



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Büro für Flugunfalluntersuchungen BFU
Bureau d'enquête sur les accidents d'aviation BEAA
Ufficio d'inchiesta sugli infortuni aeronautici UIIA
Uffizi d'inquisiziun per accidents d'aviatica UIAA
Aircraft accident investigation bureau AAIB

Schlussbericht Nr. 2093

des Büros für

Flugunfalluntersuchungen

über den schweren Vorfall – Airprox
zwischen dem Flugzeug Boeing 737-300, D-ABXY,
betrieben durch Deutsche Lufthansa unter ATC-Rufzeichen DLH 1LA
und dem Flugzeug Airbus A320-200, JY-AYF,
betrieben durch Royal Jordanian Airlines
unter ATC-Rufzeichen RJA 149
vom 24. Oktober 2007
2.4 NM nordnordöstlich des Funkfeuers Kloten

Allgemeine Hinweise zu diesem Bericht

Dieser Bericht enthält die Schlussfolgerungen des Büros für Flugunfalluntersuchungen (BFU) über die Umstände und Ursachen des vorliegend untersuchten schweren Vorfalles.

Gemäss Art. 3.1 der 9. Ausgabe des Anhanges 13, gültig ab 1. November 2001, zum Abkommen über die internationale Zivilluftfahrt vom 7. Dezember 1944 sowie Artikel 24 des Bundesgesetzes über die Luftfahrt ist der alleinige Zweck der Untersuchung eines Flugunfalls oder eines schweren Vorfalles die Verhütung von Unfällen oder schweren Vorfällen. Die rechtliche Würdigung der Umstände und Ursachen von Flugunfällen und schweren Vorfällen ist ausdrücklich nicht Gegenstand der Flugunfalluntersuchung. Es ist daher auch nicht Zweck dieses Berichts, ein Verschulden festzustellen oder Haftungsfragen zu klären.

Wird dieser Bericht zu anderen Zwecken als zur Unfallverhütung verwendet, ist diesem Umstand gebührend Rechnung zu tragen.

Die deutsche Fassung dieses Berichts entspricht dem Original und ist massgebend.

Alle in diesem Bericht erwähnten Zeiten sind, soweit nicht anders vermerkt, in koordinierter Weltzeit (*co-ordinated universal time* – UTC) angegeben. Für das Gebiet der Schweiz galt im Unfallzeitpunkt/im Zeitpunkt des schweren Vorfalls die mitteleuropäische Sommerzeit (MESZ) als Normalzeit (*local time* – LT). Die Beziehung zwischen LT, MESZ und UTC lautet:
LT = MESZ = UTC + 2 h.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	5
Untersuchung	7
Kurzdarstellung	7
Ursachen	7
Sicherheitsempfehlungen	7
1 Sachverhalt	8
1.1 Vorgeschichte und Verlauf des schweren Vorfalls	8
1.1.1 Allgemeines	8
1.1.2 Vorgeschichte	8
1.1.3 Verlauf des schweren Vorfalls	9
1.1.4 Ort des schweren Vorfalls	13
1.2 Angaben zu Personen	13
1.2.1 Flugbesatzung DLH 1LA	13
1.2.1.1 Kommandant unter Überwachung	13
1.2.1.2 Copilot	14
1.2.2 Flugbesatzung RJA 149	14
1.2.2.1 Kommandant unter Überwachung	14
1.2.2.2 Copilot	14
1.2.3 Mitarbeiter der Flugsicherung	14
1.2.3.1 Flugverkehrsleiter 1	14
1.2.3.2 Flugverkehrsleiter 2	15
1.2.3.3 Flugverkehrsleiter 3	15
1.2.3.4 Flugverkehrsleiter 4	16
1.3 Angaben zu den Luftfahrzeugen	17
1.3.1 Flugzeug von DLH 1LA	17
1.3.2 Flugzeug von RJA 149	17
1.4 Meteorologische Angaben	17
1.4.1 Allgemeines	17
1.4.2 Allgemeine Wetterlage	17
1.4.3 Wetter zur Zeit des schweren Vorfalls	17
1.4.4 Flugplatzwettermeldungen	18
1.4.5 Wetterverhältnisse nach Angaben der Besatzung von DLH 1LA	18
1.5 Sicherheitssysteme	19
1.5.1 Airborne collision avoidance system	19
1.5.2 Short term conflict alert	19
1.6 Angaben zu verschiedenen Organisationen und deren Führung	19
1.6.1 Nationale Verfahrensvorgaben	19
1.6.1.1 Allgemeines	19
1.6.1.2 Anflüge	19
1.6.1.3 Fehlanflüge und Durchstartverfahren	19
1.6.1.4 Standardabflugstrecken für Instrumentenflüge von Piste 10	20
1.6.2 Verfahrensvorgaben Flugsicherung	20
1.6.2.1 Allgemeines	20
1.6.2.2 Aufgabenverteilung	20
1.6.2.3 Trennung zwischen Abflügen von Piste 10 und Anflügen auf Piste 14	21
1.6.3 Pistenbenutzungskonzept des Flughafens Zürich	21
1.6.3.1 Allgemeines	21

1.6.3.2	Benutzungskonzept Piste 10.....	21
1.6.4	Sicherheitsabklärungen.....	23
1.6.4.1	Überblick.....	23
1.6.4.2	Zielsetzung.....	24
1.6.4.3	Rahmen der Sicherheitsabklärung.....	24
1.6.4.4	Beschreibung der Gefährdung.....	24
1.6.4.5	Auswirkung der Gefährdung.....	24
1.6.4.6	Umgang mit der Gefährdung.....	24
1.6.4.7	Häufigkeit.....	24
1.6.4.8	Beurteilung der Gefährdung.....	25
1.6.4.9	Schlussfolgerung der Sicherheitsabklärung.....	25
1.6.4.10	Empfehlung der Sicherheitsabklärung.....	25
2	Analyse.....	26
2.1	Technische Aspekte.....	26
2.2	Menschliche und betriebliche Aspekte.....	26
2.2.1	Betriebskonzept.....	26
2.2.2	Flugverkehrsleitung.....	26
2.2.3	Flugbesatzungen.....	27
2.2.3.1	DLH 1LA.....	27
2.2.3.2	RJA 149.....	28
2.3	Organisatorische Aspekte und Rahmenbedingungen.....	29
3	Schlussfolgerungen.....	30
3.1	Befunde.....	30
3.1.1	Technische Aspekte.....	30
3.1.2	Besatzungen.....	30
3.1.3	Mitarbeiter der Flugsicherung.....	30
3.1.4	Verlauf des schweren Vorfalls.....	31
3.1.5	Rahmenbedingungen.....	32
3.2	Ursachen.....	33
4	Sicherheitsempfehlungen und seit dem schweren Vorfall getroffene Massnahmen.....	33
4.1	Sicherheitsempfehlungen.....	33
4.1.1	Sicherheitsdefizit.....	33
4.1.2	Sicherheitsempfehlung Nr. 369.....	34
4.1.3	Sicherheitsempfehlung Nr. 426.....	34
4.2	Seit dem schweren Vorfall getroffenen Massnahmen.....	34

Schlussbericht

Zusammenfassung

Luftfahrzeug 1

Eigentümer	Deutsche Lufthansa AG, Köln
Halter	Deutsche Lufthansa AG, Köln
Hersteller	Boeing Commercial Airplanes, Seattle, Washington, USA
Luftfahrzeugmuster	Boeing 737-300
Eintragsstaat	Deutschland
Eintragszeichen	D-ABXY
ATC-Rufzeichen	DLH 1LA
ATC-Rufzeichen	<i>Lufthansa one lima alfa</i>
Kommerzielle Flugnummer	DLH 3728
Flugregeln	IFR
Betriebsart	Linienflug
Abflugort	Frankfurt (EDDF)
Bestimmungsort	Zürich (LSZH)

Luftfahrzeug 2

Eigentümer	Hashemite Kingdom of Jordan
Halter	Royal Jordanian Airlines
Hersteller	Airbus S.A.S., Toulouse, Frankreich
Luftfahrzeugmuster	Airbus A320-200
Eintragsstaat	Jordanien
Eintragszeichen	JY-AYF
ATC-Rufzeichen	RJA 149
Funkrufzeichen	<i>Jordanian one four niner</i>
Flugregeln	IFR

Betriebsart	Linienflug
Abflugort	Zürich (LSZH)
Bestimmungsort	Amman (OJAI)
Ort	2.4 NM nordnordöstlich des UKW-Drehfunkfeuers Kloten (KLO)
	Schweizerisches Hoheitsgebiet
Datum und Zeit	24. Oktober 2007, 12:39 UTC
ATS-Stellen	<i>Terminal control Zurich</i> (TCZ) Platzverkehrsleitstelle (<i>tower</i> – TWR) Anflugverkehrsleitstelle (<i>approach east</i> – APE) Abflugverkehrsleitstelle (<i>departure</i> – DEP)
Luftraum	Klasse C
Geringster Abstand der beiden Luftfahrzeuge	1.1 NM horizontal bei 600 ft vertikal
Anzuwendende Mindeststaffelung	Horizontal 3 NM oder vertikal 1000 ft
AIRPROX-Kategorie des schweren Vorfalls	ICAO-Kategorie A – hohes Kollisionsrisiko

Untersuchung

Der schwere Vorfall ereignete sich am 24. Oktober 2007 um 12:39 UTC. Die Meldung traf am 26. Oktober 2007 um 16:06 UTC beim Büro für Flugunfalluntersuchungen (BFU) ein. Nach Vorabklärungen, die bei dieser Art von schwerem Vorfall üblicherweise notwendig sind, wurde die Untersuchung am 31. Oktober 2007 eröffnet.

Das BFU hat den schweren Vorfall den Untersuchungsbehörden der Bundesrepublik Deutschland und dem Königreich Jordanien gemeldet. Beide Staaten ernannten daraufhin einen bevollmächtigten Vertreter.

Der Untersuchungsbericht wird vom schweizerischen BFU veröffentlicht.

Kurzdarstellung

Am 24. Oktober 2007 befand sich das Verkehrsflugzeug Boeing 737-300 mit dem ATC-Rufzeichen DLH 1LA gegen 12:35 UTC auf einem ILS-Anflug auf die Piste 14 in Zürich. Um 12:36 UTC startete die RJA 149 von Piste 10 auf der Standardabflugroute *VEBIT TWO ECHO*. Dabei wird nach dem Start in einer Linkskurve Richtung Westen die Piste 14 wieder überflogen bzw. die Anfluggrundlinie der Piste 14 gekreuzt.

Um 12:37:41 UTC hatte die DLH 1LA ihren ILS-Anflug in 2900 ft QNH aus flugtechnischen Gründen abgebrochen, ein Fehlanflugverfahren eingeleitet und befand sich kurz vor Überfliegen der Pistenschwelle 14 bereits in der *standard missed approach altitude* von 5000 ft.

Flug RJA 149 befand sich gleichzeitig auf kreuzendem Westkurs im Steigflug und durchquerte eine Höhe von 4800 ft QNH, als in beiden Flugzeugen das *traffic alert and collision avoidance system* (TCAS) einen Ausweichbefehl (*resolution advisory* – RA) generierte. Der kleinste Abstand zwischen DLH 1LA und RJA 149 betrug um 12:39:06 UTC 1.1 NM horizontal bei 600 ft vertikal, die Mindeststaffelung hätte 3 NM horizontal oder 1000 ft vertikal betragen müssen.

