



Schlussbericht der Eidgenössischen Flugunfall-Untersuchungskommission

über den Unfall

des Flugzeuges Boeing 707 ZS-CKC der South African Airways

am 31. Januar 1961

Flughafen Zürich-Kloten

Sitzung der Kommission

Summarisches Verfahren

DIE EIDGENÖSSISCHE FLUGUNFALL-UNTERSUCHUNGSKOMMISSION

in Sachen

Vorfall mit dem Flugzeug Boeing 707 ZS-CKC

am 31. Januar 1961

auf dem Flughafen Zürich-Kloten

beschliesst nach Kenntnisnahme vom Ergebnis des Zwischenverfahrens und im Einvernehmen mit dem Büro für Flugunfalluntersuchungen im summarischen Verfahren gemäss Art. 27 ff. der Verordnung über die Flugunfalluntersuchungen vom 1. April 1960:

Der Untersuchungsbericht vom 26. September 1961, der Kommission am gleichen Tage übermittelt, wird genehmigt.

Zirkulation 19. Oktober / 6. November 1961

B E R I C H T

über die Untersuchung des Zwischenfalles vom 31. Januar 1961 auf dem Flughafen Kloten, Überrollen des Pistenendes durch das landende Flugzeug Boeing 707 ZS-CKC der South African Airways

1. Kurzdarstellung

Das Kursflugzeug Boeing 707 Johannesburg-London der South-African Airways konnte beim Ausrollen nach der Landung auf der Blindlandepiste des Flughafens Kloten am 31. Januar 1961 nicht rechtzeitig abgebremst werden und überrollte mit dem Bugfahrwerk das Pistenende. Das Bugrad geriet dabei in einen Kabelgraben und knickte ein, sodass die Rumpfnase auf den Boden zu liegen kam. Personenschaden entstand keiner; der Sachschaden beschränkt sich auf das Bugfahrwerk.

2. Untersuchung

Die Meldung über den Zwischenfall ging ca. eine Stunde nachher, um 9 Uhr beim Büro für Flugunfalluntersuchungen ein. In Anbetracht des Umstandes, dass es sich um ein Vorkommnis im Linienverkehr einer ausländischen Luftverkehrsgesellschaft auf einem schweizerischen Flughafen, handelte, entschloss sich der Chef des Büros für Flugunfalluntersuchungen, sofort eine Tatbestandesaufnahme an Ort und Stelle vorzunehmen. Als sich in der Folge zeigte, dass keine Personenschäden Vorlagen und ein im Verhältnis zum Gesamtwert des Flugzeuges nicht sehr bedeutender Sachschaden entstanden war, gelangte er zur Ansicht, dass für die Einleitung einer eigentlichen Unfalluntersuchung die Voraussetzungen nicht gegeben seien. Es lagen indessen verschiedene Gründe vor, die es als wünschenswert erscheinen liessen, eine möglichst genaue Abklärung des Vorfalles vorzunehmen, nämlich:

- es handelte sich um einen Vorfall in Linienverkehr einer ausländischen Luftverkehrsgesellschaft;
- die Schäden hätten leicht viel schwerer ausfallen können;
- es waren im Zeitpunkt des Unfalles grössere Umbauarbeiten

auf dem Flughafen Kloten in Gang, die möglicherweise einen Einfluss auf das Unfallgeschehen haben konnten.

Er stellte deshalb nach bereits eingeleiteter Untersuchung am 7. März 1961 dem Eidg. Post- und Eisenbahndepartement den Antrag, es möge dem Büro für Flugunfalluntersuchungen den Auftrag geben, den Zwischenfall im Sinne von Art, 3 der Verordnung über die Flugunfalluntersuchungen vom 1. April 1960 zu untersuchen; dies wurde denn auch am 8. März 1961 verfügt.

