



Schlussbericht der Eidgenössischen Flugunfall-Untersuchungskommission

über den Unfall

des Flugzeuges Boeing B-747-200, PK-GSD

der Garuda Indonesia Airlines

vom 11. Dezember 1993

auf dem Flughafen Zürich, Piste 14

Résumé PK-GSD

Venant d'Abu Dhabi, d'où il a décollé avec un important retard pour des raisons techniques, l'avion B-747-200 (Garuda; PK-GSD) va atterrir à Zurich pour y faire escale. Le personnel de cockpit est composé d'un commandant (PIC) fonctionnant comme assistant (siège de droite), d'un commandant en formation effectuant son examen sur ce genre d'appareil et exerçant le rôle de pilote aux commandes (PF; siège de gauche) ainsi que d'un commandant-surveillant sur le siège pliable et d'un mécanicien navigant. Pendant la descente au FL 100, l'équipage écoute l'ATIS annonçant en particulier une visibilité de 1200 m ainsi que des précipitations sous forme de pluie mélangée de neige. Au cours de l'attente au FL 90 au-dessus de Schaffhouse, une information annonce un vent de 21 noeuds (300°), une portée visuelle de piste (RVR) de 900 m et une forte giboulée de neige; la RVR suscite une discussion entre les pilotes, puis le commandant (PIC) décide d'effectuer l'approche. A ce moment, l'appareil se trouve 400 m au-dessous du niveau prescrit (FL 90). Après avoir reçu un avertissement de la tour, l'équipage effectue immédiatement la correction et présente ses excuses en faisant valoir des difficultés avec le pilote automatique. Pendant le guidage radar vers l'ILS de la piste 14, il apprend que celle-ci est recouverte de 3 mm d'un mélange de grésil et de neige fondue, et que le coefficient de freinage ne peut être déterminé de manière certaine (braking action unreliable). Le pilote aux commandes décide alors de procéder à un freinage Auto Brake MED, ce que le commandant approuve par ""o.k.".

L'approche a lieu manuellement, sans l'aide du pilote automatique et de l'automanette, mais avec l'assistance du directeur de vol. Plusieurs fois, le commandant attire l'attention du pilote sur des écarts par rapport à la trajectoire de descente et à l'alignement de piste. L'autorisation d'atterrir est accompagnée des précisions suivantes "wind 290 diagonal 16, RVR touchdown one thousand meters". Le commandant ordonne par trois fois de descendre, puis le signal GPWS "sink rate" se fait entendre trois fois. L'avion ne se pose qu'à l'intersection avec la route du satellite. Après deux secondes, la procédure d'inversion est enclenchée sur les quatre réacteurs, la poussée inverse étant totale sur les numéros 2 et 3. Après treize secondes, le PIC s'interpose avec un freinage manuel complet et, après 22 secondes, avec la pleine inversion sur les quatre moteurs. L'appareil s'arrête 100 m au-delà de la piste, sur un terrain mou. Personne n'est blessé; l'avion est légèrement endommagé et l'éclairage de piste a subi quelques dégâts.

Causes

L'incident est dû à

- une fausse estimation des conditions météorologiques et de l'état de la piste par l'équipage;
- une perte de conscience de la situation par les pilotes en raison du stress;
- une approche non stabilisée, conjuguée avec un dépassement de la composante maximale de vent arrière;
- une trop grande passivité du PIC dans son rôle de copilote (omission de différer l'atterrissage);
- et au fait de ne pas avoir utilisé de manière optimale les possibilités de décélération.

Schlussbericht

Die Voruntersuchung wurde von Hanspeter Graf geleitet und mit Zustellung des Voruntersuchungsberichtes vom 6. Juni 1994 an den Kommissionspräsidenten am 21. Juli 1994 abgeschlossen.

DIE RECHTLICHE WÜRDIGUNG DES VORFALLGESCHEHENS IST NICHT GEGENSTAND DER UNTERSUCHUNG UND DER UNTERSUCHUNGSBERICHTE
(ART. 2 ABS. 2 DER VERORDNUNG ÜBER DIE FLUGUNFALLUNTERSUCHUNGEN VOM 20. AUGUST 1980)

LUFTFAHRZEUG Boeing B-747-200 PK-GSD

HALTER Garuda Indonesia, Jakarta, Indonesia

EIGENTÜMER Garuda Indonesia, Jakarta, Indonesia

PILOT (PIC) Indonesischer Staatsangehöriger, Jahrgang 1954

AUSWEIS für Linienpilot

FLUGSTUNDEN	insgesamt	12045	während der letzten 90 Tage	142
	mit dem Unfallmuster	1291	während der letzten 90 Tage	142

ORT Flughafen Zürich, Piste 14

KOORDINATEN --- **HOEHE** ---

DATUM UND ZEIT 11. Dezember 1993, 1255 UTC

BETRIEBSART Linienflug

FLUGPHASE Landung

UNFALLART Ueberrollen des Pistenendes

PERSONENSCHADEN

	Besatzung	Passagiere	Drittpersonen
Tödlich verletzt	---	---	---
Erheblich verletzt	---	---	---
Leicht oder nicht verletzt	21	253	

SCHADEN AM LUFTFAHRZEUG Räder, "Fan Blades"

SACHSCHADEN DRITTER Pistenendbefeuerung, Landschaften

COPILOT
(auf dem linken Sitz,
in Ausbildung)

Indonesischer Staatsangehöriger, Jahrgang 1953

FLUGSTUNDEN	Insgesamt	9446	während der letzten 90 Tage	149
	B747	149	während der letzten 90 Tage	149

AUSWEIS für Linienpilot

FLIGHT ENGINEER

Indonesischer Staatsangehöriger, Jahrgang 1949

FLUGSTUNDEN	Insgesamt	10449	während der letzten 90 Tage	193
	B747	7768	während der letzten 90 Tage	193

AUSWEIS für Flugingenieur

SUPERVISOR
(auf dem vierten
Cockpitsitz)

Indonesischer Staatsangehöriger, Jahrgang 1934

AUSWEIS für Linienpilot

FLUGVERLAUF

Die Besatzung des Fluges Garuda-Indonesia (GIA) 928 meldete sich am 11. Dezember 1993 eine Stunde vor der geplanten Abflugszeit 0105* auf dem Flughafen Abu Dhabi zum Dienst. Sie hatte vor Dienstantritt eine Ruhezeit von mehr als 24 Stunden. Der geplante Zielflughafen der GIA 928 war Paris Charles de Gaulle mit einer Zwischenlandung in Zürich.

