios (**Beilagen 2-7**) nur als Grössenordnung zu betrachten. Es kann demzufolge im vorliegenden Fall nicht mit Sicherheit gesagt werden, dass unter Anwendung des vom Hersteller empfohlenen Verfahrens (Betätigen der Radbremsen sofort nach dem Aufsetzen und ständig Antiskid on) ein Ueberrollen hätte vermieden werden können.

- Wenn die Besatzung die Situation (vereiste Piste) realisiert hätte, hätten ihr für den Entscheid zu treffen, ob eine Landung zulässig ist oder nicht, keine Korrekturwerte für Pistenverhältnisse 'schlechter als nass' zur Verfügung gestanden ausser einem Diagramm des Herstellers (**Beilage 9**) mit dem Vermerk 'Training information only'.
- Obligatorische Zuschläge (zur verlangten Pistenlänge bei trockener Piste) sind nur für nasse Pisten vorgesehen. Für die kritischeren Situationen sind sie im Ermessen des PiC. Für eine Besatzung ist es aber bei kritischen Pistenverhältnissen 'schlechter als nass' schwierig bis unmöglich, zu entscheiden, ob eine sichere Landung noch möglich ist, wenn sie nicht über konservative Korrekturwerte für solche Pistenverhältnisse verfügt.

URSACHE

Das Ueberrollen des Pistenendes ist zurückzuführen auf:
ungenügende Verzögerung des Flugzeuges auf der vereisten Piste.

Zum Eintritt des Vorfalles haben beigetragen:

- Zu wenig rasche operationelle Bereitschaft des Flughafens zur Enteisung der als vereist erkannten Pisten
- Nichtrealisieren des kritischen Pistenzustandes durch die Besatzung wegen
 - unvollständiger und verspäteter Uebermittlung der Pistenverschlechterung sowie wegen
 - zu geringer Wintererfahrung der Besatzung.
- nicht optimales Verhalten der Besatzung bezüglich Pistenzustandsüberwachung und angewandtem Bremsverfahren.

An der Sitzung vom 23. April 1987 nahmen Dr. Ch. Ott, J.-P. Weibel, M. Marazza und H. Angst, 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

Radio-Schweiz AG
Flugsicherungsdienste Zürich

Date: 22. Nov. 1985

Transcript of Tape-Recordings of the 20. November 1985.....

Times: UTC in hours, minutes and seconds.

Callsigns and Abbreviations: ARR = Zürich Arrival.....
TWR = Zürich Tower.....
23 = Singapore 23.....
863 = Finnair 863.T.....
442 = Swissair 442.....
558 = Swissair 558
231 = Lufthansa 231.....
568 = Swissair 568
.....

Frequencies: ARR = 118.0 MHz.....
TWR = 118.1 MHz.....
.....
.....
.....
.....

To	From	UTC	Communications	Observations
ARR	23	1933. <u>50</u>	Zurich Arrival. SQ <u>23</u> , passing level 122 for 90	
23	ARR	1934. <u>00</u>	SQ 23 from Zurich Arrival, good evening, continue heading 260, descend to level <u>60</u> , vectoring ILS RWY 14	
ARR	23		roger, SQ 23, descend to level 60, heading 260	
ARR	863	1935. <u>50</u>	Zurich AY 863, guten Abend, out of <u>110</u> for 90	
863	ARR	1936. <u>00</u>	AY 863 from Zurich Arrival, heading 260, radar vectoring for an ILS approach RWY 14, descend to FL 70	
ARR	863		heading 260, ILS approach 14, to level 70, AY 863	
863	ARR	1936. <u>10</u>	roger, and speed 250 kt speed 250, AY 863	
23	ARR	1937. <u>00</u> 1937. <u>10</u>	SQ 23, left heading 170, cleared ILS approach RWY 14, descend <u>to</u> 4000 ft, QNH 1011	
ARR	23		roger SQ 23, left turn 170, 4000 ft QNH 1011	
863	ARR	1937. <u>40</u>	AY <u>863</u> , descend 5000 ft, QNH 1011	
ARR	863		to 5000, 1011, AY 863	
23	ARR	1938. <u>00</u>	<u>SQ 23</u> confirm you have the latest RWY report from time 1922 ?	
ARR	23	1938. <u>10</u>	SQ 23 affirmative <u></u>	
23	ARR		thank you	

