



Schlussbericht der Eidgenössischen Flugunfall-Untersuchungskommission

über den Vorfall

des Flugzeuges DC-9-51 HB-IST

Swissair, Schweiz. Luftverkehr AG

vom 23. März 1979

auf dem Flughafen Zürich

RESUME

Le vendredi 23 mars 1979, à 1725 h, l'équipage de l'avion DC-9-51 HB-IST s'apprête à quitter l'aéroport de Zurich pour un vol d'affrètement à destination de Londres-Gatwick.

Peu avant l'envol, l'avion heurte un gros oiseau, ce qui incite le commandant de bord à interrompre le décollage.

Malgré un freinage immédiat, l'appareil ne peut pas être arrêté sur la piste encore humide. Celui-ci s'immobilise sur un pré mou, 40 m au-delà de la fin de la piste. Personne n'a été blessé et l'avion est intact.

Cause

L'accident est dû

- à un ralentissement insuffisant de l'avion sur une piste encore humide, en raison
- de l'utilisation incomplète de la capacité de freinage, notamment de l'inversion des réacteurs.

Eléments ayant joué un rôle préalable :

Le manque de certification correspondante ainsi que l'absence partielle de consignes opérationnelles de la part du pays constructeur et de la compagnie aérienne.

Die Voruntersuchung wurde mit Zustellung des Untersuchungsberichtes vom 1. Oktober 1980 an den Kommissionspräsidenten am 14. Oktober 1980 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 DC-9-51 HB-IST
HALTER)
EIGENTÜMER Swissair, Schweiz. Luftverkehr AG,
Zürich

PILOT (Kommandant) Jahrgang 1941, Schweizerbürger
AUSWEIS Führerausweis für Linienpiloten
FLUGSTUNDEN

INSGESAMT 5566	WÄHREND DER LETZTEN 90 TAGE 135
MIT DEM UNFALLMUSTER 3716	WÄHREND DER LETZTEN 90 TAGE 135

ORT Flughafen Zürich
KOORDINATEN --- **HÖHE ü/M** 432 m
DATUM UND ZEIT 23. März 1979 1826 Uhr Lokalzeit
(GMT+1)

BETRIEBSART Nicht regelmässiger gewerbsmässiger Verkehr (Flugbetrieb der Balair AG)
FLUGPHASE Start
UNFALLART Startabbruch / Überrollen Pistenende

PERSONENSCHADEN

	BESATZUNG	FLUGGÄSTE	DRITTPERSONEN
TÖDLICH VERLETZT			
VERLETZT			
NICHTVERLETZT	5	122	

SACHSCHADEN AM LUFTFAHRZEUG

SACHSCHADEN DRITTER

Kleiner Landschaden

LUFTFAHRZEUG
HALTER)
EIGENTÜMER

PILOT (Copilot) Jahrgang 1949, Schweizerbürger
AUSWEIS Führerausweis für Berufspiloten
FLUGSTUNDEN

INSGESAMT 1634	WÄHREND DER LETZTEN 90 TAGE 123
MIT DEM UNFALLMUSTER 1443	WÄHREND DER LETZTEN 90 TAGE 123

ORT
KOORDINATEN --- **HÖHE ü/M**
DATUM UND ZEIT

BETRIEBSART
FLUGPHASE
UNFALLART

PERSONENSCHADEN

	BESATZUNG	FLUGGÄSTE	DRITTPERSONEN
TÖDLICH VERLETZT			
VERLETZT			
NICHTVERLETZT			

SACHSCHADEN AM LUFTFAHRZEUG

SACHSCHADEN DRITTER

FLUGVERLAUF

Am Freitag, den 23. März 1979, startete die Besatzung um 1725 Uhr GMT mit dem Flugzeug DC-9-51 HB-IST auf der Piste 28 des Flughafens Zürich zu einem Balair-Charterflug (BB 180) nach London-Gatwick.