3. Flugzeug

Muster: Boeing 707/344
Immatrikulation: ZS-CKC
Halter: South African Airways, Johannesburg
Verkehrsbewilligung: gültig bis 30.6.1961
Gesamte Flugzeit: 760 h 21 min (seit neu)
Gesamtgewicht: zur Zeit des Vorfalles: 186,560 lbs (= rd 84,600 kg)
Besatzung: 11 Personen
Passagiere: 56 Personen

4. Besatzung

Bordkommandant: Jahrgang 1915, Südafrikaner
Linienpilotenausweis gültig bis 19.2.1961 mit Eintrag der Muster Lockheed Constellation, Douglas DC-7B und Boeing 707-344.
Berufspilot seit 1935, rd 15,200 Flugstunden, davon rd 300 auf Boeing 707.
Copilot: Jahrgang 1917, Südafrikaner
Linienpilotenausweis
Seit 1941 Air Force-Pilot, seit 1945 Berufspilot, rd 14,000 Flugstunden, wovon rd 200 auf Boeing 707.

Bordmechaniker: (Flight Engineer); Jahrgang 1918, Südafrikaner

Flight Engineer Operational Licence
Flight Engineer Operator bei den SAA
seit 1940, rd 12,500 Flugstunden, wovon rd 350 auf Boeing 707.

5. Wetter

a) Flugwettermeldung

Bedeckt, Sicht 12 km, Wolken 1/8 auf 1200 Fuss über Platz, 8/8 auf 5000 Fuss; Temperatur 7°C, QNH 1011 mbar. Wind aus 220° mit 14-16 Knoten, Böenspitzen bis 19 Knoten. Massiger Regen.

b) Niederschlagsmengen

Von der MZA waren am Morgen des 31.1.1961 am Zürichberg folgende Niederschlagsmengen registriert worden;

0300z bis 0530 z leichter Regen mit Unterbrechungen,	1.4 mm
0530z bis 0700 z mässiger Regen ohne Unterbrechungen,	2 mm
0700z bis 0745 z mässiger Regen mit Unterbrechungen,	1 mm
0745z bis 0900 z leichter Regen mit Unterbrechungen,	1 mm
Anschliessend bis 1100 z noch einige Schauer,	1 mm

Bis zur Zeit der Landung, die um 0704z stattfand, waren also insgesamt rd 3,5 mm Regen gefallen. Für den Flughafen Kloten waren die genauen nach Stunden unterteilten Werte nicht erhältlich; die Niederschlagsmengen dürften sich indessen in ähnlichem Rahmen bewegt haben, sodass wir mit einer Regenmenge von etwa 3-5 mm in den vorangehenden 5-6 Stunden auf der Betonpiste rechnen dürfen.

c) Als Wind wurde der Besatzung der ZS-CKC um 0654z, d.h. 10 Minuten vor der Landung durchgegeben 220°/15 kts.

6. Hergang des Vorfalles (nach der Darstellung der Besatzung)

a. Das Flugzeug ZS-CKC flog an jenem Tag den Kurs SA 214 Johannesburg - London, wobei es u.a, in Rom und in Zürich Zwischenlandungen machte. Der Flug selber verlief in jeder

Beziehung normal.

- b. Das Flugzeug kam in einer Höhe von 13,000 Fuss in der Gegend von Zürich an und ging dann gemäss den Weisungen der Verkehrskontrolle bis auf 3500 Fuss hinunter; es führte den Anflug auf der ILS-Schneise der Piste 16 durch, wobei spätestens seit dem Funkfeuer "Rhein" bei Eglisau, wo der Anflug beginnt, Bodensicht vorhanden war.
- c. Das Landegewicht des Flugzeuges wurde während des Abstieges von der Besatzung auf rd 191,000 lbs bestimmt, woraus sich dann gemäss dem Betriebshandbuch eine Landegeschwindigkeit von 136 Knoten ergab. (Die Landegeschwindigkeit ist die Geschwindigkeit, die bis und mit dem Überfliegen der Landeschwelle nicht unterschritten werden darf).
- d. Nach dem Aufsetzen auf der Piste, das der Besatzung in normalem Rahmen zu liegen schien, leitete der Pilot die verschiedenen Bremsmanöver ein: Er fuhr die aerodynamischen Störbremsen aus, betätigte die Radbremsen und leitete zugleich die Schubumkehr ein, indem er vorerst die Umlenkklappen in Bremsstellung gehen liess und dann volle Triebwerkleistung gab.
- e. Nachdem die Rollgeschwindigkeit auf 80 Knoten zurückgegangen war, nahm er die Leistung der beiden inneren Triebwerke auf Leerlauf zurück, und bei 60 Knoten tat er dasselbe mit den äusseren Triebwerken.
- f. Obwohl der Pilot fortfuhr, die Radbremsen zu betätigen, spürte die Besatzung nun aber fast keine Verzögerung mehr, und die Vorrichtung zur Verhinderung der Radblockierung ("anti-skid-devise") sprach in rascher Folge an.
- g. Daraufhin entschloss sich der Pilot, erneut volle Leistung auf alle vier Triebwerke, deren Klappen immer noch auf Schubumkehr standen, zu geben.
- h. Trotz dieser Massnahme gelang es dem Piloten nicht mehr,