Ursachen

Der schwere Vorfall bestand aus der unbeabsichtigten Annäherung zwischen einem auf Piste 10 startenden und einem auf Piste 14 durchstartenden Verkehrsflugzeug, die ein hohes Kollisionsrisiko aufwies. Er ist auf ein Pistenbenutzungskonzept bei Bisenlage zurück zu führen, das die beteiligten Flugverkehrsleiter überforderte, weil es folgende Mängel aufwies:

- Zwischen den Flugwegen der Standardabflugroute *VEBIT TWO ECHO* für Abflüge ab Piste 10 und dem *standard missed approach procedure* der Piste 14 bestand keine verfahrensmässige Staffelung.
- Die entsprechende Sicherheitsabklärung hatte die Gefährdung nur unzureichend erfasst.
- Die Flugverkehrsleiter waren bezüglich der möglichen Konfliktsituation unzureichend ausgebildet worden und wurden damit von ihr überrascht.

Sicherheitsempfehlungen

Im Rahmen der Untersuchung wurde eine Sicherheitsempfehlung ausgesprochen.

1 Sachverhalt

1.1 Vorgeschichte und Verlauf des schweren Vorfalls

1.1.1 Allgemeines

Für die folgende Beschreibung von Vorgeschichte und Flugverlauf wurden die Aufzeichnungen des Sprechfunkverkehrs, Radardaten sowie die Aussagen von Besatzungsmitgliedern und Flugverkehrsleitern verwendet.

Im Cockpit der DLH 1LA waren zum Zeitpunkt des schweren Vorfalles drei Piloten. Ein Kommandant unter Überwachung als fliegender Pilot (*pilot flying* – PF), ein *first officer* (FO) als assistierender Pilot (*pilot not flying* – PNF) und ein überwachender Kommandant.

Im Cockpit der RJA 149 waren zum Zeitpunkt des schweren Vorfalles drei Piloten. Ein Kommandant unter Überwachung als PF, ein *first officer* als PNF und ein überwachender Kommandant.

Sowohl der Flug DLH 1LA als auch der Flug RJA 149 wurden nach Instrumentenflugregeln durchgeführt.

Bei der Flugverkehrsleitung war das *terminal control Zurich* (TCZ) mit den Leitstellen *tower*, *approach* und *departure* zuständig.

1.1.2 Vorgeschichte

Der Anflugverkehrsleiter des Sektors Ost (*approach east* - APE) hatte seinen Dienst kurz vor dem schweren Vorfall begonnen und war zuvor auf keinem anderen Arbeitsplatz eingesetzt worden. Er attestierte für seinen Sektor ein schwaches Verkehrsaufkommen.

Der Platzverkehrsleiter (*aerodrome control* - ADC) begann seinen Einsatz in der zweiten Hälfte seiner Dienstzeit. Er war vorher noch an anderen Positionen eingesetzt gewesen. Nach seinen Angaben herrschte zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls ein mittleres Verkehrsaufkommen, die Arbeitsbelastung war, konzeptbedingt durch Starts auf Piste 10 verbunden mit Landungen auf Piste 14, mittel bis hoch. Der Platzverkehrsleiter fühlte sich in physisch guter Verfassung.

Der auszubildende Abflugverkehrsleiter (*departure* – DEP) *coach* hatte zusammen mit der auszubildenden Flugverkehrsleiterin (*trainee*) um 12:00 UTC nach einem *briefing* den Dienst angetreten und um 12:15 UTC den Arbeitsplatz besetzt. Beide waren vorher auf keinem anderen Arbeitsplatz tätig gewesen. Die *trainee* stand zum Zeitpunkt des Vorfalls drei Tage vor der abschliessenden Prüfung (*final skill assessment* – FSA). Der *coach* war ihr für drei Tage zugeteilt; der Vorfall ereignete sich am zweiten Tag. Das Verkehrsaufkommen war gemäss seiner Aussage „mittelhoch“ und die Komplexität aufgrund der Windlage erhöht. Die *departure trainee* fühlte sich gemäss ihrer Angaben gesund. Der *departure coach* fühlte sich in physisch guter Verfassung. Er arbeitete mit einer Sprechfunkgarnitur bestehend aus Kopfhörer und Bügelmikrofon (*head set*) und sass als Ausbilder links der *trainee*. Die Flugverkehrsleitung inklusive dem Sprechfunk wurden von der *trainee* durchgeführt.

Alle technischen Systeme der Flugsicherung funktionierten normal.

Das Flugzeug Boeing B737-300 der Fluggesellschaft Deutsche Lufthansa mit dem ATC-Rufzeichen DLH 1LA war am 24. Oktober 2007 in Frankfurt (Deutschland) zu einem Flug nach Zürich gestartet. Der Flug diente für den Kommandanten in Ausbildung als Abschluss seiner Weiterausbildung zum Bordkommandanten (*final check examination for the upgrade to become a captain*).

Das Flugzeug Airbus A320-200 der Fluggesellschaft Royal Jordanian Airlines mit dem ATC-Rufzeichen RJA 149 war am 24. Oktober 2007 für einen Flug von Zürich nach Amman (Jordanien) vorgesehen.

Nach Angabe der Flugbesatzungen beider Maschinen waren die Flüge bis zum schweren Vorfall ohne nennenswerte Besonderheiten verlaufen.

1.1.3 Verlauf des schweren Vorfalls

Um 12:31:52 UTC nahm die Besatzung der DLH 1LA mit der Anflugleitstelle *Zurich approach east* (APE) auf der Frequenz 120.750 MHz Kontakt auf und beantragte weiteren Sinkflug. Um 12:32:00 UTC, nach Einflug in den Nahkontrollbezirk (*terminal control area – TMA*), erteilte der Anflugverkehrsleiter des Anflugsektors Ost die Sinkfluggenehmigung bis Flugfläche FL 80, um 12:32:46 UTC bis 5000 ft und um 12:34:50 UTC bis 4000 ft.

Um 12:34:40 UTC erhielt die Besatzung die Anweisung, nach links auf Steuerkurs 160° zu drehen sowie die Freigabe zum Instrumentenanflug (*instrument landing system approach – ILS approach*) auf die Piste 14. Diese Freigabe war mit der Aufforderung verbunden, sich ausgerichtet auf dem Anflugweg (*established*) zu melden. Um 12:36:50 UTC meldete die Besatzung, dass sie auf dem Landekurs 14 ausgerichtet sei. Danach folgte die Anweisung des Flugverkehrsleiters APE, mit der Platzverkehrsleitstelle auf der Frequenz 118.100 MHz Kontakt aufzunehmen.

Um 12:37:08 UTC meldete sich die Besatzung der DLH 1LA bei der Platzverkehrsleitstelle *Zurich tower* und erhielt daraufhin vom Platzverkehrsleiter eine Windangabe von 040° bei 6 kt Geschwindigkeit sowie die Landefreigabe für Piste 14. Zu diesem Zeitpunkt befand sich das Flugzeug rund 5.7 NM vor der Schwelle der Piste 14. Vor der DLH 1LA befand sich kein Flugzeug mehr im Anflug auf Piste 14.

Die Airbus A320-200 der Royal Jordanian Airlines unter dem ATC-Rufzeichen RJA 149 wurde um 12:35:38 UTC in Zürich auf der Piste 10 für den Start freigegeben. Als Abflugroute war *VEBIT TWO ECHO* zugeteilt worden.

Um 12:37:23 UTC wurde die Besatzung der RJA 149 von der Platzverkehrsleitstelle angewiesen, mit der Abflugleitstelle (*departure – DEP*) Kontakt aufzunehmen. Nach ihrem Erstaufbau um 12:37:29 UTC identifizierte der Abflugverkehrsleiter die Maschine und wies die Besatzung an, bis FL 120 zu steigen und die gegenwärtige Höhe zu melden. Die Besatzung bestätigte die Steigfluganweisung bis FL 120 und meldete um 12:37:39 UTC das Passieren von 4200 ft.

Um 12:37:33 UTC erhielt ein Geschäftsreiseflugzeug die Startfreigabe auf der Piste 10. Wenige Sekunden später begann es seinen Startlauf und hob ab.

Um 12:37:41 UTC schaltete der fliegende Pilot der DLH 1LA den Autopiloten aus und leitete einen Durchstart ein. Zu diesem Zeitpunkt befand sich die Maschine ungefähr 4.5 NM vor der Schwelle der Piste 14. Das Fehlanflugverfahren wurde in einer Höhe von 2900 ft QNH begonnen, wobei das Fahrwerk des Flugzeuges ausgefahren war und die Landeklappen (*flaps*) auf 30° standen.

Als Begründung für den *go-around* führte der Kommandant später folgendes an: *"The flight was laterally and vertically established. However there was an over speed condition with power in idle. According company procedure all mentioned parameters have to be within certain limits latest at 1000 ft above airport level (AAL). A glance to the Radio Altimeter showing 1000 ft above ground level (AGL) – high terrain in the approach path – and not AAL lead to the decision to abort the approach"*.

Um 12:38:10 UTC informierte die Besatzung der DLH 1LA den Flugverkehrsleiter ADC: *"And tower Lufthansa one Lima Alfa, going around runway one four"*. Zu diesem Zeitpunkt befand sich die DLH 1LA ungefähr 3.2 NM vor der Schwelle der Piste 14. Daraufhin erteilte der FVL folgende Anweisung: *"Lufthansa one Lima Alfa, roger, follow standard missed approach procedure, five thousand feet"*. Die Anweisung wurde von der Besatzung sofort bestätigt.

Dann drückte der FVL den *go-around-button* im *tower approach communication system* (TACO). Damit wurde die Anflugleitstelle informiert; weitere Koordinationen fanden nicht statt.

Gemäss Aussage des Platzverkehrsleiters war die gestartete RJA 149 auf dem Radar sichtbar. Sein Augenmerk galt jedoch einem der Jordanian nachfolgenden Abflug von Piste 10. Abflüge von Piste 10 müssen mit Anflügen auf Piste 14 abgestimmt werden (vgl. Kapitel 1.6.3.2). In diesem Falle konzentrierte er sich auf diesen Abflug und den Anflug der DLH 1LA.

Als Folge der akustischen Meldung *"go-around"* realisierten *departure trainee* und *coach* etwa gleichzeitig, dass sich die Lufthansa Maschine bereits im Steigflug befand und schon gegen 4000 ft gestiegen war. RJA 149 befand sich mit westlichem Kurs auf der zugewiesenen Abflugstrecke. Der sich nun abzeichnende Konflikt wurde von *coach* und *trainee* gleichzeitig erkannt. Um 12:38:30 UTC erteilte die auszubildende Flugverkehrsleiterin eine Verkehrsinformation an die Besatzung der RJA 149 über ein anderes Flugzeug, welches im Verlauf des Fehlanflugverfahrens zu diesem Zeitpunkt 4000 ft passierte: *"Jordanian one four niner, traffic on your twelve o'clock, five miles, it's going around now passing four thousand, climb immediately to six thousand feet"*. Die Antwort ist gemäss Sprechfunkaufzeichnung nicht zu verstehen.

Anschliessend übernahm der *departure coach* den Sprechfunkverkehr. Er hatte jedoch nicht den Eindruck gehabt, dass seine *trainee* überfordert gewesen sei. Mit seinem Eingreifen wollte er sicher gehen, dass die folgenden Anweisungen schnell und korrekt erfolgten, da die Zeit drängte und sich alles in Sekunden abspielte. Diese Übernahme hat die *trainee* nicht überrascht. Sie bewertete sie später als spontane Reaktion, die für sie nachvollziehbar war.

Um 12:38:39 UTC wurde der *short term conflict alert* (STCA) auf den Radarschirmen der ATC sichtbar. DLH 1LA war zu diesem Zeitpunkt in 12 Uhr Position zur RJA 149 und 4.1 NM entfernt.

Um 12:38:47 UTC wurde die Besatzung der RJA 149 vom *departure coach* angewiesen: „*Jordanian one four niner, turn right immediately*“. In der Rückmeldung der Besatzung ist das erste Wort vor dem Rufzeichen unverständlich. Umgehend fragte der Flugverkehrsleiter nach, ob die Besatzung das andere Flugzeug in Sicht habe. Es erfolgte keine Antwort.