To	From	UTC	Communications	Observations
863	ARR	1938. <u>50</u>	AY 863 confirm you have the RWY report from time 1922 ?	
ARR	863		affirmative	
863	ARR		thank you	
863	ARR	1939.20	AY 863 reduce to 180 kt	
ARR	863		speed 180, AY 863	
23	ARR	1939. <u>50</u>	SQ 23, continue on ILS RWY 14, contact TWR 118.1	
ARR	23		roger SQ 23	
TWR	23	1940. <u>20</u>	Zurich Tower, SQ <u>23</u> , established on the ILS	
23	TWR		SQ 23, Tower, good evening, report outer marker 14	
TWR	23		roger SQ 23	
23	TWR	1940.50	SQ 23, braking action on RWY 14: poor-poor-poor, and report 2 miles	
		1941. <u>00</u>	signal now	
TWR	23		roger SQ 23, will call you at 2 miles final	
442	TWR	1941.10	SR 442, your ATC-clearance now	
TWR	442		442 go ahead	
442	TWR	1941. <u>20</u>	you are cleared Salzburg, ZUE 1 E departure, FL 80 again	
TWR	442	1941. <u>30</u>	SR 442 is cleared to Salzburg, ZUE 1 E, FL <u>80</u>	
442	TWR		correct 442	
558	TWR		SR 558 your clearance	
TWR	558		go ahead please	

To	From	UTC	Communications	Observations
558	TWR	1941. <u>40</u>	558, cleared to Munich, ZUE 1 E departure, FL <u>80</u>	
TWR	558		Munich, ZUE 1 E, FL 80, SR 558	
558	TWR		roger	
TWR	231	1942.00	Zurich Tower, LH 231, Guten Abig	
231	TWR	1942.10	LH 231 Zurich Tower, line up RWY 28	
TWR	231		line up RWY 28, LH 231	
568	TWR	1942.20	SR 568 from Tower	
TWR	558	1942.30	... 558 ...	gestört
568	TWR		SR 568 Tower	
TWR	568	1942. <u>40</u>	Tower SR 568, we are ready RWY <u>10</u>	
568	TWR		SR 568, hold short of RWY 10	
TWR	568		hold short of 10, 568	
TWR	23		SQ 23 is on	ground ?
23	TWR	1942.50	SQ 23 cleared to land RWY 14, wind 320° 6 kt	
TWR	23		roger, cleared to land RWY 14	
231	TWR	1943.50	LH 231 you are cleared take off RWY 28, wind 320° 4 kt	
TWR	231		cleared take off 28, LH 231	
?	?	1944.40	gestört
23	TWR		landed on 14	
TWR	23	1944.50	Ground the SQ 23	
23	TWR		SQ 23 ?	
TWR	23		ah we have, eh blocked on the taxiway now, we are blocked on	
TWR	23	1945.00	... and we are blocked on	gestört