Etwa auf der Kreuzung des Rollweges N mit der Piste 28 erblickte der Kommandant plötzlich wenige Meter vor dem Flugzeug, in Augenhöhe, einen grossen Vogel. Da er bereits früher eine Vogelkollision mit Beschädigung eines Triebwerkes erlebt hatte, entschloss er sich: "Wenn es knallt, gibt es einen Startabbruch."

Unmittelbar darauf hörte und verspürte die Besatzung einen Aufprall, worauf der Kommandant den Startabbruch einleitete, dies gleichzeitig mit dem Ausrufen „V1“ durch den Copiloten.

Die sofort eingeleitete Vollbremsung mit den Radbremsen ergab zusammen mit der Schubumkehr zunächst eine gute Verzögerung. Der Copilot hatte - wie beim Briefing vor dem Start durch den Kommandanten angewiesen - die Schubumkehr auf beiden Triebwerken auf 1.6 EPR (Engine Pressure Ratio) einreguliert.

Während dem Bremsen gab der Kommandant am Funk den Notruf durch, was den Copiloten veranlasste, die Schubumkehr kurzzeitig zu erhöhen. Bei einer angezeigten Geschwindigkeit von rund 100 kt reduzierte er wieder auf 1.6 EPR.

Nach dem Passieren der Kreuzung mit der Piste 16/34 schien die Verzögerung geringer zu werden, weshalb der Kommandant volle Schubumkehr verlangte. Bei etwa 2.0 EPR stellte der Copilot knallartigen Lärm der Triebwerke fest, was ihn zu einer allmählichen Reduktion der Schubumkehr bis auf einen Wert von rund 1.4 EPR bei Pistenende veranlasste.

Etwa 200 m vor dem Pistenende stellte der Kommandant fest, dass das Flugzeug die Piste überrollen würde; auch der Copilot bekam den Eindruck, "dass sozusagen keine Bremsverzögerung stattfand" und versuchte deshalb seinerseits die bereits im Anschlag stehenden Bremspedale zu betätigen.

Der Kommandant steuerte die HB-IST leicht rechts von der Pistenachse, um eine Kollision mit der Anflugbefeuerung zu vermeiden. Mit einer auf 30-40 km/h geschätzten Geschwindigkeit überrollte das Flugzeug das Pistenende und kam rund 12 m rechts

der Pistenachse und 40 m (Flugzeugnase) nach dem Pistenende im weichen Boden zum Stillstand (Beilage 1).

Der Vorfall ereignete sich bei Tageslicht. Es wurde niemand verletzt und die HB-IST blieb unbeschädigt. Es entstand lediglich geringer Landschaden. Die Evakuierung der Passagiere erfolgte über die eingebaute hintere Passagiertreppe.

BEFUNDE

- Die Cockpit-Besatzung besass gültige Führerausweise und war berechtigt, den vorgesehenen Flug durchzuführen. Es liegen keine Anhaltspunkte für gesundheitliche Störungen im Zeitpunkt des Vorfalls vor.
- Das Flugzeug war zum Verkehr zugelassen. Gewicht und Schwerpunkt befanden sich innerhalb der vorgeschriebenen Grenzen. Die Prüfung von Bremssystem und Fahrwerk ergab keinerlei Hinweise auf vorbestandene Mängel.
- Das Abfluggewicht betrug 50'470 kg. Die entsprechenden Startgeschwindigkeiten wurden von der Besatzung wie folgt ermittelt: $v_1 = 143$ kt, $VR = 149$ kt, $v_2 = 165$ kt.
- Wetter im Unfallzeitpunkt:
Wind: 160°/05 kt (vom Kontrollturm gemeldet)
Sicht: 15 km
Himmel bedeckt, keine Niederschläge
Temperatur: + 5°C
Luftdruck: 1017 mbar QNH
- Pistenverhältnisse:
Die Piste war noch feucht und im Abtrocknen begriffen. Wegen des nach dem Vorfall einsetzenden Regens konnte die effektiv vorhandene Griffigkeit während des Startes nicht gemessen werden. Von einer früheren Unfallabklärung sind jedoch zuverlässige Daten über die Griffigkeit dieser Piste in feuchtem Zustand vorhanden (siehe EFUK-Bericht Nr. 1977/12/906).
- Der Startabbruch wurde bei einer Geschwindigkeit von v_1 eingeleitet.
- Die technisch maximal mögliche Schubumkehr betrug 2.17 EPR. Da keine Triebwerkbeschädigung vorlag, stand die