das Flugzeug bis zum Pistenende genügend abzubremsen, so dass er es nicht wagte, im rechten Winkel in den Rollweg 5 einzubiegen, weil er eine Überbeanspruchung des Fahrwerkes befürchtete. Er liess deshalb, immer bremsend, das Flugzeug weiter geradeaus rollen.

- i. Genau in der Mittellinie der Landebahn überrollte nun das Bugfahrwerk das Ende der Betonpiste resp. der zusätzlichen Verlängerungsplatte und geriet etwa 2-3 m weiter in eine etwa 1,5 x 1,5 m messende und ca. 2 m tiefe Grube, die von noch im Gange befindlichen Kabellegearbeiten herrührte. Das Bugfahrwerk wurde dadurch nach hinten abgeknickt bis die Reifen die Rumpfhaut berührten, während der Rumpfbug jenseits der Grube am Boden aufzuliegen kam. In dieser Lage kam das Flugzeug zum Völligen Stillstand.
- j. Zufolge der nicht mehr grossen Restgeschwindigkeit hielt sich die Verzögerung bis zum Stillstand in mässigen Grenzen, sodass niemand verletzt wurde und alle Insassen das Flugzeug in geordneter Weise evakuieren konnten.
- k. Im Laufe des Tages wurde das Flugzeug nach den Anweisungen von inzwischen eingetroffenen Boeing-Ingenieuren an der Rumpfnase angehoben, auf einen Rollschemel gestellt und in die Werft der Swissair abgeschleppt. Nach einer vorläufigen Schätzung ist mit Instandstellungskosten in der ungefähren Höhe von Franken 120-150'000 zu rechnen.

7. Ergänzende Feststellung über den Ablauf des Vorfalles

Für die Vorgänge im Cockpit und für das Reagieren des Flugzeuges auf die von der Besatzung eingeleiteten Manöver sind wir praktisch ausschliesslich auf die Angaben der Besatzung angewiesen, deren Aussagen wir auch als völlig aufrichtig und loyal ansehen möchten. Da die Landung aber auch noch von Drittpersonen verfolgt wurde, die nicht selber mitten im Geschehen standen, sondern den Ablauf aus einiger Distanz wahrnehmen konnten, verfügen wir über ergänzende Angaben, die die Schilderung der Besatzung ergänzen und zum Teil vielleicht auch noch etwas korrigieren. Besonders für die Bestimmung der für

die einzelnen Phasen benötigten Strecken müssen wir grösstenteils auf die Beobachtungen des Turmbeamten abstellen, der zufolge seiner Orts- und Fachkenntnis genaue Angaben zu liefern in der Lage war.

In diesem Sinne kann die vorstehende Schilderung der Besatzung noch wie folgt präzisiert werden;

Anflug über die Pistenschwelle: Ein Beamter der Verkehrsdienste des Flughafens Kloten, der sich ca. 250 m querab der Pistenschwelle befand, hatte den Eindruck, dass der Anflug etwas zu kurz angesetzt worden war und dass das Flugzeug noch mit Leistung über die Pistenschwelle gezogen wurde.

Das Aufsetzen der Hauptfahrwerke beobachtete der Turmbeamte etwa auf der Höhe des Abrollweges 7 oder ca. 600-700 m nach der Schwellenmarkierung, während ein Swissair-Flugkapitän anhand einer genauen Peillinie angeben konnte, dass sich das Flugzeug bei der Einmündung des Rollweges 2a noch ca. 4m hoch über der Piste befand. - Nach den Feststellungen des Turmbeamten erfolgte das Aufsetzen mit dem rechten Fahrwerk zuerst, sodass die Landung etwas unruhig war. Immerhin befand sich das Bugfahrwerk einwandfrei auf der Piste, bevor das Flugzeug die Kreuzung mit der Westpiste (10/28) erreicht hatte.