Infolge eines Defekts an der Hydraulikpumpe Nr. 4 startete die Boeing B-747-200, PK-GSD, mit der Flugnummer GIA 928 erst um 0609 Uhr in Abu Dhabi nach Zürich. An Bord befanden sich 253 Passagiere, 17 Flight Attendants, im Cockpit der PIC (Pilot in command) als assistierender Pilot (PNF) auf dem rechten Sitz, ein auszubildender Kommandant als Copilot auf dem linken Sitz als fliegender Pilot (PF) und ein überwachender Kommandant auf dem "Jumpseat", sowie ein Flight Engineer. Für den auszubildenden Kommandanten war dieser Flug die Prüfung zum PIC B-747. Bis zum Anflug in Zürich verlief der Flug normal. Der weitere Verlauf basiert auf der Auswertung des Flugdatenschreibers (DFDR) und des Cockpitgesprächsaufzeichners (CVR), sowie der Radaraufzeichnung (Beilage 1). Während des Sinkfluges auf Flugfläche (FL) 100, um 1240 Uhr, hörte die Besatzung die automatische Wettermeldung (ATIS) von Zürich mit folgendem Inhalt: "Information "W", 1220, landing runway 14, take off runway 28, wind 220/12 final runway 14 and 16 250/11, visibility 20km, to NW 3km showers in vicinity, scattered 1000 ft, scattered 3000 ft towering cumulus, broken 5000 ft, temp. 4, dewp. 1, QNH 1013, windshears on final 14. Tempo visibility 1200 m, heavy showers of rain and snow." Um 1242 Uhr erhielt die GIA 928 die Freigabe auf FL 90 abzusinken und, wegen des Wetters, nach Schaffhausen (Warteraum) zu fliegen. Auf der Frequenz des Anflugverkehrsleiters (ARR) erhielt die GIA 928 um 1243 Uhr folgende Information: "*....expect runway 14 and for information the wind is presently 300 twenty-one knots, the RVR is 900 meters, we have a heavy snow shower going through. You continue or join the holding for improvement?*" Bei der anschliessenden Diskussion um die RVR zwischen den Piloten entschied der PIC, den Anflug fortzuführen. In diesem Moment wurde die angewiesene Flughöhe von FL 90 um ca. 400 ft unterschritten. Nach der prompten Warnung des Fluverkehrsleiters stieg die B-747 wieder auf FL 90 mit der Entschuldigung des PIC, sie hätten Schwierigkeiten mit dem Autopiloten. Während der Radarführung auf die ILS 14, wurde der GIA 928 um 1250 Uhr eine Pistenzustandsmeldung durchgegeben: "*GIA 928, runway report from runway 14, whole runway covered with snowgrains and slush up to 3 millimeters, braking action unreliable.*" Der PF entschied darauf hin, Auto Brake MED zu benutzen, was vom PIC mit "*o.k.*" bestätigt wurde. Der Anflug wurde vom PF manuell, ohne Autopilot und ohne Autothrottle, jedoch mit Flight Director gesteuert. Der PIC machte den PF wiederholt auf Abweichungen von Gleitweg und LOC aufmerksam. Um 1253 Uhr, auf der Frequenz des Kontrollturms, bekam die GIA 928 folgende Angaben: "*...the wind is 290 diagonal 18 and there is a runway report, covered with snowgrains and slush up to 3 millimeters and braking action is unreliable.*" Der PIC quittierte mit "*roger*". Die Landeerlaubnis wurde bei ca. 2 NM vor der Pistenschwelle um 12:54:50 mit den Worten erteilt: "*GIA 928 is cleared to land runway 14, wind 290 diagonal 16, RVR touchdown one thousand meters.*" Der PIC sagte zum PF: "*senken! senken! senken!*", worauf das GPWS-Signal "*sink rate, sink rate, sink rate*" hörbar war.

*) Alle Zeiten sind UTC

Zeugen, welche die Landung der PK-GSD beobachteten sagten aus, dass die B-747 lange ausschwebte und erst an der Stelle wo die Satellitenstrasse die Piste kreuzt, aufsetzte.

Nach ca. 2 Sekunden wurde auf allen 4 Triebwerken Reverse gesetzt und Nr. 2 + 3 auf vollen Umkehrschub gebracht. Der PIC griff nach ca. 13 Sekunden mit voller manueller Bremsung und nach ca. 22 Sekunden mit vollem Reverse auf allen 4 Triebwerken ein.

Das Flugzeug kam ca. 100 m nach dem Pistenende in weichem Boden zum Stillstand.

Es wurde niemand verletzt. Das Flugzeug wurde leicht beschädigt. Es entstand leichter Drittschaden an der Pistenbefeuerung.

Der PIC gab an, dass kein technischer Fehler an Flugzeug oder Bodenanlagen zum Vorfall geführt haben.

BEFUNDE

- Alle Besatzungsmitglieder besaßen gültige Ausweise.
- Das Flugzeug war zum Verkehr zugelassen, es bestanden keine offenen technischen Defektmeldungen, welche zum Zwischenfall hätten beitragen können.
- Die berechnete Landemasse betrug 230311 kg bei einer strukturell höchstzulässigen Landemasse von 285762 kg. Der Schwerpunkt lag innerhalb der Limiten.
- Gemäss Airplane Flight Manual betrug die Landing Field Length für die Piste 14 mit 15 kt Rückenwind, nass, 8300 ft. Die Piste 14 hat eine Länge von 10826 ft oder 3300 m.
- Die Windmessungen im Bereich des Aufsetzpunktes (Beilage 2) in der Zeit von 1254 Uhr und 1256 Uhr ergeben eine maximale Rückenwindkomponente (inkl. Böenspitzen) von 20 kt. Die niedrigste Rückenwindkomponente beträgt 14 kt. Horizontale Windscherungen von bis zu 10 kt wurden vom System erfasst.
- Gemäss Angaben im Aircraft Operating Manual der Garuda beträgt die maximale Rückenwindkomponente der B-747 10 kt bei "braking action" good, 5 kt bei medium und 0 kt bei poor.
- Gemäss Pistenzustandsbericht und Zeugenaussagen war die Piste zum Unfallzeitpunkt mit 3 mm Schneematsch und Graupeln bedeckt.
- Aufgrund von Zeugenaussagen konnte ermittelt werden, dass das Flugzeug ca. 1300 m nach der Pistenschwelle 14, mit einer verbleibenden Pistenlänge von ca. 1850 m aufsetzte.
- Die Auswertung des Flugdatenschreibers (Beilage 3) zeigt, dass die Aufsetzgeschwindigkeit 150 kt betrug. Die Soll-Aufsetzgeschwindigkeit für die aktuellen Verhältnisse betrug 131 kt.