Schubumkehr beider Triebwerke zur Verfügung. Beim Startabbruch wurde die Schubumkehr beider Triebwerke zunächst auf mindestens 1.6 EPR gesetzt, nach 16 Sekunden auf rund 2.0 EPR sowie anschliessend allmählich bis zum Pistenende auf 1.4 EPR reduziert.

- Verfahren für den Startabbruch:

- Gültiges Procedure im Vorfallzeitpunkt AFM Swissair 2.4.3. Sheet 1.2.1.

Rejected take-off

The Captain:

- Calls out: "Stop".
- Moves the throttles to idle.
- Extends the ground spoilers.
- Applies brakes.
- Orders reverse.

The Copilot:

- Applies reverse as briefed or actually ordered by the Captain.

- Procedures FAA approved (AFM des Herstellers)

The rejected takeoff techniques are : engine thrust to idle, spoilers extended, and maximum anti-skid braking (full pedal deflection). If desired, reverse thrust may be used.

- Neue Procedures Swissair vom 27. September 1979 (nach dem Vorfall erlassen)

Rejected take-off

The Captain:

- Calls out: "Stop".
- Moves both throttles to idle and simultaneously applies full brake pedal deflection.

- Extends the spoilers.
- Orders reverse.
- Maintains maximum braking until aircraft has actually stopped.

The Copilot:

- Checks ground spoilers extended.
- Calls "Spoilers" if necessary.
- Selects idle reverse, applies further reverse upon order from Captain or according to briefing.
- Applies light forward pressure to control column.
- Monitors engine limits.

Note:

The seat must be adjusted so as to allow full brake pedal deflection with the rudder in either extreme position.

- Pistenlängenkorrektur bei nasser Piste:

Für den Start auf einer nassen Piste ohne Rillen (analog der Piste 28 zur Zeit des Vorfalls) verlangten die damals gültigen Operationsvorschriften der Swissair eine Verkürzung der anrechenbaren Pistenlänge um 200 m.

- Das Flugzeug kollidierte beim Start mit einem 750 g schweren Mäusebussard. Aufschlagstelle: rechtes oberes Cockpitfenster.

BEURTEILUNG

1. Der Entschluss zum Startabbruch

Der Startabbruch wurde nach einer Kollision mit einem grossen Vogel eingeleitet. Normalerweise wird ein Start nach einer Vogelkollision nur abgebrochen, wenn ein schwerer Defekt, z.B. Triebwerkstörung, geborstene Scheibe etc. vermutet oder festgestellt wird. Im vorliegenden Fall ereignete sich die

Kollision nahe bei V_1 was dem Kommandanten keine Zeit für eine Beurteilung liess; eine eventuelle Beschädigung des Triebwerkes hätte sich unter Umständen erst einige Sekunden nach dem Aufprall angezeigt. Da der Kommandant am 18. Juni 1977 bereits einen ähnlichen Vorfall mit Triebwerkbeschädigung erlebt hatte, ist es verständlich, dass er sich sofort zum Startabbruch entschloss.