Die Besatzung der DLH 1LA erkannte auf der Darstellung des *traffic alert and collision avoidance system* (TCAS), dass sich ein Flugzeug von links oben annäherte. Aufgrund dieser Angabe des TCAS und nicht weil sie Sichtkontakt mit dem sich nähernden Flugzeug hatte, meldete sie um 12:38:48 UTC der Platzverkehrsleitstelle: „*Lufthansa one Lima Alfa we have a target two miles, äh, eleven o'clock position*“. Ungefähr gleichzeitig erreichte sie die zugewiesene Steigflughöhe (*standard missed approach altitude*) von 5000 ft QNH. Daraufhin antwortete der Flugverkehrsleiter ADC: „*Just wanted to tell you, that is an airbus three twenty, five thousand two hundred feet, at your ten o'clock position two miles*“. Unmittelbar darauf meldete die Besatzung: „*Lufthansa one Lima Alfa is on a TCAS descent, TCAS descent*“. Während der *traffic advisory* (TA) und der *resolution advisory* (RA) des TCAS war das Fahrwerk eingefahren, die *flaps* standen in Stellung 1 und die angezeigte Fluggeschwindigkeit betrug ungefähr 200 Knoten.

Um 12:39:01 UTC informierte die Abflugleitstelle die Besatzung der RJA 149: „*Jordanian one four niner, traffic twelve o'clock half a mile*“. Diese Information wurde lediglich mit „*Okay*“ beantwortet. Anschliessend unterrichtete DEP um 12:39:12 UTC die Besatzung: „*Jordanian one four niner, you're now clear of traffic and turn left now heading two three zero*“.

Der kleinste Abstand zwischen DLH 1LA und RJA 149 betrug um 12:39:06 UTC 1.1 NM horizontal bei 600 ft vertikal.

Die in diesem Fall vorgeschriebene Mindeststaffelung beträgt 3 NM horizontal oder 1000 ft vertikal.

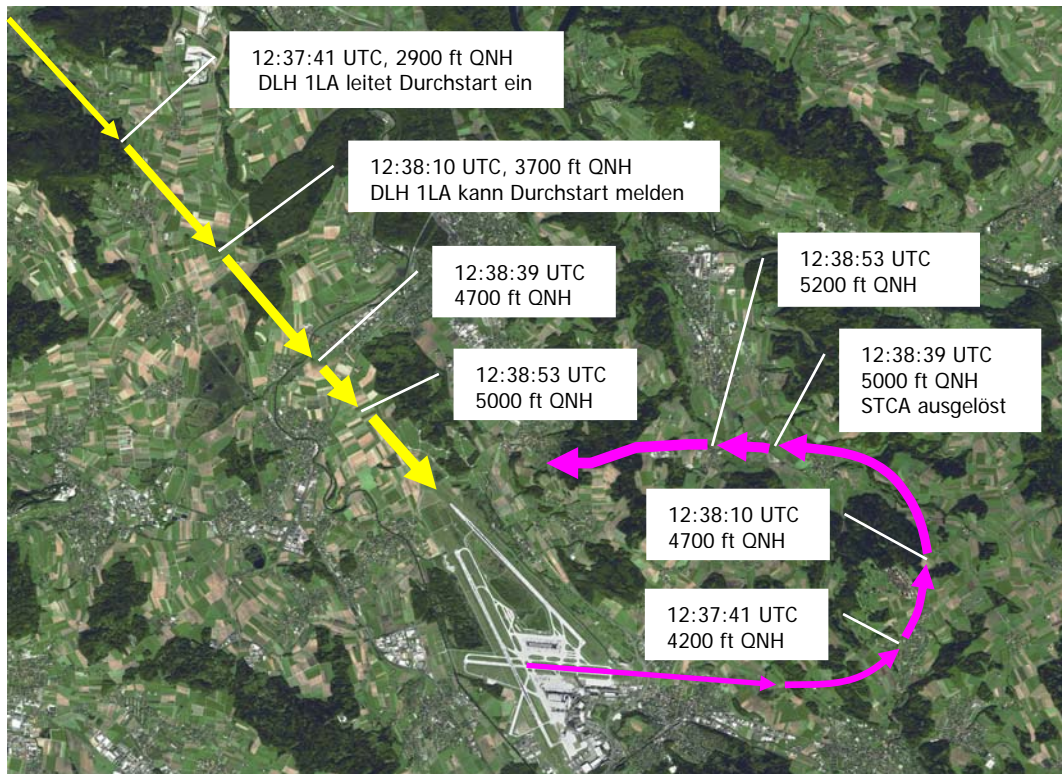


Abbildung 1: Schematische Darstellung einiger ausgewählter Situationen des schweren Vorfalls. Flug DLH 1LA ist mit gelben, Flug RJA 149 mit magentafarbenen Pfeilen eingezeichnet. Die Endposition der Pfeilstrecken entspricht dem kleinsten Abstand zwischen den beiden Flugzeugen um 12:39:06 UTC.

Um 12:39:17 UTC informierte ADC die Besatzung der DLH 1LA, dass die Gefährdung mit dem anderen Flugzeug nicht mehr bestehe und dieses hinter ihr kreuzen würde. Die Besatzung antwortete mit dem Hinweis, sie steige wieder bis 5000 ft.

Um 12:39:39 UTC verlangte DEP von der Besatzung der RJA 149 die Bestätigung, ob sie nach links drehe und wies jetzt Steuerkurs 220° an. Diese Anweisung wurde seitens der Besatzung mit dem Hinweis bestätigt, man habe eine *resolution advisory* des TCAS. Der Flugverkehrsleiter bat um Wiederholung, die so lautete: „Okay, we have a resolution advisory, RA for our TCAS, for traffic“. Der Flugverkehrsleiter DEP bedankte sich, dies sei nun verstanden und erteilte kurz danach die Anweisung, nach links, in Richtung Wegpunkt PINOB zu drehen. Anschließend übergab der *departure coach* die Verkehrsabwicklung wieder an den *trainee*.

Wie die Besatzung von RJA 149 später angab, hatte sie den Konflikt auf dem TCAS-*display* beim Passieren von 4800 ft QNH erstmals erkannt. Sie meldete die *resolution advisory* (RA) des TCAS nachdem sich die beiden Flugzeuge gekreuzt hatten. Während der TA bzw. RA des TCAS befand sich das Flugzeug in *clean configuration*, d.h. sowohl Fahrwerk als auch Hochauftriebshilfen waren eingefahren. Ein Sichtkontakt zur DLH 1LA bestand zu keinem Zeitpunkt.

Während ihres zweiten Landeanfluges fragte der Flugverkehrsleiter APE um 12:42:30 UTC die Besatzung der DLH 1LA nach dem Grund für den *go-around*. Die Besatzung antwortete: „Lufthansa one Lima Alfa, we were not established for the approach“. Um 12:47:02 UTC folgte dann eine weitere Frage nach der Flug-

höhe, in welcher der *go-around* eingeleitet wurde. Die Besatzung antwortete: „...*altitude was two thousand nine hundred feet*“.

Flug DLH 1LA landete kurze Zeit später in Zürich, während RJA 149 ihren Flug zum Bestimmungsort Amman fortsetzte.

1.1.4 Ort des schweren Vorfalls

Geographische Position	2.4 NM nordnordöstlich des UKW-Drehfunkfeuers (<i>VHF omnidirectional radio beacon – VOR</i>) Kloten (KLO)
Datum und Zeit	24. Oktober 2007, 12:39:06 UTC
Beleuchtungsverhältnisse	Tag
Höhe über Meer bzw. Flugfläche	DLH 1LA: 4900 ft QNH RJA 149: 5500 ft QNH

1.2 Angaben zu Personen

1.2.1 Flugbesatzung DLH 1LA

1.2.1.1 Kommandant unter Überwachung

1.2.1.1.1 Allgemeines

Person	Deutscher Staatsbürger, Jahrgang 1969
Lizenz	Führerausweis für Verkehrspiloten auf Flächenflugzeugen (<i>air transport pilot licence aeroplane – ATPL(A)</i>) nach <i>joint aviation requirements (JAR)</i> , erstmals ausgestellt durch die deutsche Aufsichtsbehörde am 11. Mai 1993
Berechtigungen	Musterberechtigung Boeing 737-300 bis 800, als verantwortlicher Pilot
Instrumentenflugberechtigung	Instrumentenflug Kategorie 3 für Boeing 737 IR CAT III
Letzte Befähigungsüberprüfung	<i>Simulator check</i>
Medizinisches Tauglichkeitszeugnis	Klasse 1
Letzte fliegerärztliche Untersuchung	21. Februar 2007

1.2.1.1.2 Flugerfahrung

Gesamthaft	8000 h
Auf dem Vorfallmuster	2140 h

1.2.1.2	Copilot		
	Person		Deutscher Staatsbürger, Jahrgang 1983
1.2.2	Flugbesatzung RJA 149		
1.2.2.1	Kommandant unter Überwachung		
1.2.2.1.1	Allgemeines		
	Person		Jordanischer Staatsangehöriger, Jahrgang 1969
	Lizenz		Führerausweis für Verkehrspiloten auf Flächenflugzeugen (<i>air transport pilot licence aeroplane</i> – ATPL(A)), ausgestellt durch die Aufsichtsbehörde des Königreichs Jordanien am 19. August 2004
	Relevante Berechtigungen		Musterberechtigung für Airbus A320
	Medizinisches Tauglichkeitszeugnis		Klasse 1 Gültig bis 26. November 2007
1.2.2.1.2	Flugerfahrung		
	Gesamthaft		10 000 h
	Auf dem Vorfalldatum		3000 h
1.2.2.2	Copilot		
	Person		unbekannt
1.2.3	Mitarbeiter der Flugsicherung		
1.2.3.1	Flugverkehrsleiter 1		
1.2.3.1.1	Person		
	Funktion		Anflugverkehrsleiter Sektor <i>approach east</i> (APE)
	Person		Österreichischer Staatsbürger, Jahrgang 1967
	Dienstbeginn Vorfalldatum		Kurz vor dem schweren Vorfall
	Lizenz		Ausweis für Flugverkehrsleiter in einer Platzverkehrsleitstelle, erstmals ausgestellt durch Austro Control am 29. September 1992, erweitert durch Radarlizenz am 8. Januar 1995. Ausweis für Flugverkehrsleiter (<i>air traffic controller licence</i>) basierend auf Richtlinie 2006/23 der Europäischen Gemeinschaft, erstmals ausgestellt durch das BAZL am 26. August 2001

1.2.3.1.2 Ergänzende Aussagen

Nach dem „*go-around call*“ des Platzverkehrsleiters ging der Flugverkehrsleiter APE zum Abflugverkehrsleiter und schaute, was vorgefallen war. Die Situation habe ihn sehr erschreckt. Die spätere Begründung der Besatzung von DLH 1LA für die Einleitung des Fehlanfluges „...*we were not established*“ habe mit seinen Beobachtungen nicht übereingestimmt, denn der Anflug sei korrekt erfolgt. Unter den gegebenen Umständen (Wetter, Geschwindigkeit und Höhe des Flugzeuges) sei aus seiner Sicht nicht mit einem Fehlanflug zu rechnen gewesen. Einen ähnlichen Vorfall habe er noch nicht erlebt.

1.2.3.2 Flugverkehrsleiter 2

1.2.3.2.1 Person

Funktion	Platzverkehrsleiter <i>aerodrome control</i> (ADC)
Person	Schweizer Staatsbürger, Jahrgang 1976
Dienstbeginn Vorfalldatum	Zwischen 7 und 8 UTC
Lizenz	Ausweis für Flugverkehrsleiter (<i>air traffic controller licence</i>) basierend auf Richtlinie 2006/23 der Europäischen Gemeinschaft, erstmals ausgestellt durch das BAZL am 28. August 2004, gültig bis 18. August 2008.
Relevante Berechtigungen	Platzverkehrsleitung, gültig bis 18. August 2008

1.2.3.2.2 Ergänzende Aussagen

Aufgrund der Radarinformationen während des Anfluges gab es laut Aussage des Flugverkehrsleiters ADC keine Anzeichen, die auf einen *go-around* hingewiesen hätten.