- Wetter gemäss Bericht der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt Zürich:

Allgemeine Wetterlage:

Aktives Rückseitenwetter im Bereich der Achse eines Höhentrogs.

Wetter Flughafen Zürich zur Zeit des Zwischenfalls:

Wetter/Wolken: 8/8 cb, Basis 300 ft/G; starker Graupelschauer mit Gewitter

Sicht: met. Sicht 800 m; RVR 14A: 1000 m

Wind: rwy 14/16:

1248: 300/16, Böen bis 21 kt

1250: 290/13, Böen bis 19 kt

1252: 300/16, Böen bis 23 kt

1254: 290/16, Böen bis 23 kt

1256: 290/18, Böen bis 23 kt

1258: 300/13, Böen bis 18 kt

Temperatur/
Taupunkt: 01°/-00°C

Luftdruck: 1013 hPa QNH

Gefahren: Schlechte Sicht im Niederschlag, horizontaler Windshear und Turbulenz

BEURTEILUNG

System Flughafen und Flugverkehrsleitung

Die ATIS-Meldung von 1220 Uhr gab Winde aus 220/12 bis respektive 250/11 und eine Sicht von 20 km an. Landungen auf Piste 14 waren problemlos. Als sich die Schauer dem Flughafen näherten, wurden die Besatzungen jeweils direkt von den Flugverkehrsleitern über die aktuellen Verhältnisse in Kenntnis gesetzt. Mit den Worten "*you continue or join the holding for improvement?*" wurden die Besatzungen nochmals indirekt auf die sich verschlechternden Verhältnisse durch Rückenwind, Sicht und Windshears aufmerksam gemacht. In Bezug auf die Rückenwindkomponente war Piste 14 jedoch die schlechteste Wahl. Obwohl die Landepiste 16 betriebliche Einschränkungen mit sich bringt, wäre diese mit einer kleineren Rückenwindkomponente (10-15 kt) und mit 3700 m Länge für die herrschenden Verhältnisse eine bessere Alternative gewesen. Bei starkem Westwind, schlechten Sichtverhältnissen und tiefer Wolkenbasis sind VOR-Anflüge oder Circling auf Piste 28 wegen der erforderlichen Minima (4800 m Sicht, Entscheidungs Höhe 2330 ft) oft nicht durchführbar. Ein Instrumentenlandesystem mit Gleitwegführung auf die Piste 28 könnte, falls tiefere Minima erzielt werden, einen sicheren Betrieb bei extremen Wetterbedingungen ermöglichen.

Operationelle Aspekte

Während des Anfluges wurde die Besatzung durch die Flugverkehrsleiter wiederholt auf die meteorologischen Bedingungen sowie über den Pistenzustand aufmerksam gemacht. Aus dem CVR kann entnommen werden, dass nur die RVR von 900 m ein Thema war, welches kurz von den Piloten angeschnitten wurde. Auf die Meldung "braking action unreliable" entschied der PF "Auto Brake MED" anzuwenden. Auf besondere Umstände, welche bei der Landung auftreten würden, wie die Rückenwindkomponente von mehr als 10 kt oder die Gefahr von Aquaplaning wurde während des Anfluges nicht eingegangen. Nach dem Zwischenfall sagte der PF aus, dass er den Begriff "Braking Action unreliable" auf diesem Flug zum ersten Mal übermitteln bekommen hätte. Er habe diese Meldung so interpretiert, dass die "Braking Action" good, medium oder very poor sein könne, der Flughafen jedoch auf einen Pilot's Report warte. Wäre ein Pilot's Report "poor" vorgelegen, dann hätten sie sich zu einem Durchstart entschlossen.

Das Fehlen eines Briefings für eine Landung bei unbekannter Braking Action und bei welcher bewusst Rückenwindlimiten überschritten wurden, zeigt, dass das Problem von den Piloten entweder nicht erkannt, verdrängt oder hinausgeschoben wurde.

Das Nichterkennen der sich durch die stark wechselnden meteorologischen Verhältnisse anbahnenden Probleme kann die Folge von unzureichenden Entscheidungsgrundlagen und mangelndem Training in der Winteroperation sein.

Der manuell gesteuerte Endanflug wurde durch den Einfluss von Turbulenzen und Windscherungen instabil, was den PIC veranlasste, dem PF Korrekturanweisungen zu erteilen. Als die "sink rate" Warnung ertönte, leitete der PF bei überhöhter Anfluggeschwindigkeit ein zu bruskes Abflachen ein, welches zu der überlangen Ausschwebephase führte. Das Flugzeug setzte schliesslich nach der "Touch Down Zone" Beleuchtung, welche sich auf eine Länge von 1200 m erstreckt, ca. 1300 m nach der Pistenschwelle auf.

Das Ertönen der "sink rate" Warnung hätte den Piloten als Entscheidungshilfe zum Durchstart nach einem unstabilierten Anflug dienen können. Nach dem Setzen von Reverse waren keine Durchstartmöglichkeiten mehr gegeben.

Um die Ausrolldistanz bei den gegebenen Bedingungen zu berechnen, wurden die Daten von Pistenbeschaffenheit und -zustand, Wind, Temperatur, QNH, Landemasse und DFDR von Boeing ausgewertet. Die Aufsetzgeschwindigkeit von 150 kt, das Ausfahren von allen 4 Reversern nach 2 Sekunden mit nur den inneren Triebwerken auf Maximum Reverse, die beiden äusseren Triebwerke auf Maximum Reverse nach 22 Sekunden nach dem Aufsetzen, Autobrake MED und manuelles Bremsen nach 13 Sekunden, Autospoilers, ergibt eine Rollstrecke von 2130 m. Dieser Wert erklärt das Ueberrollen der verbleibenden 1850 m Piste. Hätte die Besatzung jedoch 2 Sekunden nach dem Aufsetzen alle verwendbaren Mittel zur Bremsung eingesetzt, maximaler Reverse an allen 4 Triebwerken, volle manuelle Bremsung und Autospoilers, wäre das Flugzeug nach 1720 m zum Stehen gekommen. Mit einer dem Wind und der Flugzeugmasse angepassten Aufsetzgeschwindigkeit von 131 kt hätte die Ausrolldistanz noch 1440 m betragen.