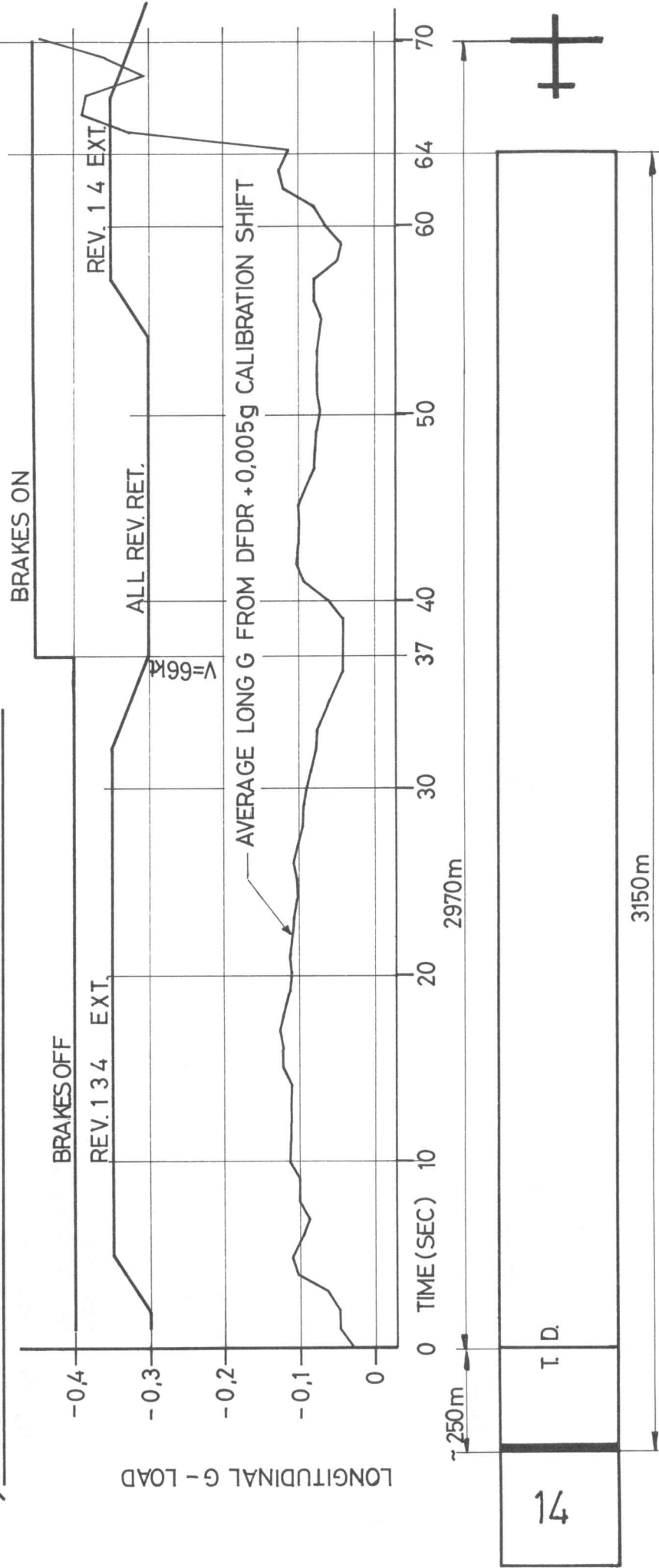
To	From	UTC	Communications	Observations
23	TWR		roger	
231	TWR	1945.10	LH 231 contact Departure 125.95	
TWR	231		25.95, LH 231, bye-bye	
TWR	863	1945.30	Zurich Tower the AY 863, what are the latest RWY conditions ?	
863	TWR		863 go around	
TWR	863		do we have to pull up ?	
863	TWR	1945.40	<u>affirm</u> AY 863 T, go around, follow standard missed approach procedure	
TWR	863		okay, AY 863 is pulling up	
863	TWR		roger	
TWR	23	1946.00	Ground SQ 23	
23	TWR		go ahead	
TWR	23	1946.10	roger, we need <u>assistance</u> , we like to be <u>towed</u> back now from the	
23	TWR		roger, your assistance is on the way	
TWR	23		thank you	
863	TWR	1946.30	AY 863 T, contact Arrival 118.0	
TWR	863		118.0 AY 863	
23	TWR	1947.20	SQ 23, by request of the fire brigade stop your engines now	
TWR	23		okay, we'll stop engines, shutting all engines now	
23	TWR		okay	
23	TWR	1947.40	<u>SQ</u> 23, by report of the airport fire brigade, everything seems to be okay now	
TWR	23	1947.50	thank you <u>Sir</u> , we had no brakes at all on the landing run, no brake at all, so that's why we got blocked on	
23	TWR		okay	

To	From	UTC	Communications	Observations
TWR	23	1948. <u>00</u>	<u>and</u> we are shutting all engines ...	unverständlich
TWR	23		Tower from SQ 23, we're just starting our auxiliary power unit	unverständlich
		1948. <u>10</u>	shut down engines, is that <u>okay</u> with you ?	
23	TWR		negative, stand by	
TWR	23	1948. <u>20</u>	Tower from SQ <u>23</u> , you like us to shut down engines now ?	
23	TWR		affirm	
TWR	23		okay, we shut down engines now	
23	TWR	1948.40	SQ 23, confirm just the APU ?	
TWR	23		affirmative, just the APU and then we'll shut down the engines	
23	TWR		okay	
TWR	23	1948.50	braking action very very poor on 14	
23	TWR		thank you, SQ 23	
TWR	23	1949.40	SQ 23, we just shut down engines	
23	TWR		thank you, SQ 23	
all Stations	TWR	1952.20	to all stations waiting on RWY 10 for departure, we have to check the RWY again, and the fire brigade is <u>not</u> ready, so expect delay	
		1952. <u>30</u>		

To	From	UTC	Communications	Observations
ATIS		1926.00	Zurich Information Juliett. Landing RWY 14, take off RWY 28. Met Report Zurich 1920: 310°/3 kt, RWY 14 and 16 320°/4 kt visibility 4500 m freezing drizzle 4 octa 700 ft, 8 octa 1300 ft temperature and dewpoint minus 2 QNH 1011 nosig transition level 55 Caution: TWY Charlie braking action poor	
		1926.50	RWY-Report 1922: RWY 28: first and second part 30 m wet, deiced; third part 60 m covered with ice up to 1 mm. Braking action: good-good-poor Sigmet valid between 1800 and 2200: moderate to severe icing observed and forecast at 1730 in FIR Zurich between 3000 and 6000 ft. No change.	1. Ausstrahlung
		1937.20	Information Juliett: wie vorher	
		1938.10	RWY-Report 1934: RWY 14 and 16: full length 60 m covered with ice up to 1 mm. Braking action: poor-poor-poor RWY 28: wie 1922 Sigmet: wie vorher	1. Ausstrahlung