Den Triebwerklärm der Schubumkehrbremsung hörte der Turmbeamte, als sich das Flugzeug ungefähr auf der Kreuzung mit dem Rollweg 3 und der Bisenpiste (03/21) befand. Da die Beobachtungsdistanz vom Kontrollturm ca. 800-900 m misst, beträgt der Wahrnehmungsverzug etwa 3 Sekunden, während welchen das Flugzeug bei etwa 120 Knoten rd 200 Meter zurücklegte.

Die Dauer des Triebwerklärms wird von mehreren Beobachtern als eher kurz bezeichnet; es wird also zutreffen, dass der Pilot die Leistung der Triebwerke wieder reduzierte, sobald die Rollgeschwindigkeit auf 80 resp. 60 Knoten zurückgegangen war.

Auch der zweite Triebwerklärm wurde von verschiedenen Zeugen vernommen; nach den Angaben des Turmbeamten sah er das Flugzeug bei dessen Einsetzen etwa halbwegs zwischen Rollweg 4 und Pistenende. Da die Beobachtungsdistanz hier noch etwa 700- 800 m beträgt, während die Rollgeschwindigkeit inzwischen auf etwa 60 Knoten zurückgegangen war, so kann das Einsetzen der Triebwerke etwa 100 m früher, also etwas nach dem Rollweg 4 erfolgt

sein. Da das Flugzeug in diesem Augenblick in einer Wolke von Wasserstaub oder -dampf verschwand, konnte der Turmbeamte das Überrollen des Pistenendes nicht verfolgen; er rechnete indes bereits mit dieser Möglichkeit und löste dann sofort den Alarm aus, als er, nachdem die Wolke sich gelegt hatte, das Flugzeug in ungewöhnlicher Stellung am Pistenende stehen sah.

8. Rekonstruktion des Ablaufes

Wenn wir die uns mit genügender Bestimmtheit zur Verfügung stehenden Fixpunkte - Überfliegen der Pistenschwelle, Aufsetzen des Hauptfahrwerkes, Einsetzen der ersten Schubumkehr, Einsetzen der zweiten Schubumkehr und Überrollen des Pistenendes - als Grundlage nehmen und die entsprechenden Interpolationen vornehmen, so kommen wir zu folgender Rekonstruktion (siehe die Skizze, Beilage 3).

Das Flugzeug überfliegt die Schwellenmarkierung in korrekter Höhe, d.h. ca. 50 Fuss mit ca. 145 Knoten, d.h. mit etwa 10 Knoten Übergeschwindigkeit. Es erscheint möglich, ist aber nicht eindeutig erwiesen, dass die Flugbahn etwas flach ist und die Triebwerke noch Leistung abgeben. Das Aufsetzen der Hauptfahrwerke erfolgt etwa 600-700 Meter nach der Schwellenmarkierung oder ca. 2000-1900 Meter vor dem Pistenende, und zwar vermutlich etwas nach rechts hängend, sodass die Landung etwas unruhig ist. Sobald als möglich betätigt der Pilot zuerst die Luftbremsen und fast gleichzeitig die Radbremsen; ferner leitet er die Schubumkehrbremsung ein; da zwischen Einleitung und voller Umkehrleistung etwa 3-5 Sekunden verstreichen und da für den Turmbeamten noch mit einem Schallverzug von drei Sekunden zu rechnen ist, wird das Einleiten der Schubumkehr kurz nach der Kreuzung mit der Westpiste (ca. 1500-1400 m vor Pistenende und ihr Wirksamwerden etwa 200 m vor der Kreuzung mit Rollweg 3 und Bisenpiste, d.h. etwa 1200 m vor Pistenende) erfolgt sein.