Aus den mittleren Verzögerungswerten kann abgeleitet werden, dass Aquaplaning auf der gerillten Piste kaum in Erscheinung trat.

Menschliche Faktoren

Für den PF auf dem linken Pilotensitz war diese Rotation der "Final Check" um die Qualifikation als PIC auf der B-747 zu erlangen. Von ihm wurde verlangt, dass er auf diesem Flug die Entscheidungen traf, obwohl der PIC auf dem rechten Pilotensitz in der Rolle des Copiloten die Verantwortung für den Flug trug. Der Prüfer auf dem "Jumpseat" hatte die Aufgabe, die Leistungen des PF zu bewerten. Die fünfstündige Verspätung vor dem Abflug in Abu-Dhabi, der Leistungsdruck des Prüfungsfluges, sowie der Erfolgsdruck so früh wie möglich in Zürich zu landen, ohne zusätzliche Verspätungen aus meteorologischen Gründen einzufangen, haben beim PF ein hohes Stressniveau aufgebaut. Die Situation für den PIC war in dem Sinne schwierig, als dass er dem PF die Entscheidungsautorität möglichst ganz überlassen musste, solange die Sicherheit des Fluges nicht direkt tangiert wurde. Ein zu frühes Eingreifen oder Uebernehmen hätte die Disqualifizierung des Prüflings bedeutet. Solche Ausbildungs- und Prüfungsflüge können in heiklen Situationen zu stressbedingtem Verlust der Wahrnehmung der Situation ("Situational Awareness") führen, weil jeder versucht, zuerst seiner Rolle gerecht zu werden.

Im konkreten Fall wurden die echten Probleme wie Rückenwindkomponente, Windshears und mögliches Aquaplaning verdrängt und alle Kapazitäten auf eine normale Landung konzentriert. Die zeitgerechte Entscheidung zu einer der möglichen Optionen lag beim PIC, blieb aus den genannten Gründen jedoch ungenutzt.

URSACHEN

Der Vorfall ist zurückzuführen auf:

- Fehleinschätzung der Wetterbedingungen und des Pistenzustandes durch die Besatzung;
- Stressbedingter Verlust der "Situational Awareness" bei den Piloten (Wahrnehmen der Umstände);
- Unstabilisierter Anflug in Verbindung mit dem Überschreiten der maximal zulässigen Rückenwindkomponente;
- Mangelnde Entscheidungskraft des PIC in der Rolle des Copiloten (Unterlassen eines Go-around);
- Nicht optimales Ausnützen der Möglichkeiten zur Verzögerung.

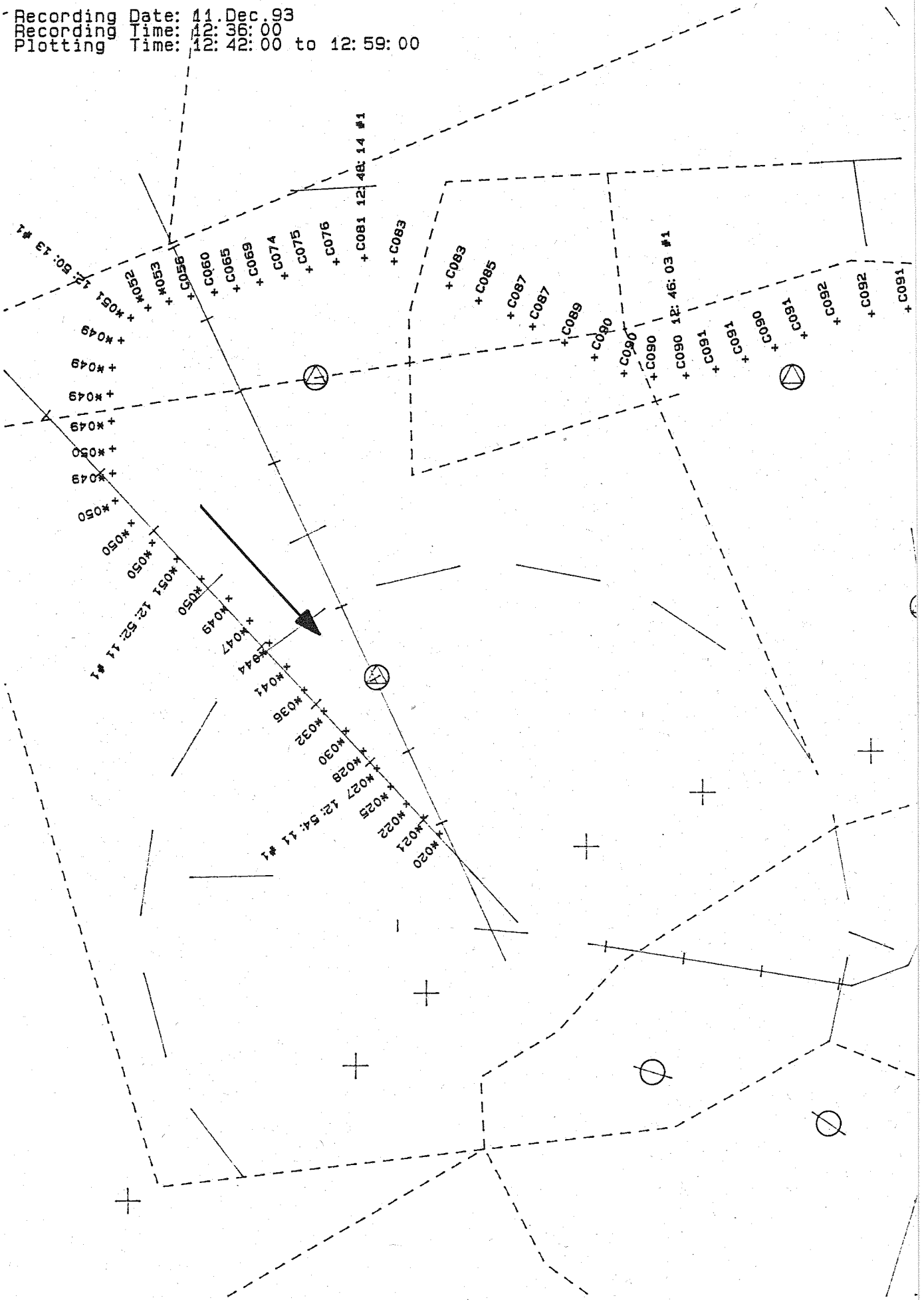
Die Kommission verabschiedete den Schlussbericht einstimmig.