To	From	UTC	Communications	Observations
	ATIS	1852.00	Zurich Information India. Landing RWY 14, take-off RWY 28. Met Report Zurich 1850: 350°/2 kt, RWY 14 and 16 330°/4 kt visibility 4500 m snow grains 4 octa 1000 ft, 8 octa 1500 ft temperature and dew point minus 2 QNH 1011 nosig transition level 55 Caution: TWY Charlie braking action poor. Sigmet: wie 1926.50 (Page No. 6)	
		1952.00	Zurich Information Kilo. Landing RWY 14, take-off RWY 28. Met Report Zurich 1950: 330°/4 kt, RWY 14 and 16 330°/3 kt visibility 4500 m freezing drizzle 2 octa 500 ft, 4 octa 800 ft, 8 octa 1200 ft temperature and dew point minus 2 QNH 1011 nosig transition level 55 Caution: TWY Charlie braking action poor. RWY-Report 1934 (Page No.6) Sigmet: wie 1926.50 (Page No. 6)	

$\mu_{eff} = 0,05$ (VORFALLBEDINGUNGEN)



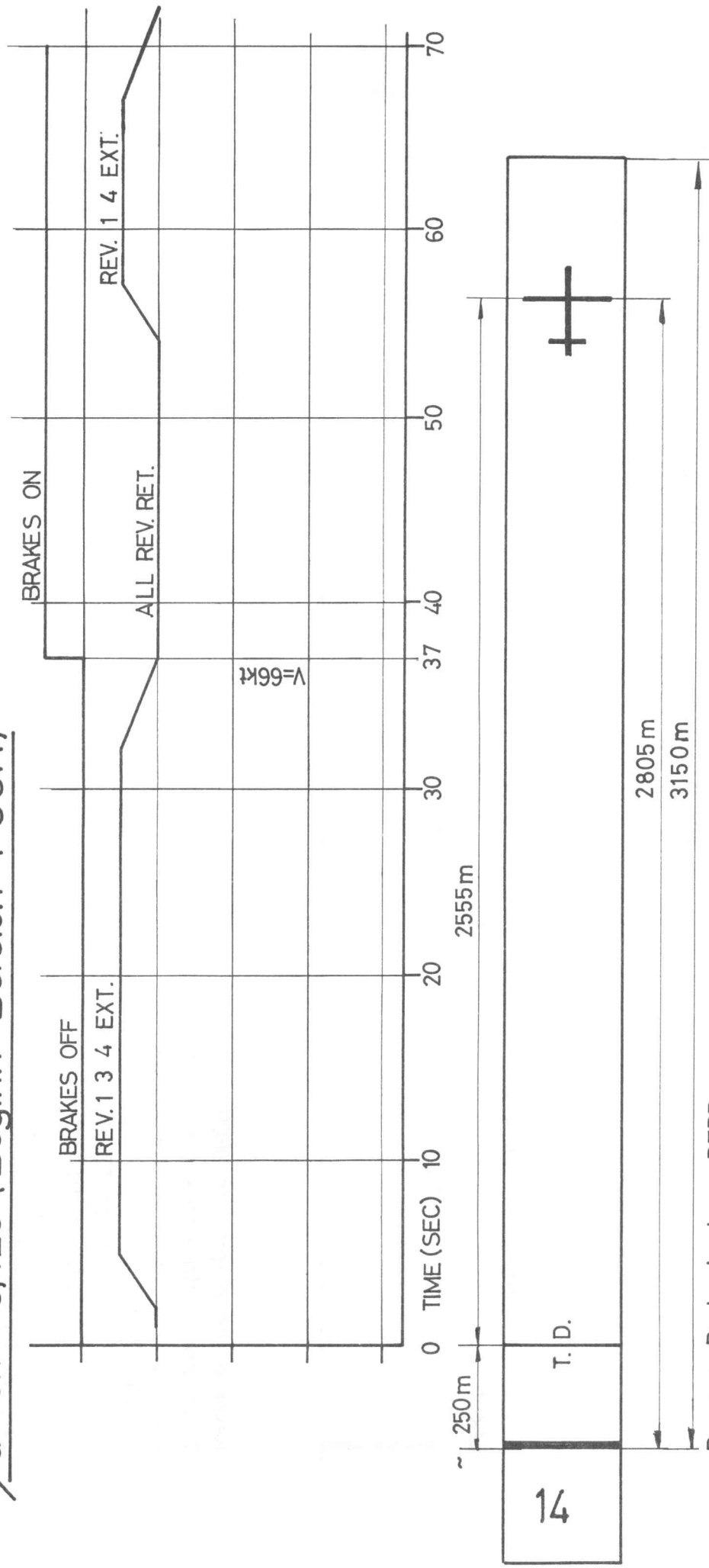
- Reverse, Brake Appl. acc. DFDR
- Touch down with ~ 50% N, Fwd thrust.
- Floating until Touch Down + 3 Sec. (Spoilers ext)
- Eng 1+4 Rev. idle at TD + 57 sec
70% N₁ at TD + 63 sec
70% N₁ to Standstill
- Eng 2+3 FWD idle
- Full Reverse on Eng 1+4 from TD + 12 Sec to TD + 27 Sec
- Brakes on at TD + 37 Sec