Weiter sagte er aus, er habe noch keinen solchen Vorfall erlebt. Aufgrund der kreuzenden Flugwege sei dieses Problem jedoch analog zum Fall Piste 14/16 bekannt und auch schon intern diskutiert worden. Der Vorfall sei seiner Ansicht nach verfahrensmässig nicht abgedeckt. Er könne sich auch nicht erinnern, dass diese Problematik je einmal offiziell thematisiert wurde.

1.2.3.3 Flugverkehrsleiter 3

1.2.3.3.1 Person

Funktion	Ausbildender Abflugverkehrsleiter <i>departure</i> (DEP) <i>coach</i>
Person	Schweizer Staatsbürger, Jahrgang 1970
Dienstbeginn Vorfalldatum	12:00 UTC
Lizenz	Ausweis für Flugverkehrsleiter (<i>air traffic controller licence</i>) basierend

auf Richtlinie 2006/23 der Europäischen Gemeinschaft, erstmals ausgestellt durch das BAZL am 15. November 1996, gültig bis 19. März 2008

Relevante Berechtigungen

Anflug-Radarverkehrsleitung, gültig bis 19. März 2008
Coaching, gültig bis 19. März 2008

1.2.3.3.2 Ergänzende Aussagen

Eine vergleichbare Situation hatte der *departure coach* gemäss seinen Angaben noch nicht erlebt. Er war überrascht, da es keine Anzeichen für einen *go-around* gegeben und er dies nicht erwartet habe. Solche Situationen seien zwar im Rahmen eines *proficiency training and assessment concept* (PTC) geschult worden, aber nur aus Sicht von ADC und nur im Hinblick auf die Staffelung nach dem Überflug des jeweiligen Pistenendes. Die Problematik Abflüge auf SID *VEBIT TWO ECHO* in Bezug auf An- und Fehlanflüge auf Piste 14 würde weiterhin bestehen. Entweder man ändere die Abflugstrecke oder erhöhe die Staffelung der Anflüge.

Zum Abschluss bemerkte der *coach*, dass ihm die Steigrate der DLH 1LA während des Durchstartmanövers relativ hoch erschienen sei.

1.2.3.4 Flugverkehrsleiter 4

1.2.3.4.1 Person

Funktion

Abflugverkehrsleiterin in Ausbildung, *departure* (DEP) *trainee*

Person

Schweizer Staatsbürgerin, Jahrgang 1982

Dienstbeginn Vorfalldatum

12:00 UTC

Lizenz

keine

Relevante Berechtigungen

keine

1.2.3.4.2 Ergänzende Aussagen

Die *departure trainee* hatte noch nie einen ähnlichen Vorfall erlebt und war im ersten Moment überrascht. Die vorliegende Konfliktsituation sei in der Ausbildungsphase und am Simulator nicht behandelt worden.

Zum Abschluss bemerkte die auszubildende Flugverkehrsleiterin, dass ihr die Steigrate der DLH 1LA während des Durchstartmanövers relativ hoch erschienen sei.

1.3 Angaben zu den Luftfahrzeugen

1.3.1 Flugzeug von DLH 1LA

Eintragungszeichen	D-ABXY
Luftfahrzeugmuster	Boeing 737-300
Charakteristik	Zweistrahliges Kurz- und Mittelstreckenverkehrsflugzeug
Hersteller	Boeing Commercial Airplanes, Seattle, Washington, USA
Eigentümer	Deutsche Lufthansa AG, Köln
Halter	Deutsche Lufthansa AG, Köln

1.3.2 Flugzeug von RJA 149

Eintragungszeichen	JY-AYF
Luftfahrzeugmuster	Airbus A320-200
Charakteristik	Zweistrahliges Kurz- und Mittelstreckenverkehrsflugzeug
Hersteller	Airbus S.A.S., Toulouse, Frankreich
Eigentümer	Hashemite Kingdom of Jordan
Halter	Royal Jordanian Airlines

1.4 Meteorologische Angaben

1.4.1 Allgemeines

Die Angaben in den Kapiteln 1.4.2 bis 1.4.4 wurden von MeteoSchweiz geliefert.

1.4.2 Allgemeine Wetterlage

Das Wetter in der Schweiz wurde durch eine Tiefdruckzone, welche ihren Kern über dem Mittelmeer hatte, und ein Hochdruckgebiet über Skandinavien und Russland bestimmt. Durch den Hochdruckeinfluss entstand im Mittelland eine Bisenlage, welche in den unteren Luftschichten feuchtkalte Luft gegen die Alpen-nordseite führte.

1.4.3 Wetter zur Zeit des schweren Vorfalles

Die folgenden Angaben zum Wetter zur Zeit des schweren Vorfalles basieren auf einer räumlichen und zeitlichen Interpolation der Beobachtungen verschiedener Wetterstationen.

Zitat aus Bericht MeteoSchweiz

<i>Höhe</i>	<i>Sicht</i>	<i>Temperatur/Taupunkt</i>	<i>Wind</i>	<i>Böenspitzen</i>
	<i>[km]</i>	<i>[°C]/[°C]</i>	<i>[Grad/kt]</i>	<i>[kt]</i>
<i>Ground LSZH</i>	<i>20</i>	<i>6/1</i>	<i>040/5</i>	<i>14</i>
<i>1000 ft AAL</i>	<i>um 10</i>	<i>3/1</i>	<i>050/15</i>	<i>20</i>
<i>2000 ft AAL</i>	<i>um 5</i>	<i>1/-1</i>	<i>060/15</i>	<i>20</i>

3000 ft AAL	IMC	-2/-2	060/15	-
4000 ft AAL	IMC	-4/-5	080/20	-

Wolken: Basis auf 7-8/8 auf 3600 ft AMSL

Wolkentop auf ca 6000 ft AMSL

1.4.4 Flugplatzwettermeldungen

Von der Betriebsaufnahme am Morgen des 24. Oktober 2007 bis zum schweren Vorfall waren die folgenden Flugplatzwettermeldungen (*aviation routine weather report in aeronautical meteorological code – METAR*) gültig:

240420Z 04011KT 010V070 8000 OVC013 04/01 Q1016 NOSIG
240450Z 03007KT 360V070 8000 OVC014 04/01 Q1016 NOSIG
240520Z 04008KT 360V070 8000 OVC014 04/01 Q1016 NOSIG
240550Z 05005KT 340V080 8000 OVC015 04/01 Q1016 NOSIG
240550Z 05005KT 340V080 8000 OVC015 04/01 Q1016 NOSIG
240620Z 07008KT 030V120 9999 OVC016 04/01 Q1017 NOSIG
240650Z 05006KT 010V100 9999 OVC015 04/00 Q1017 NOSIG
240720Z 05007KT 010V100 9999 OVC015 04/01 Q1017 NOSIG
240750Z 05010KT 9999 OVC016 04/00 Q1017 NOSIG
240820Z 05009KT 9999 OVC020 04/00 Q1017 NOSIG
240850Z 06009KT 9999 FEW017 OVC023 05/00 Q1017 NOSIG
240920Z 05011KT 010V080 9999 SC018 OVC023 05/01 Q1017 NOSIG
240950Z 04008KT 010V080 9999 SC018 OVC023 05/01 Q1017 NOSIG
241020Z 05009KT 010V070 9999 SC018 OVC023 05/01 Q1017 NOSIG
241050Z 05011KT 010V100 9999 FEW018 BKN023 05/01 Q1017 NOSIG
241120Z 05009KT 9999 BKN020 05/00 Q1017 NOSIG
241150Z 06009KT 9999 BKN022 05/00 Q1017 NOSIG
241220Z 04009KT 9999 BKN022 06/00 Q1016 NOSIG

1.4.5 Wetterverhältnisse nach Angaben der Besatzung von DLH 1LA

Der Sinkflug im Vor- und Zwischenanflug wurde unter Sichtflugwetterbedingungen (*visual meteorological conditions – VMC*) durchgeführt. Endanflug, Einleiten des Fehlanflugverfahrens sowie Anfangssteigflug nach dem Einleiten des Durchstartmanövers fanden unter Instrumentenflugwetterbedingungen (*instrument meteorological conditions – IMC*) statt.

1.5 Sicherheitssysteme

1.5.1 Airborne collision avoidance system¹

In beiden Flugzeugen waren funktionstüchtige Kollisionsverhinderungssysteme (*traffic alert and collision avoidance system* -TCAS) eingebaut, welche Verkehrs- informationen (*traffic advisories* - TA) und Anweisungen zur Behebung des Konflikts (*resolution advisories* - RA) ausgaben. Nach den vorliegenden Angaben reagierten beide Flugbesatzungen unverzüglich und entsprechend der Systembefehle.

1.5.2 Short term conflict alert

Das Radarsystem von skyguide wies ein Annäherungswarnsystem (*short term conflict alert* – STCA) auf. Im vorliegenden Fall machte es entsprechend seiner Auslegung die Flugverkehrsleiter auf den sich anbahnenden Konflikt aufmerksam.

1.6 Angaben zu verschiedenen Organisationen und deren Führung

1.6.1 Nationale Verfahrensvorgaben

1.6.1.1 Allgemeines

Das Luftfahrthandbuch (*aeronautical information publication* – AIP) der Schweiz ist ein nach den Standards der internationalen Zivilluftfahrtorganisation (*international civil aviation organization* – ICAO) erstelltes Nachschlagewerk mit relevanten Angaben für die Luftfahrt. In ihm sind die allgemeinen Regeln und Verfahren, wie beispielsweise Flugplatzpläne mit Start- und Landeverfahren oder Angaben zu Funknavigationseinrichtungen beschrieben. Zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls galten unter anderem die folgenden Vorschriften.

1.6.1.2 Anflüge

2.21.2.1 **Approaches**

The descent shall be arranged so as to maintain ENR configuration as long as possible considering safety and ATC requirements. Speed reduction and extension of landing gear and high lift devices are to be planned in such a way, that landing configuration is established and correct approach speed is reached shortly prior to or at D5 IKL respective IZH.

1.6.1.3 Fehlanflüge und Durchstartverfahren

2.21.2.1.2 **Missed Approach ILS RWY 14:**

Climb on TR137. Initial climb to 5000 ft. At D4 IKL past the station, turn left (MAX IAS 210 kt). Establish TR360 to intercept R054 KLO. At D9 KLO past the station, continue climb to 7000 ft. Proceed to

¹ *Airborne collision avoidance system* (ACAS) ist die Bezeichnung des grundlegenden Konzepts. Die internationale Zivilluftfahrtorganisation (*international civil aviation organization* – ICAO) verwendet diesen Begriff bei der Festlegung der Normen, welche die Anlage erfüllen muss. Das System *traffic alert and collision avoidance system* (TCAS) ist eine konkrete Umsetzung dieses Konzepts.

ZUE at 6000 ft or above. At ZUE intercept R097 ZUE. Proceed to AMIKI.

1.6.1.4 Standardabflugstrecken für Instrumentenflüge von Piste 10

RNAV SID RWY 10

VEBIT TWO ECHO DEPARTURE

PROCEDURE DESIGN GRADIENT (PDG) 6,5% to 2500 ft.

Climb straight ahead. At D2.1 KLO or 2500 ft, whichever is later, turn left (MAX IAS 210 kt during turn). Intercept R055 WIL.

Proceed via BREGO, ZH558 to VEBIT. Cross BREGO at 5000 ft or above, ZH554 at 6000 ft, ZH558 at 7000 ft or above. RNAV applicable when passing BREGO.