Wo genau der Pilot die Triebwerke wieder auf Leerlauf zurückgenommen hat, wissen wir nicht; schätzungsweise kann dies etwa 200-300 m nach der Kreuzung mit Bisenpiste und Rollweg 3 der Fall gewesen sein. Da bei der verbleibenden Restgeschwindigkeit von 60 Knoten die aerodynamischen Bremsen keine grosse Wirkung mehr haben, so ist der Pilot nun fast ausschliesslich

auf seine Radbremsen angewiesen. Er muss jedoch feststellen, dass deren Wirkung schwach ist, und dass das "anti-skid"-System in rascher Folge anspricht. Er entschliesst sich deshalb, alle vier Triebwerke wieder auf volle Schubumkehr-Leistung zu bringen. Da die Umkehrklappen immer noch ausgefahren sind, sind hier für das Ansprechen der Triebwerke nur 1-2 Sekunden einzusetzen, was bei ca. 60 Knoten etwa 100 Meter ausmacht. Das Einleiten der zweiten Schubumkehr wird also etwa 100 Meter vor der Kreuzung mit dem Rollweg 4 erfolgt und der Beginn der Bremswirkung wird ungefähr auf dieser Kreuzung selber eingetreten sein. Für ein Einbiegen in den im rechten Winkel abgehenden Rollweg 5, das spätestens etwa 100 Meter vor dem Pistenende hätte eingeleitet werden müssen, scheint dem Piloten die Rollgeschwindigkeit noch unzulässig hoch, sodass er vorzieht, unter ständigem weiteren Bremsen das Flugzeug weiterhin geradeaus gegen das Pistenende rollen zu lassen.

Tabellarische Zusammenfassung der Ergebnisse der Rekonstruktion

Bemerkung: Die angegebenen Werte sollen vor allem die ungefähre Grössenordnung zeigen; sie können daher nicht Anspruch auf absolute Genauigkeit erheben.

Distanz von der Schwellenmarkierung in Meter		Distanz bis Pistenende in Meter	Flug- resp. Rollgeschwindigkeit in Knoten (in Klammer in m/s)	Ungefährer Zeitbedarf in sec.
---	Pistenanfang	3000	146 (70)	
0	Landschwelle	2600	146 (70)	
600 - 700	Aufsetzen der Hauptfahrwerke	2000 - 1900	130? (65)	9 - 10"
900 - 1000	Aufsetzen des Bugfahrwerks	1700 - 1600	125? (60)	4 - 5"

1000 - 1100	Einsetzen der Rad- bremsung	1600 - 1500	125? (60)	2"
1100	Einleiten der ersten Schubumkehr	1500	120? (60)	4 - 5"
1400	Einsetzen der Schub- umkehrbrem- sung	1200	120? (60)	4 - 5"
1700 - 1800	Ende der ersten Schubum- kehrbrem- sung	900 - 800	60 (30)	7 - 9"
2100	Einleitung der zweiten Schubum- kehrbrem- sung	500 - 450	60 (30)	10 - 12"
2200	Einsetzen der Schub- umkehrbrem- sung	400 - 350	60 (30)	2 - 3"
2600	Pistenende	0	15 - 20 (8 - 10)	14 - 16"
2630	Stillstand	-30	0	3"

9. Weitere Feststellungen

a. in Bezug auf das Flugzeug

- I. Das Landegewicht betrug, wie eine Nachmessung der Treibstoffvorräte ergab, nicht 191,000 lbs, sondern 186,500 lbs; die entsprechende Landegeschwindigkeit betrug 132 Knoten (gegenüber 134 Knoten für 191,000 lbs).
- II. Eine Überprüfung des Fahrwerksbremsystems durch die Ingenieure der Firma Boeing ergab, dass dieses in Ordnung und normal funktionsfähig war.

III. Es liegen keine Anhaltspunkte dafür vor, dass das Flugzeug bei der Landung nicht in lufttüchtigem Zustand gewesen wäre.