History of the incident

SCENARIO 1 (VORFALLVERLAUF)

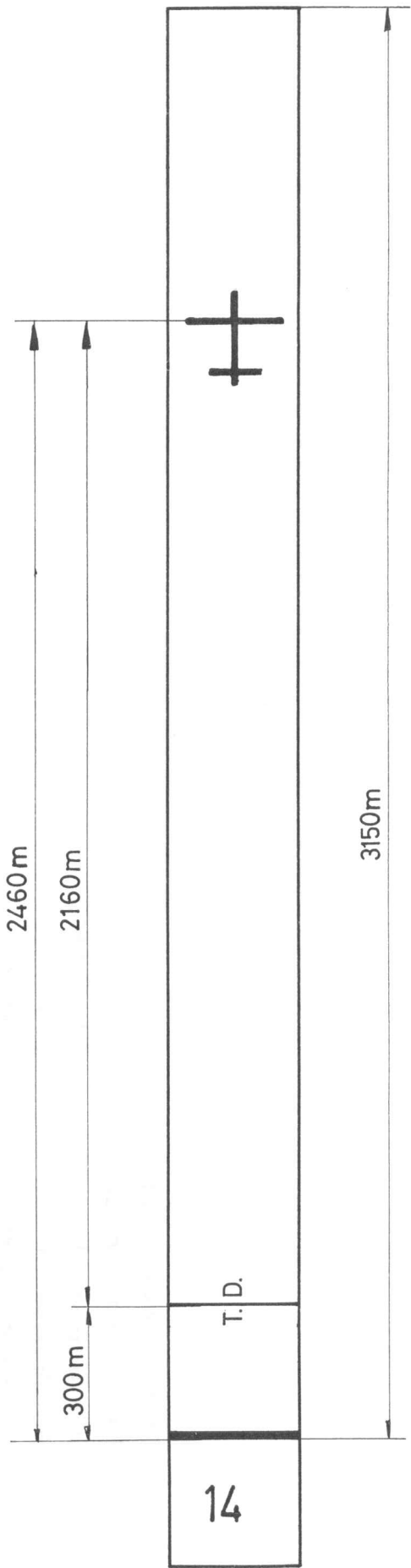
Beginning of quality 'poor'

$\mu_{eff} = 0,125$ (Beginn Bereich POOR)



- Reverse, Brake Appl. acc. DFDR
- Touch down with ~ 50% N, Fwd thrust.
- Floating until Touch Down + 3 Sec (Spoilers ext)
- Eng 1+4 Rev. Idle at TD + 57 sec
Rev. Idle to Standstill
- Eng 2+3 FWD Idle
- Full Reverse on Eng 1+4 from TD + 12 Sec to TD + 27 Sec
- Brakes on at TD + 37 Sec