INITIAL CLIMB CLEARANCE 5000 ft. When instructed contact Zürich DEP 125.950. For routing after VEBIT, see LSZH AD 2.24.6 – 3.

Dabei ist anzumerken dass auf der Karte für die Standardabflugstrecken von Piste 10 (SID chart ICAO LSZH AD 2.24.7.2 -1 *standard departure* SID RWY 10) noch eine zusätzliche Höhenbeschränkung eingezeichnet ist, die im Text des SID VEBIT TWO ECHO (LSZH AD 2.24.7.2 – 3) nicht wiedergegeben ist: „*Cross R 360 KLO 4000 ft or above*“.

1.6.2 Verfahrensvorgaben Flugsicherung

1.6.2.1 Allgemeines

Im *air traffic management manual* (ATMM) der Platz- und Anflugverkehrsleitstelle Zürich sind die relevanten Grundlagen für die Verfahren dieser Stellen festgelegt.

Zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls galten unter anderem die folgenden Vorschriften.

1.6.2.2 Aufgabenverteilung

1.6.2.2.1 ADC

ATMM ZURICH TWR/APP, SECTION 3 – TOWER, DUTIES AND RESPONSIBILITIES

1.5.2.4 ADC1 may adjust departure sequence after coordination with GRO

1.6.2.2.2 GRO

ATMM ZURICH TWR/APP, SECTION 3 – TOWER, DUTIES AND RESPONSIBILITIES

1.5.4.1 GRO shall:

b) verify the departure sequence and intervals proposed by TACO and adjust if necessary, taking into consideration the ATFM slots

1.6.2.3 Trennung zwischen Abflügen von Piste 10 und Anflügen auf Piste 14

„5.15 IFR SEPARATION BETWEEN DEPARTURES RWY 10 AND APPROACHES RWY 14

5.15.1 *When a departure has started take-off roll on RWY 10, an arrival to RWY 14 shall be on the ground or:*

- a) *not closer than 3 NM final if the departing aircraft is a jet or a turboprop*
- b) *not closer than 6 NM final if the departing aircraft is a piston or a heavy*

Note: "On the ground" means that the aircraft has touched down on the runway with all wheels."

1.6.3 Pistenbenutzungskonzept des Flughafens Zürich

1.6.3.1 Allgemeines

Das Betriebsreglement des Flughafens Zürich schreibt bezüglich der Pistenbenutzung folgendes vor: *„Für Abflüge zwischen 07.00 und 21.00 Uhr gilt folgende Pistenrangordnung: Piste 28, 10, 34, 32, 16. Steht die vorrangig zu benützende Abflugpiste aus Gründen der Sicherheit (namentlich ungenügende Pistenlänge, besondere Wetterbedingungen, Pistenzustand) oder des Betriebs (namentlich gegenläufiger Verkehr; Schneeräumung, Pistensanierung) nicht zur Verfügung, ist auf die in der Rangordnung nächstfolgende Piste auszuweichen“.*

Tritt starker Nordostwind (Bise) auf, so führt dies zu einer Rückenwindkomponente auf Piste 28. Überschreitet diese Rückenwindkomponente 7 bis 10 kt so wird in der Regel auf Starts von Piste 10 gewechselt. Für diesen Pistenwechsel wird dem *daily ops manager* (DOM) ein Ermessensspielraum zugestanden. Bedingt durch die vorherrschenden (*prevailing*) Wetterlagen wird die Piste 10 selten und unregelmässig in Betrieb genommen. Auf Grund der signifikanten Kapazitätseinschränkungen und den komplexen Verfahren wird daher dieses Konzept nur angewendet, wenn unbedingt erforderlich.

1.6.3.2 Benutzungskonzept Piste 10

Das Benutzungskonzept Piste 10 beinhaltet eine hohe Koordinations- und Arbeitslast für ADC und GRO. Dies wird unter anderem durch folgende Umstände verursacht, die im vorliegenden schweren Vorfall eine Rolle gespielt haben:

1. Zeitliche Abstimmung zwischen Starts und Landungen (*timing*):

Aufgrund der Pistenkonstellation resultiert in der unmittelbaren Verlängerung der Pisten 14 und 10 ein Kreuzungspunkt. Gemäss Aussage von Piloten besteht bei ausgeprägter Bisenlage ausserdem eine erhöhte Wahrscheinlichkeit eines Durchstarts auf Piste 14, bedingt durch von Wind und Topographie erzeugten Turbulenzen im Endanflug.

Um einen möglichen Konflikt mit den Abflügen zu entschärfen, muss jeder Start auf Piste 10 mit jeder Landung auf Piste 14 zeitlich und räumlich (*distance from*

touch down) abgestimmt werden. Diese Abhängigkeit verhindert einen flüssigen Verkehrsablauf und bindet sehr viel Aufmerksamkeit des ADC.

Dies bedeutet für den ADC: Flugzeug A landet auf Piste 14, was visuell verifiziert werden muss. Gleichzeitig ist Flugzeug C bereits ungefähr 4 NM vor der Pisten-schwelle 14 im Anflug. In diesem Moment öffnet sich ein Zeitfenster von ca. 20 bis 30 Sekunden Dauer, in dem der ADC die Starterlaubnis für Flugzeug B auf Piste 10 erteilen, die Bestätigung dafür erhalten sowie das Anrollen des Flugzeugs beobachten muss. Hat Flugzeug B zum Zeitpunkt in welchem Flugzeug C die Distanz von 3 NM zur Pisten-schwelle 14 passiert, den Start noch nicht begonnen, muss die Startfreigabe für Flugzeug B aufgehoben werden. Erst nach der Landung von Flugzeug C entsteht wieder ein Startfenster für Flugzeug B auf Piste 10. Startet Flugzeug B wie vorgesehen, reichen die zeitlichen Verhältnisse in der Regel aus, um das nächste Flugzeug auf die Piste 10 einrollen zu lassen (*line up*), so dass der nächste Landeabstand auf Piste 14 für den Start auf Piste 10 genutzt werden kann.

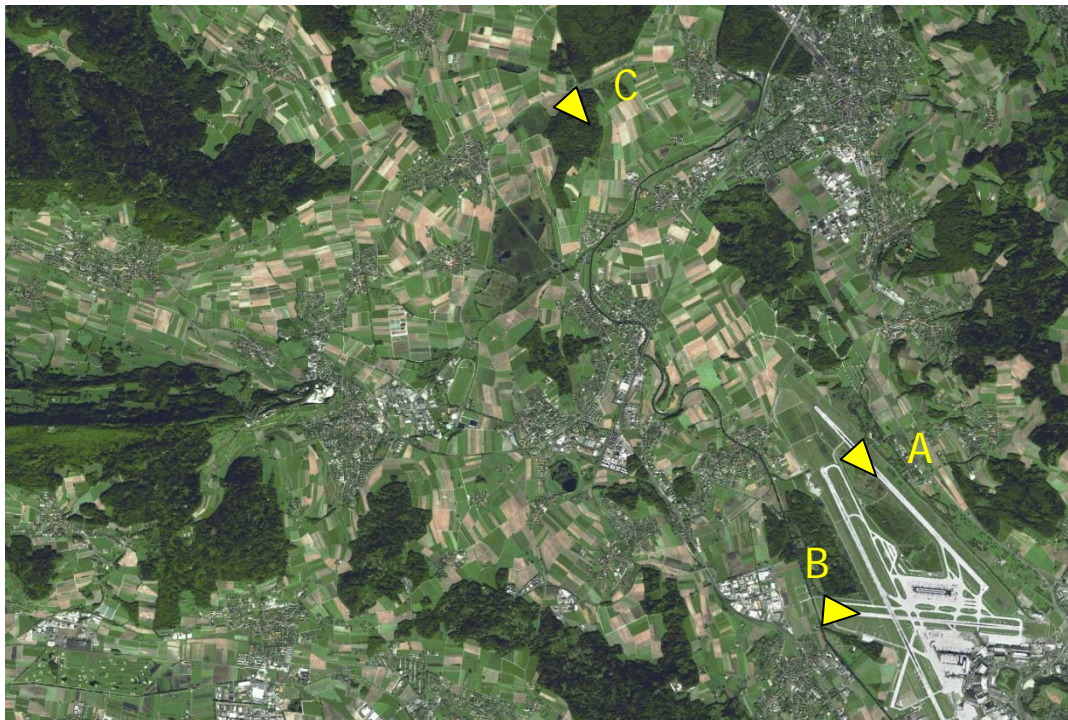


Abbildung 2: Schematische Darstellung des Koordinationskonzepts bei gleichzeitigem Anflug auf Piste 14 und Start auf Piste 10. Ist Flugzeug A auf Piste 14 gelandet und das nächste Flugzeug C im Anflug auf Piste 14 noch mindestens 3 NM von der Pisten-schwelle entfernt, so muss Flugzeug B auf Piste 10 den *take off roll* eingeleitet haben.

2. Abflugplanung:

Zusätzlich zur oben beschriebenen Abstimmung von Starts und Landungen muss der GRO, wenn nötig koordiniert mit ADC, den voraussichtlichen Verkehrsfluss bzw. Landeabstände für mehrere Minuten im Voraus planen. Für Abflüge von Piste 10 von vergleichsweise langsamen Flugzeugen mit Kolbenmotoren und für Flugzeuge der Gewichtskategorie (*wake turbulence category*) *heavy* (inkl. B 757) sind zusätzlich grössere Landeabstände auf Piste 14 für das oben erklärte *timing* erforderlich.

Da auf den Rollwegen zur Piste 10 nur eingeschränkte Überholmöglichkeiten bestehen, kann die Abflugsequenz nur bedingt verändert werden. Deshalb muss die Planung von vergrösserten Landeabständen der Abflugsequenz angepasst werden.

Eine weitere Erschwernis kann sich für den ADC aus der Kombination gewisser Abflugrouten mit den unterschiedlichen Flugleistungen der abfliegenden Flugzeugmuster ergeben. Grundsätzlich werden die Startabstände jeweils der zu erwartenden Steigleistung und Geschwindigkeit angepasst.

Folgt ein Flugzeug einer bestimmten Abflugroute, so ist der gleiche Flugweg während einer gewissen Zeit für ein nachfolgendes Flugzeug blockiert. Diese Zeitspanne hängt von der Kombination aus Geschwindigkeit und Steigleistung der abfliegenden Flugzeuge ab. Üblicherweise wird daher ein langsames, voraus fliegendes Flugzeug so früh wie möglich unter Radarführung durch die Abflugleitstelle von der Abflugroute weggeleitet, damit diese für ein nachfolgend schnelleres Flugzeug frei wird. Eine von der Abflugroute abweichende Freigabe darf von der Flugverkehrsleitung aus Lärmschutzgründen aber erst erteilt werden, wenn das entsprechende Flugzeug 5000 ft QNH erreicht hat.

Ist das voraus fliegende Flugzeug schneller als das nachfolgende, so wird der ADC versuchen, dieses in möglichst kurzem Abstand starten zu lassen. Umgekehrt muss hinter einem langsamen Flugzeug der Zeitabstand zum nachfolgend schnelleren vergrössert werden.

Der weitgehend gleichmässige, durch die Landungen auf Piste 14 diktierte Startrhythmus auf Piste 10 erschwert eine solche Anpassung der Abfolge und erfordert ein ständiges Abwägen. Je nach Situation muss der ADC ein oder mehrere Startfenster für Piste 10 ungenutzt verstreichen lassen.

1.6.4 Sicherheitsabklärungen

1.6.4.1 Überblick

Die Standardabflugverfahren von Piste 10 weisen mit den Standard-Fehlanflugverfahren von Piste 14 verschiedene Konfliktpunkte auf, da sich die entsprechenden Flugwege kreuzen.