b. in Bezug auf die Landepiste

I. Pistenlänge; Aus den Tabellen des Flugzeugbetriebshandbuches kann ermittelt werden, dass die Pistenlänge, die bei der Flugplanung für ein sicheres Landen vorausgesetzt werden muss, für ein Landegewicht von 186,500 lbs und eine Druckhöhe von 1500 Fuss, 6500 Fuss betragen soll; bei Ausweichplätzen können schon 5700 Fuss als genügend angesehen werden. Diese Längen gelten für das Landen aus 50 Fuss Höhe, aber für trockene und griffige Piste. Immerhin sind, wie schon die Angabe für Ausweichplätze zeigt, gewisse Reserven einbezogen; diese Längen dürfen deshalb nicht mit den effektiven Rollstrecken bis zum Stillstand verwechselt werden, die erheblich kürzer sind. In Kloten standen von der Schwellenmarkierung an noch 2600 Meter oder 7800 Fuss zur Verfügung oder nach dem effektiven Aufsetzen auf der Piste noch ca. 5700-6000 Fuss, was ohne weiteres als genügend angesehen werden kann. Der Pilot hat denn auch ausdrücklich erklärt, dass die ihm nach dem Aufsetzen noch zur Verfügung stehende Pistenlänge durchaus genügend war, um das Flugzeug unter normalen Verhältnissen abzubremesen.

II. Pistenzustand: Die Betonbeläge des Flughafens Kloten befinden sich durchwegs in gutem und sauberem Zustand; zur kritischen Zeit waren sie allerdings nass, da es seit einigen Stunden mit Unterbrüchen schwach geregnet hatte. Da die gesamte Niederschlagsmenge in den letzten 4-5 Stunden höchstens 3-5 mm betragen hatte, befanden sich jedoch keine erheblichen Wassermengen auf der Piste. Kein anderes Flugzeug, das vor- oder nachher auf dieser Piste gelandet hat, hatte Schwierigkeiten mit dem Bremsen.

III. Besondere Verhältnisse Zur Zeit des Vorfalles waren die Arbeiten für die Pistenverlängerungen auf dem Flughafen Zürich-Kloten noch nicht abgeschlossen. Für die Landung kamen zwei Betonpisten in Betracht, QFU 16 und QFU 28, die sich zu jener Zeit wie folgt präsentierten;

- a. QFU 16 (sog. Blindlandepiste); Diese Hartpiste, die ursprünglich 2600 x 60 m mass, war durch Ansetzen von 400 m im Süden und 700 m im Norden auf 3700 x 60 m verlängert worden. Da aber die neue ILS-Landeeinrichtung noch nicht fertig installiert war, konnte sie noch nicht in ihrer neuen-Länge in Betrieb genommen werden; die Landeschwelle befand sich daher immer noch dort, wo sie während der Bauarbeiten der Nord-Verlängerung hatte verlegt werden müssen, nämlich 400 m innerhalb der alten Piste oder 1100 m vom neuen nördlichen Pistenende entfernt (vgl. NOTAM 58/1960). Da die auf der Südseite angesetzten 400 m verfügbar waren, betrug die gesamte benutzbare Länge der Piste auch wieder, wie früher, 2600 m.
- b. QFU 28 (sog. Westpiste); Diese Hartpiste, die früher 1900 x 60 n mass, war durch Verlängern am Westende auf 2500 x 60 m gebracht worden und stand in ihrer ganzen Länge zur Verfügung. Im Gegensatz zur Piste QFU 16 besitzt sie keine Landehilfen wie Funkfeuer (NDB), ILS oder Radar.

Von der Verkehrskontrolle war es dem Piloten der ZS-CKC anheimgestellt worden, auf welcher der beiden Pisten er landen wolle. Da der Wind (mit ca. 15 Knoten) genau aus der Winkelhalbierenden der beiden Pistenrichtungen, d.h. aus 220° wehte, entschloss sich der Pilot für die Piste QFU 16, deren benützbarer Teil 100 m länger und die mit allen wünschbaren Landehilfen ausgestattet war.

Der Pilot war während der Bauperiode mehrfach in Kloten gelandet und kannte deshalb die besonderen Verhältnisse während des Umbaues.

- c. Das Vorgehen bei Landung und Ausrollen; Die Herstellerin des Flugzeuges, die Firma Boeing in Seattle USA, empfiehlt folgende Verfahren für die Landung und das Ausrollen auf der Piste;

Vor einem zu knappen Aufsetzen am Pistenanfang wird gewarnt.

