

Untersuchungsbericht

EX005-0/05
Juli 2010

Identifikation

Art des Ereignisses:	Schwere Störung
Datum:	18. Juli 2005
Ort:	Nürnberg
Luftfahrzeug:	Verkehrsflugzeug
Hersteller / Muster:	Embraer / EMB 145
Personenschaden:	keiner
Sachschaden:	Luftfahrzeug leicht beschädigt
Drittschaden:	keiner
Informationsquelle:	Untersuchung durch BFU

Sachverhalt

Ereignisse und Flugverlauf

Am 18. Juli 2005 um 17:30 Uhr¹ war die Embraer EMB 145 mit 16 Passagieren und drei Besatzungsmitgliedern in Zürich mit dem Ziel Nürnberg gestartet. Der Abflug hatte sich wegen starker Gewitter am Flughafen Zürich-Kloten um acht Minuten verzögert. Im Steigflug war das Flugzeug in Turbulenzen und Vereisung geraten.

Der Anflug auf Nürnberg erfolgte in Regenschauern und Turbulenzen. Die Besatzung war nach eigenen Angaben auf eine Landung mit nasser Bahn vorbereitet. Der Anflug wurde mit Klappenstellung 22° durchgeführt und die Anfluggeschwindigkeit (VAPP) mit Windzuschlag auf 148 kt heraufgesetzt.

Um 18:16 Uhr landete das Flugzeug auf der regenassen Landebahn 28 des Flughafens Nürnberg.

Die Bremswirkung war nach Angaben der Besatzung zu gering, um das Flugzeug vor dem Ende der Landebahn zum Stehen zu bringen. Die verantwortliche Flugzeugführerin, die das Flugzeug steuerte, kurvte mit hoher Geschwindigkeit in den um 90° nach links abbiegenden Abrollweg F ein. Dabei drehte sich das Flugzeug um ca. 200° um die Hochachse und kam rückwärts rollend mit beiden Hauptfahrwerken im Gras zum Stehen.



Position des Flugzeuges nach dem Ereignis

Foto: Feuerwehr

Flugsicherungsmitarbeiter auf dem Tower berichteten, dass das Flugzeug weiter bahneinwärts geschwebt sei als üblich (Anlage 1).

Personen kamen nicht zu Schaden; am Flugzeug wurden die Fahrwerksreifen beschädigt.

Die Passagiere konnten das Flugzeug über die bord-eigene Treppe verlassen und wurden mit Bussen zum Terminal gebracht.

¹ Alle angegebenen Zeiten, soweit nicht anders bezeichnet, entsprechen Ortszeit

Angaben zu Personen

Verantwortliche Flugzeugführerin

Die 39-jährige verantwortliche Flugzeugführerin besaß eine schweizerische Berufspiloten-Lizenz (ATPL (A)), ausgestellt am 4. März 1999, gültig bis 30. Juni 2010. Die Berechtigungen als verantwortliche Flugzeugführerin auf EMB 135/145 sowie für Instrumentenanflüge nach CAT III waren bis 4. August 2006 gültig. Sie war qualifiziert als Trainingsinstructor und Synthetic Flight Instructor.

Die Berufspiloten-Lizenz erlangte sie Ende 1995. Seit Januar 1996 war sie in dem Luftfahrtunternehmen beschäftigt. Ihre Gesamtflugerfahrung belief sich auf 5 545 Stunden, davon wurden ca. 2 500 auf Embraer absolviert.

Die Flugzeit innerhalb der letzten 24 Stunden bis zum Ereignis betrug ca. 0:45 Stunden bei einer Gesamtarbeitszeit von ca. zwei Stunden. In den zurückliegenden 90 Tagen wurden ca. 110 Stunden geflogen. Die Ruhezeit vor dem Ereignis betrug 63 Stunden.

Das fliegerärztliche Tauglichkeitszeugnis war am Tag des Ereignisses gültig.

Die Besatzung hatte am Ereignistag eine Arbeitszeit von ca. 7 Stunden.

Zweiter Flugzeugführer

Der 29-jährige zweite Flugzeugführer besaß eine in Frankreich ausgestellte JAR-Lizenz für Berufspiloten (ATPL (A)), ausgestellt am 26. September 2003, gültig bis 26. September 2008. Die Berechtigung als Co-Pilot auf Embraer 135/145 war bis 28. Februar 2006 gültig.

Seine Gesamtflugerfahrung belief sich auf 3 341 Stunden, davon ca. 2 905 Stunden auf Embraer 145.

Die Flugzeit innerhalb der letzten 24 Stunden bis zum Ereignis betrug ca. 0:45 Stunden bei einer Gesamtarbeitszeit von ca. zwei Stunden. In den zurückliegenden 90 Tagen wurden ca. 159 Stunden absolviert. Die Ruhezeit vor dem Ereignis betrug 39 Stunden.

Das fliegerärztliche Tauglichkeitszeugnis war bis zum 31. Dezember gültig. Es bestand die Auflage, eine Brille zu tragen.