Am 9. Mai 2006 beauftragte das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) die Firma Skyguide, unter anderem für das zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls angewendete Verfahren für Starts von Piste 10 und Landungen auf Piste 14, den Nachweis zu erbringen, dass die Sicherheit genügend gewährleistet ist. Eine Gruppe von Experten von skyguide, des Flughafens Zürich und einer Fluggesellschaft führten in der Folge das *functional hazard assessment* (FHA) GATO 14/10 und 34/32 nach ESARR 4 aus, das dem BAZL am 14. Juni 2007 eingereicht und von diesem anschliessend bewilligt wurde.

Diese Sicherheitsabklärung kam zusammenfassend zum Schluss, dass *„mit den heute gültigen Verfahren die Sicherheit genügend gewährleistet werden könne.“*

Bezüglich des vorliegenden schweren Vorfalles sind die folgenden Auszüge des FHA GATO 14/10 und 34/32 von Bedeutung:

1.6.4.2 Zielsetzung

„The goal is to demonstrate that the existing system is acceptably or at least tolerably safe. If the assessment uncovers hazards which are considered as unacceptable, these shall be addressed and mitigated immediately. Additionally, any other observations about how the safety level could be improved shall be addressed.“

1.6.4.3 Rahmen der Sicherheitsabklärung

„The scope of the safety case is to identify the hazards associated with

- *Potential conflicts between IFR departures on any SID RWY 10 LSZH and IFR arrivals LSZH RWY 14 on any published instrument approach procedure conducting a missed approach.*

(...) within the following system boundaries:

- *The departure phase from the issuance of the take-off clearance RWY 10 or RWY 32 until the departing aircraft reaches 5000 ft AMSL.*
- *Arriving aircraft from FAP/FAF RWY 14 or RWY 34 until end of missed approach.“*

1.6.4.4 Beschreibung der Gefährdung

Als erste Gefährdung (*hazard 01 – H01*) wird im FHA die Kombination eines Abfluges von Piste 10 mit einem Durchstart eines auf Piste 14 anfliegenden Luftfahrzeuges aufgeführt: *„Departing flight on SIDs VEBIT 2E, ALBIX 1D or WIL 1D and missed approach performed by an arrival RWY 14.“*

1.6.4.5 Auswirkung der Gefährdung

Bezüglich der Auswirkungen einer solchen Situation auf die Flugsicherung erwähnt das FHA folgende Punkte: *„Increase in workload, non standard situation which requires priority treatment.“* Weiter geht man in der Sicherheitsabklärung davon aus, dass eine solche Situation nur von kurzer Dauer sei: *„Two aircraft involved for a short period of time“.*

1.6.4.6 Umgang mit der Gefährdung

Das FHA geht davon aus, dass bei einer Gefährdung durch die Kombination eines Abfluges von Piste 10 und einem Durchstart auf Piste 14 eine solche Situation rasch erkannt würde, weil der Umgang damit Teil der Standardausbildung eines Flugverkehrsleiters sei: *„The situation is likely to be detected, recovery from the situation is possible, as it is part of the standard ATCO training.“*

1.6.4.7 Häufigkeit

Als akzeptable Häufigkeit einer solchen Gefährdung legt das FHA fest, dass diese nicht häufiger als einmal pro Monat auftreten dürfe: *„H01 shall not occur more than once per month to once per year“.*

1.6.4.8 Beurteilung der Gefährdung

Bei der statistischen Beurteilung der Gefährdung geht man von folgenden Grundlagen aus:

- Die Gesamtbetriebszeit der Flugsicherung des Flughafens Zürich beträgt 400 000 Minuten pro Jahr beziehungsweise rund 18 Stunden pro Tag.
- Pro Jahr wird das Benutzungskonzept für Piste 10 während 12 000 Minuten verwendet.
- Es finden pro Jahr 1500 Abflüge auf den *standard instrument departures* von Piste 10 statt.
- Die Dauer, in der ein abfliegendes Luftfahrzeug der Gefährdung ausgesetzt sein könnte, beträgt ungefähr eine Minute.
- Es finden pro Jahr 120 Durchstarts bei Anflügen auf Piste 14 statt.
- Es finden pro Jahr ungefähr fünf Durchstarts bei Anflügen auf Piste 14 statt während Piste 10 für Starts verwendet wird.
- In den zehn Jahren, welche dem FHA vorangegangen sind, wurde gemäss den Verfassern der Sicherheitsabklärung kein Vorfall gemeldet, bei dem die Sicherheit während eines Durchstarts von Piste 14 und einem gleichzeitigen Start von Piste 10 beeinträchtigt war.
- *“The probability that a GA 14 occurs when a DEP 10 is in the hazard area is approx. 0.625 per year. This is assuming that a DEP 10 and a GA 14 occur completely independently”.*
Zusammenfassend kommt das FHA damit zum Schluss, dass die Wahrscheinlichkeit, dass sich ein Luftfahrzeug unterhalb von 5000 ft AMSL befindet, während beim Anflug auf Piste 14 ein Durchstart geschieht, ungefähr bei 62.5% pro Jahr beträgt. Anders gesagt, kommt es nach dieser Wahrscheinlichkeit ungefähr alle 1.5 Jahre zu einer solchen Situation. Dabei geht man davon aus, dass ein Abflug von Piste 10 und ein Durchstart auf Piste 14 zwei voneinander vollständig unabhängige Ereignisse sind.

1.6.4.9 Schlussfolgerung der Sicherheitsabklärung

Die Sicherheitsabklärung kommt zusammenfassend zu folgendem Schluss:

„Based on this FHA it can be concluded that the current OPS procedures are acceptably safe and the mitigations in place are appropriate.”

1.6.4.10 Empfehlung der Sicherheitsabklärung

Am Schluss der Sicherheitsabklärung wird folgende Empfehlung formuliert:

„Even though the present operation is assessed as being safe, a better segregation of the SIDs and the missed approach nominal tracks could further improve safety by enabling a less complex operation.”

2 Analyse

2.1 Technische Aspekte

Sowohl für die beteiligten Flugzeuge als auch für die betroffenen Systeme der Flugverkehrsleitung liegen keine Anhaltspunkte für vorbestandene technische Mängel vor, die den schweren Vorfall hätten verursachen oder beeinflussen können.

2.2 Menschliche und betriebliche Aspekte

2.2.1 Betriebskonzept

Neben der beschriebenen Abstimmung von Starts und Landungen, muss bei Bedarf auch noch der Sichtflugverkehr in das Verkehrskonzept integriert werden. Gemäss den Aussagen des FVL wirkt sich die enge Koordination der Abflugsplanung mit GRO und die Berücksichtigung der unterschiedlichen Gewichts- und Geschwindigkeitskategorien erschwerend auf die Verkehrsplanung aus, weil dies eine höhere Aufmerksamkeit verlangt. Somit ist dieses Pistenbenützungskonzept deutlich anspruchsvoller als andere Konzepte.

2.2.2 Flugverkehrsleitung

Der Anflug der DLH 1LA erfolgte unter Radarführung des APE bis zum Erfliegen des *ILS* der Piste 14. Die Radarführung und die Sinkflughinweisungen erfolgten ohne Besonderheiten und um 12:36:50 UTC meldete die Besatzung, dass sie auf dem *localizer* ausgerichtet sei. Laut Aussage des APE erfolgte der Anflug ohne Anzeichen auf einen möglichen Fehlanflug. Auch seitens der Besatzung erfolgten während des Anfluges keine Kommentare bezüglich der Radarführung oder der Ausrichtung.

RJA 149 hatte um 12:35:38 UTC die Startfreigabe erhalten, war von Piste 10 gestartet und flog auf der SID *VEBIT TWO ECHO*. Die Abflugstrecke kreuzt nach einer Linkskurve dann mit Westkurs den Endanflug von Piste 14. In der Regel erteilt DEP schon beim Erstaufwurf eine Bewilligung für einen Steigflug über 5000 ft. In diesem Fall hatte DEP nach Übergabe von ADC die RJA 149 zum Steigflug bis FL 120 freigegeben.

Daraufhin konzentrierte der ADC sich auf ein Flugzeug, das um 12:37:33 UTC die Startfreigabe auf Piste 10 erhalten hatte und sich im Anfangssteigflug befand. Anschliessend erteilte er einem Geschäftsreiseflugzeug die Erlaubnis vom nördlichen Rollweg auf die Piste 10 zu rollen. Ungefähr zu diesem Zeitpunkt leitete die Besatzung der DLH 1LA den Durchstart ein. Der ADC nahm diesen aber nicht wahr, denn er war mit der Einplanung des nächstfolgenden Abfluges beschäftigt und konzentrierte sich auf den Bereich der Piste 10 und ihrer Rollwege.

Nachdem die Besatzung des Geschäftsreiseflugzeugs diese Freigabe zurück gelesen hatte, wies er ein auf dem südlichen Rollweg wartendes Flugzeug an, auf die Piste 10 zu rollen, sobald das Geschäftsreiseflugzeug gestartet sei. Unmittelbar nachdem die entsprechende Besatzung die bedingte Erlaubnis bestätigt hatte, war die Frequenz zum ersten Mal seit dem die DLH 1LA das Fehlanflugverfahren eingeleitet hatte, nicht mehr belegt. Nun konnte die Besatzung der DLH 1LA melden, dass sie einen Durchstart eingeleitet habe.

Jetzt realisierte der ADC, dass sich die DLH 1LA in einem Durchstart befand, worauf er umgehend mit dem *go-around button* den *call-out* auslöste. Mit dieser Massnahme signalisierte er den übrigen Flugverkehrsleitern im DEP und APP, dass ein Durchstart im Gang war.

Anschliessend gab der ADC der DLH 1LA die Freigabe für das Standardfehlflugverfahren bis 5000 ft. Für die Besatzung der DLH 1LA war das die Bestätigung des *standard missed approach procedure*.

Kurze Zeit später, als um 12:38:39 UTC der STCA-Alarm ansprach, wurde der ADC auf den Konflikt zwischen DLH 1LA und RJA 149 aufmerksam.

Der *coach* und die *trainee* auf der Position DEP hatten den sich anbahnenden Konflikt früher als der ADC und annähernd gleichzeitig erkannt. Mittels einer Verkehrsinformation um 12:38:30 UTC an RJA 149 und der Anweisung für einen erhöhten Steigflug auf 6000 ft versuchte die *trainee* die erforderliche Vertikalstaffelung herzustellen.

Nachdem der RJA 149 zuerst die Erlaubnis erteilt wurde, auf FL 120 zu steigen, war die neu erteilte Anweisung, schnell auf 6000 ft zu steigen, missverständlich. Zu diesem Zeitpunkt befand sich die RJA 149 steigend auf 4700 ft.

Anschliessend übernahm der Ausbilder den Sprechfunk. Das ganze Geschehen spielte sich innerhalb kurzer Zeit ab. Die sich abzeichnende Staffellungsunterschreitung vertikal zu entschärfen zeigte angesichts der Flugphase, in welcher sich die RJA 149 befand, wenig Wirkung. Zu diesem Zeitpunkt war die RJA 149 am Einfahren der Hochauftriebshilfen und somit nicht in einer guten Ausgangslage zur Erhöhung der Steigrate.

2.2.3 Flugbesatzungen

2.2.3.1 DLH 1LA

Für die Besatzung der DLH 1LA ergaben sich während des Sinkfluges sowie des Auflinierens auf dem Instrumentenlandesystem keine Unregelmässigkeiten. Die Beobachtungen der Flugverkehrsleiter sowie die Radardatenaufzeichnungen bestätigten einen Anflug innerhalb des üblichen Bereiches bezüglich Höhe und Kurs. Der Kommandant unter Überwachung gab an, wegen überhöhter Fluggeschwindigkeit bei gleichzeitigem Leerlauf der Triebwerke (*idle power*), anlässlich einer Radarhöhenangabe von 1000 ft AGL (*above ground level*), den Durchstart eingeleitet zu haben.