Das Flugzeug soll die Pistenschwelle in ca. 50 Fuss (= 15 m) Höhe überfliegen und zwar mit einer Geschwindigkeit, die das 1,3-fache der Abkippsgeschwindigkeit beträgt. Die Strecke von der Pistenschwelle bis zum Anhaltspunkt ist die

Landelänge, die nicht zu verwechseln ist mit der erforderlichen Pistenlänge, wie sie im Handbuch verlangt wird und die noch entsprechende Reserven enthält. Bei Einhaltung der obenerwähnten Landegeschwindigkeit soll das in 50 Fuss Höhe einschwebende Flugzeug ungefähr 1000 Fuss nach der Landeschwelle aufsetzen.

Auch bei grösserer Landegeschwindigkeit ist das Aufsetzen etwa 1000 Fuss nach der Landeschwelle anzustreben, da die Bremsung auf der Piste etwa dreimal weniger Distanz beansprucht als das Ausschweben in der Luft. Bei sonst gleichbleibenden Verhältnissen verlängert eine Übergeschwindigkeit von 10 Knoten die Lande-Anhaltstrecke um etwa 10 %. Nach dem Aufsetzen hängt die Ausrollstrecke vor allem vom Reibungskoeffizienten Pneu/Piste ab. Bei trockenem Wetter kann dieser Koeffizient etwa 0.30-0.25 betragen, bei nasser oder gar vereister Piste kann er sich zwischen 0,20 und 0.05 bewegen.- Die Radbremsen besitzen ein Blockierungs-Verhinderungssystem, das auf Englisch "anti-skid-device" genannt wird. Sobald der Schlupf der Räder auf der Unterlage zu gross wird und die Drehzahl der Räder unter ein gewisses Minimum (z.B. 40 RpM) sinkt, bewirkt ein gesteuertes Ventil, dass der Bremsdruck nachlässt, wodurch die Drehzahl wieder ansteigt; nachher nimmt der Bremsdruck wieder zu, falls die Bremspedale immer noch betätigt sind, bis die Drehzahl neuerdings abfällt usw. Jeder solche Zyklus zeigt sich im Cockpit durch ein Klicken an, und aus der Kadenz kann die Besatzung indirekt Rückschlüsse auf den jeweiligen Reibungskoeffizienten Pneu/Piste ziehen.

Es gilt als Regel, dass die Leistung der inneren Triebwerke auf Leerlauf zurückgenommen wird, sobald die Rollgeschwindigkeit auf 80 Knoten zurückgegangen ist; für die äusseren Triebwerke gilt das Gleiche, sobald 60 Knoten erreicht sind. Dadurch sollen die Triebwerke geschont werden, die zufolge der umgelenkten Gasstrahlen unter ungünstigen Ansaugverhältnissen arbeiten müssen. Wird indessen die Bremswirkung dringend benötigt, so kann von dieser Regel auch abgewichen werden.

Zu bemerken ist noch, dass die Bremswirkung der Schubumkehr sich mit abnehmender Rollgeschwindigkeit stark vermindert.

10. Bemerkungen zu den einzelnen Phasen des Vorfalles

- a. Landeanflug bis zur Pistenschwelle; Dass der Pilot mit ca. 10 Knoten Übergeschwindigkeit über der Mindest-Landegeschwindigkeit anflug, war begründet, da Querwind und Turbulenz ihm dies als ratsam erscheinen liessen. Nach den übereinstimmenden Aussagen der Besatzung und des Turmbeamten dürfte die Pistenschwelle in der korrekten Höhe von ca. 50 Fuss überflogen worden sein. Ob der Endanflug im richtigen Gleitwinkel von 3° und bei gänzlichem Leerlauf der Triebwerke erfolgte, liess sich nicht mehr genau ermitteln. Die Beobachtung des Flughafenbeamten, der sich ca. 250 m neben der Landeschwelle befand, lässt jedenfalls mindestens einige Zweifel hieran offen. Da die Schwellenmarkierung volle 1100 Meter vom Beginn der verlängerten Piste entfernt war, mag es vielleicht für den Piloten etwas schwierig gewesen sein, den Sinkflug und das Ausrunden von Anfang an auf die versetzte Schwellenmarkierung hin ganz korrekt und präzise auszuführen, da er vermutlich aus grösserer Entfernung zuerst nur das verlängerte Pistenende wahrnahm und sich dann erst im weiteren Verlauf des Anfluges auf die 1100 Meter weiter entfernte Schwellenmarkierung umstellen musste. Es liesse sich jedenfalls denken, dass er unter diesen Umständen beim Ausrunden noch nicht ganz auf Leerlauf gehen konnte.
- b. Das Aufsetzen erfolgte erst ca. 2000 Fuss nach der Schwellenmarkierung, d.h. 1000 Fuss weiter als es den Empfehlungen der Herstellerfirma entspricht. Als mögliche Ursache hierfür können die 10 Knoten Übergeschwindigkeit, ferner Querwind und Turbulenz und eventuell auch zu flacher Anflug mit Leistung in Frage kommen.
- c. Die Betätigung der verschiedenen Bremssysteme scheint dem empfohlenen Verfahren entsprochen zu haben und scheint eingeleitet worden zu sein, sobald die Umstände dies zuliesse.
- d. Die Rücknahme der Schubumkehr auf Leerlauf entsprach dem üblichen und empfohlenen Vorfahren. Jedenfalls glaubte der Pilot, keinen Anlass zu haben, anzunehmen, dass er das Flugzeug in der verbleibenden Pistenlänge nicht werde in normaler Weise abbremsen können.