Angaben zum Luftfahrzeug

Es handelte sich um eine im Jahr 2002 bei Embraer in Brasilien hergestellte EMB 145-LU mit der Seriennummer 145570. Das Flugzeug war mit zwei am Rumpfheck installierten Rolls-Royce-Triebwerken ohne Schubumkehr ausgestattet. Die Gesamtbetriebs-

zeit betrug ca. 7 800 Stunden. Das Flugzeug unterlag einem regelmäßigen Wartungszyklus; die letzte Wartungsmaßnahme (C-Check) wurde am 13.07.2005 durchgeführt.

Das Luftfahrzeug war seit dem 15. März 2002 beim Bundesamt für Zivilluftfahrt in der Schweiz zugelassen.

Die maximale Startmasse des Flugzeuges betrug 21 550 kg, aktuell lag sie bei 17 058 kg. Die maximale Landemasse war mit 19 300 kg angegeben, bei der Landung in Nürnberg betrug sie 16 000 kg. Laut Computer-Loadsheets lag der Schwerpunkt im zulässigen Bereich.

Im Flugzeug war ein automatisches Eiswarnsystem installiert. Sobald dieses System Vereisungsbedingungen registriert, werden diese auf dem Engine Indication and Crew Alerting System (EICAS) angezeigt und die Stall Protection System Speed (SPS/SPEED) über das Stall Protection System um ca. 5 bis 7 kt erhöht. Diese Erhöhung der SPS/SPEED ist softwarebedingt während des Fluges nicht wieder rückgängig zu machen.

Flugleistungsdaten

Die von der BFU durchgeführte Berechnung der Landstrecke basierte auf folgenden Bedingungen:

Die Flugplatzhöhe von Nürnberg beträgt 1 046 ft. Für die Berechnung wurde eine Flugplatzdruckhöhe von 1 000 ft zugrunde gelegt. Die Lufttemperatur betrug +18 °C und der Wind wehte aus 360° mit einer Stärke von 14 kt, was zu einer Gegenwindkomponente von ca. 2 kt führte. Die verfügbare Bahnlänge auf der Landebahn 28 in Nürnberg beträgt 2 700 m. Die aktuelle Landemasse für das Luftfahrzeug betrug 16 056 kg; für die Berechnungen wurde eine Landemasse von 16 000 kg angenommen.

Die Daten zur Bestimmung der Anfluggeschwindigkeit V_{Ref} waren ein Gesamtfluggewicht von 16 000 kg bei einer Klappenstellung für den Anflug von 9° und einer Klappenstellung für die Landung von 22° unter „After Ice Encounter“-Bedingungen. Dies ergab eine V_{Ref} von 126,5 kt IAS (AFM Seite 5-193).

Die Eingangsdaten für das „Begrenzende Flugplatzlängen-Diagramm“ mit einer Lufttemperatur von +18 °C und einer Flugplatzdruckhöhe von 1 000 ft, ergaben eine unfaktorierte Landstrecke von 1 010 m (AFM Seiten 5-204 bis 5-205). Das führte zu den folgenden faktorisierten Strecken für unterschiedliche Landebahnzustände (AFN Seite 5-206): normal trocken 1 700 m (faktorisiert mit 1,67 siehe JAR-OPS 1.515), normal feucht 2 100 m (faktorisiert mit 1,92

siehe JAR-OPS 1.515 und 1.520). Diese Distanzen wurden ohne Geschwindigkeitszuschlag ermittelt.

Im nächsten Schritt, der aufgrund des nicht eindeutig bekannten Landebahnzustandes erforderlich war, wurde der Betrieb auf kontaminierten Landbahnen (Aircraft Flight Manual (AFM) Supplement 11) untersucht. Folgende Eingangsgrößen wurden zugrunde gelegt: Gesamtfluggewicht 16 000 kg, Klappenstellung für die Landung 22°, Geschwindigkeitszuschläge 10 kt IAS, Lufttemperatur +18 °C, Gegenwindkomponente 2 kt, Flugplatzdruckhöhe 1 000 ft und Landbahngefälle 0°. Diese Daten führten für unterschiedliche Wassertiefen (Seiten S11-52 und S11-52A) zu den folgenden unfaktorierten Landstrecken:

2 010 m (3 mm Wassertiefe)

1 960 m (5 mm Wassertiefe)

1 790 m (10 m Wassertiefe)

Faktoriert mit 1,15, siehe JAR-OPS 1, resultierten daraus:

2 312 m (3 mm Wassertiefe),

2 250 m (5 mm Wassertiefe) und

Meteorologische Informationen

Der Besatzung standen vor dem Abflug in Zürich alle Wetterinformationen für den Zielflughafen Nürnberg sowie für alle umliegenden Flughäfen zur Verfügung.

Das aktuelle Wetter von Nürnberg von 20:06 Uhr lautete: Wind aus 300 Grad mit 16 kt, Sicht 5 km, Gewitter mit mäßigem Regen, vereinzelte Wolken in 500 ft, vereinzelt Kumulus in 2 000 ft und eine unterbrochene Wolkendecke in 8 000 ft. Die Temperatur betrug 18 °C, der Luftdruck lag bei 1 010 hPa.