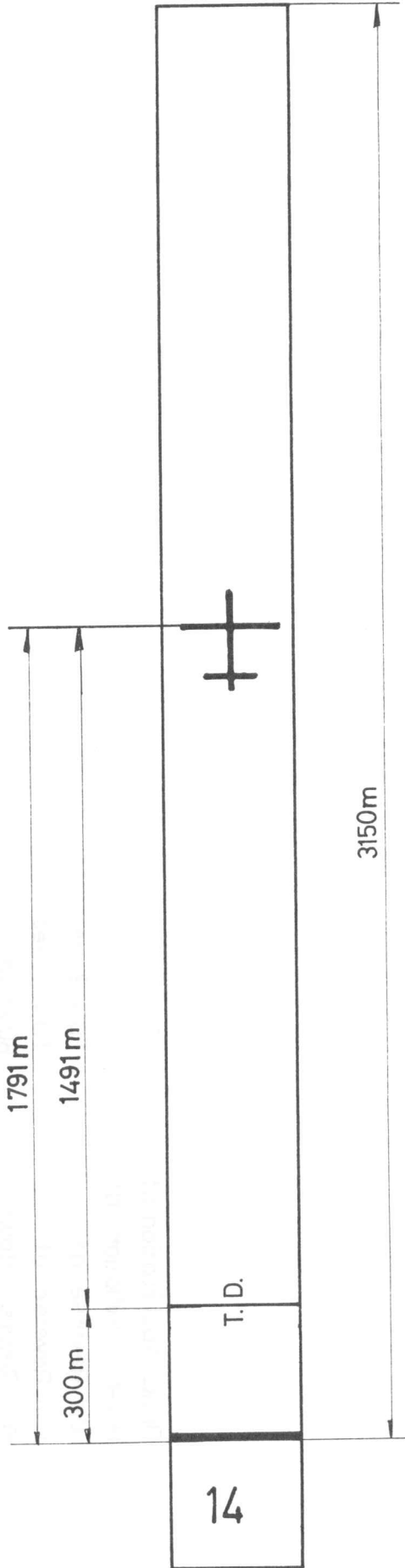
$\mu_{eff} = 0,05$



Brake Application at	TD
Reverse Initiation at	TD
Idle Reverse at	TD + 2 Sec
Full Reverse at	TD + 7 Sec
Full Reverse down to	80 kt IAS
Idle Reverse at	60 kt IAS

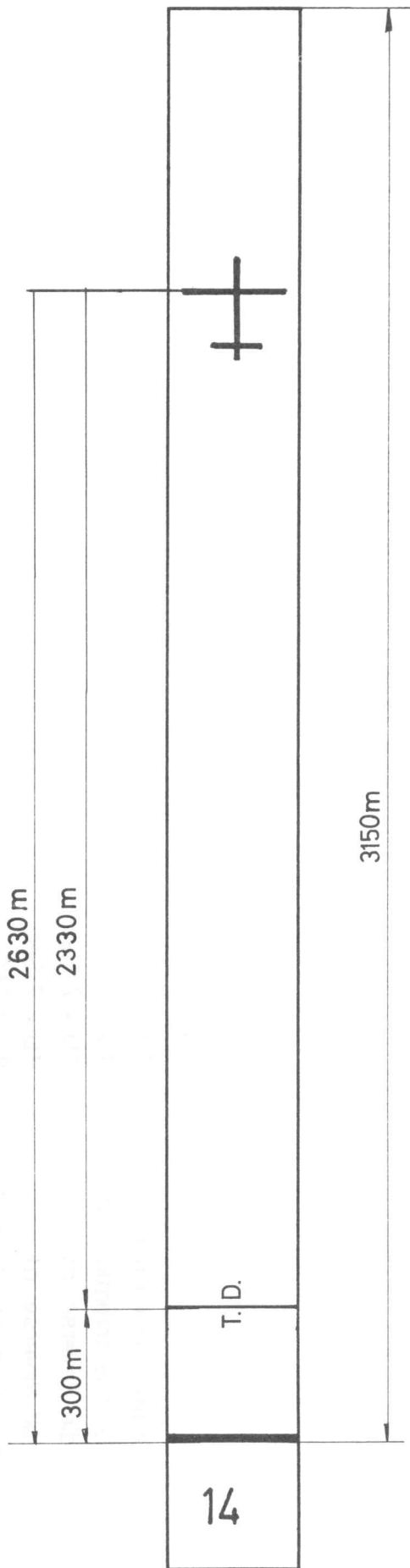
SCENARIO 2

$\mu_{eff} = 0,125$



Brake Application at	TD
Reverse Initiation at	TD
Idle Reverse at	TD + 2 Sec
Full Reverse at	TD + 7 Sec
Full Reverse down to	80 kt IAS
Idle Reverse at	60 kt IAS