Das Durchstartverfahren wird angewendet, wenn sich im Verlaufe eines Anfluges zeigt, dass das Flugzeug nicht spätestens auf einer Höhe von 1000 ft AAL (*above airport level*) sowohl lateral als auch vertikal auf die Landepiste resp. das Instrumentenlandesystem ausgerichtet ist. Im Weiteren müssen Landekonfiguration, Leistungssetzung und Geschwindigkeit den Zielwerten entsprechen. Im vorliegenden Fall war gemäss Beurteilung der Besatzung mindestens einer dieser Werte nicht im erforderlichen Bereich, weshalb der Durchstart eingeleitet wurde. Dieses Verhalten ist üblich und zweckmässig und wird im Training der Cockpitbesatzungen auch ausdrücklich gefordert.

Die heute im Einsatz stehenden Flugzeuge erzielen in der ersten Phase des Durchstartes in der Regel hohe Steigraten, weil zum Zeitpunkt des *go-arounds* am Zielflugplatz der Treibstoff für den Flug vom Start- zum Zielflugplatz bereits verbraucht wurde, was zu einem gegenüber dem Start relativ tiefen Flugzeuggesamtgewicht führt. Zudem findet die Veränderung der Konfiguration (Einfahren von Fahrwerk und teilweises Einfahren von Landeklappen und Vorflügel) bereits im Verlauf des Überganges vom Sink- in den Steigflug statt.

Im Weiteren weist ein Flugzeug während des Anfluges deutlich mehr kinetische Energie als während des Startvorganges auf, insbesondere wenn der Durchstart wegen eines zu schnell oder zu hoch verlaufenden Anfluges eingeleitet wird. Alle diese Faktoren führen dazu, dass ein Flugzeug in der ersten Phase des Durchstartes in der Regel eine, verglichen mit einem Start, deutlich höhere Steigrate aufweist. Dies ist ein gewollter Effekt, weil dadurch rasch ein sicherer Abstand zwischen Boden und Flugzeug erzielt wird.

Im vorliegenden Fall lag die *standard missed approach altitude* von 5000 ft nur rund 2000 ft über jener Höhe, auf welcher der Durchstart eingeleitet wurde. Dies führte dazu, dass die DLH 1LA bereits ca. eine Minute nach dem Einleiten des Durchstartes und noch vor der Pistenschwelle 14 eine Höhe von 5000 ft erreichte.

Sind während eines Anfluges nicht alle Parameter innerhalb der verlangten Grenzen, dann kann die Besatzung einen Anflug zu jedem Zeitpunkt abbrechen und das Durchstartmanöver einleiten. Das Einleiten des Durchstarts durch die Besatzung der DLH 1LA war damit eine sicherheitsbewusste Massnahme.

Der TCAS-*descent* wurde seitens der Besatzung verzögerungsfrei eingeleitet und, sobald die Frequenzbelegung dies zulies, der ATC gemeldet.

2.2.3.2 RJA 149

Die RJA 149 befand sich bereits auf der Frequenz von *Zurich Departure*. Gemäss Angaben des ausbildenden Kommandanten wurde die Beschleunigung zum Zwecke des Einfahrens der Auftriebshilfen (*acceleration/clean-up*) im Steigflug auf einer Höhe von 4400 ft begonnen. Die sich von vorne rechts im Steigflug annähernde DLH 1LA, welche noch auf der Frequenz von *Zurich Tower* war, wurde aufgrund der traffic advisory (TA) des TCAS während des Steigfluges in 4800 ft QNH bemerkt.

Beide Flugzeuge befanden sich zu diesem Zeitpunkt in Instrumentenflugwetterbedingungen. Während der TA und RA des TCAS befand sich das Flugzeug in *clean configuration*. Aufgrund der Aussagen der Besatzung kann davon ausgegangen werden, dass der TCAS-RA gefolgt wurde. Die RJA 149 hatte zwar den Vorgang des Einfahrens der Auftriebshilfen (*flaps/slats*) bereits abgeschlossen, dürfte aber noch beschleunigt haben.

In diesem Flugzustand ist erst wenig kinetische Energie vorhanden, um ein Ausweichmanöver nach oben durchzuführen, was zur relativ geringen Erhöhung der Steigrate geführt haben kann. Aus demselben Grund konnte auch der Anweisung der ATC „*climb immediately to 6000 ft*“ nur bedingt gefolgt werden. Die Besatzung befolgte die entsprechenden Hinweise und Warnungen (TA/RA) verfahrensgemäss.

Die Besatzung der RJA 149 setzte die erforderliche Funkmeldung: „*Jordanian one four niner, TCAS-climb*“ nicht ab. Diese Meldung muss stattfinden, damit die Flugverkehrsleitung über ein TCAS-Ausweichmanöver informiert ist und ihrerseits keine weiteren Interventionen mehr stattfinden, bis die Besatzung meldet: „*Clear of conflict*“.

2.3 Organisatorische Aspekte und Rahmenbedingungen

Vergleicht man das Standardabflugverfahren VEBIT 2E und das zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls gültige Standard-Fehlanflugverfahren auf Piste 14 so fällt auf, dass keine verfahrensmässige Staffelung zwischen diesen Verfahren besteht. Dies ist den Flugverkehrsleitern bewusst. Die Staffelung wird einzig durch entsprechende Anweisungen der Flugverkehrsleiter garantiert, was die Fehlertoleranz des Verfahrens verringert.

Weiter ist das Benutzungskonzept Piste 10 durch eine relativ hohe Koordinations- und Arbeitslast für die Platzverkehrsleitstelle charakterisiert. Durch den Umstand, dass es nur während ungefähr 3 % der jährlichen Betriebszeit verwendet wird, sind die Flugverkehrsleiter nur wenig vertraut damit, was es für diese zusätzlich anspruchsvoll werden lässt. Ein regelmässiges Training dieses Konzepts im Simulator wäre deshalb notwendig.

Zur Abklärung der Risiken beauftragte das Bundesamt für Zivilluftfahrt Skyguide mit Brief vom 9. Mai 2006 für die damals angewendeten Verfahren Start Piste 10 / Landung Piste 14 den Nachweis zu erbringen, dass die Sicherheit genügend gewährleistet werden könne. Für die Erbringung dieses Nachweises führte die skyguide ein so genanntes *functional hazard assesement* (FHA) durch.

Dieses wurde kurz vor dem schweren Vorfall eingereicht und vom BAZL genehmigt. Diese Sicherheitsabklärung rechnet damit, dass es bei einem Durchstart eines auf Piste 14 anfliegenden Flugzeuges während eines Starts von Piste 10 mit anschliessender Linkskurve nach Westen für den Fluglotsen zu einer erhöhten Arbeitslast und zu einer aussergewöhnlichen Situation kommen kann, die ein Setzen von Prioritäten erfordert. Weiter geht das FHA davon aus, dass die Situation aber rasch erkannt und entschärft werden könne, da sie Teil der Standardausbildung eines Flugverkehrsleiters sei.

Wie der vorliegende schwere Vorfall aber zeigt, waren die beteiligten Flugverkehrsleiter durch die entstehende Situation überrascht und gaben später an, dass sie eine solche noch nie erlebt hätten. Insbesondere fand sich auch kein Hinweis, dass solche Kombinationen von Abflug und Fehlanflugverfahren je im Simulator geübt worden sind.

Damit wird klar, dass die Annahme bzw. Einschätzung der Sicherheitsabklärung, dass eine solche Situation, allein gestützt auf die Standardausbildung durch einen Flugverkehrsleiter bewältigt werden kann, falsch war.

Im *functional hazard assesement* wird das Fehlen einer verfahrensmässigen Staffelung zwischen den Standardabflugverfahren von Piste 10 und dem Fehlanflugverfahren auf Piste 14 nicht thematisiert. Dies ist ein weiterer Hinweis dafür, dass sich die Sicherheitsabklärung damit begnügt, die sichere Durchführung eines anspruchsvollen und risikobehafteten Verfahrens allein durch die Fähigkeiten und Handlungsmöglichkeiten der Flugverkehrsleiter zu gewährleisten.

Es fällt auf, dass das FHA zwar behauptet, dass die geprüften Verfahren eine akzeptable Sicherheit aufweisen würden, aber trotzdem empfiehlt, künftig die Flugwege von Standardabflugverfahren und Fehlanflugverfahren zu entflechten um die Sicherheit zu verbessern und einen weniger komplexen Betrieb zu erreichen.

Der Umstand, dass in der Zwischenzeit diesbezüglich keine Verbesserungen vorgenommen worden sind, zeigt die Wirkungslosigkeit solcher lediglich als wünschbare Verbesserungen angebrachten Vorschläge.

Weiter erscheint fraglich, wie unabhängig diese Sicherheitsabklärung durchgeführt wurde, da mehrheitlich die gleichen Firmen beteiligt waren, welche die entsprechenden Verfahren entworfen, berechnet oder deren Auswahl mit beeinflusst hatten.

Zusammengefasst liegt damit der Schluss nahe, dass das Betriebskonzept bei Bisenlage, wie es zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls verwendet wurde, wesentliche Mängel aufwies und damit im vorliegenden Fall von den beteiligten Flugverkehrsleitern nicht mehr sicher gehandhabt werden konnte.

3 Schlussfolgerungen

3.1 Befunde

3.1.1 Technische Aspekte

- Die Untersuchung ergab keine Anhaltspunkte für vorbestandene technische Mängel, die den Vorfall hätten verursachen können.
- Das TCAS generierte in beiden Flugzeugen eine *resolution advisory*, deren Anweisungen von den Besatzungen unverzüglich befolgt wurden.

3.1.2 Besatzungen

- Die Besatzungen der beiden am schweren Vorfall beteiligten Flugzeuge verfügten über die notwendigen Ausweise zur Ausübung ihrer Tätigkeit.
- Im Cockpit der DLH 1LA befanden sich ein Kommandant unter Überwachung, ein *first officer* und ein überwachender Kommandant.
- Der Kommandant in Ausbildung der DLH 1LA hatte eine Flugerfahrung von 8000 Stunden, davon 3000 Stunden auf dem Muster B737.
- Im Cockpit der RJA 149 befanden sich ein Kommandant unter Überwachung, ein *first officer* und ein überwachender Kommandant.

3.1.3 Mitarbeiter der Flugsicherung

- Die Flugverkehrsleiter besaßen die für die Ausübung ihrer Tätigkeit notwendigen Ausweise.
- Die Position *departure* war mit einem *coach* und einer *trainee* besetzt.
- Der *departure coach* sass links der *trainee* und arbeitete mit *headset*.
- Die *trainee* stand zum Zeitpunkt des schweren Vorfalles drei Tage vor dem *final skill assessment*.