Während des Anfluges auf die Landebahn 28 wurde eine neue Wetterinformation (ATIS „R“) veröffentlicht, die die Besatzung realisierte. In dieser wurde der Wind aus 290 Grad mit 28 kt und Böen bis 40 kt angegeben. Während des Anfluges herrschten starker Regen und Turbulenz. Vom Towerlotsen wurde kurz vor der Landung Wind aus 360 Grad mit 14 kt übermittelt.

Nach Angaben des Platzlotsen stand bis ca. 10 Minuten vor der Landung ein starkes Gewitter mit heftigem Regen über dem Platz, das nach Osten abzog. Die Piste war zum Zeitpunkt der Landung nass; nach Aussage des Platzlotsen stand jedoch kein Wasser darauf. Unmittelbar vor dem Ereignis landete ein Flugzeug und verließ die Piste über den Rollweg D. Von dieser Besatzung wurden keine Angaben über den Landebahnzustand gemacht.

Der Deutsche Wetterdienst hatte am 18. Juli 2005 um 13:16 UTC eine Warnmitteilung, gültig bis 22:00 UTC, mit folgendem Wortlaut herausgegeben: „Von Westen

her Gewitter mit Hagel 1-2 cm, Wind aus 260 Grad mit 25 kt, Böen bis 60 kt.“

Navigationshilfen

Für den Anflug auf die Landebahn 28 standen das Instrumentenlandesystem (ILS) mit Middlemarker (MM) und Outermarker (OM) zur Verfügung sowie das NDB Rotenbach (RTB) und das Entfernungsmessgerät (DME) Nürnberg (NGD).

Funkverkehr

Der Funkverkehr wurde aufgezeichnet und stand der BFU zur Auswertung zur Verfügung.

Angaben zum Flugplatz

Der Flughafen Nürnberg verfügt über eine 2 700 m lange und 45 m breite Start- und Landebahn. Die Ausrichtung der Bahn war 099°/279°. Für die Lande- richtung 28 sind die ersten 1 768 m asphaltiert, die Oberfläche der restlichen 932 m besteht aus Beton, die Bahn ist eben.

Die Koordinaten des Flughafenbezugspunktes lauten N 49° 29' 55,12" / E 011° 04' 41;18"; er liegt in einer Höhe von 1 017 ft über NN.

Etwa 30 Minuten nach der Landung wurde eine Messfahrt zur Feststellung der Bremskoeffizienten auf der Landebahn durchgeführt. Das Messprotokoll lag der BFU zur Auswertung vor. Die Bremswerte lagen in allen drei Abschnitten der Landebahn im Bereich „gut“.

Flugdatenaufzeichnung

Das Flugzeug war mit einem Honeywell Solid State Flight Data Recorder (SSFDR) mit 197 Parametern und einer Mindestaufzeichnungsdauer von 25 Stunden sowie einem Honeywell Solid State Cockpit Voice Recorder (SSCVR) mit einer Aufzeichnungsdauer von zwei Stunden ausgestattet. Beide Recorder waren funktionstüchtig und wurden bei der BFU ausgewertet.

Rekonstruktion des Flugverlaufes anhand des Flight Data Recorders (Anlage 2):

- Es wurde ein Instrumentenlandeanflug (ILS) mit eingeschaltetem Autopiloten in Übereinstimmung mit den gültigen Verfahren des Luftfahrtunternehmens auf die Landebahn 28 durchgeführt. Das Flugzeug war in 500 ft stabilisiert und für die Landung konfiguriert.
- Der Autopilot wurde in einer Höhe von 350 ft abgeschaltet. Das Flugzeug flog sehr unruhig auf dem 3°-ILS-Gleitweg, mit Abweichungen nach oben und unten.

- Die Überflughöhe der Schwelle betrug 54 ft bei einer Geschwindigkeit von 150 kt.
- Die Reduzierung der Triebwerksdrehzahl N1 begann in ca. 110 ft Höhe und hatte in 15 ft eine Leerlaufdrehzahl von etwa 27% erreicht.
- 14 Sekunden nach Überflug der Schwelle setzte das Fahrwerk des Flugzeuges auf. Die von der Schwelle bis zu diesem Punkt zurückgelegte Entfernung betrug 981 m.
- Beim ersten Bodenkontakt hatte das Flugzeug eine IAS (indicated airspeed) von 130 kt, zwei Sekunden danach setzte es mit 128 kt auf.
- Die Groundspoiler fuhren im Moment des Aufsetzens automatisch aus.
- Über einen Zeitraum von 22 Sekunden stieg der Bremsdruck an den Bremsen des linken und rechten Fahrwerks auf 400 bis 500 PSI, die Bremsverzögerung lag bei ca. $-0,14\text{ g}$ ($1,37\text{ m/s}^2$), danach verringerte sie sich auf $-0,07\text{ g}$ ($0,67\text{ m/s}^2$), der Bremsdruck schwankte zwischen null und 250 PSI.
- 35 Sekunden nach dem Aufsetzen stieg der Bremsdruck am linken Fahrwerk für einen kurzen Moment auf 3 000 PSI, während er am rechten über 7 Sekunden konstant auf 3 000 PSI stand. Die Bremsverzögerung blieb weiterhin bei $-0,07\text{ g}$.
- Das Flugzeug begann 32 Sekunden nach dem Aufsetzen bei einer Geschwindigkeit von 52 kt nach links zu drehen und vollführte eine 200° -Drehung von 280° auf 080° , gleichzeitig fuhren die Groundspoiler wieder ein.