2. Die Verzögerungsstrecke

- Aufgrund der Extrapolation von Versuchsergebnissen mit einer DC-9-31 und Berechnungen aufgrund von Faktoren des Vorfallfluges erstellte der Flugzeughersteller ein Geschwindigkeit-Weg-Diagramm für die DC-9-51 (Beilage 2). Daraus lässt sich für die herrschenden Bedingungen bei maximaler Ausnützung der Bremssysteme (Radbremsen und 2.17 EPR Umkehrschub beider Triebwerke) eine Beschleunigung/Verzögerungsstrecke von zirka 2454 m ermitteln. Unter Berücksichtigung von rund 30 m für das Aufstellen des Flugzeuges auf der Piste hätte somit theoretisch die Möglichkeit bestanden, das Flugzeug auf der 2500 m langen Piste nach einem Startabbruch bei der kritischen Entscheidungsgeschwindigkeit $V_1 = 143 \text{kt}$ knapp zum Stillstand zu bringen. Falls nur ein Triebwerk für das Bremsen mit Umkehrschub zur Verfügung gestanden hätte, wäre ein Überrollen des Pistenendes bei den vorliegenden Verhältnissen auch theoretisch unvermeidlich gewesen.
- Aus dem Geschwindigkeitswegdiagramm des Herstellers resultiert für die Vorfallbedingungen (bei vollem Ausnutzen der Bremssysteme) eine Distanzdifferenz von ca. 374 m zwischen trockener (dry) und nasser (wet) Piste. Bei einem Startabbruch, der aufgrund einer Triebwerkpanne erfolgt, und nicht wie beim Vorfall, wo beide Triebwerke für Reverse zur Verfügung standen, dürfte die Distanzdifferenz zwischen trockener und nasser Piste mehr als 400 m betragen, d.h. bei einem Startabbruch, wo das TOW (Startgewicht) durch die Pistenlänge bei wet (nasser Piste) limitiert ist, kann ein Überrollen des Pistenendes nicht vermieden werden.
- Die Zulassungsbehörden des Herstellerstaates verlangen

keinen Nachweis des Startabbruchs auf nasser Piste (wet). Deshalb bestehen für die meisten Muster keine zuverlässigen Unterlagen für diesen Fall. Dies erklärt auch, warum die meisten Luftfahrtbehörden und Fluggesellschaften überhaupt keine Korrektur vornehmen. Man kann sich fragen, ob mit den heutigen Korrekturmassnahmen noch mehr Sicherheit erzielt und/oder Scheingenauigkeit vermieden werden könnte, wenn die Besatzung klar orientiert würde, wieviel Reserven die in den Tabellen integrierten Korrekturwerte enthalten, respektive welche Faktoren nicht voll abgedeckt sind.

- Die vom Flugzeughersteller im vorerwähnten Diagramm verwendete Pistengriffigkeit dürfte mindestens den effektiven Pistenverhältnissen auf der bereits mit NASA-Vermessungen geprüften Piste 28 entsprochen haben.
- Der Vorfall bestätigt die Notwendigkeit, zuverlässige Daten zur Bestimmung der effektiven Verzögerungsstrecke sowie des effektiven Gesamtbremswirkungsgrades eines Flugzeugtyps auf nass/feuchter Piste unter Einbezug der realistischen Operationellen Gegebenheiten zu erheben und die Flugzeuge für diese häufig anzutreffenden Operationsbedingungen zu zertifizieren (siehe in diesem Zusammenhang EFUK-Schlussbericht Nr. 1977/12/906 Empfehlung Nr. 1).

3. Die Schubumkehr

- Für den Start wird die Schubumkehr nicht in die Berechnungen einbezogen, sondern steht den Piloten für das Kompensieren von nicht erwarteten, ungünstigen Faktoren beim Startabbruch zur Verfügung.
- Die Besatzung hat im vorliegenden Fall zunächst nur die Normalgrenze der Schubumkehr angewandt. Der Kommandant befahl die Notmassnahme der vollen Schubumkehr erst, als er feststellte, dass die Bremswirkung der Radbremsen unerwarteterweise nicht genügte. Einerseits ist die Anwendung der vollen Schubumkehr (2.17 EPR) mit Risiken behaftet, da dabei ein "Triebwerkstall" entstehen kann, der das Triebwerk beschädigen oder es gar "auslöschen" kann. Das letztere würde zu einer plötzlichen Schubasymmetrie und damit zu Problemen mit der Geradeführung des Flugzeuges führen. Weder die Zulassungsbehörde des Herstellerstaates

noch die Fluggesellschaften verlangen daher bei jedem Startabbruch sofort den vollen Einsatz der Schubumkehr. Dies in voller Kenntnis der Tatsache, dass andererseits die Schubumkehr nur bei hoher Geschwindigkeit eine grosse Wirkung hat und bei verzögerter Anwendung des vollen Umkehrschubs wertvolle Bremskapazität verloren geht.