3.1.4 Verlauf des schweren Vorfalls

- Die DLH 1LA flog nach Instrumentenflugregeln und stand beim Einleiten des Durchstarts in Kontakt mit *Zurich ADC* und in dessen Zuständigkeitsbereich.
- Zur Zeit des schweren Vorfalls befand sich DLH 1LA im Zuständigkeitsbereich von *Zurich DEP* aber noch in Kontakt mit *Zurich ADC*.
- Die RJA 149 flog nach Instrumentenflugregeln und stand zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls in Kontakt mit *Zurich DEP* und in dessen Zuständigkeitsbereich.
- Die RJA 149 wurde um 12:35:38 UTC zum Start auf Piste 10 freigegeben. Sie folgte einem Standardabflugverfahren VEBIT 2E und erhielt um 12:37:33 UTC die Freigabe nach Flugfläche 120 zu steigen.
- Um 12:37:33 UTC erhielt ein Geschäftsreiseflugzeug die Startfreigabe auf der Piste 10.
- Die DLH 1LA leitete während des ILS-Anfluges auf Piste 14 um 12:37:41 UTC in einer Höhe von 2900 ft QNH einen Durchstart ein.
- Der Flugverkehrsleiter ADC nahm den Durchstart der DLH 1LA anfänglich nicht wahr, weil er mit der Einplanung des nächsten Abfluges beschäftigt war und sich auf den Bereich der Piste 10 und ihrer Rollwege konzentrierte.
- Weil die Frequenz belegt war, konnte die Besatzung der DLH 1LA ihren Durchstart erst um 12:38:10 UTC der Platzverkehrsleitstelle melden.
- Der „*call-out*“ des ADC nach der Meldung der DLH-Besatzung „*going around*“ erfolgte ohne Verzögerung mittels Eingabe im TACO-System.
- Um 12:38:15 UTC wurde die DLH 1LA angewiesen dem Standard-Fehlanflugverfahren für Piste 14 zu folgen und nach 5000 ft QNH zu steigen.
- Der *go-around call-out* wurde von *departure coach* und *trainee* gemeinsam registriert. Beide realisierten auch, dass die DLH 1LA schon ca. 4000 ft QNH passiert hatte und die RJA 149 sich auf westlichem Kurs befand. Die nun folgende Konfliktsituation wurde ebenfalls beidseitig erkannt.
- Um 12:38:30 UTC erteilte die *departure trainee* der RJA 149 eine Verkehrsinformation und wies sie an, unverzüglich nach 6000 ft QNH zu steigen.
- Die Anweisung an die Besatzung der RJA 149, sofort nach rechts zu drehen, erfolgte um 12:38:47 UTC durch den *coach*.
- Um 12:38:53 UTC hatte die DLH 1LA eine Höhe von 5000 ft QNH erreicht.
- Das TCAS-Gerät in der DLH 1LA generierte eine *traffic advisory* (TA), gefolgt von einer *resolution advisory* (RA), worauf die Besatzung einen TCAS-*descent* ausführte und diesen unverzüglich um 12:39:00 UTC an die Platzverkehrsleitstelle meldete.
- Der kleinste Abstand zwischen DLH 1LA und RJA 149 betrug um 12:39:06 UTC 1.1 NM horizontal bei 600 ft vertikal.

- Die vorgeschriebene Mindeststaffelung in dieser Situation beträgt 3 NM horizontal oder 1000 ft vertikal.
- Das TCAS-Gerät in der RJA 149 generierte zuerst eine *traffic advisory* (TA), gefolgt von einer *resolution advisory* (RA). Die Besatzung befolgte die Anweisungen „*climb climb*“, eine diesbezügliche Meldung an die ATC unterblieb jedoch.
- Gemäss den Sprechfunkaufzeichnungen der Frequenz 125.950 MHz, *Zurich departure*, sind mehrere Antworten der Besatzung des Fluges RJA 149 teilweise oder gänzlich unverständlich.

3.1.5 Rahmenbedingungen

- In der Kontrollzone Zürich herrschten Sichtflugwetterbedingungen (VMC).
- Die beteiligten Luftfahrzeuge befanden sich während des Vorfalls oberhalb der Kontrollzone unter Instrumentenflugbedingungen (IMC), die Besatzungen hatten keinen Sichtkontakt zueinander.
- Nach Aussage der Flugverkehrsleiter herrschte ein mittleres Verkehrsaufkommen mit erhöhter Komplexität.
- Zwischen den Abflugstrecken von Piste 10 in Zürich, die nach einer Linkskurve wieder auf Westkurs die Achse der Piste 14 kreuzen und dem Fehlanflugverfahren für Piste 14, bestand zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls keine verfahrensmässige Staffelung.
- Das Benutzungskonzept Piste 10 ist durch eine relativ hohe Koordinations- und Arbeitslast für die Platzverkehrsleitstelle charakterisiert.
- Die Sicherheitsabklärung des Benutzungskonzepts Piste 10 geht davon aus, dass eine gefährliche Annäherung zweier Flugzeuge rasch erkannt und entschärft werden könne, da sie Teil der Standardausbildung eines Flugverkehrsleiters sei.
- Die beteiligten Flugverkehrsleiter zeigten sich durch die entstehende Situation überrascht und gaben später an, dass sie eine solche noch nie erlebt hätten.
- Es fand sich kein Hinweis, dass solche Kombinationen von Abflug und Fehlanflugverfahren im Simulator geübt worden sind.

3.2 Ursachen

Der schwere Vorfall bestand aus der unbeabsichtigten Annäherung zwischen einem auf Piste 10 startenden und einem auf Piste 14 durchstartenden Verkehrsflugzeug, die ein hohes Kollisionsrisiko aufwies. Er ist auf ein Pistenbenutzungskonzept bei Bisenlage zurück zu führen, das die beteiligten Flugverkehrsleiter nicht sicher handhaben konnten, weil es folgende Mängel aufwies:

- Zwischen den Flugwegen der Standardabflugroute *VEBIT TWO ECHO* für Abflüge ab Piste 10 und dem *standard missed approach procedure* der Piste 14 bestand keine verfahrensmässige Staffelung.
- Die entsprechende Sicherheitsabklärung hatte die Gefährdung nur unzureichend erfasst.
- Die Flugverkehrsleiter waren bezüglich der möglichen Konfliktsituation unzureichend ausgebildet worden und wurden damit von ihr überrascht.

4 Sicherheitsempfehlungen und seit dem schweren Vorfall getroffene Massnahmen

4.1 Sicherheitsempfehlungen

4.1.1 Sicherheitsdefizit

Am 24. Oktober 2007 kam es 2.4 NM nordnordöstlich des UKW-Drehfunkfeuers Kloten (KLO) zu einem schweren Vorfall zwischen einem IFR-Anflug auf Piste 14 mit einem IFR-Abflug von Piste 10. Das anfliegende Luftfahrzeug hatte aus flugtechnischen Gründen ein Fehlanflugverfahren eingeleitet und befand sich kurz vor Überfliegen der Pistenschwelle 14 bereits in der *standard missed approach altitude* von 5000 ft.

Das abfliegende Luftfahrzeug von Piste 10 befand sich auf der von der Flugverkehrsleitung zugewiesenen Standardabflugroute *VEBIT TWO ECHO* im Steigflug bis FL 120 in westlicher Richtung und passierte bei Erhalt der TCAS-Warnung eine Höhe von 4800 ft. Bei beiden Flugzeugen folgte nach Erhalt der *traffic advisory* (TA) des *traffic alert and collision avoidance systems* (TCAS) eine entsprechende *resolution advisory* (RA). Die Besatzungen befolgten die TCAS-Anweisungen verfahrenskonform.

Zwischen den Abflugstrecken von Piste 10 in Zürich, die nach einer Linkskurve wieder auf Westkurs die Achse der Piste 14 kreuzen und dem Fehlanflugverfahren für Piste 14, bestand zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls keine verfahrensmässige Staffelung.

Das Benutzungskonzept Piste 10 ist durch eine relativ hohe Koordinations- und Arbeitslast für die Platzverkehrsleitstelle charakterisiert.

Die *standard missed approach altitude* wurde im Juni 2008 von 5000 ft auf 4000 ft QNH festgelegt. Dies geschah im Rahmen der Verbesserung der Landeabstände im Zusammenhang mit Abflügen auf der Piste 16 (SEPAZ 1). Sie verringert das Konfliktrisiko zwischen Abflügen ab Piste 10 und Fehlanflügen Piste 14; die verfahrensmässige Staffelung ist aber auch mit der gegenwärtigen Situation nicht gewährleistet.

Zur Abklärung der Risiken beauftragte das Bundesamt für Zivilluftfahrt Skyguide mit Brief vom 9. Mai 2006 für die damals angewendeten Verfahren Start Piste 10 / Landung Piste 14 den Nachweis zu erbringen, dass die Sicherheit genügend gewährleistet werden könne. Für die Erbringung dieses Nachweises führte die Skyguide ein so genanntes *functional hazard assesement* (FHA) durch.

Dieses wurde kurz vor dem schweren Vorfall eingereicht und vom BAZL genehmigt. Es ist bemerkenswert, dass diese Sicherheitsabklärung die fehlende verfahrensmässige Staffelung zwischen dem Abflug und dem Durchstart zwischen denen es zum vorliegenden schweren Vorfall kam, nicht thematisierte.

Die Untersuchung zeigte, dass die Annahme der Sicherheitsabklärung eine solche Situation könne durch die Flugverkehrsleiter, allein gestützt auf die Standardausbildung bewältigt werden, falsch war.

Weiter erscheint fraglich, wie unabhängig diese Sicherheitsabklärung durchgeführt wurde, da mehrheitlich die gleichen Firmen beteiligt waren, welche die entsprechenden Verfahren entworfen, berechnet oder deren Auswahl mit beeinflusst hatten.

4.1.2 Sicherheitsempfehlung Nr. 369

Das Büro für Flugunfalluntersuchungen spricht bezüglich der fehlenden verfahrensmässigen Staffelung keine Sicherheitsempfehlung aus, sondern verweist auf die am 10. Juni 2005 ausgesprochene Sicherheitsempfehlung Nr. 369: *„Das Bundesamt für Zivilluftfahrt sollte veranlassen, dass die ATC für Verkehrssituationen wie die hier vorliegende, Verfahren anwendet, die unter allen Umständen, sowohl in IMC als auch in VMC, die notwendige Mindeststaffelung gewährleisten.“* Eine Umsetzung dieser Sicherheitsempfehlung würde auch das vorliegende Sicherheitsdefizit beheben.

4.1.3 Sicherheitsempfehlung Nr. 426

Das BAZL sollte sicherstellen, dass bis zur Umsetzung der Sicherheitsempfehlung Nr. 369 die Flugverkehrsleiter ausreichend für den Umgang mit den gegenwärtigen Verfahren geschult werden.

4.2 Seit dem schweren Vorfall getroffenen Massnahmen

In einer Stellungnahme zur Sicherheitsempfehlung Nr. 369, vom BFU am 10. Juni 2005 ausgesprochen, teilt der Sicherheitsbeauftragte des GS UVEK am 31.10.2010 folgendes mit:

„Implemented Safety Action for CD-2008-26C

Implemented measures

Skyguide has introduced radar separation for IFR aircraft operating in VMC in the vicinity of an airport. If below minimum vectoring altitude, the flight crew must perform approaches and departures between ground and minimum vectoring altitude at own navigation.

Additionally FOCA has imposed the introduction of cut-off points for arriving aircraft on a RWY where the missed approach procedure of that RWY is conflicting with the SID of another RWY and the conflict point is below minimum radar vectoring altitude.

Both measures have a positive effect on safety, however, influence capacity dramatically. The demonstration of acceptable safety when conducting further optimization steps toward better capacity is guaranteed by mandatory application of safety risk assessment and mitigation processes, as well as the acceptance procedure from FOCA."

Payerne, 30. November 2010

Büro für Flugunfalluntersuchungen

Dieser Bericht enthält die Schlussfolgerungen des BFU über die Umstände und Ursachen des vorliegend untersuchten schweren Vorfalles.

Gemäss Art. 3.1 der 9. Ausgabe des Anhangs 13, gültig ab 1. November 2001, zum Abkommen über die internationale Zivilluftfahrt vom 7. Dezember 1944 sowie Artikel 24 des Bundesgesetzes über die Luftfahrt ist der alleinige Zweck der Untersuchung eines Flugunfalls oder eines schweren Vorfalles die Verhütung von Unfällen oder schweren Vorfällen. Die rechtliche Würdigung der Umstände und Ursachen von Flugunfällen und schweren Vorfällen ist ausdrücklich nicht Gegenstand der Flugunfalluntersuchung. Es ist daher auch nicht Zweck dieses Berichts, ein Verschulden festzustellen oder Haftungsfragen zu klären.

Wird dieser Bericht zu anderen Zwecken als zur Unfallverhütung verwendet, ist diesem Umstand gebührend Rechnung zu tragen.