Unfallstelle und Feststellungen am Luftfahrzeug

Das Flugzeug kam am Ende der Landebahn ca. 30 m südlich der Landebahnmittellinie mit dem Hauptfahrwerk auf Grasuntergrund zum Stehen. Die Flugzeugnase zeigte in entgegengesetzte Landerichtung nach Osten. Am Flugzeug waren die Fahrwerksreifen beschädigt. Auf der Piste wurden von den Hauptfahrwerksrädern helle Bremsstreifen festgestellt, die wie mit einem Dampfstrahler gereinigt aussahen. Außerdem wurde auf der Piste eine größere Menge Schaumgummiflocken gefunden.



Position des Flugzeuges nach Stillstand

Foto: BFU

Zusätzliche Informationen

Anmerkungen zu Anlage 2:

Der Aufsetzpunkt des Flugzeuges wurde berechnet aus der Zeitdifferenz zwischen dem Überfliegen des Mittelmarkers und dem Ground Signal des Fahrwerkes in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit über Grund.

Da der Parameter GROUNDSPPEED des FDR wegen sehr großer Fehler im Bereich kleiner Geschwindigkeiten nicht verwendet werden konnte, wurde die Geschwindigkeit über Grund aus den aufgezeichneten Beschleunigungen in den drei Achsen durch Integration ermittelt.

Der Ausgangspunkt war der Überflug des Mittelmarkers. Die Entfernung Middlemarker – Landebahnschwelle betrug 0,6 NM, entsprechend 1 111 m. Die Entfernung vom Mittelmarker zum Aufsetzpunkt betrug 2 092 m.

Beurteilung

Technische Aspekte

Die für dieses Flugzeugmuster vorgesehene automatische Erhöhung der SPS/SPEED um ca. 5 bis 7 kt bei eingetretener Vereisung im Fluge kann aus Softwaregründen erst am Boden wieder rückgängig gemacht werden, d.h. dieser Zuschlag bleibt bestehen, auch wenn im Anflug mit keiner weiteren Vereisung mehr zu rechnen ist. Dies trägt zur Verlängerung der Landestrecke bei.

Flugschreiberauswertung

Anhand der Auswertung des FDR ist zu erkennen, dass der Landeanflug aufgrund starker Turbulenzen sehr unruhig und instabil war. Der Geschwindigkeits-

verlauf war sehr sprunghaft, die Triebwerksleistung (N1) musste ständig korrigiert werden.

Es bereitete offensichtlich einige Mühe das Flugzeug auf dem 3°-Gleitweg zu halten, es gab Abweichungen nach oben und unten.

Der Zuschlag von 20 kt auf die V_{Ref} auf V_{APP} 148 kt aufgrund des böigen Seitenwindes führte zu einer längeren Ausschwebephase und dadurch zur zwangsläufigen Verlängerung der erforderlichen Landestrecke. Die Gegenwindkomponente betrug lediglich 2 kt und hatte auf die Verkürzung der Landestrecke keinen Einfluss.

Aufgrund der geringen Bremsverzögerung von -0,14 g (normal sind ca. -0,3 g) innerhalb der ersten 22 Sekunden nach der Landung muss von einer nassen Piste ausgegangen werden. Die Reibung war allerdings noch so hoch, dass die Fahrwerksräder in die nötige Drehbewegung versetzt wurden, damit die Groundspoiler ausfahren.

Ab 22 Sekunden nach der Landung halbierte sich die Bremsverzögerung auf -0,07 g, das war mit hoher Wahrscheinlichkeit der Moment, in dem Aquaplaning einsetzte.

Flughafen

Die Messung der Bremsbedingungen ca. 30 Minuten nach der Landung waren wenig aussagekräftig für die Bedingungen zum Zeitpunkt der Landung.

Im Messprotokoll sind im Abschnitt A, also im letzten Drittel der Landebahn, mehrere Einbrüche bei den Reibungswerten zu erkennen, die möglicherweise auf glatte Stellen im Belag zurückzuführen sind (Anlage 4).

Nach Einschätzung der BFU lag die Bremswirkung auf der Piste zum Zeitpunkt der Landung bei mittel bis schlecht. Eine Bremsverzögerung von -0,07 g ist vergleichbar mit einer vereisten Bahn.