Im vorliegenden Fall hat die Besatzung verständlicherweise zunächst nur die Normalgrenze von 1.6 EPR Schubumkehr angewandt, da der Eindruck der fast trockenen Piste nicht im vornherein grössere Bremsschwierigkeiten erwarten liess.

- Die Kommission hält dafür, dass die heutigen DC-9 Procedures bei einem Startabbruch weniger den konkreten Risiken nach dem Überrollen der Piste als der Schonung der Triebwerke Rechnung tragen. Eine sofortige Voll-Schubumkehr wäre die einfachere und wohl auch zweckmässigere Verfahrensvorschrift.

4. Die Radbremsen

Da bei hoher Rollgeschwindigkeit pro Zeiteinheit viel Weg zurückgelegt wird, ist es wichtig, die Bremsen beim Startabbruch so rasch als möglich und voll zu betätigen. Dies in Abweichung zum normal verwendeten Abbremsverfahren bei der Landung, wo meist zunächst die Schubumkehr und dann erst progressiv die Radbremsen betätigt werden.

Es ist deshalb zweckmässig, dass nach dem vorliegenden Vorfall die Piloten kompromisslos zu vollem Bremsen nach dem Startabbruch aufgefordert wurden und so von Anfang an eine maximale Verzögerung erreicht und damit eine gewisse Reserve für unvorhergesehene Bremsbedingungen geschaffen wurde.

5. Das Hindernis Glatt

Die Piste 28 ist immer noch die primäre Startpiste des Flughafens Zürich: Sie wird wegen den häufig vorherrschenden Westwinden, aus Lärmgründen sowie im Interesse eines guten Verkehrsflusses von der Flugsicherung und den Piloten für den Start bevorzugt.

In vielen Fällen stellt die Pistenlänge von nur 2500 m den kritischen Faktor für die Startberechnung dar. Entsprechend ist

die Gefahr gross, dass bei einem eventuellen Startabbruch bei hoher Geschwindigkeit wegen ungünstigen Faktoren, z.B. unerwartet schlechtem Pistenzustand, Beschädigung der Bremsanlage oder des Fahrwerks etc., das Pistenende überrollt wird und das Flugzeug in gefährliche Nähe des Glattgrabens gerät.

Eine solche Situation kann nicht durch entsprechende Gewichtskorrekturen vor dem Start eliminiert werden, da die ungünstigen Faktoren in diesem Zeitpunkt oft noch nicht bekannt sind und auch nicht quantifiziert werden können. Eine generelle Reduktion des Startgewichts auf dieser Piste würde wohl aus Lärm- und Verkehrsfluss-Gründen untragbar sein.

Um einen schweren Unfall in der Zukunft zu vermeiden, ist es daher nach wie vor angezeigt, das Hindernis der Glatt zu entschärfen (siehe auch EFUK-Schlussbericht Nr. 1977/12/906 Empfehlung Nr. 3).

URSACHE

Der Vorfall ist zurückzuführen auf:

- Ungenügende Verzögerung des Flugzeuges auf der noch feuchten Piste wegen
- nicht voller Ausnützung der Bremskapazität des Flugzeuges, vor allem der Schubumkehr.

Der Mangel einer entsprechenden Flugzeugzertifizierung sowie das teilweise Fehlen entsprechender Betriebsanweisungen des Herstellerstaates und der Fluggesellschaft haben zum Eintritt des Vorfalles beigetragen.

EMPFEHLUNGEN

1. Zusätzliche Nachweise bei der Musterzulassung

Die Zulassungsbehörden der Herstellerstaaten sind zu ersuchen, den Startabbruch u.a. auch auf nasser Piste zu verifizieren und die entsprechenden Korrekturen gegenüber den Daten auf trockener Piste in die technische Dokumentation des Modells einzubeziehen.