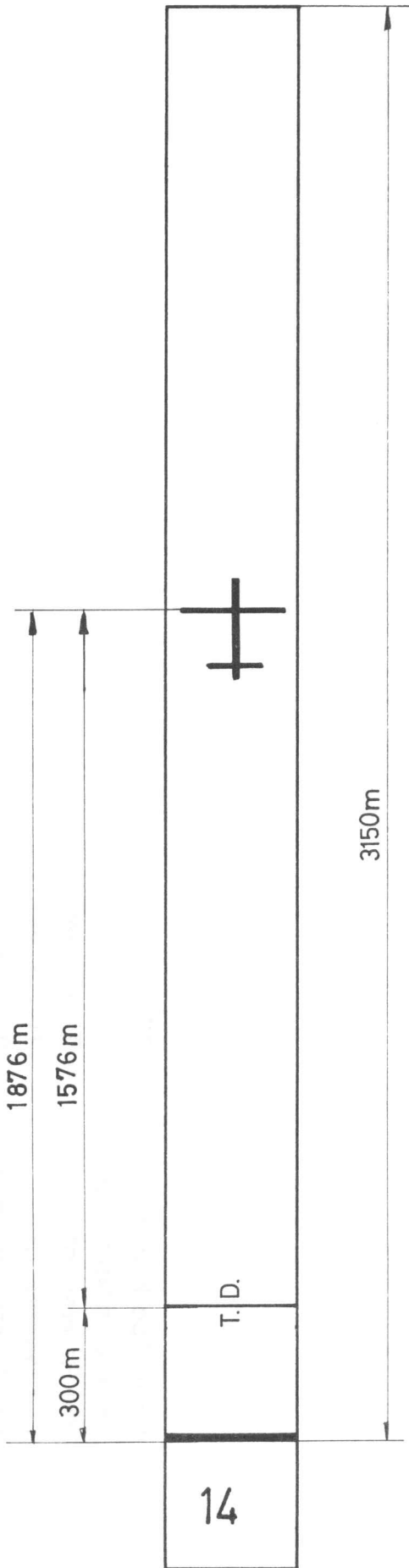
$\mu_{eff} = 0,05$



- Brake Application at TD
- Reverse Initiation at TD
- Idle Reverse at TD + 2 Sec
- Full Reverse at TD + 7 Sec
- Full Reverse down to 80 kt IAS
- Idle Reverse at 60 kt IAS
- 1 engine at FWD IDLE THRUST
- 1 engine at REVERSE IDLE THRUST

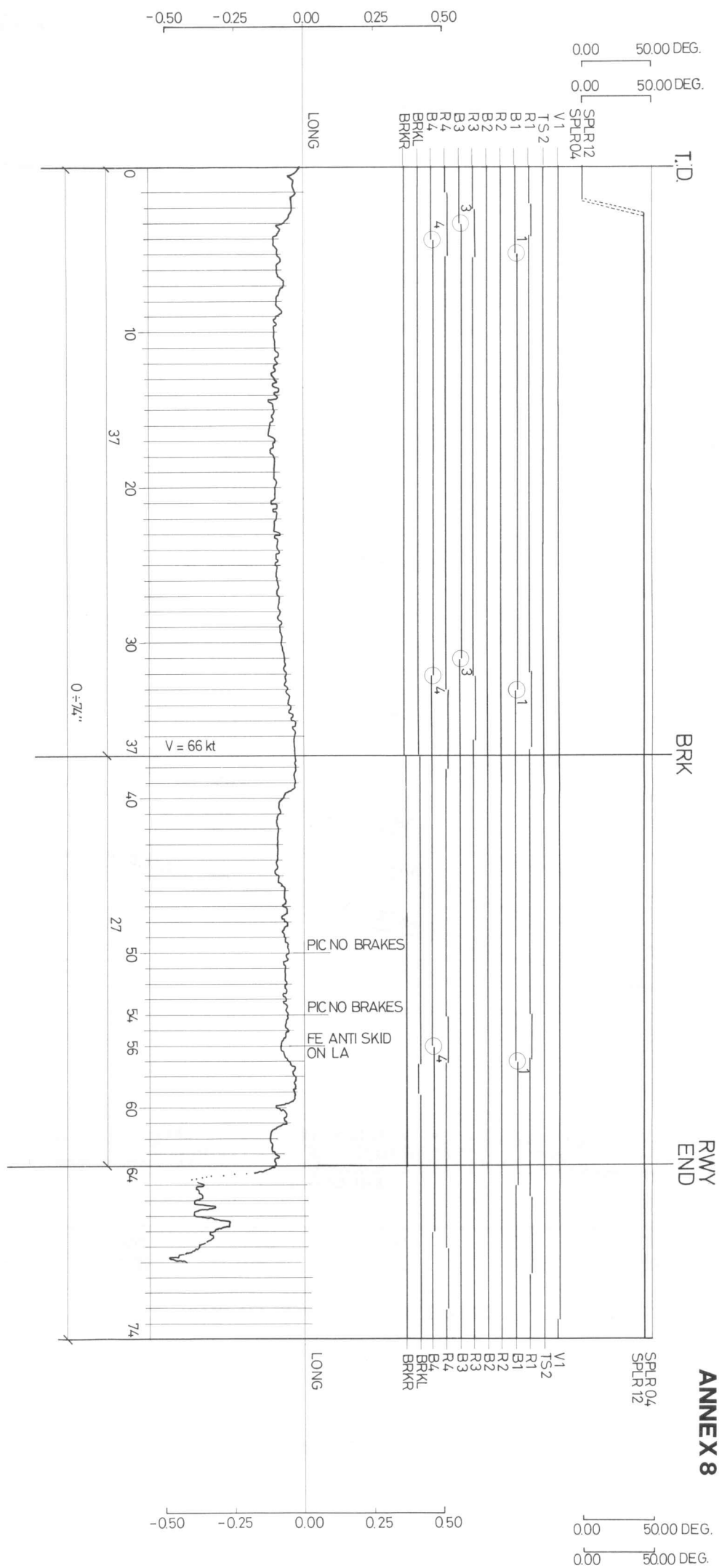
SCENARIO 3

$\mu_{eff} = 0,125$



Brake Application at TD
 Reverse Initiation at TD
 Idle Reverse at TD + 2 Sec
 Full Reverse at TD + 7 Sec
 Full Reverse down to 80 kt IAS
 Idle Reverse at 60 kt IAS
 1 engine at FWD IDLE THRUST
 1 engine at REVERSE IDLE THRUST