Flugsicherung

Die Auswertung des Sprechverkehrs ergab, dass der Besatzung von Seiten des Flughafens außer Windangaben keine Informationen über den Landebahnzustand übermittelt wurden.

Der Flugplatzhalter ist verpflichtet, der Flugplatzkontrolle der Deutschen Flugsicherung (DFS) alle Informationen, die zur sicheren Flugdurchführung nötig sind, zur Verfügung zu stellen. In der Betriebsanweisung Flugverkehrskontrolle (BAFVK) Pkt. 314.23 steht unter Anmerkung: „Es ist Aufgabe des Flugplatzhal-

ters, der Flugplatzkontrolle die jeweils gültigen Informationen über den Flugplatzzustand zu liefern.“

Der Platzverkehrslotse hat gemäß BAFVK, Pkt. 221.23 u. a. folgende Aufgabe: „Übermittlung von Informationen, die für die sichere, geordnete und flüssige Durchführung von Flügen erforderlich sind, z. B.: - zu beachtende Informationen über den Flugplatzzustand.“ []

Zu beachtende Flugplatzinformationen werden unter Pkt. 314.2 näher erläutert.

„Zu beachtende Flugplatzinformationen sind für den sicheren Betrieb der Luftfahrzeuge notwendige Informationen über den Zustand der Bewegungsflächen und der dazugehörigen Anlagen. Sie sind immer dann zu erteilen, wenn der Lotse dies aus Sicherheitsgründen für angebracht hält oder der Luftfahrzeugführer dies beantragt [...]“. „Sie haben z.B. Folgendes zu beinhalten:

Pkt. 314.23: „Schnee, Schneematsch, Eis oder Wasser auf der Piste, einer Rollbahn oder einem Vorfeld.“

Pkt. 314.231: „Ist Wasser auf einer Piste, soll eine Beschreibung des Oberflächenzustandes der mittleren Hälfte der Piste, inklusive der möglichen Abschätzung der Wassertiefe, wenn möglich, mit folgenden Begriffen übermittelt werden:

- Feucht: die Oberfläche zeigt eine Farbveränderung durch Feuchtigkeit;
- Nass: die Oberfläche ist durchnässt, jedoch ohne stehendes Wasser;
- Wasserpfützen: auffällige Pfützen mit stehendem Wasser sind sichtbar;
- Überflutet: großflächige Mengen an stehendem Wasser sind sichtbar.“

Pkt. 314.232: „Pilotenberichte über die Bremswirkung sind an anfliegende Luftfahrzeuge zu übermitteln, die Aktualität der Meldung ist zu beachten.“

Eine Begutachtung der Bahn hätte in kürzeren Abständen, entsprechend der Wettersituation, erfolgen müssen.

Sowohl Spuren auf der Landebahn als auch der abgeschmolzene Gummi an allen vier Reifen des Hauptfahrwerkes wiesen auf eine seltene Form von Aquaplaning hin, den Rubber Reversion Hydroplaning.



Spuren von Aquaplaning an den Reifen



Abgeschmolzener Gummi

Fotos: BFU

Diese Art von Aquaplaning kann bereits auf feuchten Bahnen auftreten. Wenn die Räder blockieren, bildet sich durch die Reibungswärme und die Feuchtigkeit auf der Bahn zwischen dem Reifen und dem Untergrund ein Dampfkissen, welches das Flugzeug trägt. Dies kann auch unterhalb der sonst üblichen Aquaplaninggeschwindigkeit auftreten.

Operationelle Aspekte

Obwohl die Schubumkehr zur Landestreckenberechnung unberücksichtigt bleibt, ist sie bei auftretendem Aquaplaning die einzige Möglichkeit, wirkungsvoll die Geschwindigkeit zu reduzieren. Bei Flugzeugen ohne Schubumkehr steht nur der normale Luft- und Rollwiderstand zur Verfügung. Deshalb sollte besonderer Wert auf den aktuellen Landebahnzustand gelegt werden. Alle zur Verfügung stehenden Informationen über den Landebahnzustand sind anzufordern und in die Entscheidungsfindung einzubeziehen. Bei unklarer Situation sollte ein Warteverfahren oder eine Ausweichlandung in Kauf genommen werden.

Landestreckenberechnung

Da der Landebahnzustand zum Zeitpunkt der Landung nicht mit absoluter Sicherheit rekonstruiert werden konnte, wurden bei der Landestreckenberechnung alle möglichen Szenarien in die Berechnung einbezogen. Die für am wahrscheinlichsten gehaltenen Landebahnbedingungen ergaben für feuchte Bahn 2 100 m und für 3 mm stehendes Wasser 2 312 m. Die Berechnungen der Landestrecke setzen voraus, dass alle zugrunde gelegten Parameter von der Besatzung eingehalten wurden. Aufgrund der tatsächlichen Bremsstrecke geht die BFU von einer mit Wasser kontaminierten Landebahn aus, was eine Landestrecke von ca. 2 312 m erfordert hätte. Bei einer verfügbaren Landestrecke von 2 700 m bleiben nur ca. 400 m Reserve übrig.