Begründung:

In der Praxis ist es oft nötig, auf nassen Pisten zu starten oder zu landen. Während für die Landung entsprechende Vorschriften vorhanden sind, ist dies für den Start nicht der Fall. Es werden keine praxisbezogenen Nachweise durchgeführt. Die rechnerische Behandlung des Problems kann nicht alle Elemente des Fragenkomplexes erfassen, so dass praktische Versuche unumgänglich sind. Die Unterschiede zwischen Werk- und Linienflug sind in der Erarbeitung der Vorschriften zu berücksichtigen.

2. Hindernis Glattgraben

Es ist erneut zu prüfen, wie das Hindernis des Glattgrabens beseitigt werden kann.

Begründung:

Die Piste 28 ist Hauptstartpiste in Zürich und daher oft bis an die Grenzbedingungen ausgenützt. Falls unerwartet ungünstige Faktoren auftreten, welche die Bremswirkung des Flugzeuges reduzieren, ist das Risiko des Überrollens des Pistenendes gross. Der Glattgraben als Hindernis kann für ein Flugzeug katastrophale Folgen haben.

3. Anflugbeleuchtung Piste 10

Es ist zu prüfen, ob die Anflugbeleuchtung auf Piste 10 entfernt werden kann.

Begründung:

Die Anflugbeleuchtung Piste 10 stellt einerseits ein gefährliches Hindernis für ein Flugzeug dar, welches die Piste 28 überrollt. Andererseits ist sie mindestens teilweise obsolet geworden, da die Piste 10 nur noch in sehr seltenen Fällen für die Landung bei Nacht Verwendung findet und das später installierte VASI weitgehend die Funktion dieser einfachen Anfluglichter übernommen hat.

4. Crash Recorder

Es wird empfohlen, auch die alten Verkehrsflugzeuge mit aussagekräftigeren, digitalen Flugdatenschreibern auszurüsten.

Begründung:

Die meisten Vor- und Unfälle ereignen sich in der Start- und Landephase. Die bisher vorgeschriebenen, analogen Flugdatenschreiber entsprechen keineswegs mehr den heutigen technischen Möglichkeiten. Sie können in diesen Phasen oft gar nicht oder nur schwer ausgewertet werden, da sie zu wenig (nur 5) oder zu ungenaue Angaben enthalten.

Die heute erhältlichen Digitalrecorder bieten eine grosse Fülle von Angaben, lassen meist eine saubere Auswertung zu und bieten somit wertvolle Hinweise für die Verhütung von Unfällen.