ANNEX 8



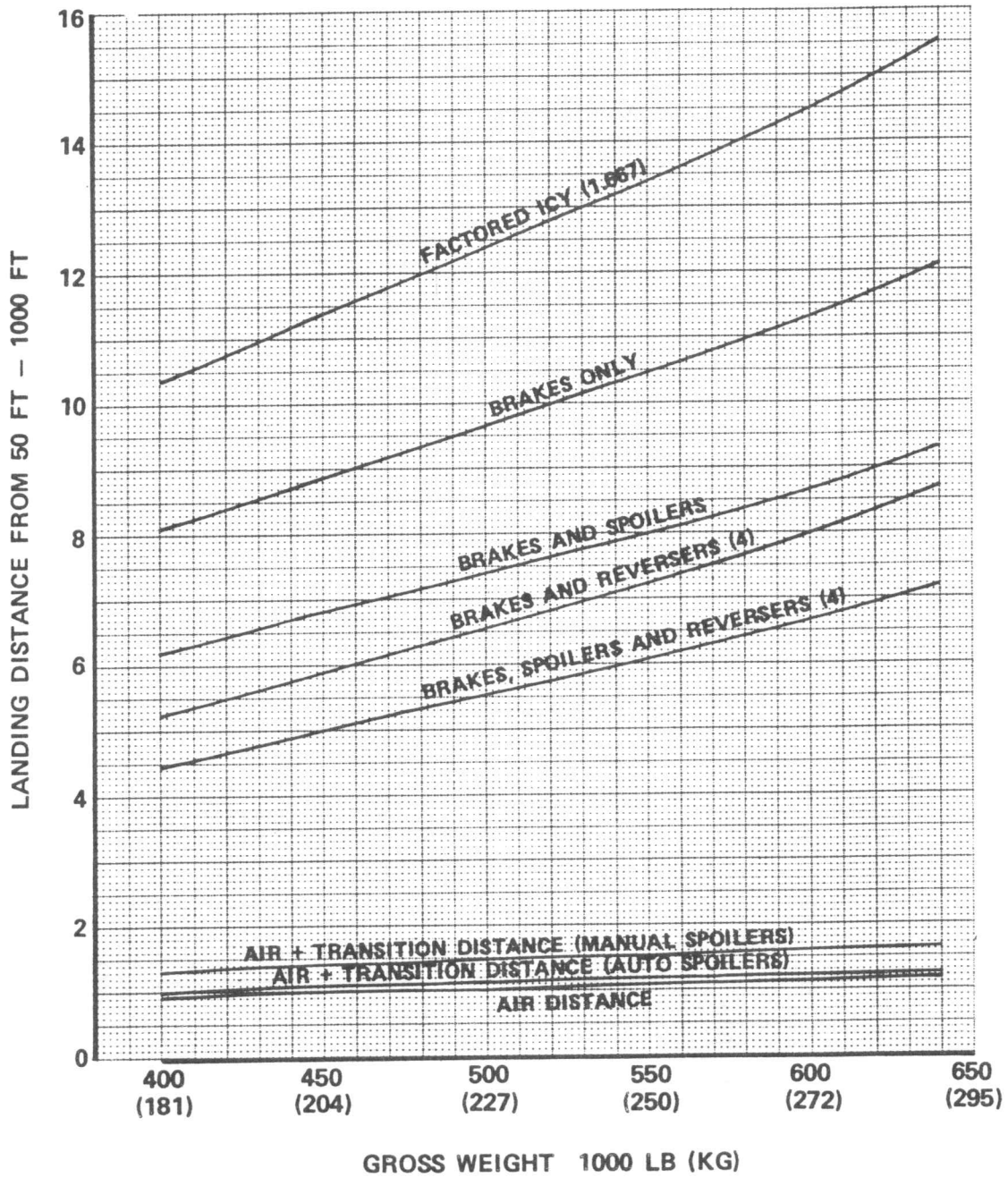
LANDING

BOEING 747

TRAINING
INFORMATION
ONLY

JT9D-7Q ENGINES

- SEA LEVEL
- STANDARD DAY
- FLAP 30
- ZERO WIND AND SLOPE



FLAPS 30 ICY RUNWAY

FCT 747 (ISG)
January 31, 1983