Aufgrund des unruhigen Anfluges, der um 4 ft höheren Überflughöhe der Schwelle und der ca. 25 kt höheren V_{Ref} , ist es nahezu unmöglich, das auf der Berechnung basierende ideale Landeprofil zu erreichen und das Flugzeug am 1000-ft-Punkt (300 m bahneinwärts) aufzusetzen. Die Verlagerung des tatsächlichen Aufsetzpunktes 981 m bahneinwärts bedeutete, dass sich die vorhandene Bremsstrecke um rund 600 m verkürzte und damit nicht mehr ausreichte, das Flugzeug auf der Bahn abzubremesen.

Landetechnik bei kontaminierter oder nasser Bahn

Bei zu erwartenden eingeschränkten Bremsbedingungen, bspw. bei nassen oder kontaminierten Landebahnen, ist es wichtig, die dafür vorgesehene Landetechnik einzuhalten (siehe AOM 1.02.79, Seite 13).

Es ist sinnvoll, eine „positive Landung“ durchzuführen, d. h. mit einem leichten Landestoß aufzusetzen, um eine eventuell vorhandene Wasserschicht auf der Bahn zu durchdringen. Damit die Groundspoiler ausfahren, ist es wichtig, dass die Räder eine Drehgeschwindigkeit bekommen, die mindestens 25 kt Vorwärtsgeschwindigkeit entspricht. Eine weiche Landung unterstützt die Gefahr von Aquaplaning.

Schlussfolgerungen

Befunde

- Beide Piloten waren im Besitz der für die Durchführung des Fluges erforderlichen Erlaubnisse und Berechtigungen. Sie waren aufgrund ihrer Gesamtflugerfahrung und ihrer Erfahrung auf dem Muster als erfahren und qualifiziert anzusehen.

- Das Flugzeug war ordnungsgemäß zum Verkehr zugelassen und wurde in Übereinstimmung mit den geltenden Vorschriften und genehmigten Verfahren instand gehalten.
- Die Untersuchung ergab keine Hinweise auf technische Mängel.
- Entsprechend den Angaben im Load- und Trimsheet lagen sowohl die Landemasse als auch der Schwerpunkt im zulässigen Bereich.
- Das Flugzeug hatte keine Schubumkehranlage.
- Der Landeanflug erfolgte mit einem Geschwindigkeitszuschlag von 20 kt auf die V_{Ref} , was dazu führte, dass die Schwelle mit 150 kt überflogen wurde und zu einer längeren Ausschwebephase beitrug.
- Unter Einhaltung aller zur Berechnung zugrunde gelegten Voraussetzungen wäre die Länge der Landebahn 28 ausreichend gewesen. Das Flugzeug setzte jedoch erst bei 981 m auf, damit war die verfügbare Landestrecke theoretisch und praktisch unter den aktuellen Bedingungen nicht mehr ausreichend.
- Die zwangsläufige Erhöhung der SPS/SPEED für im Fluge eingetretene Vereisung, wird von der BFU bezüglich der Landestrecke als nachteilig empfunden, da dieser Zuschlag softwarebedingt erst am Boden wieder rückgängig gemacht werden kann.
- Das weite Einschweben verlängerte die erforderliche Landestrecke um ca. 600 m und trug dadurch maßgeblich zum Überrollen der Landebahn bei.
- Eine weiche Landung auf einer nassen bzw. mit Wasser kontaminierten Bahn begünstigte das Entstehen von Aquaplaning.
- Aufgrund der geringen Bremsverzögerung von nur -0,14 g kann von einer nassen Piste ausgegangen werden. Eine nochmalige Halbierung der Bremsverzögerung auf -0,07 g im letzten Drittel der Piste ist nur mit Aquaplaning zu erklären.
- Der aktuelle Landebahnzustand wurde in den über die ATIS-Frequenz ausgestrahlten METARs ungenügend dargestellt.
- Die Besatzung war über den tatsächlichen Landebahnzustand von Seiten des Flughafens ungenügend informiert worden. Sie hätte aber aufgrund der Wettersituation und der letzten erhaltenen Wettermeldung von eingeschränkten Bremsbedingungen auf nasser Bahn ausgehen können.
- Eine kontinuierliche Beobachtung und Einschätzung der Bahnverhältnisse unter Wetterbedingungen, bei denen sich der Bahnzustand und damit die Bremsbedingungen sehr schnell und innerhalb kurzer Zeitabstände ändern können, war nicht gewährleistet.

Ursachen

Ursache für das Überrollen der Landebahn war Aquaplaning aufgrund regennasser Bahn.

Dazu beigetragen haben folgende Faktoren:

- ungenügende Kenntnis der Besatzung über den tatsächlichen Landebahnzustand
- ein instabiler Landeanflug aufgrund böigen Windes
- der Zuschlag von 20 kt auf die V_{Ref}
- ein überhöhter Schwellenüberflug und das daraus resultierende späte Aufsetzen.