5. Schubumkehrverfahren DC-9

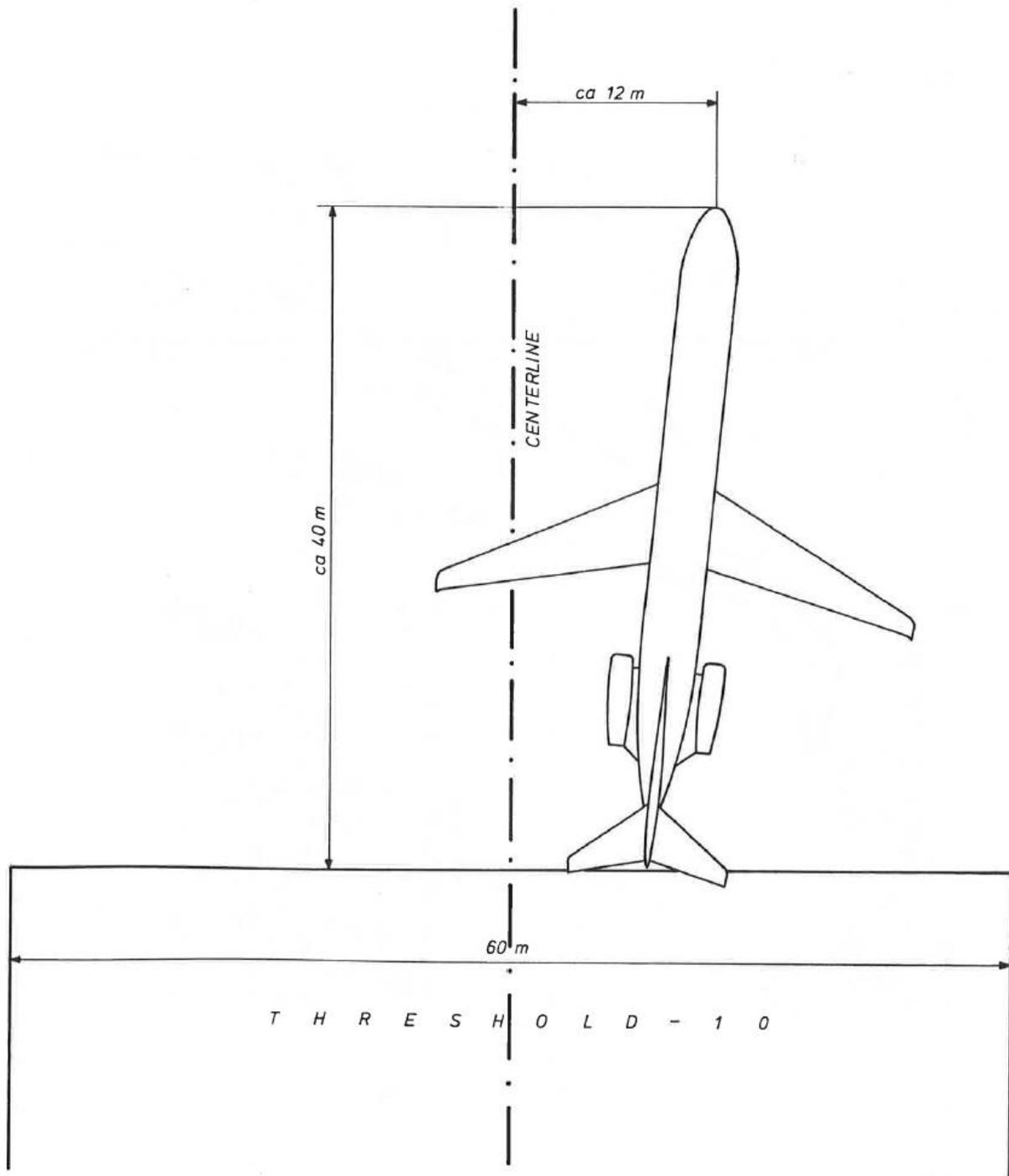
Es ist zu prüfen, ob die Operationsvorschriften der DC-9 nach jedem Startabbruch einen sofortigen vollen Einsatz der Schubumkehr vorschreiben sollten.

Begründung:

Die Schubumkehr hat nur bei hoher Rollgeschwindigkeit eine grosse Wirkung. Bei verzögerter Anwendung des vollen Umkehrschubes geht unwiederbringlich wertvolle Bremskapazität verloren.