Bern, 27. Oktober 1994

EIDG. FLUGUNFALL-
UNTERSUCHUNGSKOMMISSION
Der Präsident:

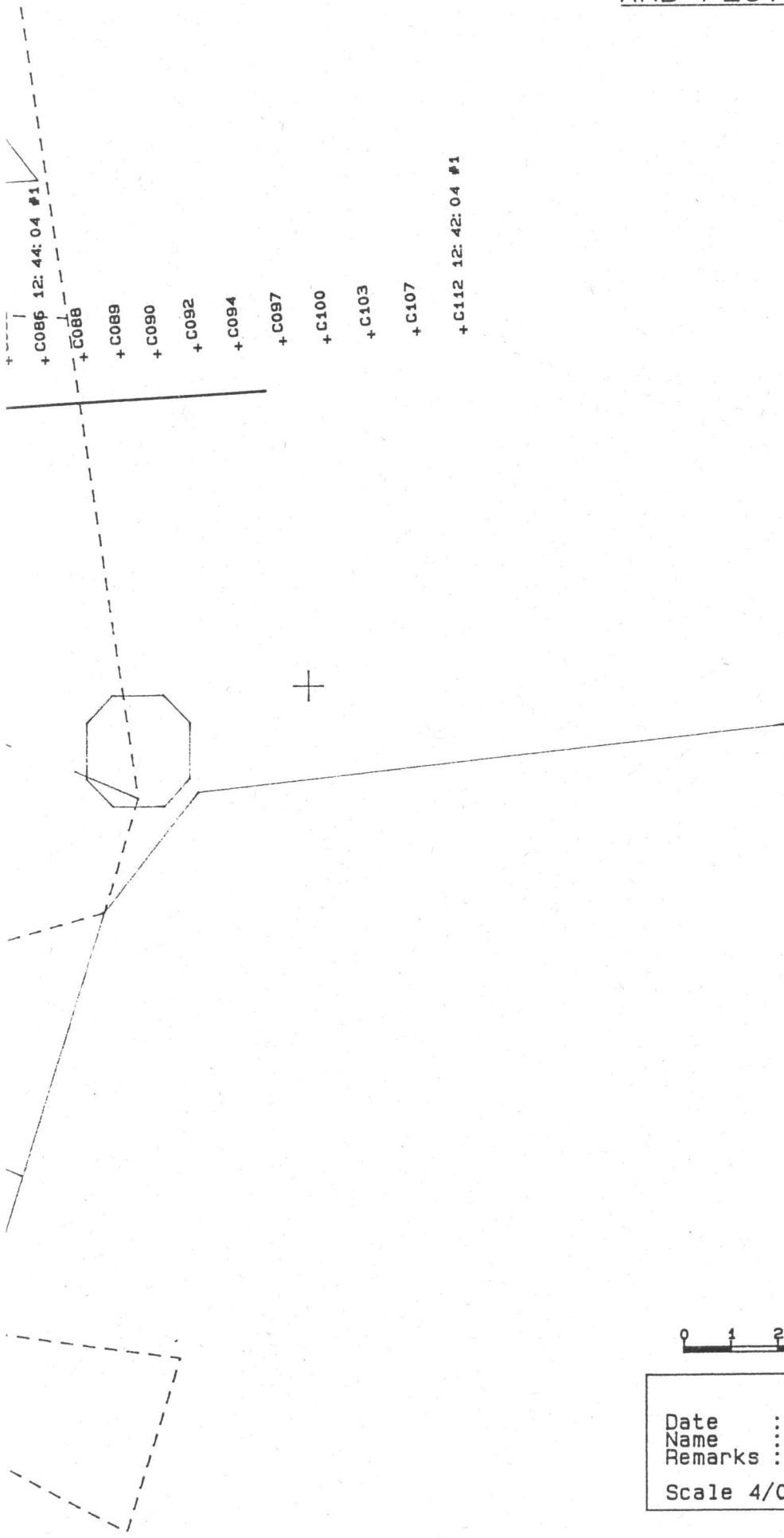
sig. H. Angst

Recording Date: 41 Dec. 93
Recording Time: 12: 36: 00
Plotting Time: 12: 42: 00 to 12: 59: 00



RADAR-DATA MONITORING ANALYSIS AND PLOTTING SYSTEM

Sample 1 =GIA928



Evaluation	
Date	: 22.Dec.93
Name	: Rauber Charles / ZOY
Remarks	: Accident GIA928 Flight of December 11, 1993
Scale	4/0 x= -144 y= 272

* A M E T I S *
ZURICH AIRPORT

PAGE : 3

WINDS

DATE:93-12-11

TIME:12:54:00

INTERVAL:2 MIN

THRESHOLD: 5 KT

ATTENTION:

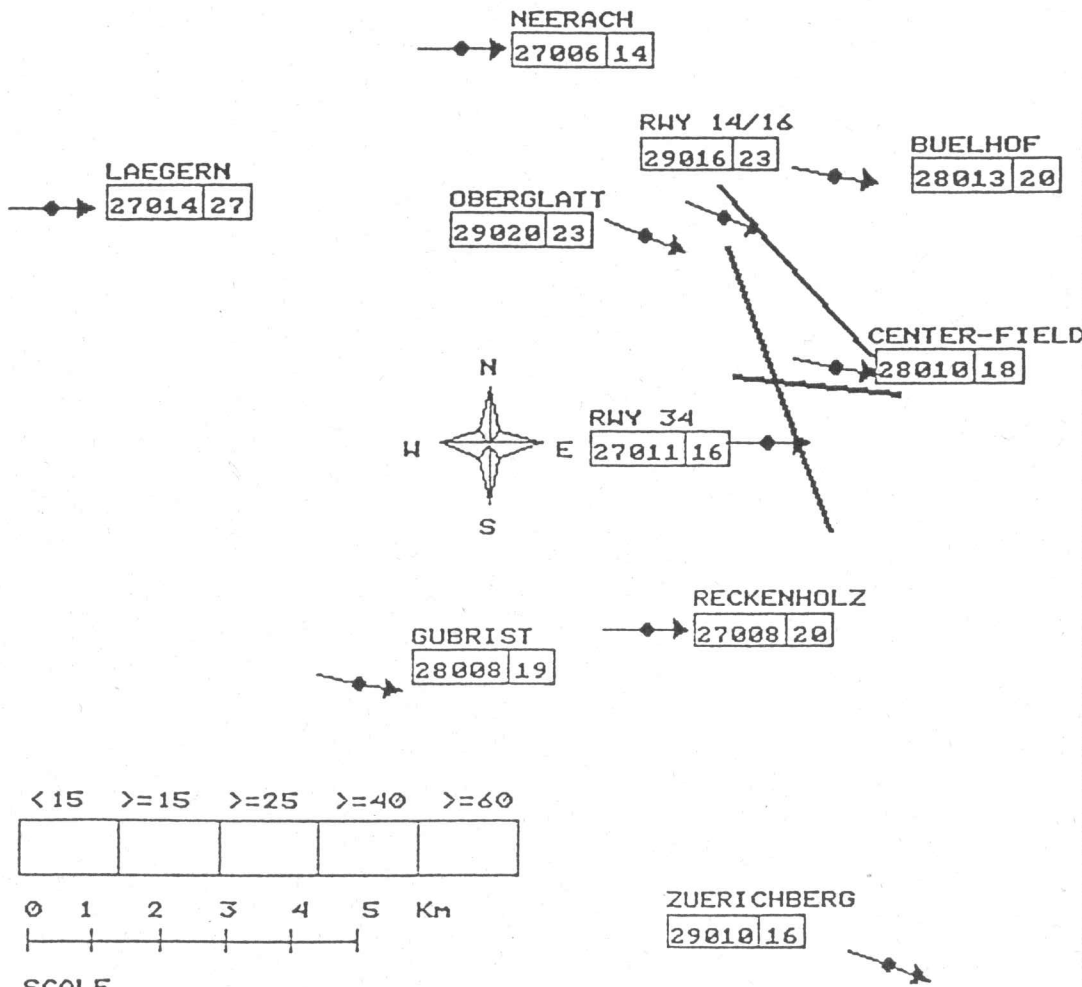
HORIZ. WINDSH.
OF 7 KTS

RWY14/16 29016

RWY 34 27011

PRINTSCREEN: ON

AUTO ALARM : ON



* A M E T I S *
ZURICH AIRPORT

PAGE : 3

WINDS

DATE:93-12-11

TIME:12:56:00

INTERVAL:2 MIN

THRESHOLD: 5 KT

ATTENTION:

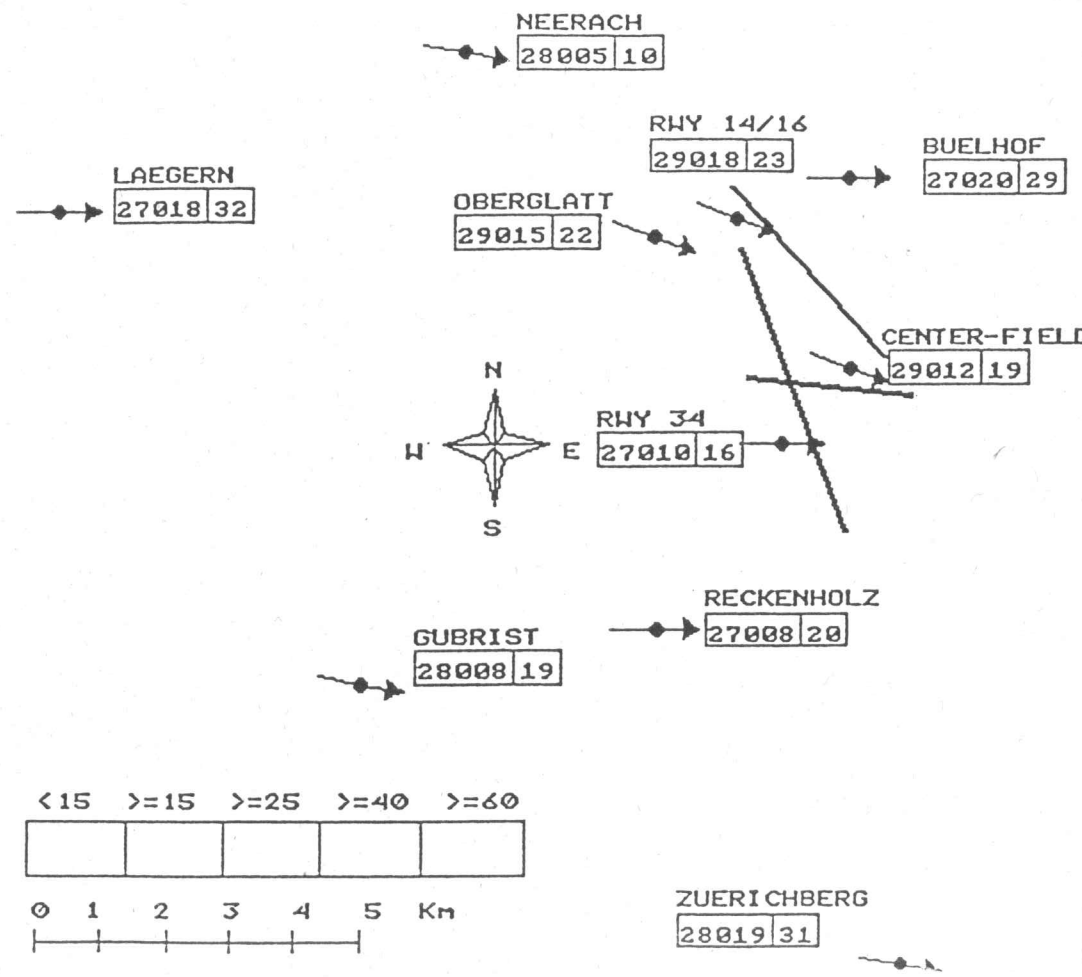
HORIZ. WINDSH.
OF 10 KTS

RWY14/16 29018

RWY 34 27010

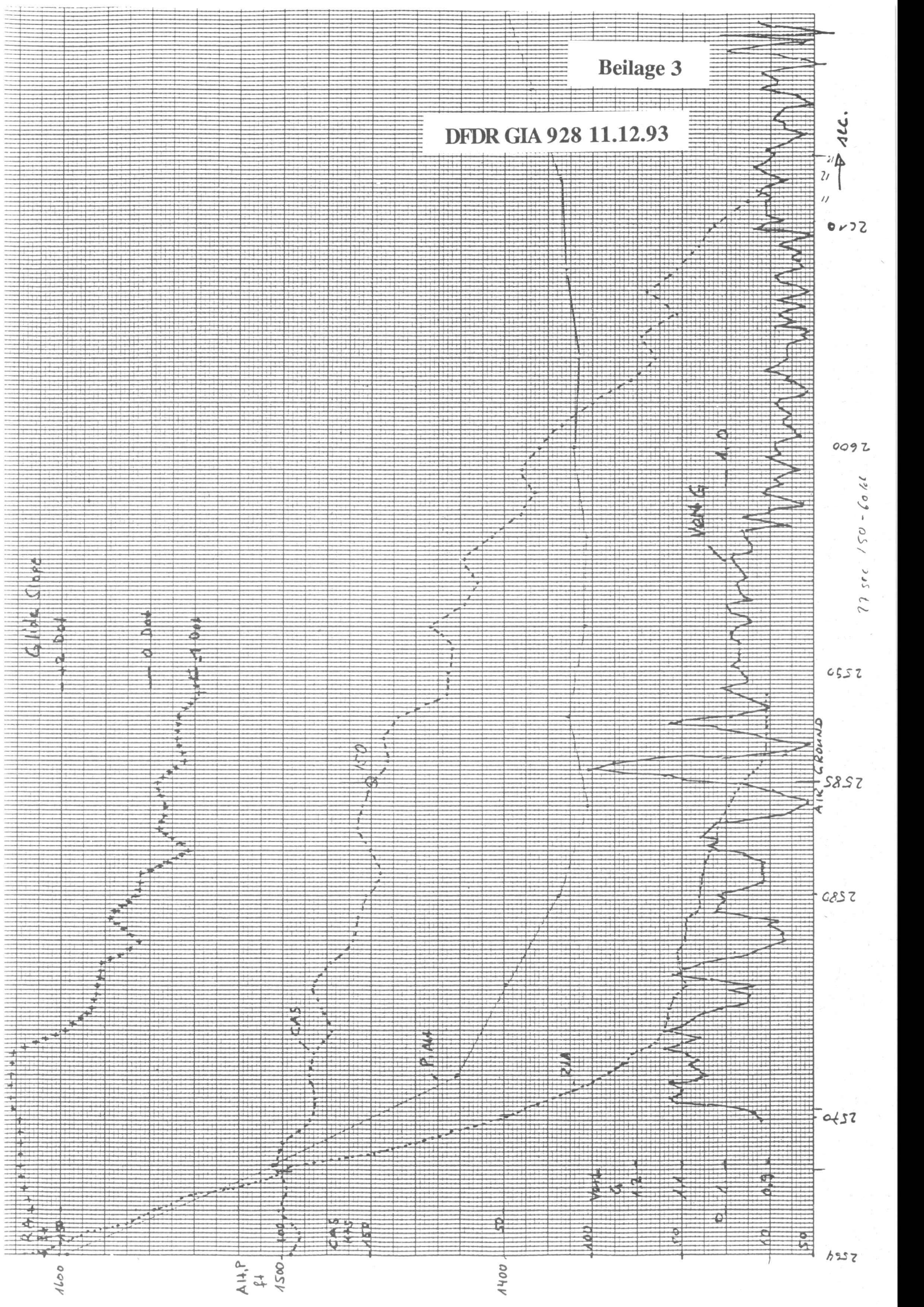
PRINTSCREEN: ON

AUTO ALARM : ON



Beilage 3

DFDR GIA 928 11.12.93



Glide Slope

1.2 Det

0 Det

1 Det

Altitude
ft

1600

1500

1400

1300

1200

1100

1000

2584

2570

2580

2585

2550

2600

2600

2600

CAS

CAS
1425
1500

PIA

PIA

VOR G
1.0

VOR G
1.0

VOR G
1.0

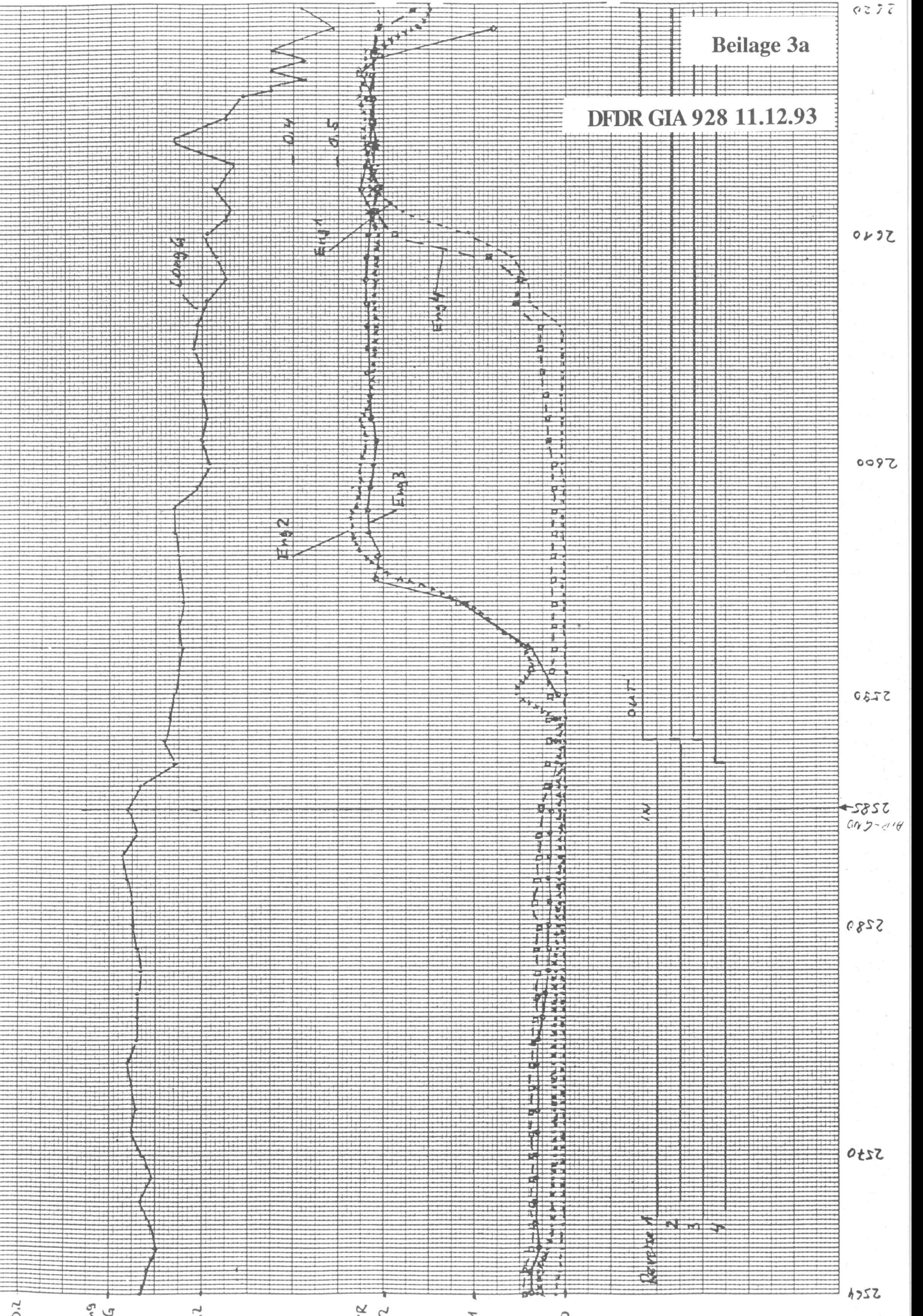
AIR GROUND

Acc.

77 sec 150-60.61

Beilage 3a

DFDR GIA 928 11.12.93



2620

2610

2600

2590

2585

2580

2570

2574

OUT

IN

REVERSE 1
2
3
4

Long

ENG 2

ENG 1

ENG 3