Untersuchungsführer Müller

Mitwirkung Ritschel

Anlagen

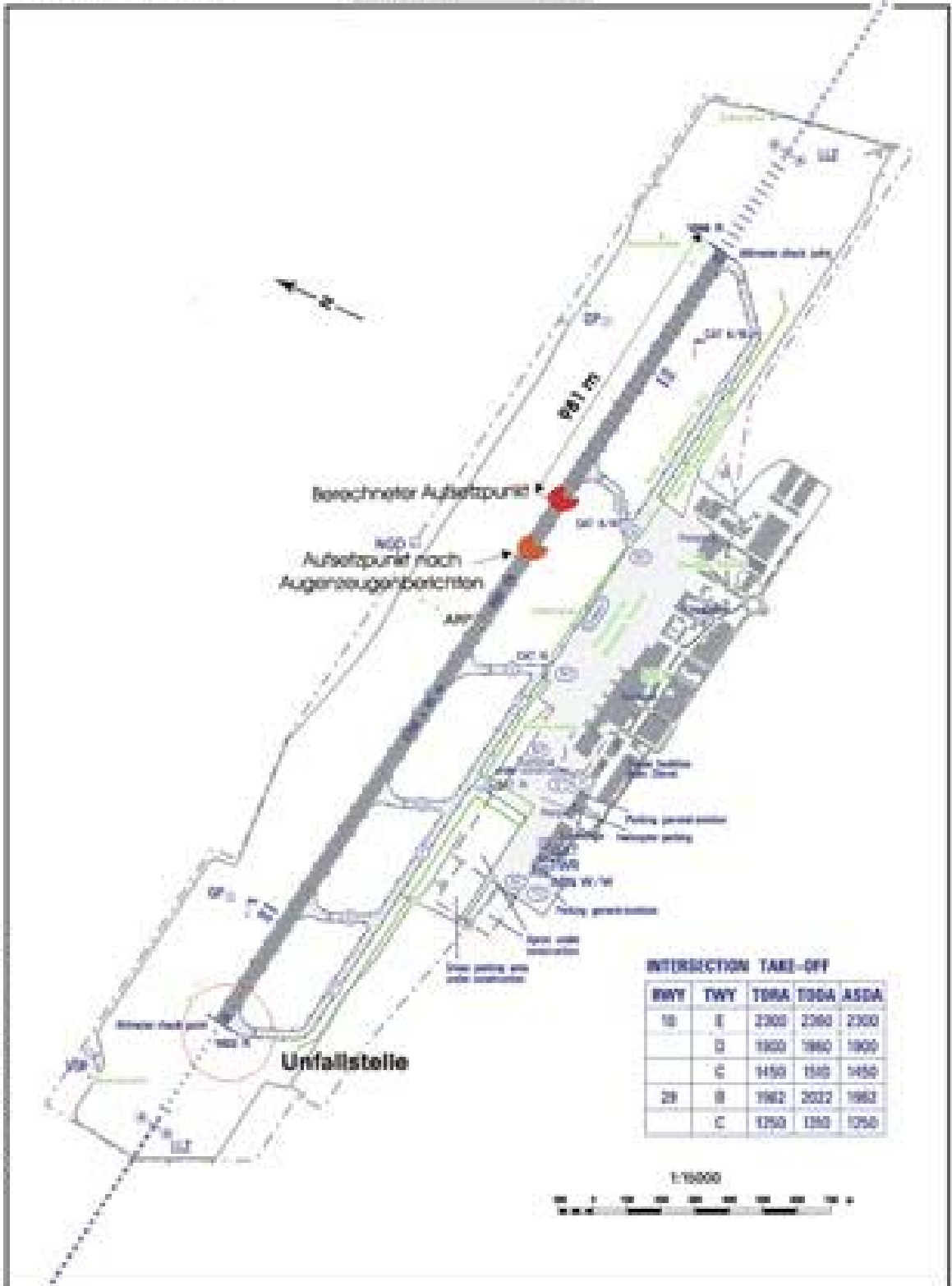
1. Flugplatzkarte
2. Flugschreiberauswertung
3. Bremsmessprotokoll