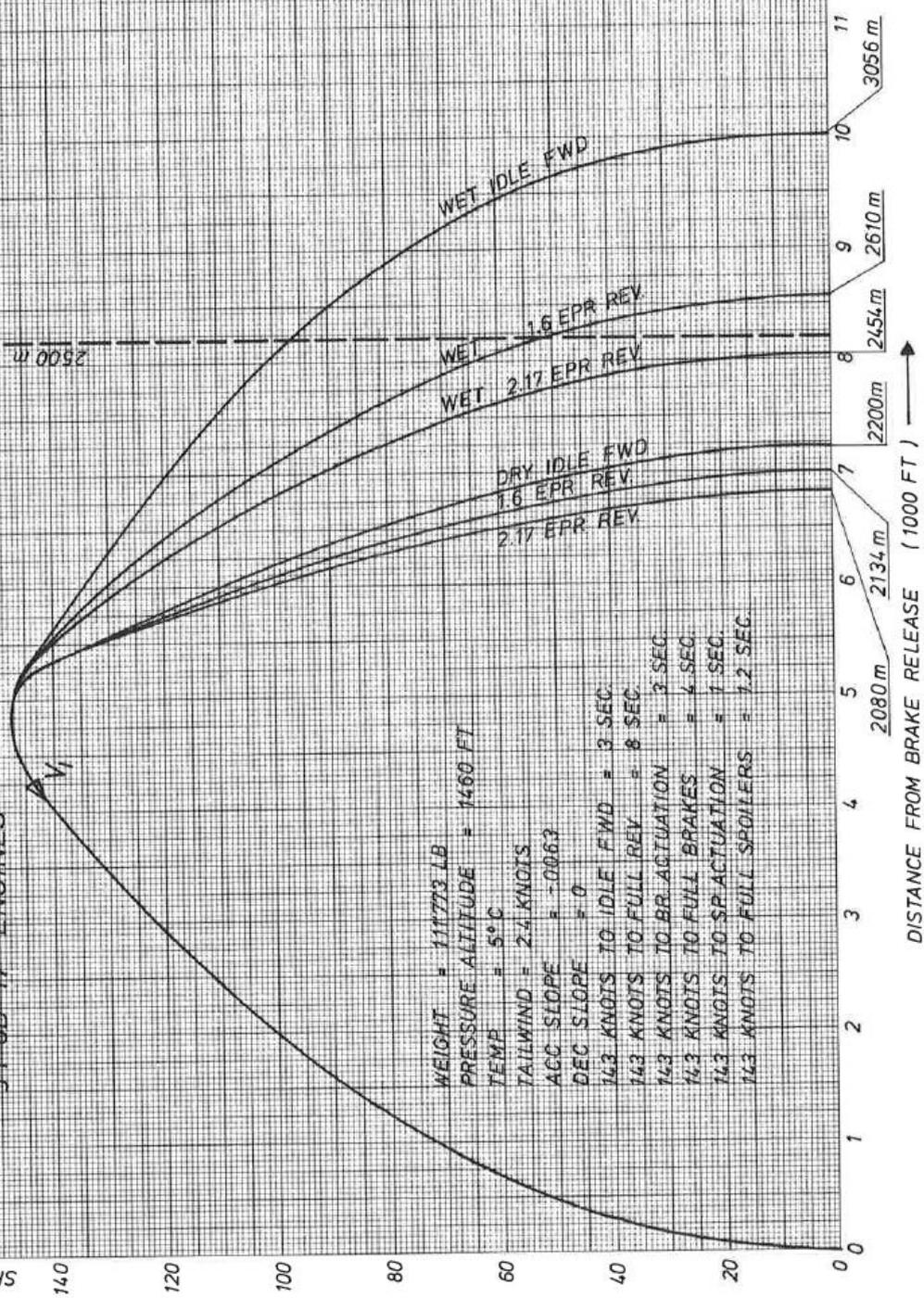
Bern, den 26. Februar 1981

Endlage des Flugzeuges HB-IST



SPEED (KIAS)

DC-19-51
 R.T.O AT ZURICH (3-23-79)
 DISTANCE vs SPEED
 JT-8D-17 ENGINES



V_I

WEIGHT = 111773 LB
 PRESSURE ALTITUDE = 1460 FT
 TEMP = 5°C
 TAILWIND = 2.4 KNOTS
 ACC SLOPE = -0.063
 DEC SLOPE = 0
 143 KNOTS TO IDLE FWD = 3 SEC.
 143 KNOTS TO FULL REV = 8 SEC.
 143 KNOTS TO BR. ACTUATION = 3 SEC.
 143 KNOTS TO FULL BRAKES = 4 SEC.
 143 KNOTS TO SP. ACTUATION = 1 SEC.
 143 KNOTS TO FULL SPOILERS = 1.2 SEC.

DISTANCE FROM BRAKE RELEASE (1000 FT)

2500m

3056 m
 2610 m
 2454 m
 2200 m
 2134 m
 2080 m