ENG 4

0.4

0.5

5

4

3

2

1

0

BIP-600

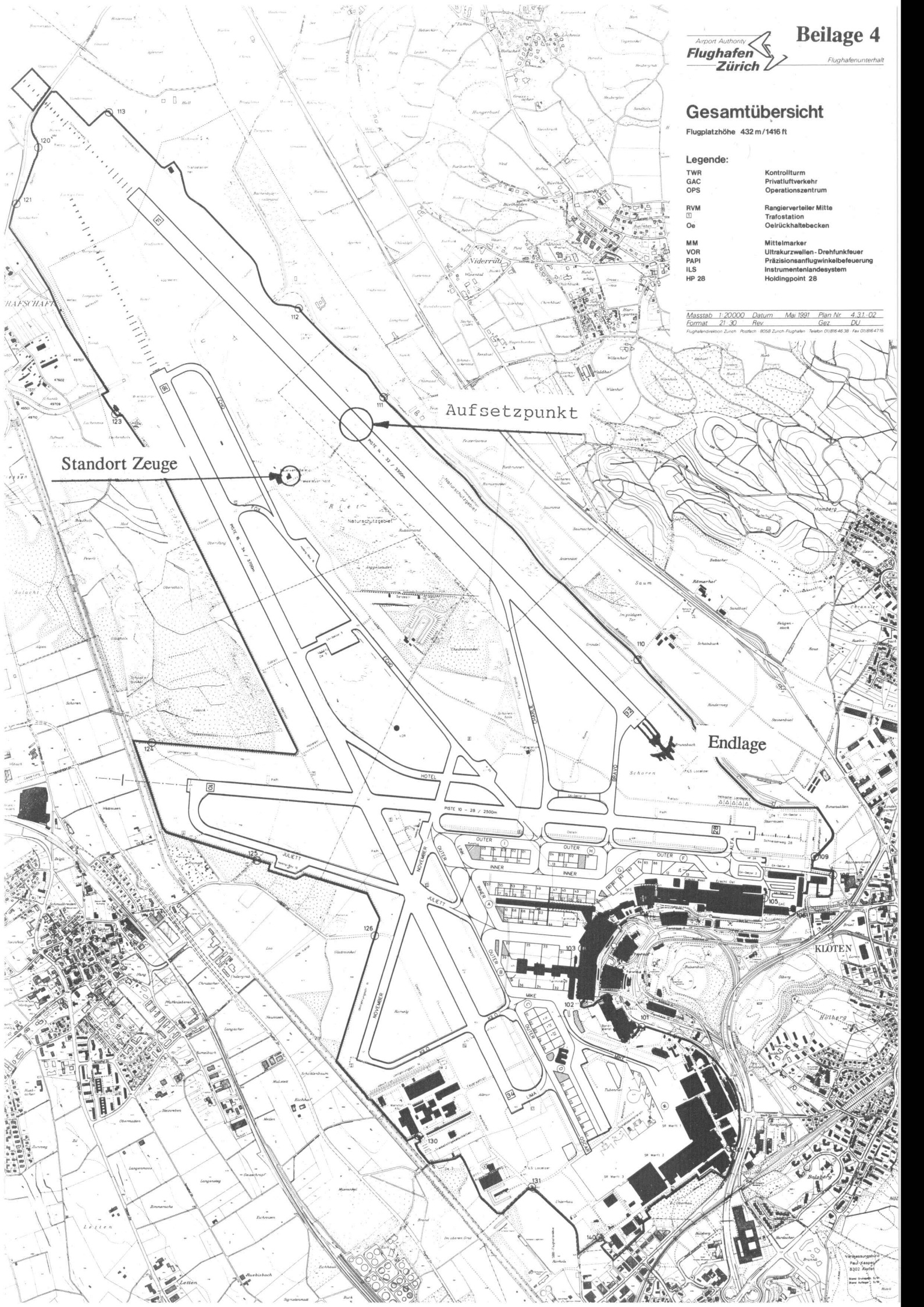
Gesamtübersicht

Flugplatzhöhe 432 m / 1416 ft

Legende:

TWR	Kontrollturm
GAC	Privatluftverkehr
OPS	Operatzionszentrum
RVM	Rangierverteiler Mitte
Oe	Trafostation
	Oelrückhaltebecken
MM	Mittelmarker
VOR	Ultraschurzwellen - Drehfunkfeuer
PAPI	Präzisionsanflugwinkelbefuerung
ILS	Instrumentlandesystem
HP 2B	Holdingpoint 2B

Masstab 1:20000 Datum Mai 1991 Plan Nr. 4.31-02
 Format 21_30 Rev. Gez. DU
 Flughafenunterhalt Zürich Postfach 8058 Zürich Flughafen Telefon 01816 46 38 Fax 01816 47 15



Standort Zeuge

Aufsetzpunkt

Endlage

KLÖTLEN