FLUGPLATZKARTE - ICAO
AERODROME CHART - ICAO

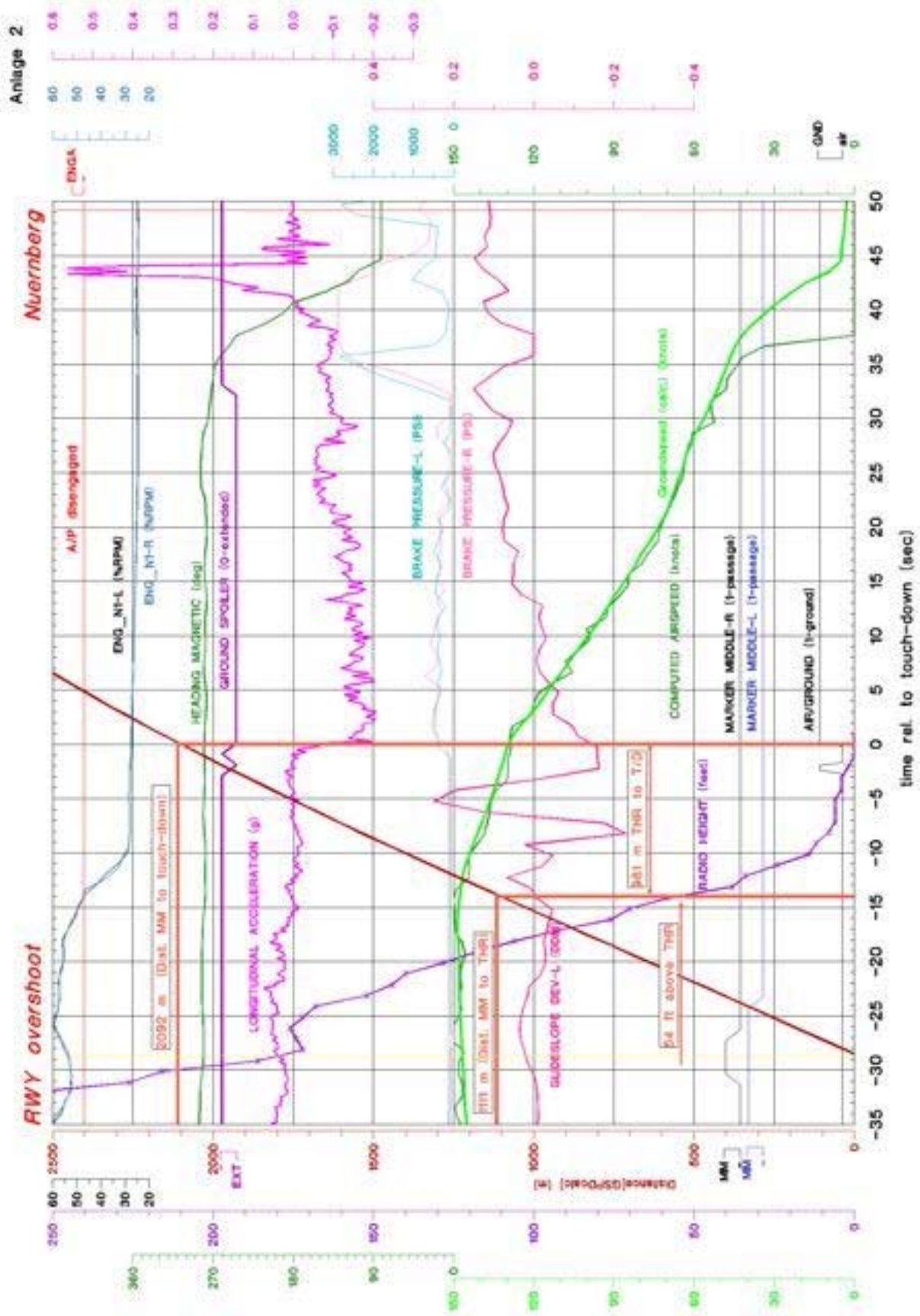
ARP 1017.8
N 49° 20' 55.52"
E 011° 34' 48.87"

MERIDIANAL
ELEVATION
1046.8

NORNBERG

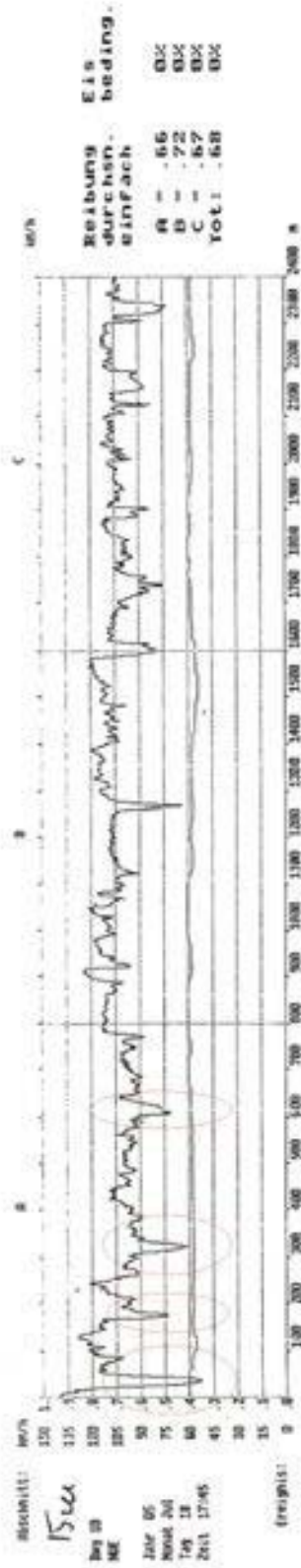


© DFB Deutsche Flugsicherung GmbH



Messdiagramm

Landerichtung



Bremswerteinbrüche im Sektor "A"