- e. Die schwache Bremswirkung, die nach der Rücknahme der Schubumkehr zweifellos vorhanden war, lässt sich unter Berücksichtigung aller Umstände wohl nur durch den verminderten Reibungskoeffizienten auf der regennassen Piste erklären; völlig im Einklang damit steht jedenfalls das von der Besatzung festgestellte Ansprechen der Anti-Blockierungsvorrichtung in rascher Kadenz. Ob sich durch Verminderung des Pedaldruckes eine bessere Bremswirkung ergeben hätte, kann hinterher nicht mehr beurteilt werden. Jedenfalls scheint der Pilot durch die schwache Bremswirkung ziemlich überrascht worden zu sein, da er offenbar mit einem normalen Reibungskoeffizienten gerechnet hatte.
- f. Sobald er dann aber realisiert hatte, dass besondere Verhältnisse vorlagen, entschloss er sich zu einer zweiten Schubumkehrbremsung; zufolge des geringeren Wirkungsgrades der Schubumkehr bei niedrigen Geschwindigkeiten genügt jedoch diese Massnahme nicht mehr, um das Flugzeug genügend zu verlangsamen.
- g. Wenn der Pilot das Gefühl hatte, seine Rollgeschwindigkeit sei noch zu hoch, als dass sie ein gefahrloses Eindrehen in den Rollweg 5 erlaube, so handelte er zweifellos richtig, wenn er einen solchen Versuch unterliess und das Flugzeug unter stetigem Bremsen geradeaus weiterrollen liess, da bei einem geradlinigen Überrollen des Pistenendes immerhin das geringere Risiko für Insassen und Flugzeug bestand.
- h. Einfluss des Kabelgrabens: An die Betonpiste schliesst sich ein ca. 25 m langes Verlängerungsstück aus rotem Beton an, bevor der weiche Naturboden beginnt. Auf dieser Betonplatte blieben die Hauptfahrwerke dann schliesslich stehen, nachdem das Bugfahrwerk genau in der Mittellinie der Landebahn in den etwa 2-3 Meter ausserhalb gelegenen etwa 1,5 m im Geviert messenden Kabelgraben geraten und abgeknickt worden war. Wäre dieser Graben nicht vorhanden gewesen, so wäre das Flugzeug vermutlich auch mit seinen Hauptfahrwerken in das stark aufgeweichte Gelände hinausgeraten, und es erscheint zum mindesten nicht ausgeschlossen, dass sie ebenfalls beschädigt worden wären und dass dann auch die Triebwerke zufolge Bodenberührung noch hätten Schaden nehmen können.

11. Schlussfolgerungen

Das Überrollen des Pistenendes muss mit grosser Wahrscheinlichkeit darauf zurückgeführt werden, dass der Pilot im Laufe einer ohnehin durch verschiedene ungünstige Umstände etwas lang geratenen Landung zu spät inne wurde, dass auch die Bremsung durch ungünstige Faktoren beeinträchtigt war und dass er sich deshalb etwas zu spät entschloss, in Abweichung vom üblichen Verfahren, alle verfügbaren Mittel zur Verzögerung des Ausrollens mit maximaler Wirkung einzusetzen.

Bern, den 26, September 1961.

